

C. F. C. S.

**ASSOCIATION INTER-CARAÏBE DES PLANTES ALIMENTAIRES
CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY**

**COMPTES RENDUS – SEPTIÈME CONGRÈS ANNUEL
PROCEEDINGS – SEVENTH ANNUAL MEETING**

Martinique — Guadeloupe

1969

VOLUME VII

C. F. C. S.

**ASSOCIATION INTER-CARAÏBE DES PLANTES ALIMENTAIRES
CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY**

**COMPTES RENDUS – SEPTIÈME CONGRÈS ANNUEL
PROCEEDINGS – SEVENTH ANNUAL MEETING**

Martinique — Guadeloupe

1969

VOLUME VII

C. F. C. S. } VII^e CONGRÈS ANNUEL
 } VIIth ANNUAL MEETING

Martinique — Guadeloupe — 1969

Président : M. F. GABRIEL

Le septième congrès annuel de l'Association inter-caraïbe des Plantes Alimentaires a été organisé sous l'égide de la Chambre d'Agriculture de la Martinique, sur invitation de son Président, M. DESPORTES, avec le concours de la Direction départementale de l'Agriculture de la Martinique et de l'Institut National de la Recherche Agronomique (Centre de Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane).

The seventh annual meeting of the Caribbean Food Crops Society was organized under the care of the Chambre d'Agriculture of Martinique, at invitation of its President, M. DESPORTES, with assistance of Direction départementale de l'Agriculture of Martinique (ministry of agriculture) and National Institute of Agronomical Research (Center of Agronomical Research in French West Indies and Guyana).

- Publications des comptes rendus :
- Editor of the proceedings :

J. E. SALETTE, Vice-Président,
Directeur de la Station d'Agronomie,
I. N. R. A. — Guadeloupe

TABLE
CONTENTS

— Comité directeur de la C. F. C. S. 1968-1969.....	7
Officers of the Society 1968-1969.	
— Compte rendu de la séance plénière annuelle.....	7
Minutes of the business session.	
— Liste des membres de la Société participant au 7 ^e Congrès.....	10
List of participants 7th meeting.	
— Présidents de séance	12
Chairmen of sessions.	
— Comité d'organisation du 7 ^e Congrès.....	13
Organization committee.	
— Programme d'ensemble du 7 ^e Congrès	14
— Programme for 7 th annual meeting	15
— Séance inaugurale :	
— Exposé d'introduction, par M. DELMAS.....	17
— Liste des communications présentées.....	21
List of technical papers.	
— Annexes	25
— Texte des communications	33
Technical papers.	

CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY

— *Membres du Bureau, 1968-1969.*

— *Officers of the Society for the year July 1, 1968-June 30, 1969.*

Président	F. GABRIEL	Martinique
Vice-Président	J. E. SALETTE	Guadeloupe
Secretary-Treasurer	G. SAMUELS	Puerto Rico

— *Comité.*

— *Board of Directors.*

Chairman	L. A. CROSS	Trinidad
Member	E. G. B. GOODING	Barbados
Member	C. P. KENNARD	Guyana
Member	A. G. NAYLOR	Jamaica
Member	F. DEL PRADO	Surinam
Member	A. SOTOMAYOR	Puerto Rico
Member	J. A. SPENCE	Trinidad

MINUTES OF THE BUSINESS SESSION

4th July, 1969

CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY

The Business Session of the Seventh Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society was held in Pointe-à-Pitre, Guadeloupe.

The meeting was called to order by the Vice-President, Mr. J. E. SALETTE. The minutes of the previous meeting were read and approved. The Treasury Report was read and approved.

1. — *Treasurer's Report*

1. Balance : Bank statement, June 30, 1968, Puerto Rico	\$ 2,043.20
Trinidad	876.78
2. Receipts : July 1, 1968-June 30, 1969.....	784.00
Sub-total	\$ 3,703.98

3. Expenses : July 1, 1968-June 30, 1969.

Travel grants, Trinidad meeting	\$ 99.00	
Travel expenses, Trinidad meeting	192.73	
Travel expenses, Dominican Republic	158.00	
Newsletter	30.00	
Printing : Constitution, certificates	40.00	
Printing : 1968 Proceedings Trinidad	105.55	
Secretarial work	75.00	
Cables	6.72	
Postage	84.95	
Translation	10.00	
Bank service charges	6.50	
		808.45
Total Expenses		808.45

4. Balance : June 30, 1969. \$ 2,895.53

2. — *Board of Directors*

A meeting of the Board of Directors was held in Fort de France, Martinique on July 2, 1969. The main items decided on were :

1. The Chairman of the Board for 1969-70 is Mr. F. GABRIEL.
2. The venue for the Eight Annual Meeting was discussed. The meeting will be held in the Dominican Republic.
3. The Board voted that Dr. Richard BOND be given a trip to Marie Galante in recognition of his services to the Caribbean Food Crops Society and agriculture in the Caribbean.
4. Requests for permission to publish papers in our Caribbean Food Crops Society Proceedings in other publications must be directed to the Secretary and also the author. Permission will be granted if paper is published in full with proper credit to the Caribbean Food Crops Society.
5. A non-English paper presented at our annual meetings will be published in our Proceedings in the language of the author with an ample summary in English.

3. — *Election of Officers 1969-70*

President	Pedro E. MORALES	Dominican Republic
Vice-President	Jack WAUD	Dominican Republic
Secretary-Treasurer	George SAMUELS	Puerto Rico
Board of Directors		
Chairman	F. GABRIEL	Martinique
Member	F. APONTE	Dominican Republic
Member	L. A. CROSS	Trinidad
Member	F. DEL PRADO	Surinam
Member	E. G. B. GOODING	Barbados
Member	A. G. NAYLOR	Jamaica
Member	A. SOTOMAYOR	Puerto Rico
Member	J. SPENCE	Trinidad

4. — *Local Representatives*

Barbados	E. G. GOODING	Jamaica	A. NAYLOR
Dominica	C. DUPIGNY	Martinique	F. GABRIEL
French Guiana	J. F. TURENNE	Puerto Rico	A. SOTOMAYOR
Guadeloupe	J. SALETTE	Surinam	F. DEL PRADO
Guyana	A. H. CHESNEY	Trinidad	L. A. CROSS

5. — *Eighth Annual Meeting*

The General body agreed to have the Eighth Annual Meeting in the Dominican Republic in 1970. Guyana or Venezuela was suggested for 1971.

A session to the 1970 meeting will be devoted to either vegetables or rice depending on the choice of the host committee.

The success of our special session on corn has led to the suggestion that the Caribbean participate in a corn variety testing program similar to that used in Central America. A committee will be formed to suggest a working approach of our Caribbean Food Crops Society with the various governments to initiate such a program. Dr. SEHGAL, Jamaica, and Mr. L. CROSS, Trinidad, were asked to undertake this task.

It has been suggested that if sufficient papers are to be read at an annual meeting and allow proper time for discussion, dual sessions may have to be considered. It has been called to the attention of the membership the need for papers on extension problems marketing problems and cooperatives.

LISTE DES MEMBRES DE LA C. F. C. S.
PARTICIPANT AU 7^e CONGRÈS C. F. C. S.

(MEMBERS ATTENDING 7th C. F. C. S. MEETING)

Antigua

— Mr. Oakland M. SWIFT.

Barbados

— Messrs B. PERSAUD,
R. M. HOAD
W. DE COURCEY JEFFERS
Dr B. EAVIS.

Dominique

— Messrs C. J. L. DUPIGNY
W. J. HIGGING.

Guyana

— Mr. H. A. CHESNEY
— Dr. OMAWALE.

Guyane

— MM. J. F. TURENNE et Mme
M. DELHUMEAU et Mme
HUYGUES-DESPOINTES.

Jamaïque

— Messrs D. C. STANFORD
HANSEL BECKFORD
W. T. DOMVILLE
H. PAYNE
Dr S. M. SEGHAL
A. G. NAYLOR.

Mexique

— Dr. E. C. JOHNSON.

Puerto-Rico

— Mr. E. GONZALEZ-TEJERA
— Mr. H. GANDIA
— Dr. G. SAMUELS and Mrs
— Dr. E. HERNANDEZ-MEDINA and
Mrs
— Dr. A. SOTOMAYOR-RIOS.

Ste-Croix

— Dr. R. M. BOND and Mrs
— Mr. E. HALL
— Mr. R. RODGERS.

St-Domingue

— Sr. P. MORALES.

Ste-Lucie

— Mr. CALIXTE GEORGE
— Mr. Felix MEDERICK
— Dr. G. P. BLAIR.

St-Vincent

— Mr. E. NASH.

Surinam

— Mr. F. DEL PRADO and Mrs.

Trinidad

— Messrs V. A. L. SARGEANT
L. JAMES
L. CROSS
T. U. FERGUSON
L. E. RANKINE
W. SEARL
V. C. R. HENRY.

France métropolitaine

— M. J. DELMAS.

Guadeloupe

— MM. Ch. BEAUDOUIN
M. BERAMIS
A. BEYRIES
R. BONHOMME
I. CANOPE
M. CHENOST.
M. CLAIRON
J. M. COURBOIS
J. DE CRÉCY
L. DEGRAS
M. DERIEUX
Y. DUMAS
J. FOUGEROUZE
P. F. GALICHET
GROS
L. GRUNER
F. KAAH

— MM. J. LE DIVIDICH
C. M. MESSIAEN
J. B. QUIOT
J. E. SALETTE
D. SIOUSSARAM
SOSSE
THOMAR
A. VARKONYI.

Martinique

— MM. A. AGOT
F. COLMET-DAAGE
P. DALY
DÉSIRÉ
G. DESPORTES
F. GABRIEL
A. GUYOT
R. MALESSART
OUENSANGA
C. PY
G. RIMBAUD
M. SOITOUT.

7^e CONGRÈS ANNUEL C. F. C. S.
VIIIth ANNUAL MEETING C. F. C. S.

PRÉSIDENTS DE SÉANCES DE TRAVAIL
CHAIRMEN OF WORKING SESSIONS

1. Plantes racines
Root Crops — M. F. GABRIEL, Président C. F. C. S., Directeur départemental de l'Agriculture — Martinique.
2. Cultures fruitières
Fruit crops — M. Cl. PY, Chef du Service ananas à l'I. F. A. C. — Martinique.
3. Maïs — Problèmes régionaux
Corn — Country papers — Dr. S. M. SEHGAL, Genetist, Research Station, Pioneer Hi-Bred Corn Co — Jamaica.
4. Maïs — Agronomie générale
Corn — General problems — Dr. E. C. JOHNSON, C. I. M. M. Y. T. — Mexico.
5. Pathologie végétale
Plant pathology — Mr. F. DEL PRADO, Chief plant protection division — Ministry of Agriculture — Surinam.
6. Cultures maraîchères et légumineuses
Vegetables and pulse-crops — Mr. L. CROSS, Agronomist, Ministry of Agriculture — Trinidad.
7. Entomologu.
Entomology — Dr P. F. Galichet, Directeur de la Station de Zoologie agricole et Lutte biologique, I. N. R. A. — Guadeloupe.
8. Agronomie générale
General Agronomy — Dr. G. Samuels, Secretary treasurer C. F. C. S. Agronomist, Agronomy and Soil department, Agricultural Experiment Station — Puerto Rico.
9. Etude du milieu
Environment studies — M. L. DEGRAS, Directeur de la Station d'Amélioration des Plantes, I. N. R. A. — Guadeloupe.

COMITÉ D'ORGANISATION — 7^e CONGRÈS
 ORGANIZATION COMMITTEE — 7th MEETING

- Organisation générale
General organization MM. GABRIEL, OUENSANGA, SALETTE.
- Secrétariat
Secretary Mlle FIERIN, Mme KAAH
- Communications
Papers M. SALETTE
- Programme Guadeloupe
Guadeloupe program M. DEGRAS
- Visites
Visits
 - I. F. A. C. (Martinique) : MM. GUYOT, C. PY.
 - I. R. A. T. (Martinique) : M. SOITOUT
 - Excursion en Martinique : avec le concours de
 - S. I. C. A. M. A.
 - S. O. C. O. M. O. R.
 - S. I. C. A. B. A. M.
 - I. N. R. A.-C. R. A. A. G. : MM. DEGRAS, CHENOST,
FOUGEROUZE, GALICHET, MESSIAEN, SALETTE.
 - I. F. A. C. (Guadeloupe) : M. H. GUYOT.
 - Excursion à Marie-Galante : M. COURBOIS.
- Comité d'accueil
Reception committee avec le concours de
la Chambre de Commerce de la Martinique,
l'Office de Tourisme de la Martinique,
l'Office de Tourisme de la Guadeloupe.
- Transports M. OUENSANGA (Martinique)
M. PAVOT (Guadeloupe)
- Accueil des dames
Ladies' program
 - en Martinique : Office du Tourisme
 - en Guadeloupe : Mmes DEGRAS, ARMANTRADING,
NOMAL.

PROGRAMME DU VII^e CONGRÈS

- Dimanche 29 juin :* Arrivée des participants en Martinique.
Accueil et installation.
- Lundi 30 juin :* (Salle de réunions, Caisse de Crédit Agricole, Fort-de-France.)
- 8 h 00 à 8 h 30 Arrivée des participants.
Réception des personnalités.
 - 8 h 30 à 10 h 00 *Séance inaugurale*
 - Discours d'ouverture, par M. le Préfet de la Martinique.
 - Réponse, et adresse de bienvenue, par M. DESPORTES, Président de la Chambre d'Agriculture.
 - Exposé d'introduction, par M. DELMAS, Directeur de Recherches à l'I. N. R. A.
 - 10 h 00 *Séance de travail n° 1* : Plantes racines.
 - 14 h 30 *Séance de travail n° 2* : Cultures fruitières.
- Mardi 1^{er} juillet*
- 8 h 00 *Séance de travail n° 3* : Production du maïs : présentation des problèmes régionaux.
 - 14 h 00 *Séance de travail n° 4* : Culture du maïs : problèmes agronomiques généraux.
 - 15 h 30 au choix des participants :
 - Réunion de travail des différents spécialistes du maïs.
 - Visite des installations expérimentales sur l'ananas à la Station I. F. A. C.
 - Visite des champs d'expérimentation sur les plantes maraîchères (I. R. A. T., Lareinty).
- Mercredi 2 juillet*
- Excursion de la journée :
- St-Pierre (S. I. C. A. M. A.)
 - Morne Rouge (S. O. C. O. M. O. R.)
 - Lorrain (S. I. C. A. B. A. M.).

Judi 3 juillet

- 8 h 00 *Séance de travail n° 5* : Pathologie végétale.
- 10 h 00 *Séance de travail n° 6* : Plantes maraichères et légumineuses.
- 14 h 00 *Séance de travail n° 7* : Entomologie
- 15 h 15 *Séance de travail n° 8* : Agronomie générale.

Vendredi 4 juillet Journée en Guadeloupe (I. N. R. A.)

- 6 h 15 Départ pour la Guadeloupe.
- 8 h 00 Visite du Centre de Recherches Agronomiques des Antilles (C. R. A. A. G., I. N. R. A., Ministère de l'Agriculture).
- 14 h 30 *Séance de travail n° 9* : Etude du milieu physique.
- 16 h 30 Réunion plénière annuelle des membres de la C. F. C. S.

Samedi 5 juillet

Au choix des participants :

- excursion en Grande-Terre.
- visites complémentaires au C. R. A. A. G.
- visites complémentaires à l'I. F. A. C. (banane).

PROGRAMME FOR SEVENTH ANNUAL MEETING

Sunday, 29th June

Arrival of participants.
Greetings and installation.

Monday, 30th June

(Meeting room, Caisse de Crédit Agricole, Fort-de-France.)

- 8 am to 8.30 pm Arrival of participants.
Greetings to personalities.
- 8.30 am to 10 am *Inaugural address*, by M. le Préfet de la Martinique.
Reply and welcome address, by M. DESPORTES, Président of the Chambre d'Agriculture.
Introductory outline, by M. DELMAS, Directeur de Recherches I. N. R. A.
- 10 am *Working session n° 1* : Root crops.
- 2.30 pm *Working session n° 2* : Fruit crops.

Tuesday, 1st July

- 8 am *Working session n° 3* : Corn production : presentation of regional problems.
- 2 pm *Working session n° 4* : Corn culture : general agricultural problems.
- 3.30 pm According to members option :
 - Working meeting of different corn specialists.
 - Visit of experimental equipment on Pineapple — I. F. A. C. Station.
 - Visit of experimental fields on vegetable crops (I. R. A. T., Lareinty).

Wednesday, 2nd July

Day tour

- St-Pierre (S. I. C. A. M. A.).
- Morne Rouge (S. O. C. O. M. O. R.).
- Lorrain (S. I. C. A. B. A. M.).

Thursday, 3rd July

- 8 am *Working session n° 5* : Plant Pathology.
- 10 am *Working session n° 6* : Vegetables and pulse crops.
- 2 pm *Working session n° 7* : Entomology.
- 3.15 pm *Working session n° 8* : General Agronomy.

Friday, 4th July

Day in Guadeloupe (I. N. R. A.)

- 6.15 am Departure to Guadeloupe.
- 8 am Visit of The Centre de Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane (C. R. A. A. G. ; I. N. R. A., Ministère de l'Agriculture).
- 2.30 pm *Working session n° 9* : Environment studies.
- 4.30 pm Business session of C. F. C. S. members.

Saturday, 5th July

According to members option :

- Grande-Terre tour.
- Complementary visit of the C. R. A. A. G., research stations.
- Complementary visit of I. F. A. C. (banana).

SÉANCE INAUGURALE. EXPOSÉ D'INTRODUCTION

par M. J. DELMAS

Directeur de Recherches à l'I. N. R. A.

Monsieur le Préfet, Messieurs les Présidents, mes chers Collègues, Mesdames, Messieurs,

S'il m'a été demandé de m'exprimer ici et de tenir le rôle de présentateur, alors que je suis peut-être parmi les congressistes l'un des rares à ne pas exercer son action principale dans l'un des territoires de la zone intercaraïbe, s'il m'a été fait cette demande et si je l'ai acceptée c'est pour un certain nombre de raisons, dont l'énumération formera mon prologue :

— d'abord en tant que sujet d'un pays européen ayant des prolongements antillais,

— puis en tant que membre d'un organisme de recherches, l'I. N. R. A., dont l'activité couvre une grande variété de spéculations scientifiques et qui vient heureusement compléter les organismes de recherches plus spécifiquement tropicaux ou plus directement orientés vers la mise en œuvre et l'application des techniques,

— ensuite, en tant que correspondant métropolitain de la Station d'Agronomie (Soils and Plant Nutrition), que dirige notre dynamique vice-président, M. SALETTE, et que vous pourrez visiter pendant votre séjour en Guadeloupe,

— ensuite encore par le fait que, choisi par le Professeur HENIN, Chef du Département Agronomie, pour assurer hors de France les contacts internationaux, je suis particulièrement intéressé par les échanges qu'un tel congrès permet entre les chercheurs et les producteurs de divers pays,

— enfin, me permettrai-je d'ajouter : parce que je suis un homme convaincu de l'absolue nécessité de la mise en commun des connaissances, notamment sur le plan agricole.

Ceci dit, je veux remercier M. le Président GABRIEL et M. SALETTE de l'honneur qu'ils me font et excuser M. CAUDERON, Inspecteur Général de l'I. N. R. A., qui aurait sans doute beaucoup mieux que moi su dresser le cadre de ce congrès sur les « plantes alimentaires », mais qui ne peut y participer personnellement.

Au cours de cet exposé, je m'efforcerai d'expliquer le sens et l'opportunité de l'action de la C. F. C. S. et d'en dégager les conséquences pour nos territoires.

Les « Plantes alimentaires »

Ce qu'on peut entendre par « plantes alimentaires » doit orienter nos choix quant aux sujets retenus et préciser nos possibilités d'avenir.

Au sens strict, les plantes alimentaires (*food crops*) sont les cultures vivrières, qui permettent une consommation directe par les habitants des régions considérées. Mais ces cultures entrent — ou doivent entrer — dans une *rotation* qui comprend des plantes non immédiatement consommables mais qui contribuent à la réussite des plantes alimentaires qui les suivent. Enfin, n'est-il pas évident que, dans le contexte caraïbe et dans l'esprit des fondateurs de cette association, c'est l'importance des plantes permettant une *diversification* des spéculations qui prime, face à une monoculture dont nous connaissons les dangers.

C'est pourquoi, au C. R. A. A. G. par exemple, les recherches aussi bien écologiques que génétiques (M. DEGRAS) portent sur des plantes diverses, alimentaires ou fourragères par exemple.

J'ajouterai que, plus généralement, tout travail permettant de mieux connaître les conditions écologiques et les impératifs de culture est à nos yeux un document auquel notre société doit apporter tout particulièrement attention même si, à son propos, d'autres plantes que les plantes strictement alimentaires sont utilisées comme test physiologique.

Buts et activités de la C. F. C. S.

Après avoir tenté de préciser ce que, je crois, nous pouvons entendre par plantes alimentaires dans le contexte de notre congrès et des Caraïbes en général, essayons de rappeler ici les buts et l'action réalisée par la C. F. C. S.

La C. F. C. S. regroupe les chercheurs et les techniciens de la *région des Caraïbes*. Ceux-ci ont en effet des problèmes similaires à résoudre :

— ensemble climatique intertropical marqué par l'insularité, c'est-à-dire l'isolement d'un territoire relativement peu étendu au milieu de masses physiquement différentes.

Ce cas se rencontre d'abord pour les îles, mais aussi pour des zones continentales placées entre l'océan et la grande forêt tropicale (les Guyanes), ceci pourrait être aussi le cas de territoires non spécifiquement insulaires mais en bordure de grandes masses, comme une chaîne de montagnes ou un désert.

— ensemble économique marqué par les cultures dominantes de type industriel (Canne) et la nécessité d'ouvrir l'éventail des productions (*diversification*) pour diminuer l'effet de la sensibilité des cours du produit dominant sur l'économie du territoire.

Ainsi, la C. F. C. S. qui organise son 7^e congrès a pour but essentiel de développer, au sein de l'ensemble inter-caraïbe, l'intérêt pour les autres cultures et notamment pour les cultures alimentaires et de fournir les normes de leur rentabilité.

Car, s'il faut diversifier, encore faut-il que les spéculations choisies soient rentables ! Il faut briser cette tradition de l'insulaire qui « a toujours trouvé de quoi se nourrir » et qui par conséquent ramasse 1 kg là où une bonne technicité et une mise de fonds justifiée permettraient d'en récolter 10. Or, si toute rentabilisation passe par la technicité et le calcul économique, ces deux aspects essentiels de l'évolution passent obligatoirement par la recherche, que nous représentons.

Notre but est donc également d'élever les cultures alimentaires au rang de cultures à part entière, ce qui veut dire non négligées et considérées comme tout aussi importantes que la « plante de base ».

Nous disposons dans nos régions intertropicales des Caraïbes de potentialités très remarquables, que nous devons utiliser pour la mise en valeur. Elles portent d'abord sur les *fruits*, avec, à côté de la banane dont notre collègue CHENOST va nous montrer une nouvelle utilisation, tous les fruits tropicaux : de l'ananas (qui fait l'objet de plusieurs communications) à l'avocat et autres fruits, dont la consommation en frais constitue un facteur d'équilibre et de progrès important.

Puis, nous devons une mention spéciale aux *plantes racines* et notamment à l'igname et à la patate douce (*sweet potato*), dont nous parleront M. DEGRAS et M. CHENOST également quant à son utilisation pour l'alimentation du Porc. Un congrès international s'est tenu à Trinidad, il y a deux ans, sur les plantes-racines, ce qui montre toute l'importance que les agronomes attachent à ces cultures.

Enfin, nous avons la gamme des *cultures maraîchères* qui sont, comme les cultures fruitières, des productions destinées à la fois à la consommation locale et à l'exportation (nous verrons à St-Pierre en Martinique un exemple de l'organisation de ces cultures en vue de l'exportation). Il faut souligner que l'extension des cultures maraîchères est liée à la mise au point de techniques de lutte antiparasitaire et d'accroissement de la fertilité naturelle, mais aussi à celle du fonctionnement en aval, je veux dire l'organisation des débouchés.

Dans l'ensemble des cultures maraîchères, nous n'oublierons pas les légumineuses à graines dont la consommation (pois d'angole) peut et doit se développer. Les résultats obtenus à Marie-Galante sur cette culture sont encourageants à cet égard.

Enfin, comme nous l'avons souligné au début, le désir de diversification auquel notre société a pleinement souscrit exige une place importante pour l'élevage et donc pour les plantes destinées à l'animal. L'une au moins, le *maïs*, est pour beaucoup également une « food crop » — aléatoire ou nécessaire —, les autres sont dans les rotations les supports nécessaires à une utilisation rationnelle par les plantes alimentaires des potentialités du sol (graminées, légumineuses) ou plus généralement au maintien de l'*intégrité* du capital sol.

A ce titre, l'herbe est indirectement génératrice des intérêts que porte ce capital, en le protégeant des dilapidations qu'une baisse du taux de matière organique entraîne presque à coup sûr.

Perspectives

A ce point de nos réflexions, voyons quelles peuvent être dans ce contexte particulier les perspectives de notre société, la C. F. C. S.

Nous devons nous féliciter du dynamisme d'un tel groupement, se traduisant par ces congrès — peut-être, à mon avis, un peu trop fréquents, — où le nombre et la qualité des notes présentées prouvent l'intérêt que porte le monde scientifique à nos efforts de coopération et d'ouverture sur ces réalités.

L'aspect dynamique ressort de l'accroissement du nombre de communications mais aussi de celui des participants et des pays ou territoires représentés, ainsi que de celui des plantes dont il est question dans les mémoires.

Pour ce 7^e congrès, vingt plantes et davantage sont traitées sous les aspects de huit disciplines différentes par les représentants de 16 pays ou territoires.

L'organisation du programme, réalisée par notre Président et notre Vice-Président, nous permet de rapprocher nos préoccupations et de comparer nos espoirs sur une série de plantes données.

Le fait que notre société s'intéresse à des plantes souvent quasi-universellement répandues comme le maïs ou certaines plantes-racines assure une large audition à nos travaux.

Il ouvre également la possibilité, par les contacts et l'exposé des difficultés que nous rencontrons, d'échanges fructueux sur nos méthodes de travail (expérimentation, analyses, techniques de culture) non seulement pour les plantes alimentaires tropicales mais encore pour l'ensemble des problèmes agronomiques.

Qu'il me soit permis de souhaiter que cette mer caraïbe continue à voir se rassembler une flotte pacifique de vaisseaux venus de toutes ses rives (Amérique Centrale, Mexique, Antilles, Guyanes) naviguant de concert chaque année — ou tous les deux ans — vers quelque port accueillant comme celui-ci, Fort-de-France, et comme tous ceux qui l'ont précédé et le suivront.

J'ajouterai, en tant que chercheur à vocation agronomique de climat tempéré, que nous attachons beaucoup d'intérêt à ces rencontres, non seulement pour toutes les raisons invoquées au cours de mon exposé mais encore parce qu'elles nous permettent d'ouvrir l'éventail de nos connaissances sur une culture ou un problème donné, dans des conditions climatiques que nos meilleurs phytotrons ne reproduisent qu'imparfaitement.

Je terminerai en invitant mes collègues ici présents à rendre visite à mon pays tout entier, dont je suis fier de montrer ici son aspect peut-être le plus riant sinon le plus facile à circonscrire.

Et maintenant, place aux chercheurs et aux techniciens.

Je vous remercie.

LISTE DES COMMUNICATIONS PRÉSENTÉES

(TECHNICAL PAPERS PRESENTED)

G. SAMUELS. — The influence of fertilizer levels and sources on cassava production on a lares clay in Puerto Rico (Influence des doses d'engrais et de leur nature sur la production de manioc à Porto Rico). Agricultural Experiment Station, Rio-Piedras, Puerto Rico.	33
L. M. DEGRAS. — Effets de l'origine morphologique des boutures de la patate sur son comportement variétal et saisonnier (Cuttings origin effects on seasonal and varietal behaviour of sweet potato). I. N. R. A.; Station d'Amélioration des Plantes, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.	37
M. CHENOST, J. LE DIVIDICH, M. CANDAU, J. F. CABANIS. — Perspectives d'utilisation de la banane et de la patate douce en alimentation animale (Utilization perspectives of banana and sweet potato in animal feeding). I. N. R. A.; Station de Zootechnie, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.	43
T. U. FERGUSON, P. H. HAYNES, B. G. F. SPRINGER. — A study of variability in yams (<i>Dioscorea</i> spp.) (Etude de la variabilité chez l'igname (<i>Dioscorea</i> spp.)). The University of the West Indies, Trinidad.	50
L. M. DEGRAS. — Quelques données sur la variabilité de descendance d'igname coussé-coussé (<i>D. trifida</i> L.) (Progenies variability of cush-cush yam (<i>D. trifida</i>)). I. N. R. A.; Station d'Amélioration des Plantes, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.	59
C. PY. — Les meilleures dates de plantation de l'ananas aux Antilles en vue de la production pour l'usine (Pineapple cycle and best plantation periods in West Indies). I. F. A. C.; Station de Martinique.	66
E. GONZALEZ-TEJERA. — Effects of plant density on the production of a plant crop of red-spanish pineapple in Puerto Rico (Etude de densité de plantations sur l'ananas red-spanish à Porto Rico). Agricultural Experiment Station, Rio-Piedras, Puerto Rico.	72
E. HERNANDEZ-MEDINA. — Yield response of the red-spanish pineapple in Puerto Rico as affected by different levels of magnesium (Effets de différents niveaux de magnésium sur le rendement de l'ananas red-spanish à Porto Rico). Agricultural Experiment Station, Rio-Piedras, Puerto Rico.	79
C. PY, A. GUYOT, J. MARTIAL, C. GARLIN. — Etude technologique sur ananas (Technological studies on pineapple). I. F. A. C.; Station de Martinique.	86
Ch. BEAUDOUIN, J. CHAMPION, R. MALLESSARD. — Essais de traitements des bananes au thiabendazole (Treatment tests with thiabendazole on bananas). I. F. A. C.; Paris; Guadeloupe.	100
Y. BERTIN. — L'avocatier en Martinique (Avocado culture in Martinique). I. F. A. C.; Station de Martinique.	101
C. M. MESSIAEN, A. BEYRIES, M. BERAMIS. — Importance des maladies provoquant des taches foliaires sur tomates en Guadeloupe et Martinique. Résultats d'un essai de fongicide (Leaf spot diseases of tomato in French West Indies — Results of a fungicide trial). I. N. R. A.; Station de Pathologie Végétale, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.	105

J. BRUN, D. SIOUSSARAM. — Etude de la mycoflore des racines du bananier « Poyo » (Research about the mycoflora of « Poyo » banana-tree root-system). I. F. A. C. ; Paris ; Guadeloupe	109
J. B. QUOT. — Identification d'un virus des cucurbitacées en Guadeloupe et Martinique (Identification of a cucurbit virus disease in Guadeloupe and Martinique). I. N. R. A. ; Station de Pathologie Végétale, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.	110
P. DALY. — Recherche d'une variété d'aubergines tolérante au <i>Pseudomonas solanacearum</i> (Research for a variety of egg-plant tolerant of the <i>Pseudomonas solanacearum</i>). I. R. A. T. ; Agence des Antilles, Martinique.....	113
B. DIGAT, J. A. SPENCE. — <i>Pseudomonas solanacearum</i> strains in the northern part of Trinidad (Etude de diverses souches de <i>Pseudomonas solanacearum</i> dans le nord de Trinidad). I. N. R. A. ; Guadeloupe, U. W. I. ; Trinidad.....	133
P. F. GALICHET, P. BAUER. — Action d'un produit bactérien, <i>Bacillus thuringiensis Berliner</i> sur divers lépidoptères nuisibles aux cultures (Sensitivity to <i>B. thuringiensis</i> B. of a number of lepidopterous pests in the Caribbean islands). I. N. R. A. ; Station de Recherches de Zoologie Agricole et Lutte Biologique, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.....	137
B. K. RAI and G. BADRIE. — Insect and mite pests of corn and sweet-corn in Guyana (Les insectes et les acariens nuisibles au maïs grain et au maïs sucré en Guyana). Central Agricultural Station, Mon Repos, Guyana	142
L. GRUNER. — Le hameton antillais <i>Phyllophaga pleei</i> Bl. et ses dégâts en zone bananière de la Guadeloupe (<i>Coleoptera, Scarabaeidae</i>) (The west indian beetle, <i>Phyllophaga pleei</i> Bl., and its dammages in banana districts of Guadeloupe (<i>Coleoptera, Scarabaeidae</i>)). I. N. R. A. ; Station de Recherches de Zoologie Agricole et Lutte Biologique, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.	148
R. COCAULT-DUVERGER. — Les cultures maraichères aux Antilles françaises. Possibilités de développement (Market gardening produce in the French West Indies. Possibilities of growth). I. R. A. T. ; Agence des Antilles, Martinique.	156
M. DERIEUX. — Résultats d'essais préliminaires à l'étude de deux légumineuses vivrières : I. <i>Cajanus cajan</i> . — II. <i>Vigna sinensis</i> . (Results of preliminary trials with two legumes : I. <i>Cajanus cajan</i> . — II. <i>Vigna sinensis</i>). I. N. R. A. ; Station d'Amélioration des Plantes, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe	164
F. KAAH, M. BERAMIS, C. M. MESSIAEN. — Recherche de variétés de tomates aux Antilles (Tomato varieties research in the Antilles). I. N. R. A. ; Station d'Amélioration des Plantes, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe...	173
BRIAN W. EAVIS, W. DE COURCEY JEFFERS. — Onions — From a possibility to a reality in Barbados (La culture de l'oignon est devenue une réalité à Barbade). Ministry of Agriculture, Barbados.....	182
M. DERIEUX. — Recherches sur la formation et l'évolution du grain de pois d'Angole, <i>Cajanus cajan</i> (Study about the formation and the evolution of the seeds of Pigeon Pea). I. N. R. A. ; Station d'Amélioration des Plantes, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe	204
R. A. BAYNES. — Hybrid maize performance in some eastern Caribbean islands (Agronomie et productivité de maïs hybrides dans certaines des îles au vent). University of the West Indies, Barbados.....	212
J. E. SALETTE, Y. DUMAS. — Points de vue écologiques sur la place des cultures fourragères dans l'agriculture antillaise ; exemple de l'utilisation du Pangola dans l'étude des facteurs du milieu (Ecological prospects of the interest of grass crops in the Caribbean agriculture — Use of Pangola in environmental factors studies). I. N. R. A. ; Station d'Agronomie, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.....	219

A. SOTOMAYOR RIOS, J. VELEZ-FORTUNO, G. SPAIN. — Forage yields and plant character correlations in thirty <i>Digitaria</i> (Corrélation entre le rendement et divers caractères d'appréciation pour 30 <i>Digitaria</i>). Agricultural Experiment Station and Corozal substation, Puerto Rico	230
F. COLMET-DAAGE. — Aperçu sur les sols des Antilles (Pedology and soils in the Caribbean). Bureau des sols, O. R. S. T. O. M., Antilles	242
J. DE CRÉCY. — Les vertisols sur calcaire aux Antilles. Problèmes d'utilisation agricole (Vertisols on limestone in the Caribbean. Problems of agricultural utilization). I. N. R. A.; Station d'Agronomie, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe	251
J. FOUGEROUZE. — Conditions de milieu et techniques culturales (Field conditions and cultural techniques). I. N. R. A.; Station de Bioclimatologie, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe	266
R. BONHOMME. — Microclimat lumineux dans une culture de patate douce. Incidences sur la photosynthèse (Light microclimate in a sweet potato crop canopy and photosynthesis). I. N. R. A.; Station de Bioclimatologie, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe	279
J. F. TURENNE. — Déforestation et préparation du sol par brûlis. Modification des caractères physico-chimiques de l'horizon supérieur du sol (Clearing and burning as soil preparation; modification of physical and chemical characters of the upper soil horizons). O. R. S. T. O. M.; Centre de Cayenne, Guyane française.	294
J. DELMAS. — Problèmes de la nutrition minérale du maïs (<i>Zea mays</i>) dans le Sud-Ouest atlantique français (Aquitaine). (Corn (<i>Zea mays</i>) mineral nutrition problems in French Aquitain South-West.) I. N. R. A.; Station d'Agronomie de Bordeaux, France	305
HUGH PAYNE. — The status of fertilizer trials with corn in Jamaica (Résultats des essais de fertilisation du maïs à la Jamaïque). Antilles Chemical Company, Jamaica	313
H. A. D. CHESNEY. — Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on yield of corn (<i>Zea mays</i> , Var. Pioneer X-306) (Effets sur le maïs (Var. Pioneer X-306) des apports d'azote, phosphore et potasse). Central Agricultural Station, Guyana	334
C. M. MESSIAEN, J. B. QUIOT, F. JAILLOUX. — Nécessité d'adaptation au climat et de tolérance aux maladies pour les variétés de maïs destinées aux Antilles (On need for adaptation to climate and disease tolerance for maize varieties grown in West Indies). I. N. R. A.; Station de Pathologie Végétale, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe	339

PRÉSENTATION DES PROBLÈMES RÉGIONAUX SUR LE MAÏS
CORN COUNTRY PAPERS

E. C. JOHNSON. — Central american corn program (Le programme maïs en Amérique tropicale). C. I. M. M. Y. T., Mexico	342
G. SAMUELS. — Corn research in Puerto Rico (Recherches sur le maïs à Porto Rico). Agricultural Experiment Station. Rio-Piedras, Puerto Rico	344
L. DEGRAS, M. DERIEUX, C. M. SUART. — Le maïs — Travaux réalisés aux Antilles Françaises (Corn research in the French West Indies). I. N. R. A.; Station d'Amélioration des Plantes, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe	346

L. Cross. — Production of maize in Trinidad and Tobago (Production du maïs à Trinidad et Tobago). Ministry of Agriculture, Centeno Station, Trinidad.	340
R. R. HUISWOUd, F. A. DEL PRADO, E. W. VAN BRUSSEL, F. W. VAN AMSON. — Corn growing in Surinam (La culture du maïs au Surinam). Surinam Agricultural Experiment Station.....	354
S. M. SEHGAL. — Maize in Jamaica : present status and future possibilities (Le maïs en Jamaïque : situation actuelle et possibilités d'avenir). Research Station, Pioneer Hi-Bred Corn Co., Caymanas Estate, Spanish Town, Jamaica...	357

ANNEXES

- TABLE DE CONVERSION D'UNITÉS AGRONOMIQUES.
- CONVERSION D'UNITÉS CLIMATOLOGIQUES.
- CARTE DE RÉPARTITION DE LA PLUVIOMÉTRIE.
 - Guadeloupe.
 - Martinique.

CONVERSION D'UNITÉS — DONNÉES AGRONOMIQUES

CONVERSION FACTORS — AGRONOMICAL UNITS

Pour transformer :

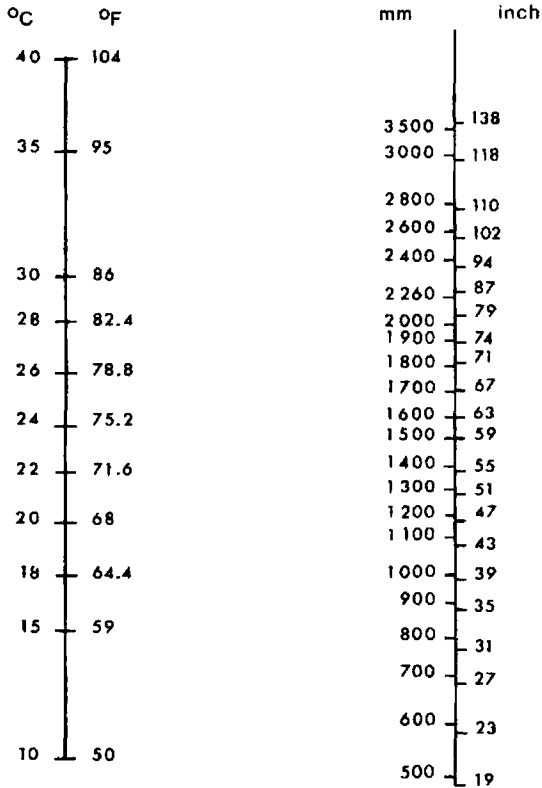
<i>unités anglaises</i>	<i>en unités métriques :</i>	<i>multiplier par :</i>
yard	mètre	0,914
inch	centimètre	0,394
acre	hectare	0,405
bushel	hectolitre	0,352
ton (English)	tonne	0,907 2
hundredweight, cwt (short)	quintal	0,454
pound, l. b.	kilogramme	0,454
ounce, oz	gramme	28,35
ton (English)/acre	tonne/hectare	2,240
pound/acre	kilogramme/hectare	1,12
hundredweight/acre	quintal/hectare	1,12
bushel/acre	hl/hectare	0,867

To convert :

<i>metric units</i>	<i>into English units :</i>	<i>multiply by :</i>
mètre, m	yard	1.094
centimètre, cm	inch	0.394
hectare, ha	acre	2.471
hectolitre, hl	bushel	2.838
tonne (metric system), T	ton (English)	1.102
quintal, q.	hundredweight (short)	2.205
kilogramme, kg.	pound	2.205
tonne/hectare	ton (English)/acre	0.446
kilogramme/hectare	pound/acre	0.891
quintal/hectare	hundredweight/acre	0.891

Température

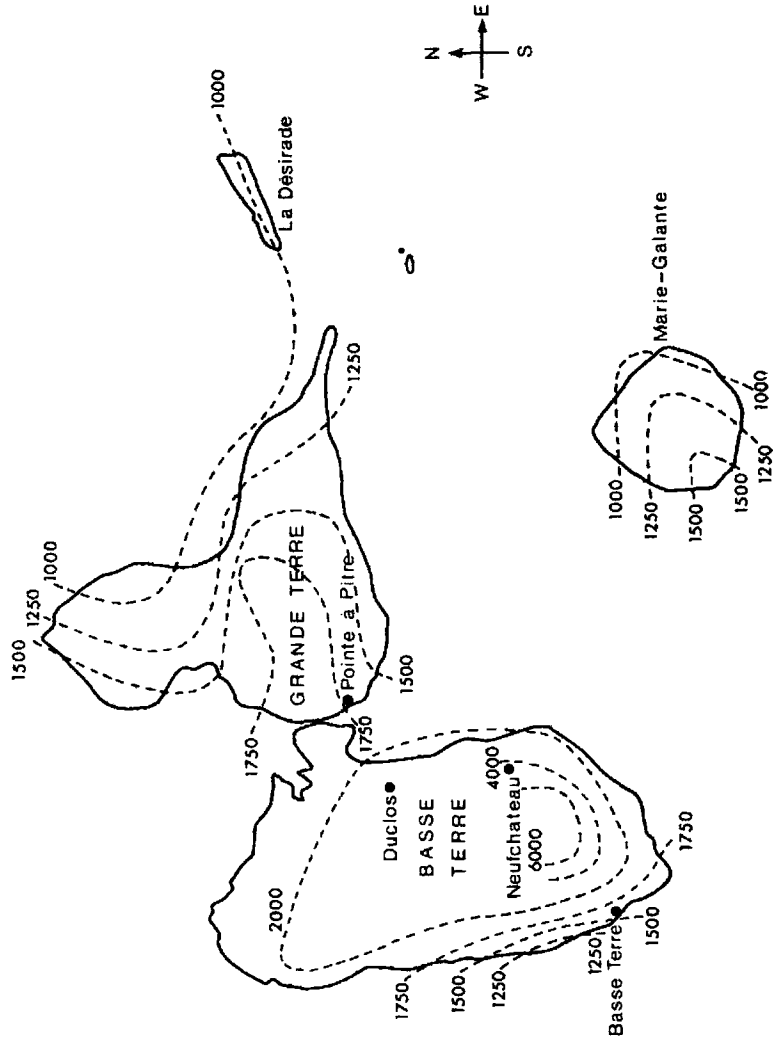
Rainfall - Pluviométrie

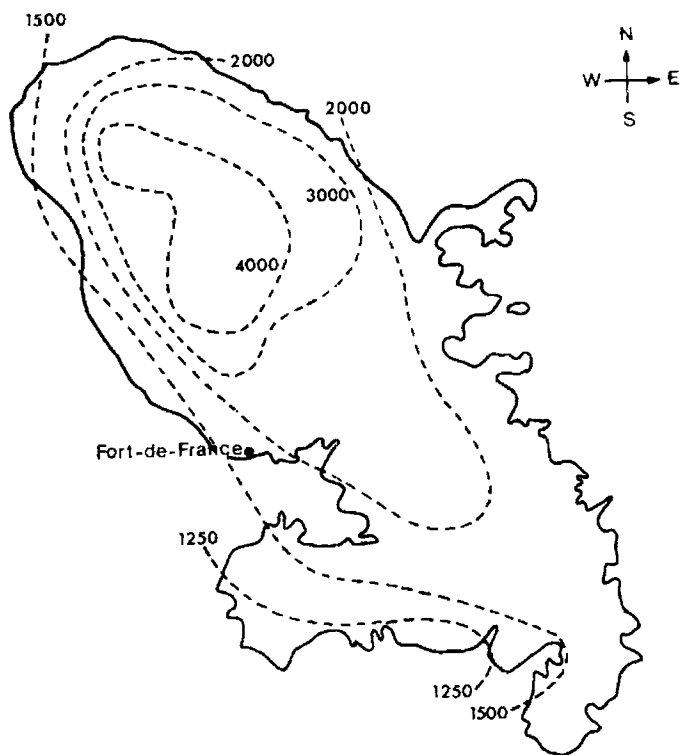


Conversion d'unités — Données climatiques
(Conversion factors — Climatological datas).

Guadeloupe : pluviométrie annuelle (annual precipitation) (en mm)
 d'après P. PAGNEY.

1 000 mm = 39,37 inches.





Martinique : pluviométrie annuelle (mm) (annual precipitation)
d'après P. PAGNEY.

1 000 mm = 39,37 inches.

COMMUNICATIONS PRÉSENTÉES
TECHNICAL PAPERS

THE INFLUENCE OF FERTILIZER LEVELS AND SOURCES ON CASSAVA PRODUCTION ON A LARES CLAY IN PUERTO RICO

GEORGE SAMUELS

INTRODUCTION

Although not the most important, Cassava (*Manihot esculenta*), is a part of the starchy vegetable diet of Puerto Rico. In 1966-67, its farm value was \$126,467. With growing population this crop's value will become even more important. Much agronomic information is available concerning cassava production in other parts of the tropics and subtropics ; however, very little information is available concerning the fertilizer levels, sources, and timing of application for cassava in Puerto Rico. This paper is presented to give needed information concerning the fertilizer requirements of cassava in Puerto Rico.

PROCEDURE

The experiment with fertilizers for cassava was conducted at the Corozal Substation of the Agricultural Experiment Station. The soil used was a Lares clay, an acid (pH 4.5) lateritic soil of the humid mountain terraces in the interior of Puerto Rico.

The experimental plan layout was a triple lattice design of 16 treatments replicated 3 times. The plot consisted of 4 rows 3 feet apart and 15 feet long with a 5 foot path between plots. The distance between plants in the row was 1-1/2 feet. The first row on the left of each plot was used as a guard row and not harvested. Seed material consisted of 18 inch stem sections of cassava plants planted at a 45° angle. Prior to planting, fertilizer was added to each hole except where indicated. Where liming materials or garbage compost were used, the material was applied on the surface of the plot and worked into the upper 6 to 8 inches of the soil with hoes.

The fertilizer and lime treatments used are given in table 1. The experiment was planted on May 27, 1968 and harvested on January 13, 1969.

Agronomist, Agronomy and Soil Department, Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico, Mayaguez Campus, Rio-Piedras, P. R.

RESULTS

Nitrogen

There appeared to be no significant response to nitrogen application with levels up to 200 pounds of nitrogen per acre, although this application rate gave the highest yields of cassava (table 1). However, certain factors must be taken into consideration in evaluating response to nitrogen levels. The treatments receiving nitrogen at the various levels had their nitrogen applied at 2-1/2 months after planting. Treatments concerned with time of nitrogen application (last part of table 1) showed that waiting 2-1/2 months to apply nitrogen to cassava gave lower production than applying one half the nitrogen at planting and one half at 2-1/2 months. The tardy application of nitrogen in testing the various nitrogen levels may have masked the true expression of the nitrogen response of this crop. Cassava is a vigorous growing plant producing large quantities of material above and below the soil surface. Nitrogen is needed very early in its life for proper growth. The higher production, 65.8 hundredweights, for the 1/2 nitrogen at planting and 1/2 nitrogen at 2-1/2 months compared to 59.6 hundredweights for all nitrogen at planting indicates that a split nitrogen application may be of value in soils where leaching can occur due to high rainfall or lighter texture or cation exchange capacity is low. Further work is needed to evaluate the nitrogen levels for cassava using split applications.

Ammonium sulfate, urea, and calcium ammonium nitrate were evaluated as nitrogen sources for cassava. As can be seen from table 1, there were no significant differences in production with any of the nitrogen sources used.

Phosphorus

Cassava has shown responses to phosphate applications in nutrient deficiency studies and field trials. For the Lares clay soil there was no response to phosphorus when applied as triple superphosphate, 46 % P_2O_5 , the normal phosphate source used in Puerto Rico. However, there was a significant increase of about 20 hundredweights of cassava per acre when diammonium phosphate (21-53-0) was applied. This water soluble source of phosphate appeared to be able to supply phosphorus to the rapidly growing cassava. The phosphate-fixation power of this soil has not as yet been evaluated, but plans are underway to do so. The differential response to phosphate source of varying water solubility suggests that attention be given to this factor in relation to the phosphate fixing power of the soil where cassava will be planted.

Potassium

There was a significant response to the application of 100 pounds of K_2O per acre over no potash (see table 1), but no further response was obtained with the use of 200 pounds K_2O per acre as compared to 100. The use of potassium-magnesium-sulfate a potassium and magnesium source sold commercially as « Sulpo-Mag » failed to give any higher yields than the regularly used potassium chloride. This can be taken to indicate no response to magnesium fertilization for cassava in this soil.

Soil Amendment

The Lares clay is an acid soil, pH 4.5 at the experimental site. There was a significant response to liming the soil before planting with two tons of calcium carbonate (table 1). There was no significant response to the use of one ton of treated garbage compost.

CONCLUSION

The results of the present experiment on a Lares clay in the central mountain areas of Puerto Rico tend to indicate that for high production of cassava per acre the grower should use 1,000 pounds of a 10-10-10 fertilizer, with diammonium phosphate as the phosphate source, and applied in two applications — 500 pounds at planting and 500 pounds 2 to 3 months after planting. If the soil pH is below 5.5 lime should be applied during soil preparation with two tons per acre for a pH below 5.0.

SUMMARY

Cassava (*Manihot esculenta*) was grown on an acid Lares clay soil in the mountainous area of north central Puerto Rico using various levels and sources of fertilizers. The results obtained were :

1. There was no significant response to nitrogen at rates of 100 and 200 pounds N per acre nor to sources of nitrogen such as ammonium sulfate, urea, and calcium ammonium nitrate.
2. There was no response to triple superphosphate (45 % P_2O_5), but a significant response was obtained from diammonium phosphate (21-53-0) at the rate of 100 pounds P_2O_5 per acre.
3. There was a significant response to the use of 100 pounds of K_2O per acre.
4. There was a significant response to the use of one ton of calcium carbonate per acre.
5. Calcium metasilicate, garbage compost, and potassium-magnesium sulfate all failed to increase yields.
6. Apply all or one-half of the nitrogen at time of planting was better than applying all the nitrogen at 2-3 months after planting.

RÉSUMÉ

INFLUENCE DES DOSES D'ENGRAIS ET DE LEUR NATURE SUR LA PRODUCTION DE MANIOC A PORTO RICO

Dans cette expérimentation, le manioc est cultivé sur sol acide argileux de la zone montagneuse Centre-Nord de Porto Rico ; les résultats d'utilisation de plusieurs niveaux de fertilisation et de différents engrais sont les suivants :

- 1° Pas de réponse significative à l'azote à 110 et 220 kg N/ha ; pas de différences entre les sources d'azote : ammonium-sulfate, urée, calcium-ammonium-nitrate.
- 2° Pas de réponse au super-phosphate triple (45 % P_2O_5) ; mais une réponse significative résulte de l'emploi du phosphate-diammonique (21-53-0), à la dose de 110 kg P_2O_5 /ha).

- 3° Réponse significative à la fumure potassique (110 kg K₂O/ha).
 4° Réponse significative au chaulage (2,2 T/ha de carbonate).
 5° Il n'y a pas eu de réponse aux apports de calcium-métasilicate, gadoues, potassium-magnésium sulfate.
 6° Pour l'apport d'azote, on obtient de meilleurs résultats avec une application à la plantation plutôt que 2 à 3 mois après.

TABLE I
*The effect of various levels and sources of fertilizer
 on Cassava (Yuca) production, Corozaí 1969*

Treatment	Rate per acre for :				Production per acre Hundred- weights
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Others	
<i>Nitrogen</i>					
None	0	100	200		57.9
Medium	100	100	200		54.3
High	200	100	200		63.0
Ammonium sulfate	100	100	200		54.3
Urea	100	100	200		56.6
Calcium Ammonium nitrate	100	100	200		55.0
<i>Phosphorus</i>					
None	100	0	200		52.8
Triple superphosphate	100	100	200		54.3
Diammonium phosphate	100	100	200		73.2
<i>Potassium</i>					
None	100	100	0		46.5
Medium	100	100	100		57.6
High	100	100	200		54.3
Potassium-Magnesium-sulfate ⁽¹⁾	100	100	200		56.2
<i>Soil Amendments</i>					
No lime	100	100	200		54.3
Calcium carbonate	100	100	200	4,000	61.7
Calcium metasilicate	100	100	200	4,000	51.8
Carbage compost	100	100	200	2,000	57.6
<i>Time of N Application ⁽²⁾</i>					
All N at planting	100	100	200		59.6
1/2 N at planting, 1/2 at 2 months	100	100	200		65.8
All N at 2-3 months	100	100	200		54.3
Least significant difference at			5 %		7.35
			1 %		10.02

⁽¹⁾ Sulphomag.

⁽²⁾ All treatments received P₂O₅, K₂O at time of planting below the seed piece.

EFFETS DE L'ORIGINE MORPHOLOGIQUE DES BOUTURES DE LA PATATE SUR SON COMPORTEMENT VARIÉTAL ET SAISONNIER

L. DEGRAS

La patate (*Ipomea batatas*) se multiplie facilement par bouture. Ce n'est donc pas la difficulté de l'opération qui explique le nombre appréciable d'études qui lui ont déjà été consacrées et dont KRAKER et BOLHUIS (1967) ont fait un récent rappel. C'est seulement que toutes ces études n'examinent, chacune, qu'un aspect des effets et ne fournissent aucune hypothèse de travail qui oriente les travaux ultérieurs ou explique les résultats divergents.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Des recherches récemment entreprises sur les plantes à tubercule dans la région caraïbe (SPENCE, HAYNES (1966), HAYNES, SPENCE, WALTER (1967) DEGRAS (1967, 1968)) engagent à tenter d'éclairer la question à partir de la surface foliaire de deux variétés, de l'accumulation de leur matière sèche dans le limbe, la tige et le pétiole, le tubercule, au cours de deux saisons différentes.

Le matériel et la méthode ont été décrits à l'occasion d'une publication antérieure (DEGRAS, 1968). Il s'agit des variétés Duclos XI et I. R. A. T. 4/65, précoces, échantillonnées pendant 22 semaines de mai à octobre (première culture) et d'août à février (deuxième culture).

Les boutures étaient prises sur la plante mère âgée de 45 jours :

1. Dans la première tige, au sommet (S1) et à la base (B1).
2. Dans la deuxième tige, au sommet (S2) et à la base (B2).
3. Dans le milieu de la troisième tige (M3).

RÉSULTATS

I. Surface foliaire

La considération de la surface maximale atteinte dans le cas de chaque type de bouture n'est pas sans intérêt (tableau 1). Mais la surface pondérée ou moyenne des

I. N. R. A. ; Station d'Amélioration des Plantes, C. R. A. A. G., Petit-Bourg — Guadeloupe.

22 semaines d'observation (tableau 2) est essentielle pour l'accumulation de matière sèche.

Si, dans le premier cas des surfaces, de valeurs très distinctes sont atteintes, dans le second les différences n'atteignent pas la signification statistique. Les valeurs les plus élevées sont obtenues par la bouture de base de la première tige et, tout particulièrement chez Duclos XI, une interaction variétale apparaissant en deuxième culture.

II. Accumulation de la matière sèche

Seules seront considérées les valeurs pondérées qui tiennent compte de la régularité de l'accumulation.

a) Dans le limbe (tableau 3).

Des effets significatifs ne se manifestent que pour la deuxième culture. L'accumulation est dans les limbes issus de la bouture de sommet de première tige significativement inférieure à celle des limbes issus de bouture de base de la même tige ou de bouture médiane de la troisième tige.

Une interaction variétale existe sur l'ensemble des deux cultures, Duclos XI B1 étant supérieure à I. R. A. T. 4/65 S1 mais I. R. A. T. 4/65 M3 étant supérieure à Duclos XI B2 par exemple.

b) Dans la tige et le pétiole (tableau 4).

C'est nettement dans le système tige + pétiole issu de la bouture médiane du troisième axe que l'accumulation est la plus élevée, l'accumulation la plus faible étant enregistrée, quelle que soit la saison, chez Duclos XI à partir de la bouture basale du second axe, chez I. R. A. T. 4/65 à partir de la bouture de sommet du premier axe.

c) Dans le tubercule (tableau 5).

Si les moyennes générales suggèrent une accumulation plus élevée dans le tubercule issu de la bouture médiane de troisième tige, les interactions variétales et saisonnières sont trop importantes pour qu'elle soit reconnue significativement supérieure dans l'ensemble.

De même l'infériorité apparente de la bouture de base de la deuxième tige est sujette à autant d'interactions.

La tendance générale est cependant claire : les boutures les plus jeunes sont celles qui fournissent les accumulations de matière sèche les plus élevées dans les tubercules.

Les différences entre Duclos XI et I. R. A. T. 4/65 sont vraisemblablement un reflet de la différence de précocité entre elles (DEGRAS, 1968). En effet, le développement plus lent des plantes mères de I. R. A. T. 4/65 devrait entraîner une jeunesse relative de la troisième tige par rapport aux précédentes, tandis que chez Duclos XI la bouture M3 devrait retenir une portion d'axe plus âgée que le sommet de la seconde tige S2.

Il n'en demeure pas moins que l'apparente supériorité de la bouture basale de la première tige sur celle de la deuxième tige ne s'intègre pas à cette interprétation.

DISCUSSION — CONCLUSIONS

La confrontation des surfaces foliaires et de l'accumulation de la matière sèche suivant la provenance des boutures montre l'indépendance des deux effets de l'origine.

On note que chez Duclos XI l'accumulation la plus élevée dans le tubercule s'accompagne de la surface foliaire maximale la moins élevée.

Il ne s'ensuit pas qu'à la surface foliaire la plus élevée corresponde la plus faible accumulation de matière sèche.

Il faut certainement relier ces données à la disposition des feuilles autant qu'à leur surface (CHAPMAN et COWLING, 1965). Il faut sans doute aussi étudier les conséquences des rythmes d'établissement et de régression de la surface foliaire en fonction des types de bouture. Ces deux directions seront suivies dans la poursuite d'une interprétation plus approfondie du rôle de la bouture dans la production de la patate.

RÉSUMÉ

Ce travail fait suite à une communication présentée à la sixième réunion de la C. F. C. S. (Trinidad, 1968). Les données complémentaires analysées ici concernent le comportement des plantes des variétés Duclos XI et I. R. A. T. 4/65 issues de boutures basales, médianes et apicales. Les plantes mères étaient âgées de 45 jours environ.

Le seul comportement général observé est l'absence de modification significative de la *surface pondérée des limbes* par la provenance morphologique des boutures.

Par contre *l'accumulation de la matière sèche* est, en saison sèche seulement :

- plus faible dans les limbes à partir de boutures apicales,
- plus élevée dans les tiges et les pétioles à partir de boutures médianes,
- plus élevée aussi, dans les tubercules, avec des boutures médianes et certaines boutures apicales.

Il y a des interactions entre la nature variétale et l'origine de la bouture. Ainsi Duclos XI est supérieure à toutes les origines de I. R. A. T. 4/65 avec des boutures apicales. Mais avec des boutures basales Duclos XI est inférieure à toutes les origines de I. R. A. T. 4/65.

On observe également des interactions entre l'époque de culture, la nature de la variété et l'origine de la bouture.

Ces résultats montrent la nécessité d'utiliser un matériel parfaitement défini dans l'expérimentation physiologique ou variétale de la patate.

SUMMARY

CUTTINGS ORIGIN EFFECTS ON SEASONAL AND VARIETAL BEHAVIOUR OF *Sweet potatoe*

This publication follows the paper presented at the Vth meeting of the C. F. C. S. (Trinidad 1968). From complementary data, the behavior of cultures of two varieties Duclos XI and I. R. A. T. 4/65 is examined in regard of basal, middle and apical cuttings. The mother plant was about 45 days old.

A lack of significant response of *leaf area* is the only general behaviour out of the three cuttings effects.

Differential responses are observed with seasonal culture variation in *dry matter accumulation*. In short day wet season :

- *Lamina* dry matter is lower from apical cutting.
- Middle cutting is better for accumulation in *stem and petiole*.
- Middle cutting and some apical cutting give higher dry matter level in *tubers*.

Morphological origin interacts with varietal origin of cutting in dry matter accumulation.

Thus, Duclos XI, is better than every origin of I. R. A. T. 4/65 if we consider apical cuttings. But some origins of I. R. A. T. 4/65 are better than Duclos XI cultivated from basal cuttings.

Seasonal interactions with varietal and morphological cutting origin are also observed.

These results apply to a necessary definition of material when a varietal or physiological experimentation is done with Sweet Potatoe.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CHAPMAN (T.), COWLING (D. J.). — *Trop. Agric.*, 42, 3, 1965.
 DEGRAS (L. M.). — Inter. Symp. Trop. Root Crops., Trinidad, 1967.
 DEGRAS (L. M.), VI Ann. Meet. C. F. C. S., Trinidad, 1968.
 HAYNES (P. H.), SPENCE (J. A.), WALTER (C. J.), Inter. Symp. Trop. Root Crops, Trinidad, 1967.
 KRAKER (J. P.), BOLHUIS (G. G.). — *idem*.
 SPENCE (J. A.), HAYNES (P. H.). — Proc. IV Meet. C. F. C. S. Kingston, Jamaica, 1966.

TABLEAU 1

Surface foliaire maximale (dcm²/plante)

	B1	S1	B2	S2	M3	Moyenne
A. Duclos XI	700	344	287	224	391	389
I. R. A. T. 4/65	467	209	220	192	254	268
Moyenne A	583	276	253	208	322	328
B. Duclos XI	422	221	299	136	136	242
I. R. A. T. 4/65	274	147	137	177	261	199
Moyenne B	348	184	218	156	198	220
Moyenne D. XI	561	282	293	180	263	315
4/65	370	178	178	184	257	233
Moyenne AB	465	230	235	182	260	274

Dans tous les tableaux A = première culture
 B = deuxième culture

TABLEAU 2

Surface foliaire pondérée (dcm²/plante)

	B1	S1	B2	S2	M3	Moyenne
A. Duclos XI	141	104	103	120	138	121
I. R. A. T. 4/65	123	102	105	114	109	111
Moyenne A	132	103	104	117	123	116
B. Duclos XI	97	73	81	72	71	79
I. R. A. T. 4/65	74	58	72	91	103	80
Moyenne B	80	65	76	81	87	79
Moyenne D. XI	119	88	94	96	104	100
4/65	98	80	88	102	106	95
Moyenne AB	108	84	91	99	105	97

TABLEAU 3
Matière sèche accumulée dans le limbe (g/plante)

	B1	S1	B2	S2	M3	Moyenne
A. Duclos XI	43,5	42,4	35,1	43,6	54,4	43,8
I. R. A. T. 4/65 ..	43,0	37,3	41,8	46,2	41,4	41,9
Moyenne A	43,3	39,9	38,4	44,9	47,9	42,8
B. Duclos XI	37,2	25,7	28,2	27,3	27,4	29,2
I. R. A. T. 4/65 ..	29,9	24,6	31,1	34,4	43,6	32,7
Moyenne B	33,6	25,2	29,7	30,9	35,6	30,9
Moyenne D. XI	40,3	34,0	31,6	35,4	40,9	36,5
4/65	36,4	30,9	36,4	40,3	42,5	37,3
Moyenne AB	38,4	32,5	34,0	37,9	41,7	36,8

TABLEAU 4
Matière sèche dans la tige et le pétiole

	B1	S1	B2	S2	M3	Moyenne
A. Duclos XI	57,1	73,1	45,8	71,7	87,2	66,9
I. R. A. T. 4/65 ..	72,9	64,5	72,6	74,2	73,2	71,7
Moyenne A	65,0	68,8	59,1	73,3	80,2	69,3
B. Duclos XI	53,8	41,1	37,1	46,5	44,6	44,9
I. R. A. T. 4/65 ..	56,4	41,8	48,4	62,9	83,7	58,2
Moyenne B	55,1	41,5	43,5	54,7	64,2	51,5
Moyenne D. XI	55,4	57,1	41,4	59,1	65,9	55,9
4/65	64,6	53,1	60,5	68,5	78,4	64,9
Moyenne AB	60,0	55,1	51,3	64,0	72,2	60,4

TABLEAU 5
Matière sèche dans le tubercule

	B1	S1	B2	S2	M3	X
A. Duclos XI	177	236	162	236	227	207
I. R. A. T. 4/65	119	166	151	177	170	157
Moyenne A	148	201	157	206	198	182
B. Duclos XI	111	101	83	133	130	111
I. R. A. T. 4/65	87	65	78	91	129	89
Moyenne B	99	83	78	112	130	100
Moyenne D. XI	144	168	122	184	178	159
I. R. A. T. 4/65	103	115	112	134	150	123
Moyenne A. B	123	142	117	159	164	141

TABLEAU 6
Données d'ensemble

	B1	S1	B2	S2	M3
<i>Surface foliaire</i>					
maximale	465	230	235	182	260
pondérée.....	108	84	91	99	105
<i>Matière sèche pondérée</i>					
Limbe	38,4	32,5	34,0	37,9	41,7
Tige + pétiole	60,0	55,1	51,3	64,0	72,2
Tubercule	123	142	117	159	164

PERSPECTIVES D'UTILISATION DE LA BANANE ET DE LA PATATE DOUCE EN ALIMENTATION ANIMALE

M. CHENOST, J. LE DIVIDICH, M. CANDAU, J.-F. CABANIS

I. INTRODUCTION

Certains fruits, racines ou tubercules riches en amidon sont utilisés depuis longtemps déjà de façon empirique dans les élevages familiaux de la zone Caraïbe. Ils devraient jouer un rôle important dans le développement d'un élevage rationnel basé sur l'utilisation maximum des ressources agricoles locales.

La composition de ces produits est déjà bien connue mais leur utilisation par les animaux et ce que l'on peut en attendre l'est beaucoup moins. Ce sont donc les premiers objectifs du programme de la Station de Recherches Zootechniques du C. R. A. A. G. Cette note a pour but de présenter des résultats et d'exposer les orientations actuelles de nos recherches sur la patate douce et la banane, ces deux produits ayant été choisis, le premier en raison des possibilités intéressantes de mécanisation et par là d'abaissement des coûts de production, le second en raison des quantités importantes de déchets perdus annuellement. Cette étude est jusqu'à présent volontairement limitée aux porcs et aux ruminants.

II. COMPOSITION CHIMIQUE

La banane

A l'état frais les bananes sont composées de la peau et de la pulpe dans des proportions qui varient suivant la variété et le stade physiologique du fruit (40 % de peau et 60 % de pulpe en moyenne).

La composition moyenne du fruit frais ou de la farine est donnée dans le tableau I.

Ces chiffres suggèrent les remarques suivantes :

— La banane est un aliment énergétique (0,2 U. F/kg pour la banane fraîche entière — 1 U. F/kg pour la farine de banane entière).

— Sa teneur en matières azotées est très faible.

Une analyse du bureau des sols des Antilles montre que la teneur en phosphore et surtout en potassium est importante, celle en sodium, en revanche, est négligeable.

L'existence de certaines substances phénoliques ou tanins, responsables de

l'astringence de la banane verte, est connue depuis longtemps (BARNELL et BARNELL, 1945). La plupart de ces tanins sont des leucoanthocyanidines présentes dans le fruit vert sous forme de monomères et de polymères de faible poids moléculaire qui se condensent en polymères de poids moléculaire élevé lors du mûrissement. Au cours de ce mûrissement l'amidon est hydrolysé en glucides simples. Les tanins faiblement polymérisés peuvent se combiner à la fraction protéique des enzymes et par là, inhiber leur activité. Ils jouent donc un rôle antimétabolique dans la digestion enzymatique chez le porc ou le jeune ruminant pseudomonogastrique qui consomment les fruits verts.

La patate douce

La composition moyenne du tubercule comparée à celle de la pomme de terre est donnée dans le tableau 2.

Comme pour les bananes fraîches la teneur en matière sèche est relativement élevée, elle varie suivant les variétés et le stade de maturité. La patate douce est plus riche en glucides mais aussi pauvre en matières azotées que la pomme de terre. Sa teneur en calcium est relativement élevée. La fraction glucidique est surtout composée d'amidon comme celle de la banane verte.

III. UTILISATION PAR LE PORC

C'est surtout pour cette espèce que l'intérêt des patates douces, des bananes et des autres produits amylicés locaux a d'abord été retenu jusqu'ici tant à l'étranger qu'au C. R. A. A. G.

Les premières études de la Station de Recherches Zootechniques ont été réalisées sur des porcs en croissance, c'est en effet avec ces animaux qu'il était possible d'obtenir les résultats les plus rapides. L'expérimentation sur patate douce est terminée (CORRING-RETTAGLIATI, 1968) celle sur banane vient d'être achevée (LE DIVIDICH-CABANIS, résultats partiels) et nous rapportons dans le tableau 3 les éléments les plus importants de ces essais dans lesquels les deux aliments étaient présentés *ad libitum* crus entiers, crus mixés ou cuits, et complémentés avec 1 ou 1,5 kg d'un concentré riche en azote, suivant la méthode LEHMANN modifiée.

La banane et la patate douce, même avec le niveau de complémentation azoté le plus élevé ne permettent pas d'obtenir des croûts aussi importants qu'un aliment complet classique mais il est cependant possible de les utiliser pour engraisser des porcs de race Large White. La patate douce assure des croûts plus élevés que la banane ; sa digestibilité mesurée en cage à bilan est en effet plus élevée que celle de la banane (tableau 3). La faible digestibilité de la banane entraîne donc chez le porc un indice de consommation ⁽¹⁾ plus élevé puisqu'il doit ingérer des quantités plus importantes avec la banane qu'avec la patate douce. Cependant les quantités de bananes qu'il peut ingérer sont limitées et entraînent finalement une croissance moins rapide. Nous nous attachons donc maintenant à augmenter la concentration énergétique de la ration en offrant au porc une certaine quantité de sucre ou de mélasse en plus de la banane.

(1) $\frac{\text{Quantité d'aliment ingérée (kg)}}{\text{Gain de poids vif (kg)}}$

Parallèlement nous étudions le niveau de complémentation azotée permettant d'obtenir l'équilibre énergie/azote optimum durant toute la phase d'engraissement.

La forme de présentation de la patate douce semble avoir plus d'importance que celle de la banane. Il est toutefois difficile d'être catégorique car l'état de mûrissement de la banane n'a pas été rigoureusement constant pendant l'expérimentation, les bananes crues étaient généralement présentées vertes en début de semaine et mûres en fin de semaine. Comme on le sait le stade physiologique du fruit a une influence sur la composition (tanins, amidon) et l'influence du traitement serait peut-être mieux apparue si les bananes crues avaient toujours été distribuées vertes. Une expérience en cours conduite avec un ensilage de bananes mûries artificiellement nous permet de penser qu'il est possible de lever cette difficulté et que l'ensilage est une forme de présentation intéressante d'autant plus que la durée de conservation ne modifie pas sa composition (LÉGER, résultats non publiés).

Un deuxième groupe d'études est en cours, il concerne les animaux d'élevage et les jeunes pour lesquels les modalités d'utilisation de ces aliments sont beaucoup moins bien connues. Une expérience en cours (LE DIVIDICH-CANOPE) semble montrer que les truies gestantes et en lactation peuvent utiliser une quantité de patates et de bananes représentant l'équivalent énergétique de 25 % de celui apporté par les céréales de l'aliment complet considéré comme témoin. Ces chiffres sont d'ailleurs en accord avec ceux du bureau de la nutrition animale et de l'élevage (Etude n° A. 412-1963).

Les facteurs limitants de l'utilisation de ces deux produits par le porcelet semblent être d'une part l'équipement en enzymes amylolytiques encore insuffisant chez ce dernier, d'autre part, la teneur élevée du fruit vert en tanins en ce qui concerne la banane. On peut peut-être trouver une solution technologique à cette dernière difficulté soit avec l'ensilage soit avec la déshydratation du fruit mûr celle-ci pouvant d'ailleurs être intéressante dans l'optique d'une industrie des aliments du bétail.

Nous éliminons encore systématiquement ces produits des aliments avant sevrage et nous n'utilisons la banane et la patate douce qu'à partir du moment où les jeunes pèsent respectivement 30 et 22 kg, poids définis lors d'essais préalables. A partir de ces poids il faut 500 à 800 kg de bananes et 400 à 600 kg de patates douces pour mener un porc jusqu'à 95 kg en 5 mois (tableau 3). Ainsi, à titre indicatif, les déchets d'un hectare de bananes produisant 40 T par an soit (3 à 5 T de déchets) permettraient d'engraisser environ 7 porcs ; un hectare de patate douce supposé entièrement destiné à l'élevage du porc et produisant 30 T par an permettrait d'engraisser environ 60 porcs (à condition bien sûr d'apporter un aliment complémentaire en quantité suffisante).

IV. UTILISATION PAR LE RUMINANT

Ce domaine est encore très inexploité et la Station de Zootechnie du C. R. A. A. G. a porté son effort dans un premier temps sur l'utilisation de la banane. Nous ne présentons pas ici de résultats mais simplement les grandes lignes d'un programme. Son utilisation par le ruminant peut s'envisager de deux façons :

— Sous forme de farine après déshydratation, elle est susceptible de remplacer soit une partie des matières grasses des aliments d'allaitement (l'étude de son utilisation par le veau de boucherie vient d'être abordée), soit une partie des céréales des

aliments concentrés : les premiers résultats (CANDAU) obtenus sur chevreaux sevrés précocement en 6 semaines montrent qu'un aliment concentré comportant 16,5 % de farine de banane permet des gains de poids aussi satisfaisant qu'un concentré classique à base de céréales (orge, blé, maïs).

— Sous forme fraîche ou ensilée elle doit permettre de réaliser une économie d'aliment concentré importante. Toutefois nous ne savons pas encore (sinon par de simples observations) comment le ruminant ingère la banane par rapport au fourrage vert. Il est vraisemblable qu'elle est consommée de la même façon que les racines (betteraves) et tubercules utilisés en pays tempéré. Si l'animal peut ingérer des quantités importantes sans trop diminuer son ingestion de fourrages nous pensons que la banane est tout indiquée dans une optique de production de viande bovine. En effet, on sait que les aliments riches en sucre et en amidon orientent les fermentations dans le rumen vers la production de métabolites (acide propionique) plus favorables à l'engraissement qu'à la production laitière (BLAXTER et al., 1957). Un essai mis en place avec des taurillons recevant du pangola et de la banane additionnée de 1,1 % d'urée doit nous renseigner de façon plus précise sur le comportement alimentaire de l'animal et sur l'efficacité de la banane pour la production de viande.

Nous ne perdons pas pour autant de vue la production laitière pour laquelle la banane doit représenter un apport énergétique intéressant. Il nous faudra définir les limites de son utilisation (tant pour les raisons métaboliques que comportementales).

D'une façon plus générale nous considérons que la banane quelle que soit sa forme de présentation doit constituer un support de distribution de l'urée, qui apporte de l'azote non protéique bon marché, plus intéressant que la mélasse. On sait en effet (REID, 1953) que l'amidon est une source énergétique plus appropriée que le sucre pour l'utilisation de l'urée. Un essai (CHENOST) sur chèvres laitières est en cours, il doit comparer la patate douce, la banane et la mélasse en tant que support énergétique d'une quantité d'urée amenant 25 % de l'azote total de la ration. Une étude analogue sur chevreaux (CANDAU) a pour objet de voir dans quelle mesure la banane comparée aux céréales ou à la mélasse peut constituer une source glucidique satisfaisante lorsque 15 à 50 % (suivant l'âge de l'animal) de l'azote du concentré sont remplacés par de l'azote uréique.

Enfin, nous pensons grâce aux résultats des recherches précédentes, pouvoir définir les modalités d'une association bagasse — banane — urée susceptible de constituer un fourrage artificiel pour la période de sécheresse, la bagasse apportant les matières cellulosiques nécessaires au fonctionnement normal du rumen.

V. CONCLUSION

La valeur alimentaire de la banane et de la patate douce pour l'engraissement du porc commence à être bien connue, nous avons vu qu'il est cependant nécessaire d'améliorer l'efficacité de ces aliments en les complétant judicieusement en azote et en énergie. Leur intérêt pour les ruminants nous semble résider dans leur aptitude à valoriser des apports d'azote non protéique à faible prix et à permettre des économies importantes d'aliments concentrés tant pour la production laitière que pour la production de viande. Leur valeur pour le jeune monogastrique (porcelet ou préruminant) est en revanche moins connue.

D'une façon générale nous devons lever certaines réserves en étudiant de façon plus précise l'influence de traitements technologiques (mûrissement artificiel, cuisson, ensilage, déshydratation) sur l'utilisation de ces produits par l'animal.

Pour mettre à la disposition de l'éleveur de la zone Caraïbe un produit local pouvant largement rentrer dans l'alimentation il reste donc des problèmes techniques à résoudre. Il se pose par ailleurs le problème économique très important de la fixation de leur prix à un niveau abordable, cette fixation paraît actuellement assez complexe.

RÉSUMÉ

Les différentes possibilités d'utilisation pour l'alimentation animale des produits locaux amyliacés plus spécialement les déchets de bananes et la patate douce sont examinées.

Utilisés directement ou après un traitement technologique (cuisson-ensilage) ces aliments peuvent constituer la ration de base des porcs, la complémentarité énergétique et surtout azotée étant à définir de façon très précise. Ils sont susceptibles d'autre part de fournir un appoint énergétique intéressant à la ration de fourrages verts des ruminants chez lesquels, en outre, ils facilitent mieux que la mélasse l'utilisation de l'urée source d'azote non protéique bon marché. Par ailleurs ils représentent des matières premières pour la fabrication d'aliments concentrés destinés aux différentes espèces animales.

SUMMARY

UTILIZATION PERSPECTIVES OF BANANA AND SWEET POTATO IN ANIMAL FEEDING

The different possibilities of utilization in animal feeding of starchy local products, more especially banana residues and sweet potatoes are evocated.

Fed either directly or after a technological process (cooking-ensiling) these feedstuffs may constitute the basic ration for swine feeding since they are complemented adequately in energy and overall in nitrogen. On another hand they could provide an interesting supply of energy to the green forages for ruminants to which, additionally they make easier the utilization of urea a cheap non proteic source of nitrogen.

They represent a raw material for the manufacturing of concentrated feedstuffs devoted to different animal kinds.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARMSTRONG (D. G.) and BLAXTER (K. L.), 1957. — *Brit. J. Nutr.*, 11, 247.

BARNELL (H. R.) and BARNELL (E.), 1965. — *Ann. Bot. Lond.*, 9, 77-99. *Bureau de la Nutrition Animale et de l'Élevage*, 1963, Rapport A. 412.

CORRING (T.), RETTAGLIATI (J.), 1969. — *Journée de la Recherche Porcine en France*, 105-III.

REID (J. J.), 1953. — *J. Dairy Sci.*, 36, 955.

TABLEAU 1

Composition chimique de la banane fraîche ou déshydratée

	Banane fraîche		Farine			
	entière	sans peau	Banane mûre			Banane verte
			entière	sans peau	peau	entière
Matière sèche %	27,50	31,20	88,35	89,70	88,70	84,80
Extractif non azoté	23,99	28,25	78,24	83,82	67,57	69,92
Matières azotées totales	1,24	1,24	3,48	2,68	5,19	3,98
Matières grasses	0,25	0,35	0,84	0,35	1,87	1,60
Cellulose Weende	0,85	0,48	2,49	1,82	3,04	3,90
Phosphore	0,01	0,01	0,060	0,054	0,078	—
Calcium	0,04	0,01	0,045	0,013	0,11	—
Carotènes mg/100 kg	75,5 à 197,5	200 à 273,2				

TABLEAU 2

Composition chimique de la patate douce fraîche ou déshydratée, comparaison avec la pomme de terre

	Patate douce fraîche	Patate douce déshydratée	Pomme de terre
Matière sèche %	31,80	90,30	23,60
Extratif non azoté	26,70	77,10	19,44
Matières azotées totales	1,60	4,90	2,00
Matières grasses	0,40	0,90	0,17
Cellulose Weende	1,90	3,30	0,78
Matières minérales	1,20	4,10	1,21
Phosphore	0,04	0,18	—
Calcium	0,03	0,21	—
Carotènes mg/kg	45,00	92,00	—

TABLEAU 3

Résultats des essais d'engraissement de porcs de race Large-White : comparaison à un aliment complet, de la patate douce et de la banane présentées sous trois formes (cuite, crue, broyée) et complémentées par 1,0 et 1,5 kg d'un aliment concentré riche en matières azotées

	Aliment témoin classique	Patate douce				Banane					
		cuite		crue	mixée	cuite	cossette (crue)	broyée (crue)			
		1	1,5	1	1	1,5	1	1,5	1		
Niveau de complémententation (kg d'aliment concentré complémenté/j.)											
Durée de l'expérience (jour)	127	138	173	153	168	161	140	135	161	146	136
Poids initial (kg)	22,7	22,4	21,9	22,0	22,5	22,2	30,1	29,8	30	29,8	29,7
Poids final (kg)	97,7	96,6	97,3	96,5	96,2	96,5	94,3	94,4	94,3	94,0	94,8
Gains moyens quotidiens (kg)	597	544	484	494	443	468	459	476	400	440	477
Consommation de matière fraîche (kg) :											
a) Aliment concentré (total)	326,2	144,3	188,6	171	163,7	224,7	135,9	195,2	156,3	211,9	139,2
b) Aliment expérimental (total)	—	518,3	379,4	522,7	574,5	458,4	677,9	544,7	791	590,7	618,4
c) Aliment expérimental (par jour)	—	3,5	2,7	2,6	3,4	2,8	4,8	4,0	4,9	4,0	4,5
Indice de consommation	3,71	4,42	4,22	4,52	4,87	4,96	4,20	4,57	4,61	4,76	4,62
Coefficient de digestibilité de la matière organique de la ration de base (%)		94,50	92,40	90,00	87,55	83,57	82,43				

A STUDY OF VARIABILITY IN YAMS (*DIOSCOREA SPP.*)

T. U. FERGUSON, P. H. HAYNES & B. G. F. SPRINGER

Faculty of Agriculture, The University of the West Indies, Trinidad, W. I.

INTRODUCTION

In agriculture a characteristic of all experimental material is variation. Experimental error is a measure of the variation which exists among observations on experimental units treated alike. When expressed on a relative basis for the whole experiment it is the coefficient of variation.

Variation comes from two main sources :

a) Genetic or inherent variation. This exists in the experimental material to which treatments are to be applied.

b) Environmental variation. This results from the lack of uniformity introduced in the conducting of an experiment.

The contribution of these sources of variation differs between plants. Some plants, such as the cereals, are very uniform and thus genetic variability is relatively low. The coefficient of variation for experiments on wheat is generally very low (see Table below). Other crops, such as fruit trees, have a high inherent variability which is partly responsible for the high coefficients of variation normally observed. It must, however, be borne in mind that the number of plants per plot also affects the coefficient of variation.

*Approximate range of coefficient of variation
recorded for some crops.
Adapted from Smith (1938)*

Crop	Plot Size (Sq. Ft.)		
	100	500	2 000
Wheat	10-15 %	5-12 %	5-6 %
Maize	c. a. 15 %	10-18 %	8-15 %
Cotton	—	c. a. 35 %	7-15 %
Fruit Trees	—	15-90 %	10-70 %

In any experiment it is important that every effort be made to reduce experimental error and thus the coefficient of variation in order to improve the power of a test. This, as stated by STEEL and TORRIE (1960), can be accomplished by considering the two main sources of experimental error. Thus we can :

- 1) Handle the experimental material so that the effects of inherent variability are reduced.
- 2) Refine experimental technique.

A limited number of experiments have been conducted on yams. For many of these little or no statistical data are presented. Where statistical data are presented the coefficient of variability is relatively high (25-58 %) — (CHAPMAN, 1965 ; KASASIAN and SEEYAVE, 1967 ; SEEYAVE, 1968). This indicates a low degree of precision in these experiments. It is also known that many trials were conducted which either were not published or very briefly reported because of poor results.

Many workers have tried to overcome this variability by using very large experimental plots. IRVING (1956) in Nigeria used plots of 1/10 of an acre (4,356 sq. ft.) and GOODING and HOAD (1967) in Barbados have used plots up to 1/6 of an acre (7,260 sq. ft.). Increasing plot size generally increases the precision of an experiment but under very heterogeneous soil conditions this may not apply. The size of experiments with yams using large plots are of the order of 2-4 acres. The availability of such large uniform experimental sites is not always possible. This, in addition to the high cost, makes large plot sizes undesirable.

The magnitude of the different sources of variation in yams is not clear. Undoubtedly, poor experimental technique contributes to the low precision of some experiments ; however, the contribution from highly variable planting pieces, poor choice of treatments and bad experimental design may be more important. MEIGE (1957) found that the size of the mother tuber from which the planting piece is taken and its position on the mother tuber (head, middle or tail) can affect the yield of the resulting plant.

It is the object of this paper to :

- 1) Estimate the magnitude of inherent variability.
- 2) Try to suggest ways for handling the experimental material such that the effects of inherent variability are reduced.

EXPERIMENTAL PROCEDURE

As a preliminary to a more detailed study, a series of observations were made in a commercial field of White Lisbon yam (*D. alata*) at the Texaco Food Crops Demonstration Farm, Trinidad. In the commercial field 4 oz. setts were planted at a spacing of 18 inches on ridges spaced 27 inches apart. The planting material was a mixture of heads, middles, tails and whole tubers. Three hundredweight per acre of Triple Super Phosphate and Muriate of Potash were applied at planting and two and a half hundredweight of Sulphate of Ammonia at 3 months. They were staked using the system of

slung wires (HAYNES 1967). Atrazine at 3 lbs. per acre was used as a pre-emergence herbicide and paraquat at 2 pints per acre when required.

Ten groups of 12 plants along a row were selected randomly over the field. Observations were made on the spacing between plants, the number of plants producing tubers, the number of tubers per plant, the weight of tubers per plant and the weight of individual tubers.

In the main study a range of planting material for White Lisbon (*D. alata*), Chinese (*D. esculenta*) and Cush-Cush (*D. trifida*) were compared. There were 12 treatments, the details of which are given in Table 1 in the Appendix.

Two sizes of *D. esculenta* were included because size was the only variation in the planting materials available. A randomised block design was used. There were 3 replications. These were spaced at 18 inches on ridges 3 feet apart. The plots were 21 feet \times 15 feet giving 70 plants per plot. The trial was not fertilized. A pre-emergence application of atrazine at 3 lbs. per acre was applied. Subsequent weedings were by hand. Records were kept on rates of germination, stem number per plant, number of tubers per plant and the weight of tubers per plant.

RESULTS AND DISCUSSION

Both tuber number and tuber weight showed considerable variability as indicated by the generally high coefficient of variation between the plants within the various groups (Table 2). The relative differences in variance between the various groups are higher for tuber weight than for tuber number. Thus for tuber number the highest variance (34.7) observed is only 6 times greater than the lowest (5.5), whereas for tuber weight the highest variance (167.99) is about 56 times that of the lowest (2.97). The greater variability for tuber weight is reflected in a higher coefficient of variation of 58.8 % between groups.

The differences in variance between groups of plants may be attributed to variation in soil conditions because the groups were taken at random over a large field. However, the variation within the groups in the tuber number and yield of individual plants spaced only 18 inches apart could be due mainly to inherent variability in the planting material which was further aggravated by inter-plant competition. The planting material in this study was a mixture of heads, middles, tails and whole tubers. FERGUSON (1969) showed that there are significant differences between heads, middles and tails for nitrogen, potassium and calcium content. He also demonstrated that the percentage dry matter, and thus the total supply of carbohydrates to the young plant are significantly different for the different types. Differences in growth, especially in the early stages can thus be expected between the various types. MEIGE (1957) and GOODING and HOAD (1967) have shown that heads germinate before middles and tails. Some workers have found that heads give a higher yield than middles and tails but GOODING and HOAD (1967) and FERGUSON and HAYNES (1969) did not find so.

MEIGE (1957) looked at the effect of the weight of the parent tuber on yield and found that planting material taken from small tubers (600 gms.) germinated earlier and gave higher yields than that taken from larger tubers. The weight of the parent tuber could, therefore, be another source of variation. The main trial was designed with these factors in mind.

In this study heads germinated earlier than middles and tails. There was severe rotting of the pieces in the *D. trifida* treatments, presumably because the exposed surface allowed for rapid decomposition. Ninety-three percent of the whole tubers germinated whereas only fifty-two percent and sixty-one percent of the heads and tails, respectively, germinated. There was almost one hundred percent germination in all other treatments.

The differences observed for stem number, tuber number and yield were mainly due to that between species (Table 3). Tails taken from small tubers of *D. alata* produced significantly more stems than heads and middles from large tubers. Heads and tails taken from small tubers produced a larger number of tubers than heads and middles of large tubers. Pieces taken from small tubers thus seem to give a larger stem number and tuber number than those taken from larger tubers. There were no significant differences in the yield of *D. alata* treatments even when they were considered separately.

The homogeneity of the variance between the various treatments was examined using BARTLETT'S (1937) test and the results given in Table 4 *a, b* and *c*.

The variance of the stem number was not homogeneous between the treatments and this seems to be mainly due to differences between the species. When the test is applied to tuber number they also group into species. Within the *D. alata* treatments, however, the weight of the mother tuber seems to have some effect on the variance. Heads and middles from mother tubers over 24 ozs. (680 gms) have significantly lower variances than heads and tails from mother tubers of 8-16 ozs (227-454 gms). It therefore appears that pieces from large tubers give rise to plants which are less variable in tuber number. The type of planting material affected the variance of the tuber yield. The variances grouped roughly by type although there was some overlapping of confidence limits. Variance seems to increase from whole tubers through tails, middles and heads to aerial tubers.

An analysis of variance is only valid when the variance of the various treatments is homogeneous. The results indicate that the tuber number of planting pieces taken from different sizes mother tubers and the tuber yield of different types of planting material are not homogeneous in variance. The analysis of variance therefore appears not to be valid. It is quite likely that differences between treatments may be more significant than indicated above. In the next stage of this work we will be investigating various methods for handling such experimental data.

The contradicting results of the effect of the type of planting material on yield were discussed earlier. In the light of the above observation the analysis of these experiments may not be valid and differences observed may be significant.

In the preliminary study high coefficients of variation were observed between plants in groups. In this study high coefficients of variation were also observed within the plots of a single type of planting material even though as much as seventy plants per plot were used. This high variation thus appears to be a characteristic of the crop and can be taken as a measure of inherent variation.

The coefficients of variation recorded for the whole experiment were 18.04 %, 18.48 % and 23.30 % for stem number, tuber number and tuber weight respectively. The higher coefficients for tuber weight indicate a higher degree of variation in tuber yield. FERGUSON and HAYNES (1969) recorded a low coefficient of variation of 11 % for a field experiment on *D. alata*. This experiment was a $3 \times 2 \times 2$ factorial, replicated

four times and laid out on very uniform land. An effective plot size of 324 sq. ft. and very uniform planting material were used. Each plant was staked independently. This seems to indicate that low coefficients of variation are possible where experiments are well designed and laid out and precautions taken to counteract the high inherent variability of the crop.

CONCLUSIONS

1. The yam has a high inherent variation.
2. The variance for tuber weight between the types of planting material (whole tubers, heads, middles and tails) is not homogeneous and thus they cannot be compared for differences using the variance ratio (F).
3. Variance for tuber weight in the types of planting material increases from whole tubers through tails, middles and heads to aerial tubers. Types with the lower variance are more suited for experimental work.
4. The variance for tuber number between planting material taken from different sizes of mother tubers is not homogeneous and the variance ratio (F) does not apply.
5. Coefficients of variation in experiments on yams are not always high if experiments are well designed and the best experimental techniques used.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was carried out as part of the Rockefeller financed Root Crop Research Programme of the Faculty of Agriculture, U. W. I., Trinidad. The authors are indebted to Mrs. P. EDWARDS of the Biometrics Unit and to the technical assistants who assisted in this project.

SUMMARY

There is some evidence in the literature of high variability in yams. Little work has been recorded as to the source of the variability. In this paper yams are shown to have a high inherent variability but it can be controlled with good experimental designs and techniques. The variance in yield was not homogeneous for the different types of planting material and thus an analysis of variance is not valid. Similarly the variance in tuber number for pieces taken from different sizes of mother tubers was not homogeneous. Variance in yield seems to increase from whole tubers through tails, middles and heads to aerial tubers.

RÉSUMÉ

ÉTUDE DE LA VARIABILITÉ CHEZ L'IGNAME (*Dioscorea* spp.)

Il résulte des études disponibles dans la bibliographie que l'igname est caractérisée par une très grande variabilité. Ce travail permet de discuter la variabilité de trois espèces qui ont fait l'objet de nos expérimentations. On présente une approche des relations entre le nombre de tiges, le nombre de tubercules et le poids des tubercules.

REFERENCES

- BARTLETT (M. C.), 1937. — Some examples of statistical methods of research in agriculture and applied biology. *J. Roy Soc. Suppl.*, **4**, 137-183.
- CHAPMAN (T.), 1956. — Some investigations into the factors limiting yields of the White Lisbon Yam (*Dioscorea alata* L.) under Trinidad conditions. *Trop. Agric. Trin.*, **42** (2) 145-51.
- FERGUSON (T. U.), 1969. — Mineral and Caloric content of Yam Tubers. Half Yearly Report 1968/69. Faculty of Agric. U. W. I., Trinidad.
- FERGUSON (T. U.) and HAYNES (P. H.), 1969. — Set Weight X Set Types X Planting Material Trial. Half-Yearly Report 1968/69. Faculty of Agric. U. W. I., Trinidad.
- GOODING (E. G. B.) and HOARD (R. M.), 1967. — Experiments on Yams 1966-67. Barbados Sugar Producers Association (Inc.) Crop Diversification Section.
- HAYNES (P. H.), 1967. — The development of a commercial system of yam production in Trinidad. *Tropical Agric. Trin.*, **44** (3) 215-221.
- IRVING (H.), 1956. — Fertilizer experiments with yams in Eastern Nigeria 1957-1951. *Trop. Agric. Trin.*, **33** (1) 67-78.
- KASASIAN (L.) and SEEYAVE (J.), 1967. — Weed control in root crops grown in the West Indies. Proc. Int. Symp. Trop. Root Crops, Trinidad (in press).
- MEIGE (J.), 1957. — The influence of certain characters of seed tubers on the growth and yield of cultivated yams. *J. Agric. trop. Bot. appl.*, **4** (7-8) 315-342.
- SEELYAVE (J.), 1969. — Effect of Weed Competition on yams. Half Yearly Report 1968/69. Faculty of Agriculture, U. W. I., Trinidad.
- SMITH (H. F.), 1938. — An empirical law describing heterogeneity in yields of agricultural crops. *J. Agric. Sci.*, **28**, 1-23.
- STEELE (R. G. D.) and TORRILL (J. H.), 1960. — Principles and procedures of statistics. McGraw Hill Book Company, Inc., New York.

TABLE I

Detail of treatments for the main study

Treatment	Species	Weight of Planting piece ozs.	Type	Weight of Mother Tuber ozs.
1	<i>D. alata</i>	4	Whole Tuber	—
2	<i>D. alata</i>	4	Head	8-16
3	<i>D. alata</i>	4	Tail	8-16
4	<i>D. alata</i>	4	Head	Over 24
5	<i>D. alata</i>	4	Middle	Over 24
6	<i>D. alata</i>	4	Tail	Over 24
7	<i>D. alata</i>	4	Aerial	—
8	<i>D. esculenta</i>	c. a. 1 1/2	Whole Tuber	—
9	<i>D. esculenta</i>	1 1/2-1	Whole Tuber	—
10	<i>D. trifida</i>	4	Whole Tuber	—
11	<i>D. trifida</i>	4	Head	8-16
12	<i>D. trifida</i>	4	Tail	8-16

Note : 1 oz. = 28.35 gms.

TABLE 2 (a)
*Variance, Standard Deviation and Coefficients of Variation
as observed in the preliminary study for tuber number*

Group	Mean Tuber No.	Variance	Coefficient of Variation %
1	4.80	10.3	66.85
2	6.75	5.5	34.74
3	7.23	6.3	55.60
4	9.36	34.7	62.94
5	4.90	16.7	83.11
6	8.00	19.2	54.77
7	7.80	13.2	46.58
8	5.40	7.6	51.05
9	5.80	27.4	90.26
10	5.70	15.1	68.17
Between groups	71.3	360.9	25.65

TABLE 2 (b)
*Variance, Standard Deviation and Coefficients of Variation
observed in the preliminary study for tuber wt. (gms.)*

Group	Mean Tuber Wt.	Variance × 10 ⁴	Coefficient of Variation %
1	1 814	167.99	71.14
2	1 102	55.72	67.70
3	497	2.97	29.13
4	580	13.86	64.14
5	739	21.99	60.51
6	1 223	89.17	77.19
7	668	5.30	33.58
8	564	16.22	71.36
9	977	25.35	51.48
10	647	12.48	54.56
Between Groups	9 324	3 509	58.84

TABLE 3 (a)
*The Effect of Planting Material
on Stem Number, Tuber Number and Yield of Tubers*

Treatments (as in Table 1)	Stem No. per plant	Tuber No. per plant	Yield per plant (kgs)
1	2.32	2.63	1.59
2	2.73	3.18	2.05
3	3.01	3.17	1.79
4	2.43	2.30	1.98
5	2.46	2.47	1.84
6	2.70	2.79	1.93
7	2.79	2.83	1.85
8	1.78	15.75	1.06
9	2.03	22.17	1.67
10	2.09	6.36	0.68
11	1.06	3.89	0.76
12	1.92	4.63	0.70
C. V. % →	18.04	18.48	23.30

TABLE 3 (b)

Duncan's Multiple Range Test at 5 % level for treatments in Table 3 (a)

Stem number

All treatments	11	8	12	9	10	1	4	5	6	2	7	3
						—————						
<i>D. alata</i> treatments	1	4	5	6	2	7	3					
				—————								

Tuber number

All treatments	4	5	1	6	7	3	2	11	12	10	8	9
								—————				
<i>D. alata</i> treatments	4	5	1	6	7	3	2					
			—————									

Tuber weight

All treatments	10	12	11	8	1	9	3	5	7	6	4	2
					—————							
<i>D. alata</i> treatments	No significant difference											

TABLE 4

The variance and their significance (5 % level) as observed by Bartlett's test, and the coefficients of variation

(a) Stem Number

Treatment (as in Table 1)	Variance	Coefficient of Variation %
8	0.53	41.2
9	0.76	43.1
4	1.20	45.4
5	1.28	46.0
1	1.41	51.2
6	1.58	46.8
3	1.58	41.8
7	1.59	45.2
11	1.59	119.0
2	1.70	47.8
10	2.32	72.9
12	4.61	111.8

TABLE 4
(b) Tuber Number

Treatment (as in Table 1)	Weight of Mother Tuber ozs.	Variance	Coefficient of Variation %
5	> 24	2.13	59.1
4	> 24	2.15	64.7
7	—	2.42	55.0
6	> 24	3.01	62.2
1	—	3.05	66.4
2	8-16	3.37	57.8
3	8-16	4.31	65.5
10	—	17.65	66.0
11	8-16	23.65	124.9
12	8-16	25.26	108.6
8	—	50.91	55.3
9	—	56.54	33.9

TABLE 4
(c) Tuber Weight (gms.)

Treatment (as in Table 1)	Type	Variance $\times 10^4$	Coefficient of Variation %
10	Whole Tuber	32.00	83.7
8	Whole Tuber	34.72	55.6
9	Whole Tuber	56.36	44.9
1	Whole Tuber	70.07	52.6
12	Tail	81.58	128.1
6	Tail	86.31	48.1
3	Tail	118.73	60.7
5	Middle	123.39	66.3
11	Head	152.84	162.6
2	Head	163.89	62.4
4	Head	169.29	65.8
7	Aerial	186.75	73.9

QUELQUES DONNÉES SUR LA VARIABILITÉ DE DESCENDANCES D'IGNAME COUSSE-COUCHE (*D. TRIFIDA* L.)

L. M. DEGRAS

Les données sur la variabilité des quelque 75 espèces de *Dioscorea* d'intérêt économique certain ou probable sont d'une rareté extrême. Si d'assez nombreux inventaires de variétés locales asiatiques, africaines, océaniques et même quelques références américaines existent, aucun n'aborde expressément la variabilité génétique consécutive à l'*hybridation* de types à usage *alimentaire*. Il faut en effet noter le développement, récent, de telles recherches chez les *Dioscorea* à usage *pharmaceutique* (MARTIN F. W. et al. 1967 *a* et *b*).

Chez *D. trifida*, on sait que CAMPBELL et GOODING (1962) ont utilisé la variabilité génétique de semis d'une variété à tubercule blanc et signalé des variations de couleur de la chair des tubercules et du rendement. Mais aucun rapport précis des variations observées n'a été, à notre connaissance publié.

D. trifida est la seule espèce alimentaire importante d'origine américaine. Soit qu'elle ait moins subi que les espèces de l'Ancien Monde une pression de sélection, soit que ce soit un reflet de sa meilleure adaptation à l'écologie antillaise, c'est aussi la seule dont les fructifications nous ont jusqu'ici fourni des plantules en Guadeloupe. (De nombreuses germinations de *D. cayennensis* avaient, en Côte-d'Ivoire, permis un début de sélection (DEGRAS, 1956)).

C'est finalement donc à peu de chose que correspond notre information sur la variabilité des descendances d'ignames alimentaires, en dépit de leur rôle certain dans l'importante diversification intraspécifique des *Dioscorea* (DEGRAS, 1956, 1969, FERGUSON et al., 1969, GOODING, 1960, COURSEY, 1967).

Les observations rapportées ici se contentent d'être une description non exhaustive de la variabilité pour quelques caractères d'importance culturelle ou biologique : la morphologie des tubercules, le rendement, la dormance, le sexe.

I. LE MATÉRIEL D'ÉTUDE

Les Parents

Quatre clones de cousse-couche voisinaient dans la collection en 1965. Les clones femelles A et B se différenciaient peu, A étant à peine plus vigoureux végétativement

L. N. R. A. ; Station d'Amélioration des Plantes, C. R. A. A. G., Petit-Bourg -- Guadeloupe.

et ayant par contre des fruits nettement plus petits. C et D étaient deux clones mâles morphologiquement peu distincts. C était seulement plus vigoureux.

Les quatre clones présentaient des tubercules claviformes à tendance facinée, moins pour A et D, A étant appelé cousse-couche « ronde », B cousse-couche « longue ». Les tubercules étaient tous à chair blanche.

Le matériel parental était donc peu différencié, tout au moins pour les caractères les plus visibles.

*Les descendance*s

A) *Germination*. 324 graines de chacun des clones femelles ont été semées le 13.6.66, sous abri à éclairage naturel atténué. Le graphique 1 montre l'évolution des germinations : environ 25 jours de latence, taux d'accroissement maximum entre le 29^e et le 40^e jour après le semis, pourcentage stabilisé à partir du 55^e jour vers 40 % (clone B) ou 50 % (clone A).

B) *Première culture* (Bac). Après deux repiquages, le dernier en bac de sable recevant des arrosages d'Hyponex (*) 122 descendance de A et 100 de B ont été obtenues qui ont fourni neuf mois après le semis 1 à 5 tubercules par plante soit 50 à 150 g. Les conditions culturales (effet de position, âge de la plantule au repiquage, unicité du plant, etc...) ne permettaient pas d'estimer la variabilité génétique, qui compte tenu du comportement ultérieur des clones semble déjà exprimée à ce stade pour la durée de végétation par exemple mais pas pour le rendement ni la forme du tubercule.

C) *Culture de multiplication* (Champ). La totalité du matériel mis au champ le 21.4.67 a été récoltée à partir du 4.3.68. La tardivité de la récolte a permis l'expression maximum de la croissance et de la dormance dans le sol. L'absence de garantie statistique du dispositif cultural interdisait des observations quantitatives fines. Mais d'évidentes variations qualitatives indépendantes de la vigueur et de la position des clones permirent une première appréciation de la variabilité, les rendements par plante atteignant les niveaux de production ordinaires de *D. trifida* (3 à 4 kg/plante).

D) *Micro-essais de rendement* (Champ). Indépendamment d'une quarantaine de clones retenus pour nouvelle multiplication, 49 clones ont été mis en comparaison statistique dans un essai en lattice simple 7 × 7, le 16.4.68, récolté du 4 au 10 mars 1969.

Les cultures en champ ont été conduites sans tuteur.

II. EXPRESSION DES VARIABILITÉS GÉNÉTIQUES

En dehors du sexe des clones, l'appareil aérien n'a pas offert de variabilité *morphologique* notable, si sur le plan *physiologique* son aspect a permis une estimation de l'amplitude de durée de la dormance et de la vitesse initiale de croissance.

Par contre l'appareil souterrain a fourni des variantes importantes pour la longueur d'axe tubérisé, la forme de la partie tubérisée, la fraction du système souterrain tubérisé, le poids de tubercule commercialisable.

(*) Hyponex, un produit de Hydroponic Chemical Company, Ohio, U. S. A.

La sexualité

La floraison a commencé le 3 novembre en 1967 et le 1^{er} octobre en 1968 soit un peu plus et un peu moins de six mois après la plantation respectivement. On peut attribuer la fluctuation à la vigueur initiale du tubercule de semence. On considérera la distribution des sexes dans la culture de 1967 qui n'avait pas subi de sélection antérieure. On a observé les types et effectifs suivants :

	Clones fleuris			Clones	
	Mâle	Femelle	Total	Non fleuris	Totaux
	—	—	—	—	—
Descendance A	17	3	20	59	79
Descendance B	24	7	31	60	91
Totaux	41	10	51	119	170

Il ne semble pas que des facteurs nutritionnels (photosynthèse, alimentation en eau et en minéraux) puissent expliquer l'écrasante proportion de clones sans fleur. Bien que la caryologie de l'espèce n'ait jamais été entreprise on peut supposer qu'elle fait partie des séries polyploïdes communes chez les *Dioscorea* cultivés. Il est vraisemblable que les situations hybrides et aneuploïdes qui en résultent souvent sont à l'origine de l'absence de floraison.

La prédominance du sexe mâle parmi les descendance s'accorde avec un grand nombre de données publiées (MARTIN, 1966). Son déterminisme n'est pas tenu pour simple et le sexe-ratio de 4/1 observé ici écarte l'hypothèse d'un fonctionnement tétraploïde du type évoqué par MARTIN, d'autant que la distribution des chromosomes X et Y chez les clones non fleuris n'est pas prise en compte.

Aucune relation entre la sexualité et la morphologie végétative ou la croissance générale n'a été reconnue.

Cycle d'évolution

Dans la culture de 1967, à la récolte, l'état des clones allait de plantes encore feuillues et vertes, notées 5, à des tubercules dépourvus des axes aériens d'origine mais commençant à émettre leurs propres tiges (note 0). La définition physiologique du caractère ainsi enregistré n'est pas simple. Les clones notés 5 sont des clones tardifs. Mais les clones notés 0 peuvent être des clones à levée de dormance précoce sans que leur cycle d'évolution ait été des plus courts. Le graphique 2 donne les distributions observées. En dépit de la faiblesse des effectifs les distributions des deux descendance s'affirment différentes. Si celle du clone B paraît ajustable à une courbe normale, celle du clone A fait soupçonner une disjonction génétique pour ce caractère.

Notée dans le même système, la culture de 1968 permet de s'assurer de la stabilité du caractère. Elle correspond à un coefficient de corrélation entre années de $r = + 0,416$, hautement significatif (P entre 0,02 et 0,01).

Cette stabilité n'exclut pas une fluctuation, sensible non seulement dans le temps, mais aussi dans le milieu d'évolution. La correspondance du classement entre répétition du lattice est d'ordre statistique.

Vitesse initiale de croissance de la tige

Au 40^e jour après la plantation de 1968 des mesures de longueur de tige ont fourni des valeurs comprises entre 0,20 et 5 m pour les 49 clones de l'essai. Ce caractère est faiblement affecté par le terrain. Il a une distribution approximativement normale compte tenu du déficit de développement de la classe la plus jeune (0 à 1 m).

Il est indépendant de la croissance entre le 40^e et le 70^e jour. Celle-ci, également peu affectée par le terrain, représente des gains de 1 à 5,50 m. On notera que les plus élevés avoisinent ainsi 20 cm par 24 h. Cette seconde période de croissance est aussi une donnée variétale, et en rapport, faible mais nette, avec le rendement en tubercule.

La morphologie du système souterrain et le rendement

La tubérisation du système souterrain paraît être la résultante d'effets dont, très largement, ceux liés au milieu. Des différences d'importance relative de la tubérisation ont existé en 1967 que 1968 n'a pas confirmées. L'expression totale du caractère nécessite peut-être un « vieillissement » du clone qui n'était pas suffisant en 1967. Mais certains caractères élémentaires qui s'y rattachent peuvent être mieux définis.

1. Longueur d'axe non tubérisé (pédoncule).

L'axe tubérisé n'est pas uniformément une racine chez les *Dioscorea* (QUEVA, 1897, SAWADA, 1952). Chez *D. trifida* la pluralité des axes est la règle et leur prolifération conduit à un aspect subfasciculé où les axes peu tubérisés se distinguent à peine des racines véritables. La tubérisation est centripète et il demeure toujours une zone proche du niveau du sol médiocrement tubérisée. Une telle structure s'apparente au tubercule-racine de *D. batatas*. Ce « pédoncule » est de l'ordre de 10,15 cm chez les parents. Dans les descendance il a varié de 5 à 25 cm. La stabilité du caractère est très moyenne, mais suffisante, entre 1967 et 1968, pour qu'on le considère. Les descendance du clone A sont plus nombreuses à avoir des pédoncules inférieurs ou égaux à 10 cm : 60,5 %, contre 41,9 % aux descendance du clone B. Une distribution bimodale, n'était la fluctuation reconnue, pourrait s'admettre.

2. Forme du tubercule.

Les clones ont été classés suivant la forme prédominante de la zone tubérisée en « sphérique », « sphérique-ramifié », « intermédiaire », en « massue-ramifiée » et en « massue ».

Le graphique 3 montre les distributions des deux descendance. Elles sont bimodales avec une prédominance des clones sphériques dans la descendance de A (cousse-couche « ronde ») contre une prédominance des clones en massue chez B (cousse-couche « longue »). A cette dominance du type maternel s'ajoute une stabilité suffisante de l'expression du caractère d'une année et d'un terrain à l'autre pour lui attribuer une héritabilité élevée.

3. Récolte brute et rendement commercialisable.

Le poids des tubercules est le caractère le moins stable de 1967 à 1968. Ici le « vieillissement » des clones paraît une exigence en dépit de la variation considérable (de l'ordre de 1 à 10) offerte par les récoltes des clones en 1967.

Pas plus que le poids total, la proportion commercialisable (0 à 70 %) n'est en deuxième culture, un critère utilisable avec sécurité. L'amplitude dans le matériel obtenu de la troisième culture est même plus large (0 à 90 %). Le caractère est indépendant du rendement brut. Il est plus nettement affecté que lui par le terrain.

L'appréciation du rendement d'un grand nombre de variétés dont la semence est limitée est classiquement résolue par le micro-essai en lattice simple. Celui de la troisième culture couvrirait environ 300 m². La récolte globale correspond à une récolte brute de 50 T/ha et un rendement commercialisable de 29 T/ha. L'amplitude des rendements variétaux allant de 1 à 8 (compte tenu de la correction « lattice ») il ne semble pas hasardeux d'attribuer une productivité de l'ordre de 40 T/ha aux meilleurs clones.

CONCLUSIONS

Comme le soupçonnaient CAMPBELL et GOODING (1962) la diversification et par suite l'amélioration génétique de l'igname cousse-couche *D. trifida* sont possibles aux Antilles.

Peu de critères de sélection pour le rendement se manifestent dès la deuxième année. Il est donc nécessaire de conserver le plus large éventail jusqu'au micro-essai comparatif du rendement qui devra être du type lattice, la troisième année.

En dehors de l'élévation du rendement, la sélection peut contribuer à solutionner plusieurs problèmes de la culture de cette igname :

- la résistance aux viroses,
- l'adaptation à la culture sans tuteur,
- la limitation des désherbages (croissance aérienne précoce),
- la mécanisation de la récolte (structure du système souterrain),
- la conservation des tubercules et la production hors saison (cycle d'évolution).

La finesse habituelle de la chair de cette espèce devra être préservée par l'adaptation aux fumures et aux terroirs. Des variations déjà reconnues de la structure de l'écorce des tubercules autorisent l'espoir d'obtenir une variété transportable, productive et appréciée qui donne à cette igname autochtone ses lettres de noblesse dans la production antillaise.

REMERCIEMENTS

Les données pour cette étude proviennent des cultures mises en place et observées par MM. POITOUT R. et SUARD C. L'auteur les remercie de leur collaboration technique.

RÉSUMÉ

A partir de deux clones femelles de *D. trifida*, 324 graines ont été obtenues qui ont germé à 40-50 % au 55^e jour. L'étude d'une culture de multiplication de 222 plantes et d'un essai en lattice de 49 clones conduits sans tuteur permet d'apprécier la variabilité génétique.

Sur 170 clones observés, 119 n'ont pas fleuri, 41 étaient mâles, 10 femelles. Le cycle d'évolution (précocité-dormance) est un caractère stable ($r = + 0,416$ ($P < 0,02$) entre années) dont la distribution ne semble pas unimodale dans une descendance.

Les vitesses de croissance de la tige, de la plantation au 40^e jour et du 40^e au 70^e jour ne sont pas liées et sont diversifiées suivant une courbe normale.

Les descendance se distinguent à l'égard de la longueur d'axe souterrain non tubérisé et de la forme du tubercule qui dénote un effet maternel.

Le rendement ne peut s'apprécier dès la deuxième culture, d'où la nécessité de conduire le maximum de clones en essai lattice à la troisième culture.

On peut s'attendre à une production de l'ordre de 40 T/ha de tubercules commercialisables pour les meilleurs clones de cette igname « de luxe ».

SUMMARY

From two female clones of *D. trifida*, 324 seeds have been obtained which had germinated in 40-50 % on the 55th day about. The study of the multiplication culture of 222 plants and of the lattice design trial of 49 clones both cultivated without staking, give some knowledge of genetical variability.

Among 170 observed clones, 119 do not set flower, 41 were male and 10 female clones.

The biological cycle (earliness-dormancy) is a good character ($r = + 0,416$ ($P < 0,02$) between two years) the distribution of which does not fit an unimodal curve for a progeny.

Growth stem speeds from plantation to the 40th day and between the 40th and the 70 th day are not linked and are distributed over a normal curve.

The progenies differ from the length of the underground axis remaining untuberized and from the tuber shape which exhibits a maternal effect.

Yield cannot be estimated from the second culture. So, it is necessary to retain a maximum of clones for a lattice trial to be developed at the third culture.

A level of marketable production as high as 40 T/ha can be supposed from the best clones of this « de luxe » yam.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CAMPBELL (J. S.) et GOODING (H. J.), 1962. — Recent developments in the production of food crops in Trinidad, *Trop. Agric. Trin.*, 39 (4) 261-70.
- COURSEY (D. G.), 1967. — Yams, Longmans, Londres 230 pp.
- DEGRAS (L.), 1956. — Travaux et recherches sur les Ignames p. 4-77, Rap. Ann. Labo. Génétique, S. E. P. A. Bouaké, doc. dactylographié.
- DEGRAS (L.), 1969. — Root crops research at the Plant Breeding Station of the French West Indies, Root crop newsletter, t. 2, 1969 (Mayaguez).
- FERGUSON (T. U.) et al., 1969. — A study of variability in Yams (*Dioscorea* spp.) Comm. présentées au 7^e Congr. C. F. C. S. Martinique 50-60.
- GOODING (H. J.), 1960. — West Indian *Dioscorea aiata* cultivars. *Trop. Agric. Trin.*, 37 (1). 11.
- MARTIN (F. W.) et al., 1963. — Natural pollination, hand pollination and crossability of some Mexican species of *Dioscorea*. *Trop. Agric. Trin.*, 40 (2), 135-142.
- MARTIN (F. W.), 1966. — Sex ratio and sex determination in *Dioscorea*. *J. of Heredity*, 57 (3), 95-99.
- MARTIN (F. W.) et CABANILLAS (E.), 1967. — a. Heritability of yields in *Dioscorea floribunda*. *Trop. Agric. Trin.*, 44 (1), 45-51.
- MARTIN (F. W.) et al., 1967. — b. The F₁ hybrids of some sapogenin-bearing *Dioscorea* species. *Amer. J. Bot.*, 1966, 53, 350-8.
- QUEVA (C.), 1894. — Recherches sur l'anatomie de l'appareil végétatif des *Taccades* et des *Dioscories*. Mem. Soc. Sci. Agric. Lille Ser. E, 20 (1) 1-157.
- SAWADA (E.), 1952. — Ueber die wahre natur der erd-und luftknollen von *Dioscorea batatas* Decne., *J. Fac. Hokkaido*, 57, 4, 267-314.

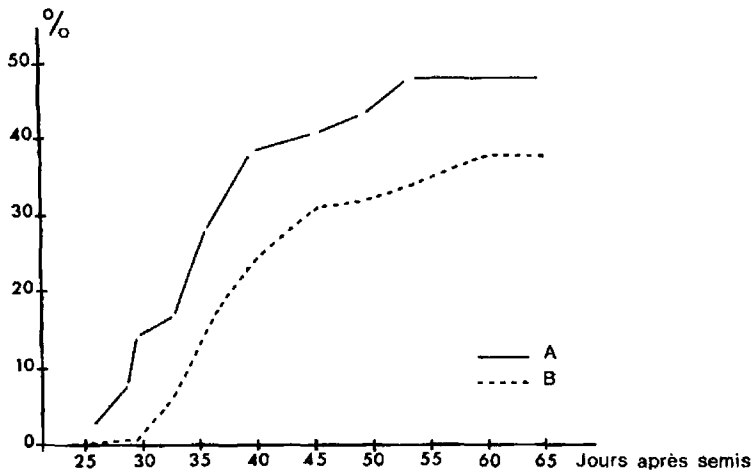


FIG. 1. — Evolution de la germination de graines des clones de *Dioscorea trifida*

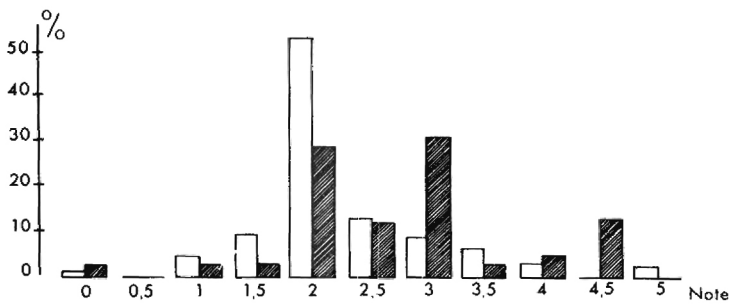


FIG. 2. — Distribution des types de cycle d'évolution des descendes

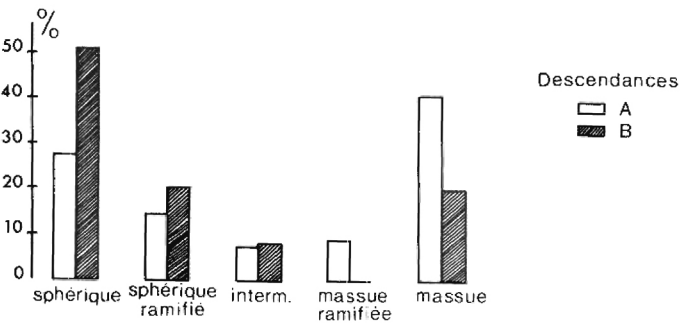


FIG. 3. — Distribution des formes de tubercule des descendes

LES MEILLEURES DATES DE PLANTATION DE L'ANANAS AUX ANTILLES EN VUE DE LA PRODUCTION POUR L'USINE

C. PY

Aux Antilles pour la plupart des cultures on a à tenir compte de la « saison » pour planter. Par « saisons » on entend les périodes de l'année plus ou moins favorables à la germination des graines et à la reprise des rejets et boutures ; et planter en fonction de la saison consiste habituellement à planter pendant une période favorable..., le principal facteur à considérer étant le *facteur eau*.

Le facteur saison n'est pas le seul facteur à considérer, il y a également et surtout dans bien des cas la *date de récolte*, imposée le plus souvent par des considérations d'ordre économique.

C'est bien le cas pour l'ananas quand on l'exporte en frais : le marché est relativement important pendant l'hiver et le printemps des pays dits « tempérés » principalement aux alentours des fêtes de Noël, de Pâques et de la Pentecôte ; il est faible au contraire pendant l'été, période pendant laquelle l'approvisionnement en fruits locaux est abondant.

Dans le cas d'une production pour l'usine la notion de saison telle qu'elle est définie plus haut joue peu : l'ananas demande relativement peu d'eau et on en a habituellement largement à sa disposition (plutôt trop même en Martinique) à toute époque de l'année, et, la température moyenne est à quelques exceptions près nettement au-dessus du niveau minimum requis.

On peut donc planter à toute époque de l'année, le seul facteur limitant étant souvent la disponibilité en rejets.

Mais pour obtenir le plus haut tonnage possible de fruits de qualité, d'un poids moyen relativement élevé, au coût le plus bas (poids de 1,800 kg à 2,000 kg qui permet le pourcentage le plus élevé de tranches, première fabrication à rechercher) il est indispensable de tenir compte de *considérations toutes différentes*.

Les études de cycle de la plante menées en différents points de la Martinique ont montré que pour approcher de ce but, il était indispensable d'amener les plants à un niveau de croissance adéquat au début de l'une ou l'autre période de différenciation naturelle des inflorescences.

Le principal facteur qui détermine la différenciation des inflorescences étant la longueur du jour (l'ananas est une plante à « jours courts ») c'est en fin d'année que se différencient la majorité des plants d'ananas aux Antilles comme d'ailleurs dans la

I. F. A. C. ; Station de Martinique.

majorité des pays de l'hémisphère Nord. C'est donc au début de cette période que la plante doit atteindre un stade de croissance correspondant au poids moyen de fruit requis.

Si ce stade de croissance recherché est atteint au début de la période dite de « jours courts » (septembre-octobre), on a avantage à induire la différenciation des inflorescences suffisamment tôt en faisant appel à un produit florigène (). Faute de quoi on risque des différenciations d'inflorescences dites « prématurées » (la longueur du jour n'est pas le seul facteur du milieu qui induit la différenciation des inflorescences, il n'en est que le principal dans les conditions écologiques de l'île) auxquelles correspondent des fruits « prématurés », dont la récolte est très onéreuse vu son grand étalement dans le temps.*

On a toute chance, par ailleurs, d'obtenir des fruits trop gros qui à la conserverie donnent des rendements en tranches faibles.

Si le stade de croissance optimum est atteint au moment des jours les plus courts (novembre) on est assuré, si la parcelle est bien homogène, d'avoir un haut pourcentage de différenciation naturelle, mais il est préférable, là encore, de faire appel à une substance florigène pour induire la différenciation des inflorescences des plants « rétifs » et donc par là homogénéiser la floraison et grouper la récolte.

Si enfin le stade de croissance recherché n'est pas atteint au moment de la période des jours les plus courts, on se trouve dans une position difficile :

Si on attend que la plante atteigne ce stade pour leur appliquer une substance florigène, on aura inévitablement un pourcentage élevé de fruits « prématurés » provenant de plants qui auront « répondu » à l'allongement de la période nocturne ; si on force la différenciation des inflorescences pendant les jours les plus courts, on aura inévitablement un poids moyen, médiocre à faible, étant donné que l'on aura provoqué la différenciation des inflorescences de plants qui n'ont pas atteint un stade de développement suffisant.

Les plants ayant atteint le stade de croissance correspondant à des poids moyens de 1,800 kg-2,000 kg peuvent provenir : de couronnes à croissance relativement lente plantées 10 à 12 mois plus tôt, comme de cayeux de grosse taille (poids 800 g) plantés 7 mois plus tôt.

Entre ces deux extrêmes tous les intermédiaires existent.

Mais si la durée de cette phase végétative de la vie de la plante dépend beaucoup du type de rejet utilisé (couronnes, bulbilles, cayeux) et de ses réserves (donc de son poids), elle dépend également pour autant de tous les facteurs qui ont une incidence sur la vitesse de croissance de la plante, donc :

- des facteurs climatiques : température, ensoleillement...
- de la richesse du sol et des apports d'engrais,
- du degré de parasitisme auquel est soumis la plante et particulièrement ses racines (nématodes),
- voire, éventuellement, de la concurrence (importance de la flore adventice) donc aux Antilles, essentiellement de l'altitude et des soins apportés à la culture.

(*) Dans une précédente note on a présenté les différents produits florigènes agissant sur ananas, à cette liste il y a lieu d'ajouter l'acide phosphorique et ses dérivés à l'étude actuellement (non commercial Ethrel).

Mais *l'altitude intervient* également d'une autre façon : plus on s'élève plus les facteurs naturels qui induisent la différenciation des inflorescences sont « agissants », ceci est lié probablement à l'accroissement de la nébulosité avec l'altitude, principalement en fin d'année (l'accroissement de la nébulosité devant avoir les mêmes effets qu'une diminution de la longueur du jour) et à la diminution conjointe de la température qui agirait dans le même sens.

Aussi est-il beaucoup plus difficile en altitude d'obtenir un poids moyen satisfaisant pour la fabrication de tranches à un prix de revient correct, étant donné que de par la climatologie il est nécessaire d'allonger le cycle alors que, par ailleurs, les risques de « prématurés » sont plus élevés !

Pour les régions de basse altitude on a précisé les meilleures dates de plantation pour chaque catégorie de rejets (types de rejets combinés le cas échéant avec leur poids quand un grand éventail de poids peut se présenter) pour l'obtention du niveau de croissance recherché au début de la période de jours courts (partie centrale du schéma à rectangles rayés) — on doit préciser que ce schéma n'est valable que pour des plantations bien conduites, c'est-à-dire des plantations où le parasitisme des racines est relativement faible et les fumures apportées appropriées.

Les plants qui proviennent de rejets mis en terre aux dates indiquées suivent le même cycle : *le cycle « classique » qui correspond aux récoltes de mai-juin-juillet.*

On remarque que plus on plante « tardivement », donc plus le cycle est court (cas de gros cayeux) plus la différenciation des inflorescences est tardive, donc plus est tardive la récolte.

Il en est de même, toutes autres conditions étant égales, quand on se rapproche de l'équateur : tout se passe comme si il fallait davantage de semaines à jours courts pour que les inflorescences se différencient.

Pour les régions situées en altitude, il y a lieu de déplacer sur la gauche les dates de plantation indiquées de façon à allonger la phase végétative de la vie de la plante... mais on l'a déjà mentionné on accroît d'autant les risques de « prématurés ».

En plantant en basse altitude des cayeux à toute autre époque de l'année que celles indiquées les risques de prématurés sont élevés tant ce type de rejet est sensible, non seulement aux variations de la longueur du jour, mais également à d'autres facteurs qui induisent la différenciation des inflorescences et en particulier à ceux qui président les « vagues » de différenciation de mai-juin d'origine mal connue.

Ces différenciations de printemps nettement moins importantes que celles qui dépendent de la longueur du jour sont à l'origine de la deuxième pointe de récolte naturelle qui a lieu en fin d'année, et correspond à un *deuxième cycle naturel* moins marqué que le précédent et que l'on ne retrouve que dans un nombre limité de pays de l'hémisphère Nord.

Le pourcentage de plants répondant à l'un ou l'autre stimuli du milieu varie naturellement en fonction de la date de plantation comme du poids du cayeux à la plantation.

Des plantations issues de mise en terre de rejets à ces époques de l'année sont, suivant le langage courant, « à cheval sur deux cycles » et en conséquence d'une faible rentabilité.

On peut se demander si, comme dans le cas du cycle principal présidé par la longueur du jour, on peut amener des plants au niveau de croissance recherché au début

de la période de différenciation des inflorescences correspondant à ce cycle secondaire, c'est-à-dire en mai-juin.

Dans le cas des *cayeux* c'est pratiquement impossible, de tels plants ne peuvent passer le cap de jours « courts » précédant sans différencier leurs inflorescences.

Avec les *bulbilles* et surtout les *couronnes* il en va autrement, car ces types de rejets sont nettement plus « résistants » que les cayeux aux variations de longueur du jour, et d'une façon générale sont nettement moins sensibles aux stimuli du milieu qui induisent les différenciations.

En *plantant de mai à juillet des couronnes*, les plants qui en sont issus passent le cap des « jours courts » sans différenciation et atteignent au printemps de l'année suivante le stade de croissance recherché ; mais alors *il est impératif de faire appel à une substance florigène*, car les stimuli du milieu sont le plus souvent insuffisamment « puissants » pour déclencher la différenciation des inflorescences d'un grand nombre de plants, et, si on n'aide pas la nature énergiquement, une fraction importante des plants attendront les « jours courts » pour différencier leurs inflorescences — le cycle aura été beaucoup trop long, les plants trop développés donneront des fruits trop gros (si on a continué à leur apporter des engrais), à faible rendement en tranches et, la deuxième récolte (rejeton) sera compromise.

Avec les *bulbilles*, les risques de « prématurés » au passage des jours les plus courts, sont plus élevés, c'est la raison pour laquelle on conseille de les planter un peu plus tardivement que les couronnes. On prend donc inévitablement un risque calculé... en faisant appel à celles-ci, mais le risque reste faible en basse altitude du moins.

Sur ce schéma, on a indiqué en haut et à gauche par des rectangles blancs les dates de plantation qui permettent l'obtention d'un niveau de croissance adéquat à l'approche de la deuxième période de différenciation naturelle des inflorescences et qui donc suivent le cycle dit secondaire... à condition que l'on « aide la nature » en faisant appel à une substance florigène.

Cette étude montre combien il est difficile de parfaitement maîtriser ses cultures ; cette maîtrise est pourtant indispensable si l'on veut obtenir des fruits de poids moyen désiré par les conserveries au coût le plus bas.

RÉSUMÉ

Pour la production pour la conserverie on cherche à obtenir au coût le plus bas des fruits de qualité d'un poids moyen de 1 800-2 000 g.

Pour y arriver il est indispensable d'amener les plantations à un stade de croissance adéquat au début des deux périodes de différenciation naturelle des inflorescences (nov.-déc., principalement, mai-juin, secondairement) faute de quoi on risque :

- soit la formation de fruits « prématurés » (qui arrivent à maturité avant la période de récolte de l'ensemble des fruits du même carré),
- soit une récolte trop étalée,
- soit enfin l'obtention de fruits trop volumineux à faible rendement en tranches à l'usine.

Pour mener à bien les plantations, il est indispensable de tenir compte d'un grand nombre de facteurs : types de rejets à la plantation, poids du rejet, date de plantation, fumure... dont l'impact sur la croissance de la plante varie considérablement d'une zone climatique à l'autre.

SUMMARY

PINEAPPLE CYCLE AND BEST PLANTATION PERIODS

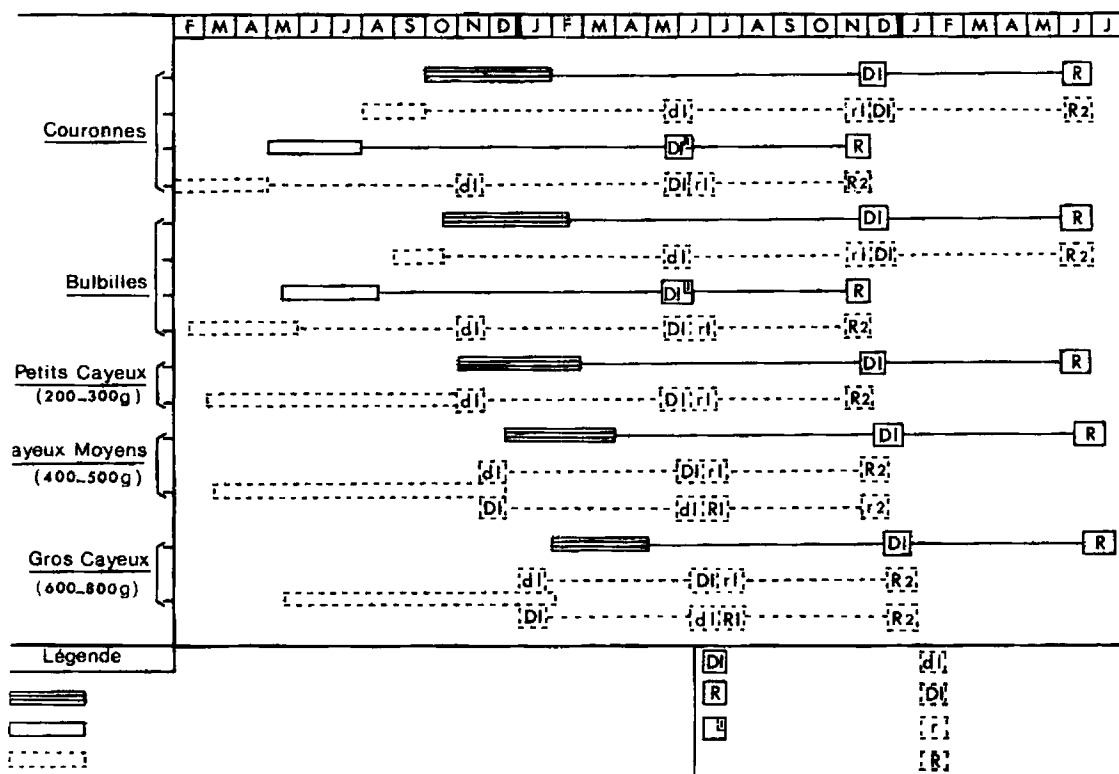
For canning purpose, we look for quality and low price fruit, of an average weight of 4 to 4 1/2 lb.

To obtain that, we must get the plantations to a proper stage of growth at the beginning of the two periods of natural inflorescence differentiation (mainly Nov.-Dec. ; then May-June) otherwise, one could have :

- early ripening fruits (ripe before the normal crop period),
- a too large crop period,
- or too big fruit with a low produce in slices at the factory.

A great number of facts must be kept in mind to get good plantations : sucker type and weight at planting time, plantation period, manure... on plant growing on which the impact varies enormously from a climatic zone to another one.

Meilleures dates de plantation en fonction du cycle de la plante en basse altitude
(production « Usine »)



- Dates de plantation recommandées (suivant le principal cycle naturel).
- Dates de plantation recommandées (suivant le cycle naturel secondaire).
- Dates de plantation donnant une culture à « cheval » sur deux cycles.
- Epoque de différenciation des inflorescences.
- Epoque de récolte.
- Différenciation à favoriser obligatoirement à l'aide d'une substance florigène.
- Epoque de différenciations partielle et secondaire des inflorescences.
- Epoque de différenciation partielle mais principale des inflorescences.
- Epoque de la récolte correspondante.
- Epoque de la récolte correspondante.

EFFECTS OF PLANT DENSITY ON THE PRODUCTION OF A PLANT CROP OF RED SPANISH PINEAPPLE IN PUERTO RICO

E. GONZALEZ-TEJERA*

INTRODUCTION

Planting distances and systems used in pineapple fields in Puerto Rico are based on customary practices and former experience rather than on a sound scientific basis. The double row system of planting, which does not interfere with mechanized cultural and harvesting operations, is generally used.

An average of 13,000 and 17,000 plants per acre are usually used under commercial conditions for the Red Spanish and the Smooth Cayenne varieties, respectively. The main pineapple production area lies in the central northern-coastal plains extending from Vega Baja to Arecibo. The Red Spanish variety is used in about 75 percent of the area under cultivation. In 1967 (1) Puerto Rico produced 71,192 short tons of pineapple fruit in a harvested area of some 4,700 acres, with a farm value of \$ 3,774. 000.

Plant density studies with different pineapple varieties have been performed in Australia, Swaziland, South Africa and Taiwan by various research workers (2, 3, 4, 7). The results obtained under their local conditions have been useful in improving the pineapple industry in those countries. It is important to know how crops, and even varieties, respond to spacing in a particular area so that principles may be established that could be a useful guide in the commercial cultivation of pineapple.

There are currently no reliable data on pineapple production costs per unit of area. However, there are certain fixed costs per unit area, irrespective of the number of plants grown and fruits harvested. Since Puerto Rico must compete with other pineapple producing countries, where labor costs are lower ; it is of utmost importance to find out the best spacing under local conditions from the standpoint of yield, fruit size, quality, and other cultural problems. The work herein reported was undertaken to determine the effect of planting distance on the fruit yield of the plant crop and on the behavior of the ratoon crop.

* Associate Agronomist, Agricultural Experiment Station, Mayaguez Campus, University of Puerto-Rico, Rio-Piedras, P. R.

EXPERIMENTAL PROCEDURE

In January, 1967 a field experiment was established on a Bayamón clay loam at Sabana Seca, Manatí. The pH of the topsoil was 4.9. The experimental site is located in the most important pineapple growing region of Puerto Rico. All field operations, except the planting distance were performed following the conventional methods used by the cooperators, i. e., the Pineapple Production Program of the Land Authority of Puerto Rico.

The 40 plots were arranged in a randomized incomplete block design. Each plot consists of eight double rows, 40 feet long; the plants are 22 inches apart between rows and 52 inches between the double row. The distance between plants within the row varies from 8 to 28 inches, according to the treatment differentials which are as follows: 8", 13", 18", 23" and 28". Medium sized slips (10" 20") were planted to achieve a planting density ranging from 6,000 to 18,000 plants per acre.

Leaf analyses from the so called « D »-leaf (the youngest full-grown leaf) were performed with material from eight months old plants. Nitrogen, P, K, Ca, Mg, S, Fe and Mn, were determined using standard laboratory methods. The plants were forced into flowering using B O H solution (beta-hydroxy-ethyl-hydrazine) 11 months after planting.

The plant crop was harvested at 17 months. Data on fruit yield, slipsucker production and occurrence of multiple tops were recorded. Also fruit quality indices such as total solids in solution (degrees Brix) pH, and total acidity (as mg-citric acid/100 ml of juice) were obtained.

RESULTS AND DISCUSSION

Fruit Yields

Close planting significantly increased total yields of a plant crop to a maximum of 28.8 tons at 18,000 plants per acre (Table 1, Figure 1). Changes in spacing from 28 inches to 8 inches between plants within the row increased yields progressively to a maximum increase under the conditions of this experiment of 17.3 tons per acre. Spacing between plants within the row have shown remarkable influence on pineapple yields (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8), on other areas.

Plant spacing definitely exerted significant effects on mean fruit-weight (Table 1). The smaller fruits (3.28 lb.) were obtained at eight inches spacing and the larger (3.99 lb.) at 18 inches. As expected, as the spacing increases the mean fruit-weight also increases.

Fruit Diameter and Core Size

The spacings under study showed no significant effect on fruit and core diameter. The plants at eight inches spacing yielded fruits with a diameter of 13.7 cm and a core of 2.54 cm in size; while those at 28 inches spacing were 14.3 and 2.51, respectively. Since the canning and fresh fruit market does not necessarily require fruits larger than 12.7 cm in diameter, then production under close spacing, yielded as desirable a fruit as that produced at wider spacings.

TABLE I

Effect of spacing between plants within the row on the plant crop yield of Red Spanish pineapple grown in a Bayamón clay loam

Treatment		Fruit/acre	Treatments significantly excelled
Number	Spacing inches		
1	8	Tons 28.76	5, 4, 3, 2**
2	13	21.39	5, 4, 3**
3	18	17.41	5, 4**
4	23	13.36	5*
5	28	11.44	
Mean Weight of Fruit			
		lbs.	
3	18	3.99	1, 2**
5	28	3.89	1**, 2*
4	23	3.84	1**
2	13	3.66	1**
1	8	3.28	

** Indicates significance at the 1-percent level.

Fruit Juice Quality Values

Neither of the five spacing, under study showed a significant effect upon total solids, pH and total acidity of the juice. The highest degree Brix value was 13.36 for the eight inches spacing ; the lowest was 13.07 for the 18 inches spacing. The highest acid content of 735 mg was obtained from fruits produced from plants at 18 inches spacing ; and the lower value of 663 mg at plants 8 inches. These values satisfy the requirements for the canned fruit.

Slip and Sucker Production

Space between plants significantly reduced the number of slips and suckers per plant (Table 2). These results confirm previous from other investigators (2, 3, 7). As the suckers production decrease the yield of the ratoon crop may be influenced unfavorably. The production of planting material is very important in pineapple production. Very close spacing such as 8 inches between plants may result in very low yield of slips. This may be particularly important in the case of some varieties which seldom produce sufficient slips for the next planting.

Multiple Crown

The occurrence of multiple tops occurs particularly in the Smooth Cayenne variety. In Hawaii, it is believed that closer spacing in the row lowers the incidence of multiple topping which causes problems in certain seasons (2). In this experiment,

TABLE 2
*Effect of spacing between plant within the row on the slip
 and sucker production of Red Spanish Pineapples*

Treatment		Mean number of slips per plant	Treatment significantly exceeded
Number	Spacing (inches)		
5	28	7.36	1, 2**
4	23	6.79	1**
3	18	6.64	1**
2	13	6.04	1**
1	8	5.04	

Mean number of suckers per plant			
Number	Spacing (inches)	Mean number	Treatment significantly exceeded
5	28	2.51	1, 2, 3**
4	23	2.28	1**
3	18	2.13	1**
2	13	2.07	1**
1	8	1.60	

** Indicates significance at the 1-percent level.

highly significant differences between treatments were found. As plant spacing increased the percent of multiple crowns also increased (Table 3). The higher incidence (1.95 %) was found at the 23 inches interval between plants. This is the first time that this observation is recorded in the Red Spanish variety.

TABLE 3
*Influence of plant density on the formation of multiple
 crowns of Red Spanish Pineapples*

Treatment		Multiple Crowns Percent	Treatments significantly exceeded
Number	Plant/acre 1 000		
4	7	1.95	1**, 2*, 3*
5	6	1.78	1*, 2*
3	9	0.87	
2	12	0.63	
1	18	0.16	

** Indicates significance at the 1-percent level.

Other Findings

Data on « D » leaf tissue analyses for N, P, K, Ca, Mg, S, Fe and Mn are given on (Table 4). There are only significant differences among the mean leaf values for potassium and iron. The higher plant population the less potassium and iron present in the leaf-tissue. Nevertheless the potassium leaf values for all plant densities appear to be sufficient to meet the requirement of the plant. Su (7) stresses the need of increasing the amount of fertilizer as the plant density increases.

TABLE 4

Influence of plant population on nutrient status at 8 months old Red Spanish Pineapples

Treatment		* D * — leaf nutrient content, dry weight basis								
Spacing	Plants/acre	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B
Inches	Number	Percent	Percent	Percent	Percent	Percent	Percent	Ppm	Ppm	Ppm
8	18,000	2.08	.16	4.19	.23	.32	.12	135	658	16
13	12,000	2.11	.16	4.50	.25	.33	.14	180	604	14
18	9,000	2.16	.16	4.75	.24	.32	.14	248	542	13
23	7,000	2.17	.17	4.78	.25	.40	.16	459	711	15
28	6,000	2.15	.17	4.71	.24	.36	.14	383	656	11

In this experiment there were no weeding problems in the close plantings but slightly late-ripening occurred. In the wider spacings more weeds and abundant lodging were observed. These conditions are detrimental to pineapple growing.

The behavior of the ratoon crop in regard to yield, quality and fruit size is under observation in order to find out which spacings will afford higher farm profits.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks are due to Mr. J. GRAU, Chief of the Pineapple Production Program of the Land Authority of Puerto Rico, for his cooperation in making available the land, materials and providing for most of the field operations where this experiment was established. Grateful thanks are also due to Mrs. E. GOTAY for the statistical analysis of the data, and to Mr. A. RIERA, Chemist in Charge of the Central Analytical Laboratory of this Station, for the chemical analysis.

SUMMARY

Using the conventional double row system, a field trial in which five plant spacings within the row (8", 18", 23" and 28") replicated eight times, was established. The row width and the spacing between the double rows were kept at 22' and 54', respectively.

The plant crop has shown the following results : foliar analysis for N, P, K, Ca, Mg, Fe and Mn was performed ; but only potassium and iron content gave significant results. The higher the plant population the less potassium and iron present in the leaf-tissue.

Dense planting significantly increased total fruit yield to a maximum of 28.8 tons at 18,000 plants per acre. Also, the mean fruit-weight was a significantly reduced as plant population increased.

Slip and sucker production was significantly reduced as plant density increased. The occurrence of multiple tops was affected by planting distance. A plant spacing within the row increased, the percent of multiple crowns also increased.

The five plant spacings under the study did not show-significant effect upon fruit juice quality values.

RÉSUMÉ

ÉTUDE DE DENSITÉ DE PLANTATIONS SUR L'ANANAS RED-SPANISH A PUERTO RICO

On a utilisé la plantation classique en lignes jumelées, avec les écartements suivants :

- sur la ligne : 20, 46, 58, 71 cm ;
- l'écartement des lignes a été dans tous les cas de 55 cm ;
- l'écartement entre les rangées a été dans tous les cas de 140 cm (chemin).

L'analyse foliaire (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn) a donné des résultats significatifs pour K et Fe : les teneurs en ces éléments sont d'autant plus faibles que la densité de plantation est importante.

L'accroissement de densité accroît le rendement jusqu'à un maximum de 64,5 T/ha, correspondant à une densité de 49 000 pieds/ha ; le poids moyen du fruit décroît lorsque la densité augmente. La production de rejets (bulbilles et cayeux) diminue de façon significative lorsque la densité augmente.

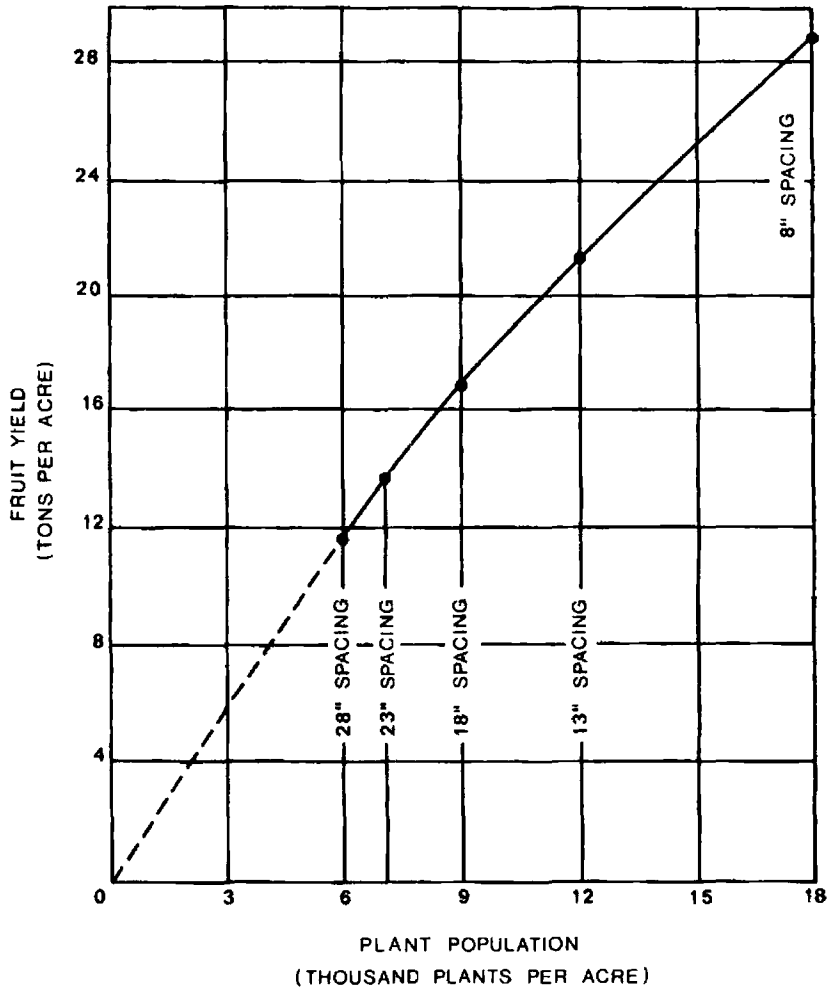
Lorsque l'écartement sur la ligne diminue, la proportion de plantes à couronnes multiples augmente.

Les 5 écartements étudiés n'ont pas donné de différences sur la qualité des jus.

LITERATURE CITED

1. Ann. Facts and Figure on Puerto Rico's Agriculture 1967, Commonwealth of P. R. Department of Agriculture, Office of Agriculture Statistics, Santurce, P. R., 1969.
2. CANNON (R. C.). — Closer spacing of pineapples. *Queensland Agricultural Journal*, 83 (1) : 575-578, 1957.
3. DODSON (P. G.). — Effect of spacing, nitrogen and hormone treatment on Pineapple in Swaziland. *Experimental Agriculture*, 4 (2) : 103-115, 1968.
4. NYENHUIS (E. M.). — Pineapple trials in Natal. *Farming in South Africa* 43 (7) : 49-52, 1967.
5. PENNOCK (W.). — Efectos de las distancias de siembra sobre el tamaño y calidad de la pina, *Revista de Agricultura de P. R.* 44 (1) : 97-99, 1956.
6. PY (C.). — L'ananas. Paris : Maisonneuve and Larose.
7. SU (N. R.). — Spacing and fertilizer levels as two dominant factors in the production of pineapple. *Jour. Agr. Ass. China, New Series* No. 17-67, 1956.
8. YOSHIMURA (M.) and YUN (J. H.). — A study in the relation between planting distance and yield of pineapple. *Jour. Agr. Ass. China, New Series* No. 18, 65-66, 1957.

Relationship between plant population and yield for Red Spanish Pineapple variety.



YIELD RESPONSE OF THE RED SPANISH PINEAPPLE IN PUERTO RICO AS AFFECTED BY DIFFERENT LEVELS OF MAGNESIUM

E. HERNANDEZ-MEDINA *

INTRODUCTION

Nutritional work carried out with magnesium and trace elements on pineapples in Puerto Rico in a Río Lajas sandy clay, a potential soil for pineapple growing, pointed out that magnesium was the only nutrient which greatly favored plant growth and which influenced significantly yields (3). For both the plant and ratoon crops, magnesium-treated plants produced 54 percent more fruit weight per acre than plants not supplied with this nutrient. Further research work with the above mentioned nutrients on pineapples grown in a Bayamón sandy clay, the most extensively used acid lateritic soil for pineapple growing in the Island, brought out similar results (4). Magnesium-treated plants produced on the average, 2.7 tons more fruit per acre than the check plants.

This paper reports more data on additional magnesium studies with pineapples.

MATERIELS AND METHODS

Two experiments were initiated in the autumn at two different sites in the northern part of the Island, near Arecibo. The experiments were established in Bayamón sandy clay, an acid deep lateritic soil of the coastal plain derived from limestone and typical of the pineapple growing region (6).

Plots were $18 \times 6\text{-}3/4$ feet, with an area of approximately $1/359$ th of an acre. On each plot 2 rows of pineapples were planted, 12 plants to the row.

The experiments followed a paired plot design with 7 treatments and 6 replications. They were established to study the effect of different quantities of magnesium sulfate ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) applied to the soil on yields of pineapples. Rates of magnesium sulfate used per acre ranged from 75 to 1 200 pounds. A magnesium chelate treatment at the rate of 100 pounds of this organic compound per acre was also included in the first experiment. Nutritional sprays of magnesium sulfate at the rate of 15 pounds of

* *Agronomist, Agricultural Experiment Station, Mayaguez Campus, University of Puerto Rico, Río Piedras, P. R.*

the salt per 100 gallons of water were also included as one of the differential treatments in the second experiment. Pineapple plants in all treatments were supplied with adequate amounts of NPK as soil application.

Two set of leaf samples were taken from representative plants in the replicated plots of each treatment of one of the experiments for chemical determination of magnesium to determine possible correlation between leaf nutrient content and yields. Leaf samples were taken when plants attained an age of 5 and 9 months, respectively. The active or largest leaf was selected for this purpose (7).

Flower induction in the pineapple plants in both experiments was achieved by treating the crown of the plant with acetylene approximately 1 year after the experiments began.

When the plants were approximately 18 months old, the fruits were harvested as is usually done in commercial pineapple fields. The criteria used in evaluating the effect of the treatments were the weight and amount of marketable fruit, yields per acre, and leaf-magnesium content. Magnesium determination was ascertained by Parks *et al.* procedure (5). The data presented in this paper underwent statistical analyses.

RESULTS AND DISCUSSION

Plant Growth

Growth made by plants supplied with magnesium was far superior to that made by plants not supplied with this nutrient. This superiority in growth was more striking in plants which received rates of magnesium above 300 pounds or above per acre. The magnesium-treated plants were more vigorous and greener in color than the check or untreated ones. Some magnesium deficiency symptoms were noticed in leaves of these last group of plants which were similar to those reported elsewhere (2).

Fruit Yields

Results on the influence of magnesium on mean fruit weight and mean yield of fruit per acre are presented in table 1. The yield data for the crop of Experiment No. 1 show that significantly heavier fruit yields were obtained from the plots receiving magnesium sulfate at the various soil rates used per acre as well as from magnesium chelate than from the check plots or plots not supplied with magnesium (treatment 7). Table 1 also show that among all the magnesium-treated plants, those receiving 300 and 600 pounds of the salt per acre were the heaviest yielders. Their yields were significantly superior to those of plants receiving the two lowest and the highest rates of magnesium sulfate per acre (treatments 1, 2 and 5). Also they were significantly superior in yields to the plants supplied with magnesium chelate at the rate used.

Table 1 also shows the mean fruit weight and mean yield of fruit to the acre for the crop of Experiment No. 2. The results from this experiment further confirm those obtained in the previous experiment except that in this case among the plants supplied with magnesium, those which received 300 pounds of magnesium sulfate per acre were the heaviest yielders, their yields being significantly superior to those of plants receiving the two lowest rates of the salt per acre. It can be seen also from table 1 that

TABLE I

Effect of magnesium on pineapple yields in Bayamón sandy clay at two locations, Arecibo, P. I. (1)

Treatment No.	Description of treatments	Mean weight of fruit	Mean yield of fruit per acre	Outyielded at	
				.05	.01
Experiment No. 1					
		<i>Pounds</i>	<i>Tons</i>		
1	MgSO ₄ , 75 lbs per acre	3.76	14.91	—	7
2	MgSO ₄ , 150 lbs per acre	3.61	15.55		7
3	MgSO ₄ , 300 lbs per acre	3.90	16.80	1, 2, 5, 6	1, 7
4	MgSO ₄ , 600 lbs per acre	3.97	17.10	1, 2, 5, 6	1, 7
5	MgSO ₄ , 1 200 lbs per acre	3.65	15.72	—	7
6	Mg chelate, 100 lbs per acre	3.67	15.81	—	7
7	Check-NPK only	3.18	13.70		
Experiment No. 2					
1	MgSO ₄ , 75 lbs per acre	3.80	16.37	7	—
2	MgSO ₄ , 150 lbs per acre	3.87	16.67	7	—
3	MgSO ₄ , 300 lbs per acre	4.35	18.74	1, 2	7
4	MgSO ₄ , 600 lbs per acre	4.20	18.09	7	—
5	MgSO ₄ , 1 200 lbs per acre	3.89	16.76	7	—
6	MgSO ₄ , sprays (2)	4.15	17.88	7	—
7	Check NPK only	3.41	14.69	—	—

(1) Commercial fertilizer (13-3-12) was applied in all treatments at the rate of 20 cwt per acre distributed in 3 applications.

(2) Plants received 3 foliar sprays at the rate of 15 lbs MgSO₄·7H₂O/100 gallons H₂O.

magnesium sulfate foliar sprays were also responsible for increasing significantly fruit yield per acre. The effect of the various soil magnesium treatments on the combined yields of both experiments is graphically shown in figure 1, together with the percentage increase in yield (black bar) in favor of plants treated with magnesium when compared to the check plants or plants not supplied with magnesium.

Leaf Magnesium and Regression Studies

Table 2 shows the results of magnesium determination in the active or largest leaf in 5-month and 9-month old pineapple plants, supplied or not supplied with magnesium, together with their corresponding yields. From the data presented it appears that there is a close relationship between leaf magnesium and yield. Capó's mathematical equation, $Yr = A + B \text{ arc-tan-percent Nu}$ (1) used and explained in a previous paper (3) was tried once more in an effort to explain the above mentioned nutrient-yield relation, on both 5-and 9-month old plants. The equation was fitted to 42 individual values the means of which are shown by treatments on table 2. The regression equation obtained relating yield and nutrient composition of the pineapple leaf in 5-month old plants is :

$$Yr = 33.2394 + 164.0643 (\text{arc-tan-percent Mg}).$$

TABLE 2

Relationship between pineapple yields and leaf magnesium content at two stages of plant growth

Treatment No.	Description of treatments	Mean yield fruit per acre	Leaf Mg content	
			5-month old plants	9-month old plants
Experiment No. 2				
		<i>Tons</i>	<i>Percent</i>	<i>Percent</i>
1	MgSO ₄ , 75 lbs. per acre	16.37	0.29	0.15
2	MgSO ₄ , 150 lbs. per acre	16.67	.30	.16
3	MgSO ₄ , 300 lbs. per acre	18.74	.32	.20
4	MgSO ₄ , 600 lbs. per acre	18.09	.32	.19
5	MgSO ₄ , 1 200 lbs. per acre	16.76	.35	.19
6	MgSO ₄ , sprays	17.88	.32	.17
7	Check, NPK only	14.69	.24	.13

The statistical analysis of fitting this equation pointed out that the regression of relative yield on arc-tan-percent Mg was highly significant with a coefficient of determination of 28 percent.

For 9-month old plants, the regression equation obtained relating yield and nutrient composition of the pineapple leaf is :

$$Yr = 52.3004 + 177.3578 (\text{arc-tan-percent Mg}).$$

In this case, the statistical analysis of fitting the above equation revealed that the regression of relative yield on arc-tan-percent Mg was also highly significant with a coefficient of determination of 33 percent. Thus, a somewhat better correlation between leaf nutrient content and yield was attained with 9-month old plants. The linear relationships between arc-tangent-percent magnesium and relative yields of pineapple on 5-and 9-month old plants are illustrated graphically on figures 2 and 3.

CONCLUSIONS

The results that have been presented in this paper point once more to the need of incorporating magnesium in the fertilizer mix or using it as a nutritional spray so as to favor plant growth and development, and thus increase yields of pineapple on the acid Bayamón sandy clay, the most widely used soil type for commercial pineapple growing in Puerto Rico.

In regard to the correlation analyses between leaf magnesium content and relative yields, it may be also concluded that the percentage magnesium content of the pineapple leaf can be used as an index to predict the relative yield of pineapples.

SUMMARY

Two pineapple experiments were established in Bayamón sandy clay, the most extensively used acid lateritic soil for pineapple growing in Puerto Rico. The experiments were conducted to study the effect of different amounts of magnesium sulfate applied to

the soil on yields of pineapples. The influence of magnesium chelate and of foliar sprays of magnesium sulfate on pineapple yields was also studied. The results obtained are briefly summarized as follows :

1. Pineapple plants supplied with magnesium were more vigorous and greener in color than similar plants not supplied with this nutrient.

2. Significant heavier fruit yields were obtained from pineapple plants receiving magnesium sulfate at the various rates used as a soil application than from the pineapple plants not supplied with this nutrient.

3. Magnesium chelate and magnesium sulfate foliar sprays were also responsible for increasing significantly fruit yields per acre.

4. Highest fruit yields were associated with the highest nutrient contents of magnesium in the leaves.

5. Highly significant correlations were found between pineapple relative yields and leaf magnesium content at two crop ages.

6. Results indicate that magnesium content of 5-and 9-month old pineapple leaves can be used to predict relative crop yields.

RÉSUMÉ

EFFETS DE DIFFÉRENTS NIVEAUX DE MAGNÉSIUM SUR LE RENDEMENT DE L'ANANAS RED-SPANISH A PUERTO RICO

Deux essais ont été étudiés sur les sols sablo-argileux acides (sols latéritiques, série de « Bayamón ») qui sont les plus généralement utilisés à Puerto Rico pour la culture de l'ananas. Les apports de magnésium ont consisté en : sulfate de magnésium appliqué au sol et en pulvérisation foliaire ; apport sous forme de chélate. Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

1. Les plantes ayant reçu Mg sont plus vigoureuses et plus vertes.

2. Accroissement significatif du rendement (fruits plus gros pour toutes les doses de sulfate de magnésium utilisées).

3. Il en est de même avec les pulvérisations foliaires et le chélate.

4. Les meilleurs rendements correspondent aux teneurs les plus élevées de Mg dans la feuille.

5. Une forte corrélation existe entre les rendements relatifs et la teneur des feuilles en Mg à 2 périodes du cycle.

6. La teneur en Mg de feuilles prélevées à 5 et 9 mois peut être utilisée comme test de prévision de rendement.

LITERATURE CITED

1. CAPO (B. G.) and SAMUELS (G.). — The development of a mathematical concept to interpret the relations between plant composition and crop yield, *J. Arg. Univ. P. R.*, 37 (4) 249-64, 1953.
2. CIBES-VIADÉ (H. R.) and SAMUELS (G.). — Mineral deficiency symptoms displayed by Red Spanish pineapple plants under controlled conditions. Univ. P. R. Agr. Expt. Sta. Tech. Paper 25, 1958.
3. HERNANDEZ-MEDINA (E.). — Pineapple response to magnesium in Puerto Rico, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. (Caribbean Region 5 : 70-5, 1961.
4. Magnesium an important nutrient in pineapple production in a Bayamon sandy clay, *J. Agr. Univ. P. R.* 48 (1) : 17-24, 1964.
5. PARKS (R. Q.) *et al.* — Quantitative chemical microdeterminations of 12 elements in plant tissue, *Ind. and Eng. Chem. Anal. Ed.*, 15 (8) 527, 1943.
6. ROBERTS (R. C.). — Soil Survey of Puerto Rico, U. S. D. A., Bureau of Plant Industry in cooperation with the Univ. P. R., Agr. Expt. Sta., Series 1936, (8) p. 503, Jan. 1942.
7. SIDERIS (C. P.), KRAUSS (B. H.) and YOUNG (E. Y.). — Assimilation of ammonium and nitrate by pineapple plants grown in nutrient solutions and its effect on nitrogenous and carbohydrate constituents, *Plant Physiol.* 13 : 489-527, 1938.

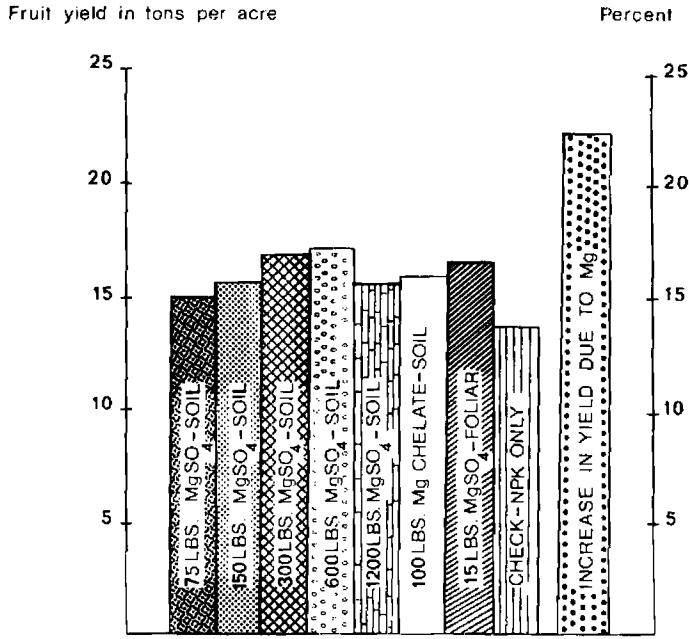


FIG. 1. — Pineapple yields as influenced by magnesium treatments when grown on a Bayamón sandy clay. Dark bar at right stands for percentage increase in yield in favor of plants supplied with magnesium as compared to plants not supplied with the nutrient.

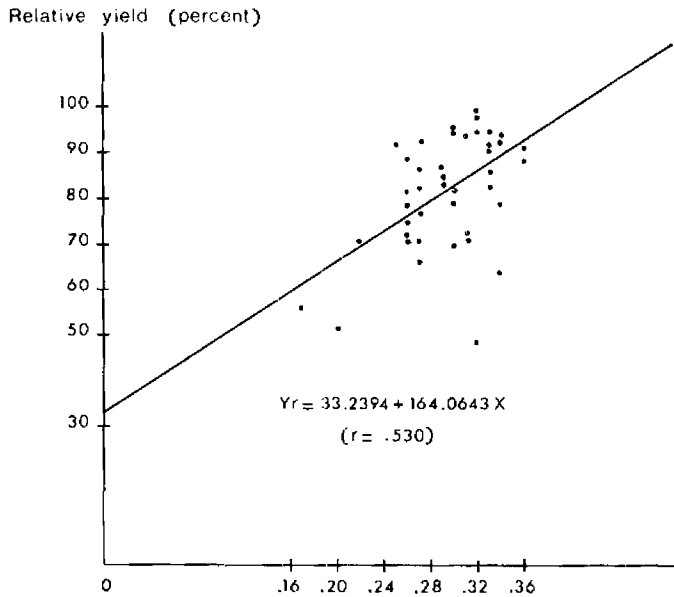


FIG. 2. — Arc-tan-percent magnesium (radians). Regression of relative yield of Pineapple on arc-tangent-percent magnesium as determined on 5 month old plants.

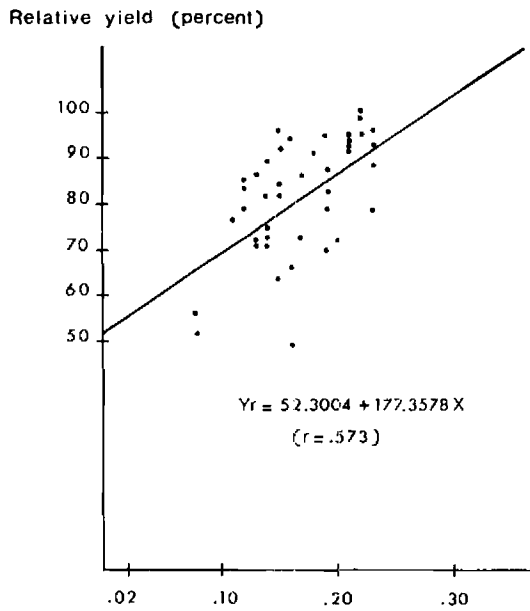


FIG. 3. --- Arc-tan-percent magnesium (radians).
Regression of relative yield of Pineapple on arc-tangent-percent
magnesium as determined on 9 month old plants.

ÉTUDE TECHNOLOGIQUE SUR ANANAS

C. PY, A. GUYOT, C. GARLIN et J. MARTIAL *

Lors d'un essai (essai 67-F-A) qui ne sera pas analysé en détail dans ce qui suit, on a étudié séparément un total de près de 500 fruits que l'on peut considérer comme typiques de la plantation où il a été mis en place et comme assez représentatifs de la production martiniquaise, quant à leur qualité.

Par contre, leur poids moyen est sensiblement plus élevé que celui de la moyenne de l'île. La production provenait d'un essai : les plants avaient reçu des soins tout particuliers.

TRAVAUX CULTURAUX — FUMURES

Les parcelles d'essai ont été mises en place sur un sol léger, d'origine récente du Nord de l'île, qui convient parfaitement bien du point de vue physique à la plante (argile : 9,90 %, limon : 16,70 %, sable : 64,10 %) mais qui sont médiocrement pourvues en bases échangeables :

K échangeable	:	0,591 meq %
Ca	—	: 0,999 —
Mg	--	: 0,246 — .

On est parti de cayeux du type St-Domingue de Cayenne. Lisse de poids moyen : 408 g que l'on a mis en terre le 17.3.67 sur un terrain préalablement désinfecté (il a été traité contre les nématodes, les fourmis et les larves de coléoptères éventuelles) et que l'on a recouvert d'un film de polyéthylène noir.

Il a été mis à la disposition de chaque plant par des apports d'engrais successifs un total de :

12 gr d'N
5,25 gr de P₂O₅

et un équivalent gramme de cations (K + Ca + Mg).

Les proportions de chacun de ces derniers ont varié d'un traitement à l'autre de l'essai, mais dans ce qui suit on s'en est tenu à une étude d'ensemble : on n'a pas séparé

I. F. A. C. 5 Station de Martinique.

les fruits des différents traitements, on les a considérés comme un lot d'une hétérogénéité comparable à celle des fruits « tout venant » entrant en usine, originaires de différentes plantations de l'île.

Les quantités moyennes de cations apportées correspondent à :

K ₂ O	: 17,43 g/pied
CaO	: 8,36 —
MgO	: 6,66 --

Ils ont été appliqués en 5 fois : 1/3 sous le film de poly avant plantation le solde en 4 applications d'importance égale.

L'azote et le phosphore ont été appliqués en doses croissantes par 8 pulvérisations sur le feuillage.

La croissance des plants a été rapide et 9 mois après la mise en terre des rejets, on induisait la différenciation de leur inflorescence par 3 applications d'une solution saturée d'acétylène au cœur de la rosette de feuilles, ce qui permit une récolte groupée 5 mois 1/2 à 6 mois plus tard.

OBSERVATIONS RÉALISÉES

Tous les fruits, en principe, ont été récoltés au même degré de maturité apparente : « M₂ », correspondant à une coloration orangée allant du 1/4 à la mi-hauteur du fruit.

Sur le fruit entier on a relevé :

- le poids (sans couronne),
- le poids de la couronne,
- le diamètre maximum du fruit,
- la longueur du fruit,
- le diamètre de la tige fructifère (à 2 cm de la base du fruit).

On a ensuite enlevé les deux extrémités du fruit. Puis on l'a passé dans une cylindre-cœureuse verticale semi-automatique pour fruit 4/4 (évidemment intérieur du couteau cylindrique : 95 mm).

On en a retiré :

- le cylindre de chair que l'on a paré, puis sectionné dans une trancheuse à main, qui le découpa en tranches de 8 mm d'épaisseur,
- le cœur.

Avant de procéder au triage des tranches, on a examiné celles se trouvant au milieu du cylindre pour affecter au fruit un « coefficient de maturité », ce coefficient à 3 « volets » tient compte à la fois :

- de la couleur de la chair,
- de son degré de « remplissage » (les cavités ovariennes sont plus ou moins marquées),
- de sa translucidité.

Pour chacune de ces caractéristiques, on passe de la cotation « 1 », correspondant au fruit à chair très pâle, à alvéoles importantes et opaque, à la cotation « 5 » correspondant au fruit à chair colorée, sans alvéoles ou presque et entièrement translucide : le fruit considéré comme mûr.

On considère comme normal un fruit pour lequel on donne la même cotation pour chacune de ces caractéristiques, mais il y a des anomalies liées souvent au climat. Il existe, en effet, des fruits à chair entièrement translucide, mais de couleur très pâle et dont la peau elle-même est verte, c'est ce que l'on a appelé le « jaune ».

Quand la récolte intervient dans une région à faible luminosité froide ou humide par ailleurs, les fruits même mûrs ne peuvent dépasser la cotation « 3 » : la chair reste pâle, opaque et souvent « alvéolée ».

Cette cotation n'est donc valable que pour des régions favorables à la culture de l'ananas.

La très grande majorité des fruits de l'essai considéré se sont classés dans les catégories 3 et 4, ce sont donc des fruits proches de leur complète maturité, à chair partiellement translucide, à coloration assez avancée et presque « pleins » (les cavités ovariennes étant le plus souvent réduites à des lentilles).

On a pesé séparément :

- *les tranches* que l'on a classées en 2 catégories et dénombrées,
- *les morceaux de tranches* (les tranches abîmées ont été découpées en morceaux de taille réglementaire, les plus petits morceaux étant ajoutés au crush),
- *le crush* (compote) provenant essentiellement du grattage manuel de la face interne des peaux (on n'a pas récupéré comme on le fait parfois de la chair des faces internes des « extrémités », l'enlèvement des extrémités s'étant effectué manuellement « au plus juste », les quantités récupérées étaient très faibles),
- le cœur,
- *la peau « grattée » et les extrémités*, l'ensemble formant avec les écarts de parage ce que l'on appelle *les déchets*.

Pour le classement entre tranches « choix » et « standard » on s'est basé sur les normes habituelles en usage en Martinique.

On a tenu compte.:

- 1) de la couleur et de la translucidité de la tranche,
- 2) du remplissage des tranches,
- 3) de la netteté de ses contours,
- 4) du centrage et donc de l'importance éventuelle de cette zone durcie qui appartient au cœur et que l'on trouve parfois au voisinage de l'évidement intérieur.

Une fraction représentative de la partie comestible du fruit (tranches, crush, morceaux de tranches) a été broyée. Une partie aliquote du broyat (2 % en poids de la partie comestible du fruit) a été déshydratée pour analyse minérale — Pour connaître les exportations correspondant à la récolte on a prélevé parallèlement une partie aliquote des déchets (peau + extrémités + déchets de parage).

Un autre prélèvement du broyat a été centrifugé. Une partie aliquote représentant 1 % en poids de la partie comestible (après correspondance avec le volume) a

été prélevée pour des analyses biochimiques, tandis qu'une petite quantité supplémentaire servait à déterminer la teneur en sucre au réfractomètre et l'acidité.

Dans ce qui suit on s'est contenté de présenter les résultats « technologiques » pouvant intéresser les conserveurs et toutes les personnes s'intéressant aux problèmes de conserverie de l'ananas, certaines données sont bien connues des premiers, cette étude a cependant permis de les préciser.

Etant donné que toutes les opérations ont été réalisées manuellement ou à l'aide de quelques machines semi-automatiques, l'utilisation du fruit est excellente (mais pas évidemment le rendement « travail » jugé en nombre d'heures employées à l'unité produite !) et, en conséquence sensiblement supérieure à ce qu'elle est en usine.

Les données obtenues ne pourront donc être utilisées pour des extrapolations qu'avec beaucoup de prudence et, en définitive, c'est plus l'évolution de celles-ci en fonction du poids du fruit que leur valeur absolue qui présente de l'intérêt.

CARACTÉRISTIQUES DU FRUIT ENTIER

Le poids moyen (sans couronne) des fruits était de 2,276 kg, ce qui est un peu élevé pour la fabrication des tranches au sirop. Plus intéressante est la répartition des fruits suivant des classes de poids (classes allant de 200 en 200 g, fig. 1).

On a une courbe de Gauss classique, montrant une relativement bonne homogénéité de la récolte, mais suffisamment étalée cependant pour permettre une étude de l'utilisation du fruit suivant son poids.

Une étude de la répartition des fruits par classe de poids à l'intérieur de « classes » de diamètre maximum de 100 mm (fig. 2) montre que la très grande majorité des fruits correspondent à des conserves 4/4 (2 1/2 suivant les normes américaines).

Leur diamètre maximum dans leur grande majorité est supérieur à 130 mm, plus précisément compris entre 140 et 149 mm alors que le diamètre limite pour les « fruits 4/4 » se situe habituellement aux alentours de 120 mm.

Les courbes donnant l'accroissement des diamètres maximum et des longueurs par classe croissante de poids de fruits (fig. 3) sont très régulières, mais on constate que l'accroissement de la longueur est nettement plus rapide que l'accroissement de la largeur, ce qui laisse espérer un rendement en tranches croissant nettement avec le poids du fruit.

Contrairement à ce que l'on aurait pu penser le poids de la couronne au-delà d'un poids de fruit d'environ 2 kg tend à diminuer quand le poids du fruit augmente (fig. 4 et 5), si bien que le rapport poids de la couronne/poids du fruit qui est de l'ordre de 30 % pour des fruits de 1,250 kg tombe à 10 % seulement pour des fruits de poids de 3 kg.

Le diamètre du pédoncule mesuré à 2 cm en dessous du fruit (comme celui du cœur malheureusement) augmente avec le poids du fruit (fig. 6), mais moins rapidement que celui-ci, si bien que le rapport entre le diamètre du pédoncule et le poids du fruit diminue progressivement au fur et à mesure que le poids du fruit s'élève (fig. 7).

UTILISATION INDUSTRIELLE DU FRUIT

En représentant sur un même graphique les différentes parties du fruit inventoriées à la sortie de la cylindreuse-écœureuse et de la trancheuse (fig. 8) on constate un

net accroissement du poids des tranches avec le poids du fruit mais qui n'est pas proportionnel à celui-ci. Si le poids des morceaux de tranches varie peu et celui du cœur s'accroît légèrement, par contre le poids du crush (grattage interne des peaux) et des déchets augmente beaucoup plus rapidement que le poids des tranches.

En représentant les variations des poids des différentes parties du fruit obtenues selon le poids du fruit, non plus en valeur absolue, mais en valeur relative, c'est-à-dire en pour cent du poids total (fig. 9) on constate que le rendement en tranches — pourcentage de poids de tranches par rapport au poids total du fruit — croît jusqu'à des fruits de poids moyen de 1,900 kg pour décroître ensuite lentement.

Le rendement en morceaux de tranches ne fait que décroître régulièrement quand le poids du fruit augmente, tandis que le pourcentage de crush connaît une évolution inverse très marquée. Le pourcentage de déchets, de son côté, s'accroît légèrement alors que le pourcentage de cœur ne varie pratiquement pas.

Plus le poids des fruits est élevé moins on récupère de morceaux de tranches de taille réglementaire ; une fraction croissante de ceux-ci passe au crush.

Si on suit l'évolution du nombre de tranches (fig. 10) on constate un accroissement rapide jusqu'à un poids de fruit de 1,900 kg puis un accroissement plus lent, ce qui se manifeste en représentant graphiquement le rapport Nombre de tranches/poids du fruit (fig. 11) par une courbe ascendante jusqu'à un poids de fruit de 1,900 kg puis descendante.

On aurait pu penser à une évolution inverse étant donné que le fruit a tendance à devenir d'autant moins large dans sa partie supérieure qu'il est plus gros, mais un autre facteur intervient qui agit en sens inverse : le fruit est d'autant plus dense que le poids du fruit augmente, ceci se manifeste nettement sur la courbe d'évolution du poids moyen des tranches (fig. 12). Le poids moyen des tranches croît d'abord rapidement avec le poids du fruit, puis lentement pour se maintenir à un niveau de 55,6 g avec des fruits de poids moyen dépassant 2,500 kg.

Du point de vue qualité, on a distingué les tranches « choix » des tranches « standard », on constate que le nombre de tranches « choix » s'accroît avec le poids du fruit (fig. 13) alors que le nombre de tranches « standard » évolue peu. En représentant l'évolution des pourcentages de l'un et l'autre types de tranches (fig. 14), on remarque plus nettement cette évolution, elle ne doit pas étonner étant donné que pour un même degré de coloration de la peau la maturité réelle de la chair augmente avec le poids du fruit ; ceci explique également pourquoi le poids moyen des tranches croît avec le poids du fruit : les tranches « choix » plus « pleines » que les tranches « standard » sont plus denses.

L'accroissement du nombre de tranches du type « choix » serait même plus rapide si un autre facteur évoluant en sens inverse ne venait freiner cette tendance. Il s'agit du cœur dont le diamètre croît habituellement avec le poids du fruit, et que l'on retrouve en quantité croissante au voisinage du contour de l'évidement interne de la tranche, au fur et à mesure que le poids du fruit augmente, ce qui a pour conséquence de déclasser un nombre croissant de tranches « choix » qui par leurs autres caractéristiques : couleur, translucidité... auraient normalement appartenu à cette catégorie.

Au point de vue composition on constate une teneur moyenne en extrait sec, un peu faible, que l'on espère améliorer dans l'avenir par une alimentation mieux étudiée, mais par contre, une acidité très satisfaisante.

L'extrait sec tend à diminuer avec le poids du fruit, ce qui peut paraître étonnant,

car c'est le contraire que l'on observe habituellement, il est possible que les fruits les plus gros aient été récoltés à un degré de maturité réel un peu trop avancé.

L'évolution de l'acidité du fruit qui tend nettement à baisser avec le poids du fruit est, par contre, normale et se retrouve presque partout (fig. 16).

CONCLUSION

De cette étude, il en ressort que si le but principal d'une conserverie est la fabrication de tranches 4/4, le poids moyen de fruit optimum se situe entre 1,800 kg - 2,000 kg. Au-dessus le rendement en tranches tend à baisser au profit de produits dont les débouchés sont plus limités, et que l'on tend de plus en plus à considérer comme des sous-produits de la fabrication de tranches.

Pour diminuer le poids moyen des fruits tout en maintenant le même tonnage récolté/ha (calculé sur plusieurs années), on peut :

- soit raccourcir la longueur du cycle (par traitements hormones appropriés) et ainsi « récupérer » un cycle supplémentaire au bout d'un laps de temps suffisant,
- - soit mieux : accroître la densité/ha.

Il est indispensable alors, de redoubler d'efforts pour que les rejets soient très homogènes — en effet, les risques d'étouffement des plants les uns par les autres sont d'autant plus élevés que la densité est plus forte, comme le sont, par ailleurs les risques de verse en seconde récolte — Il faut donc être prudent pour éviter de tels accidents et n'accroître la densité que modérément.

Si l'on recherche essentiellement la fabrication de tranches 3/4, ce sont des poids moyens de fruits sensiblement plus faibles qu'il sera nécessaire de rechercher et c'est le plus souvent en combinant les deux techniques (accroissement de la densité et raccourcissement du cycle) que l'on atteindra au meilleur coût cet objectif.

RÉSUMÉ

On a étudié séparément l'utilisation industrielle d'un lot de près de 500 fruits, provenant de parcelles d'essai, représentatifs de la production locale avec un outillage du type de celui utilisé en petite conserverie d'ananas.

On remarque que le rendement en tranches entières tend à croître jusqu'à un poids de fruit de 1,900 kg pour décroître ensuite, alors que le rendement en « crush », produit au marché limité, croît régulièrement avec le poids du fruit.

Le poids des tranches croît avec le poids du fruit pour plafonner ensuite avec des fruits d'un poids moyen supérieur à 2,500 kg.

L'extrait sec, comme l'acidité tendent à baisser avec l'augmentation du poids du fruit, mais le pourcentage de tranches « choix » par rapport aux tranches « standard » suit une évolution inverse.

C'est donc bien une production de fruits de poids moyen de 1 800 à 2 000 g que l'on doit rechercher.

SUMMARY

TECHNOLOGICAL STUDIES ON PINEAPPLE

Industrial utilisation of a 500 fruit lot has been studied. Fruit came from experimental plots and they were representative of the local production. Used equipment was the same as the one used in little canning fruit factories.

The yield in plain slices tends to increase until à 4 1/2 lb fruit, to decrease afterwards, when « crush » yield, a limited utilisation product, increases regularly according to the fruit weight.

Slices weight varies in the same way as fruit one, to stand then, with fruit of 5 1/2 lb average weight.

Dry matter, as acidity, tends to decrease when fruit weight increases, but the percentage of « choix » slices compare to « standard » ones, follows an inverse evolution. So, it is a 4 to 4 1/2 lb average weight fruit production we have to work for.

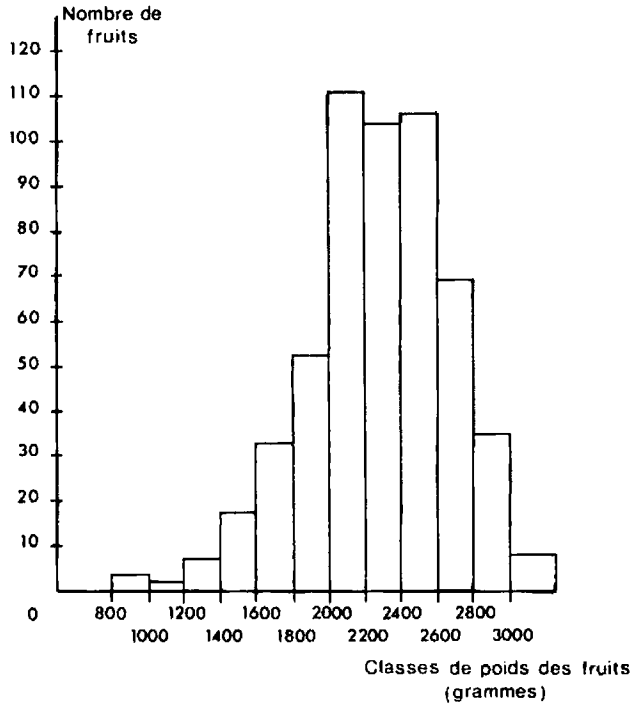


FIG. 1. — Nombre de fruits observés par classe de poids de fruit de 200 g (sans couronne).

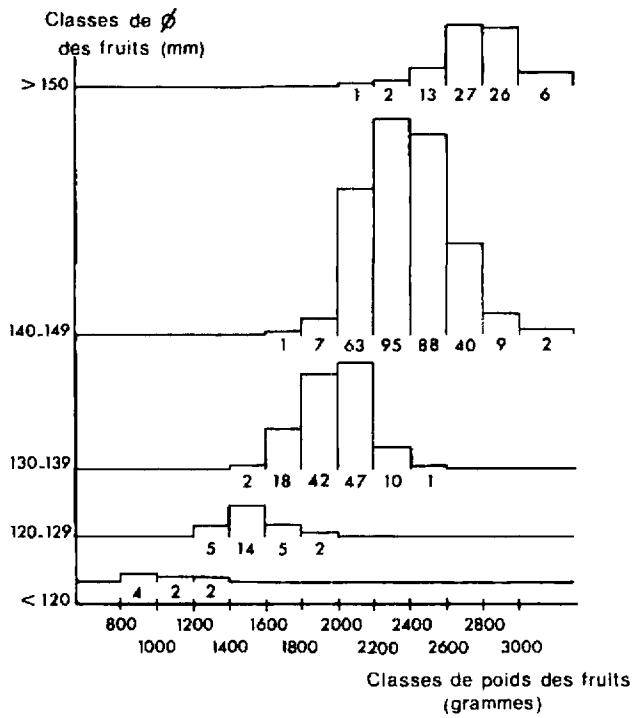


FIG. 2. — Nombre de fruits par classe de poids de 200 g pour chaque classe de diamètre maximal de 10 mm.

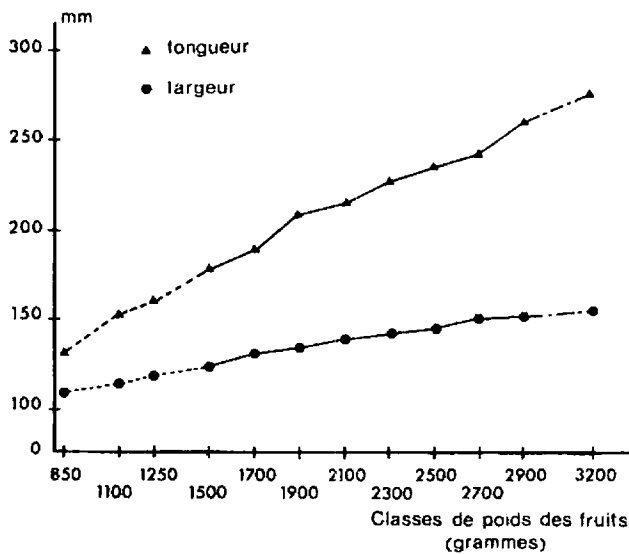


FIG. 3. — Evolution du diamètre maximal moyen et de la longueur moyenne des fruits en fonction du poids des fruits

▲ Longueur,
◆ Largeur.

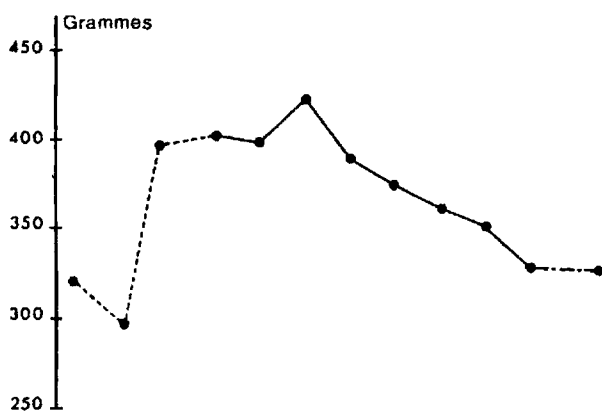


FIG. 4. — Evolution du poids moyen de la couronne en fonction du poids des fruits ⁽¹⁾.

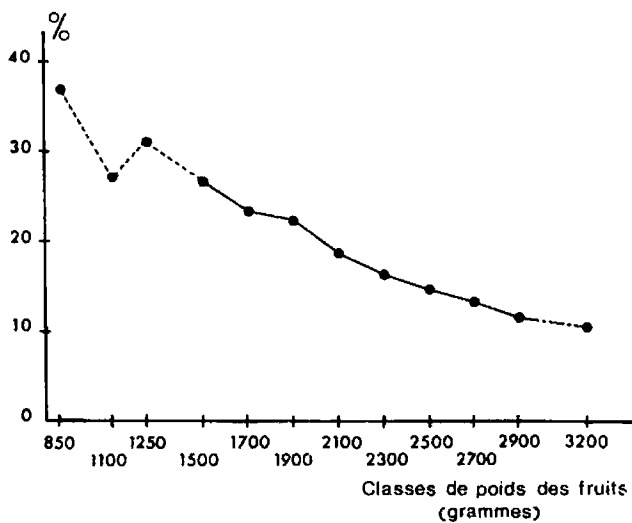


FIG. 5. — Evolution du rapport : $\frac{\text{Poids couronne}}{\text{Poids du fruit}}$ en fonction du poids du fruit.

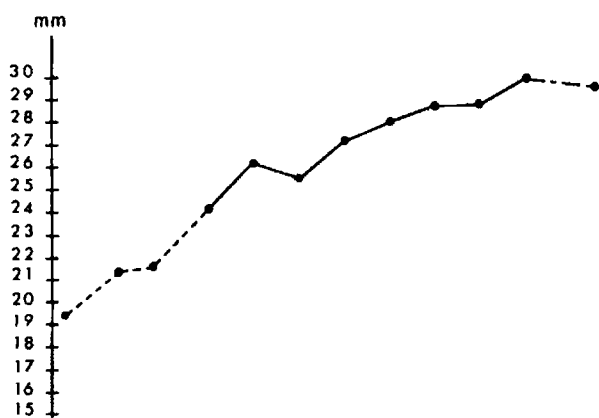


FIG. 6. — Evolution du diamètre moyen du pédoncule (mesuré 2 cm sous le fruit) en fonction du poids moyen des fruits ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Pour les figures 4 et 6, échelle des poids de fruits identique à celle de la figure voisine.

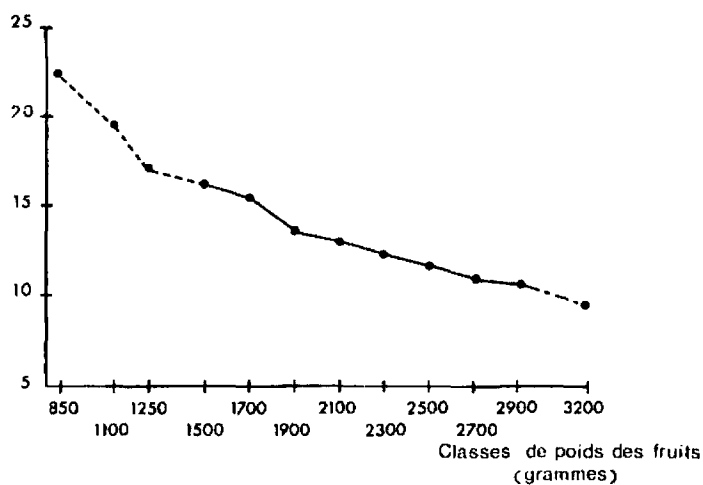


Fig. 7. — Evolution du rapport :
 $\frac{\text{Diamètre moyen du pédoncule}}{\text{Poids de fruit}}$ en fonction du poids des fruits.

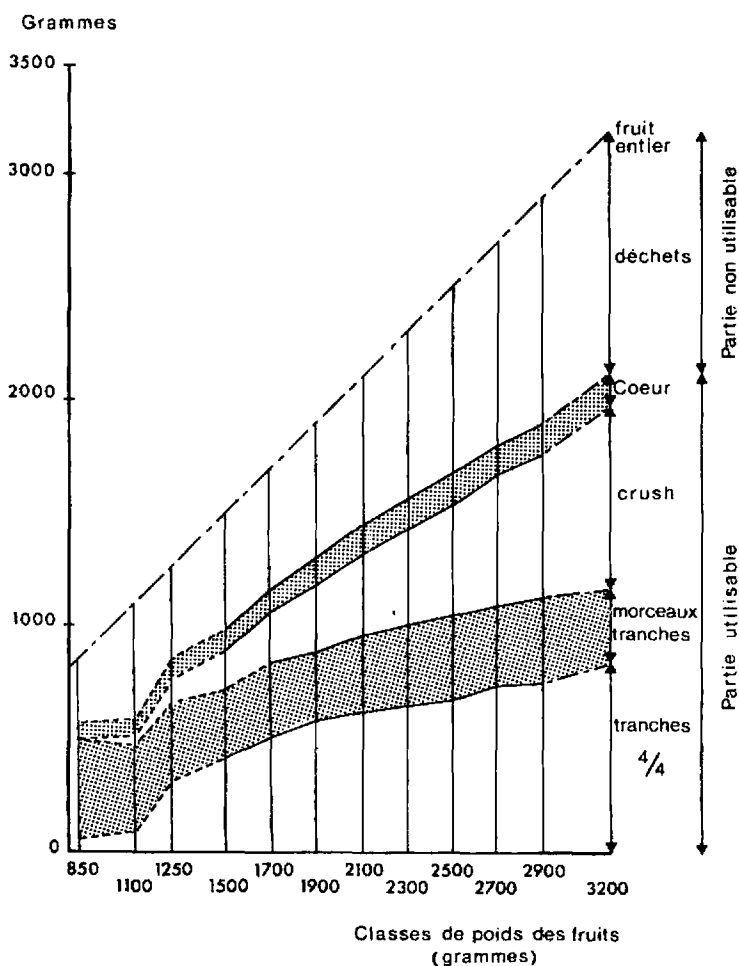


Fig. 8. — Utilisation du fruit. Evolution du poids moyen des différentes parties du fruit en fonction du poids du fruit.

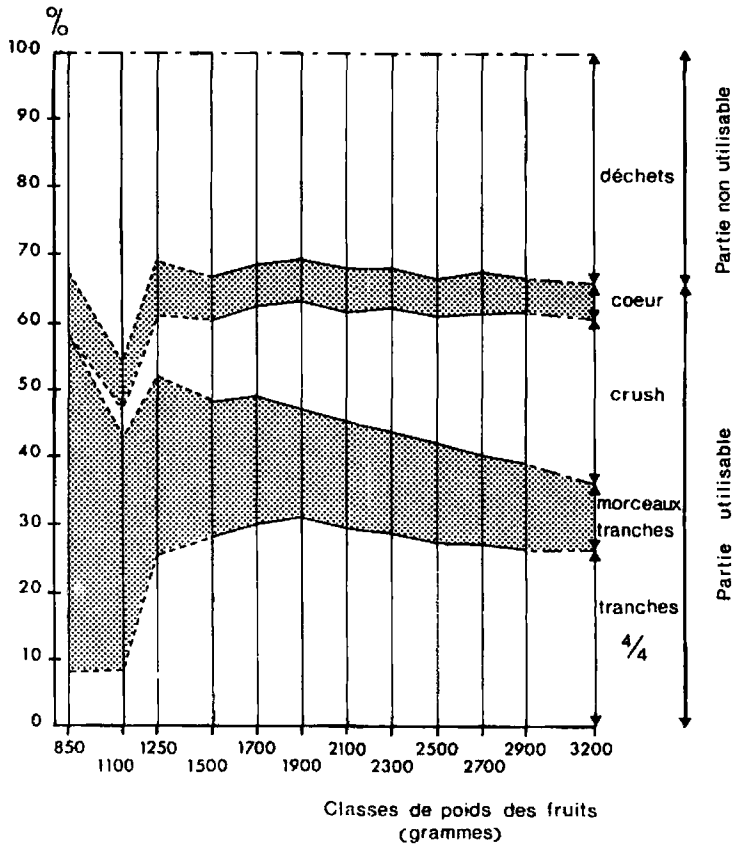


FIG. 9. — Utilisation du fruit. Evolution des rapports des poids moyens des différentes parties du fruit sur le poids du fruit en fonction du poids du fruit.

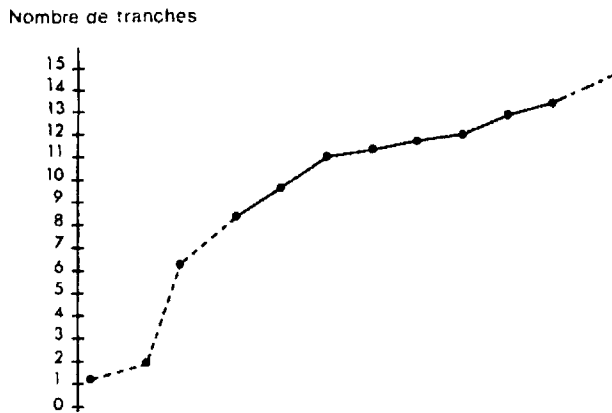


FIG. 10. — Evolution du nombre moyen de tranches 1/4 en fonction du poids du fruit ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Pour la figure 10, échelle des poids de fruits identique à celle de la figure voisine.

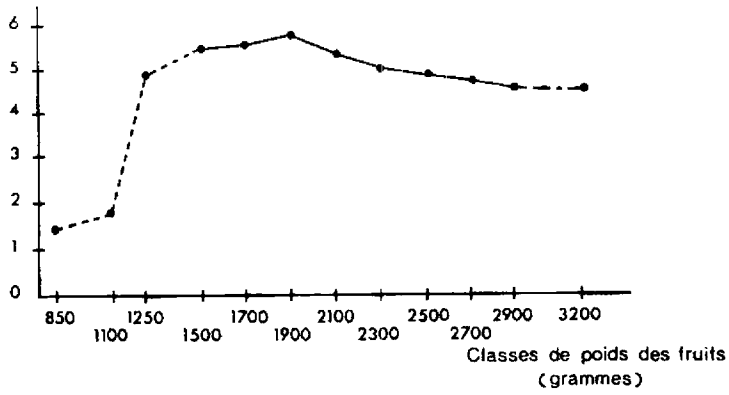


FIG. 11. — Evolution du rapport :
 $\frac{\text{Nombre moyen de tranches}}{\text{Poids du fruit}}$ 4/4 en fonction du poids du fruit.

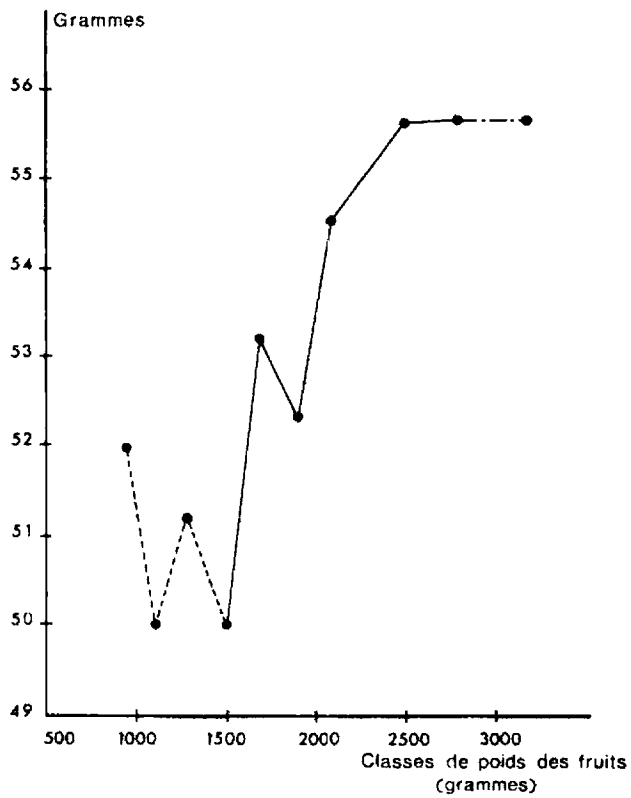


FIG. 12. — Evolution du poids moyen de la tranche en fonction du poids du fruit.

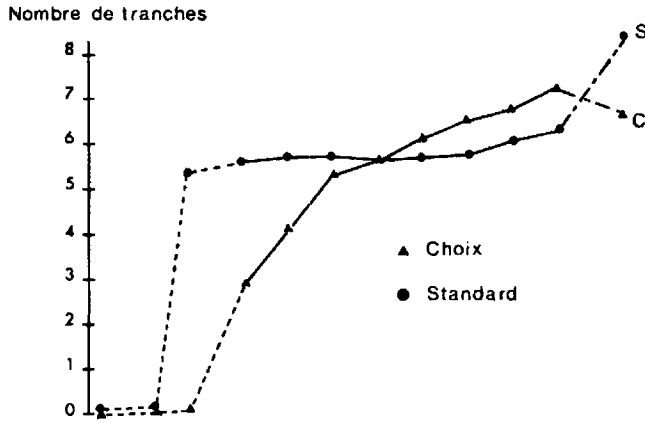


FIG. 13. — Evolution du nombre moyen de tranches 4/4 « Choix » et 4/4 « Standard » en fonction du poids du fruit. ⁽¹⁾

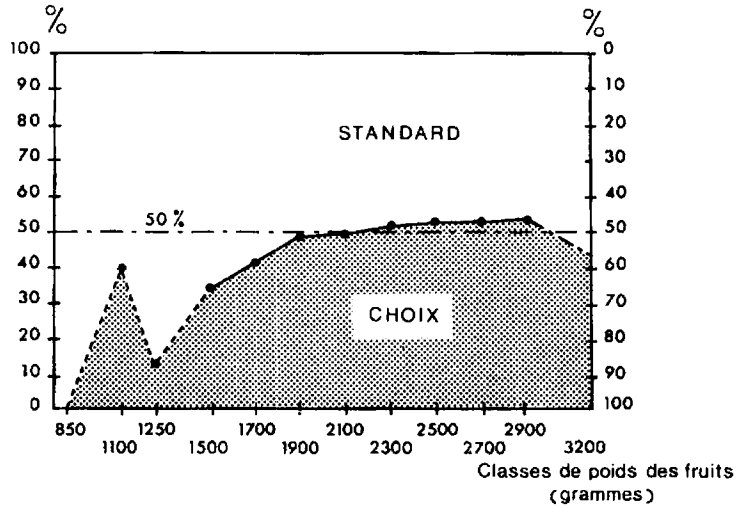


FIG. 14. — Evolution du rapport : Nombre moyen de tranches 4/4 « Choix » et nombre moyen de tranches 4/4 « Standard » sur Nombre total de tranches en fonction du poids du fruit.

⁽¹⁾ Pour la figure 13, échelle des poids de fruits identique à celle de la figure voisine.

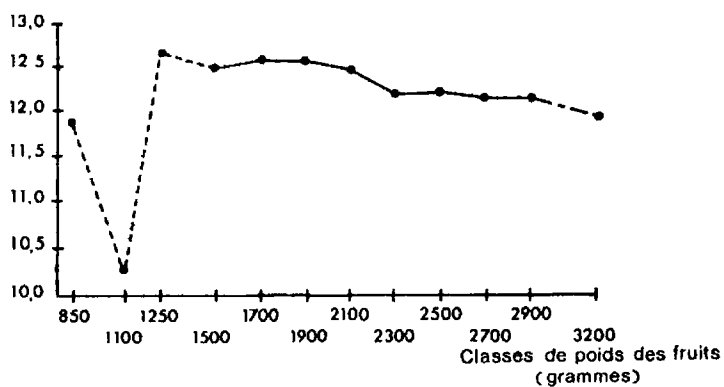


FIG. 15. — Evolution de l'extrait sec moyen en fonction du poids du fruit.

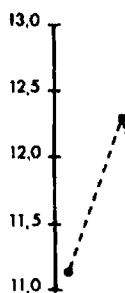


FIG. 16. — Evolution de l'acidité moyenne en fonction du poids du fruit. (1)

(1) Pour la figure 16, échelle des poids de fruits identique à celle de la figure voisine.

ESSAIS DE TRAITEMENTS DES BANANES AU THIABENZOLE *

Ch. BEAUDOIN, J. CHAMPION et R. MALLESSARD

I. F. A. C., Paris ; Guadeloupe.

RÉSUMÉ

Résultats d'essais réalisés à la Station I. F. A. C. de Neufchâteau en Guadeloupe (Antilles françaises) et d'envois expérimentaux de cette même Station vers la France.

Le fongicide étudié est le thiabendazole (T. B. Z.) sous une forme en poudre mise en suspension dans l'eau, aux doses entre 300 et 400 p. p. m. de matière active, qui ont été trouvées les meilleures. Un lavage assez prolongé des fruits avant traitement reste nécessaire, mais l'addition à l'eau de lavage de 500 p. p. m. d'hypochlorite de calcium est plutôt favorable, et facilite en tout cas la dispersion de la sève. Le fongicide est actif sur *Gloeosporium musarum* si l'inoculation du champignon n'est pas trop ancienne (moins de trois jours). Il est efficace sur les inoculations ultérieures. Les pourritures du coussinet ne se développent pratiquement pas jusqu'à la maturation. Les chancres sur le péricarpe et le pédicelle ont leur développement assez sensiblement limité. Dans le cas où le T. B. Z. serait autorisé, on disposerait d'une méthode utilisable, en attendant d'autres progrès dans le traitement des champignons qui endommagent les bananes après récolte.

SUMMARY

TREATMENT TESTS WITH THIABENDAZOLE ON BANANAS

-- Results of tests realized at the Station I. F. A. C. of Neufchâteau in Guadeloupe, and of experimental sendings from this Station to France.

The studied fungicide is the Thiabendazole (T. B. Z.) ; powder in suspension in water, with 300 and 400 p. p. m. of am, has resulted to be the best.

Fruit must be washed before treatment, but the addition of 500 p. p. m. of NaCl O to water devoted to this purpose is rather favorable and makes sap spreading easier. Fungicide is active on *Gloeosporium musarum* if fungus inoculation is not too old (less than 3 days). It is effective on following inoculations. Cushion rotting do not develope nearly at all until ripening. Cankers on pericarp and pedicel have their evolution quite sensibly limited.

In the case T. B. Z. should be allowed, we could dispose of a useful method, waiting for other progresses in treatment of mold which dammages bananas after crop.

* Le texte complet de cette communication a été publié d'autre part dans « Fruits », 1969.

L'AVOCATIER EN MARTINIQUE

Y. BERTIN

I. F. A. C. ; Station de Martinique.

L'avocatier à l'état naturel existait depuis fort longtemps en Martinique. On trouve encore un grand nombre d'avocatiers de race antillaise, issus de semis, dispersés dans l'île. C'est seulement depuis dix ans environ que les premières plantations commerciales ont été entreprises. Actuellement, les vergers de ce type couvrent 150 ha environ, dont la moitié est âgée de moins de 5 ans. Au départ, considérée comme une culture très secondaire, l'avocatier était implanté dans des terrains à très forte pente et recevait très peu de soins, hormis quelques exceptions. Les exportations très faibles étaient réalisées dans de très mauvaises conditions (transport à 12° C) et les avaries en cours de route étaient très importantes.

L'intérêt porté à une diversification des cultures aux Antilles et la vulgarisation de la consommation de l'avocat en France et en Europe ont favorisé le développement et l'amélioration de cette production qui semblait avoir un avenir, tant au point de vue cultural que commercial.

VARIÉTÉS CULTIVÉES

Parmi les nombreuses variétés introduites au départ, il est apparu que les hybrides guatémaltèques-antillais étaient les mieux adaptés au climat, notamment Booth 7 et 8 et Lula. Les variétés telles que : Tylor, Peterson, Pollock Choquette convenaient moins bien pour des raisons diverses :

Productivité, écorce trop fragile, forme ou calibre ne convenant pas aux impératifs du marché.

Finalement, Lula est presque la seule variété cultivée (95 % environ). Dans les conditions antillaises, elle est productive, les fruits ont un calibre et une forme satisfaisante, elle résiste parfaitement au transport à 6-8° C.

La période d'expédition se situe entre la fin août et la fin novembre.

Cette date limite pourrait considérablement être retardée si d'autres pays n'entraient pas en concurrence à ce moment-là. Néanmoins, avec l'augmentation des plantations, on cherche à étaler la production par l'introduction et l'observation de variétés plus précoces ou plus tardives.

Les greffages sont réalisés uniquement sur des semis de variétés antillaises locales. Quelques tentatives de greffage sur semis de variétés greffées (Lula en particulier) ont en général échoué.

MÉTHODES CULTURALES

Préparation des sols

La majorité des plantations étant faite dans des terrains incultes et non mécanisables, les travaux de préparation consistent essentiellement en défrichage et préparation des trous de plantation. Ces trous, quand ils sont réalisés dans de bonnes conditions, ont un mètre en tout sens. On apporte généralement la fumure de fond suivante :

- 1 kg de sulfate de potasse,
- 1 kg de superphosphate.

Les trous sont refermés en incorporant cet engrais, et parfois du fumier, ou des débris végétaux.

Densité de plantation

Au départ, les plantations étaient faites à forte densité (4 m × 6 m) mais on s'est vite aperçu que ces densités étaient trop élevées. Actuellement, on conseille les distances de 7 m × 7 m. Il est parfois recommandé de doubler la densité temporairement ; on arrache ensuite un arbre sur deux à l'âge de 5 ou 6 ans. Ce système permet d'avoir une rentabilité plus élevée les premières années.

Façons culturales

On laisse se développer un enherbement naturel contrôlé par des fauchages réguliers au girobroyeur lorsque c'est possible, sinon manuellement. Le tour des arbres est maintenu propre manuellement dans les jeunes plantations, chimiquement ensuite (Paraquat).

Taille

Lorsqu'une taille de formation n'a pas été effectuée, la variété Lula ayant un port très érigé, il devient très difficile de contrôler le développement de l'arbre.

Taille de formation : Elle est commencée dès la pépinière et poursuivie pendant les trois premières années. Elle consiste en un pincement régulier (deux à trois fois par an) des extrémités verticales. Ces pincements ont pour but de favoriser les ramifications et la croissance en largeur.

Les arbres sont formés en gobelets différés à trois ou quatre charpentières.

Taille d'entretien : Elle consiste essentiellement en une taille des prolongements et d'éclaircissage et suppression des bois morts. On tend de plus en plus à éliminer toutes les parties hautes qui sont difficilement accessibles pour les traitements et la récolte. L'époque de taille se situe après récolte, durant la période sèche (janvier, février) tous les ans ou tous les deux ans suivant l'importance des tailles envisagées.

Fumures

Les terrains étant très hétérogènes, les formules de fumure sont très variables. Peu de recherches ont été faites dans ce domaine. Cependant, des doses analogues à

celles utilisées sur les agrumes sont employées avec toutefois, des apports d'azote moins importants et de potasse plus importants.

L'équilibre préconisé est : 4-5-5.

La pluviométrie étant élevée dans certaines régions, on fractionne les doses en trois à six apports. On constate assez fréquemment dans le Nord de l'île, autour de la montagne Pelée, des carences en magnésie. Ces carences sont contrôlées par des apports de chaux magnésienne ou de sulfate de magnésie.

Des essais de diagnostic foliaire vont être entrepris.

MALADIES ET PARASITES

Maladies

Phytophthora : Dans quelques plantations adultes établies dans des sols lourds et drainant mal, des cas de *Phytophthora cinnamoni* ont été diagnostiqués. Pour éviter de tels accidents, on conseille d'effectuer, dans la mesure du possible, les plantations dans des terrains légers bien drainés. D'autre part, certaines pépinières s'équipent d'ores et déjà pour produire des plants indemnes de *Phytophthora*. Le moyen utilisé est la stérilisation de la terre à la chaleur et le traitement des noyaux à l'eau chaude (52° C).

Cercospora de l'avocatier : Cette maladie est la plus courante en zone tropicale humide. On la contrôle par des traitements cupriques. Le produit qui donne les meilleurs résultats est l'oxyde cuivreux. Les applications se font, soit en *pulvérisation*, soit en atomisation à des intervalles variant de 15 à 30 jours suivant le climat.

Insectes et acariens

Les attaques de cochenilles et de thrips sont assez fréquentes et contrôlées par des traitements à base de méthyl-parathion. Contre les acariens, on utilise des acaricides spécifiques du type kelthane. Les traitements sont généralement faits à la demande lorsque les attaques sont apparentes.

Certains problèmes se posent dans la réalisation des traitements rendus difficiles par la topographie des terrains. On a souvent recours à des atomiseurs à dos dont l'efficacité est inférieure aux pulvérisateurs classiques.

RÉCOLTE ET CONDITIONNEMENT

La récolte est effectuée de façon sélective, le critère retenu étant le calibre (fruits de 300 à 400 g). Les fruits sont cueillis au cueille-fruit et transportés dans des bacs en matière plastique.

Presque tous les planteurs sont groupés en une société d'intérêt agricole la Sicama qui conditionne et expédie les fruits.

Les fruits réceptionnés sont calibrés au poids et emballés dans des cartons de 5 kg environ. Pour l'expédition, ces cartons sont ficelés par colis de deux.

TRANSPORT ET COMMERCIALISATION

Aussitôt après emballage, les fruits sont acheminés et chargés sur des bateaux frigorifiques où ils voyagent à une température de 6-8° C. La température optimale serait de 6° C et pourrait être abaissée à 4-5° C pour Lula. Cependant, la production étant encore insuffisante, des tranches de froid spéciales pour avocat ne peuvent être obtenues. Les fruits sont généralement transportés avec des ananas ou d'autres denrées qui demandent des températures plus élevées.

Différents importateurs assurent la commercialisation des lots qui restent individualisés.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES D'AVENIR

La production de la Martinique en 1968 s'est élevée à 520 T. Compte tenu des plantations déjà effectuées, on peut estimer que la production atteindra rapidement 1 500 T. D'autre part, des plantations assez importantes sont prévues pour les années à venir et devraient écouler facilement leur production, la consommation de l'avocat augmentant rapidement.

En effet, les importations françaises sont actuellement de 2 500 T environ, dont une partie est réexportée sur l'Europe. L'ensemble du Marché européen peut être comparé à celui des Etats-Unis. Or, la consommation américaine se situe entre 50 et 70 000 T. On peut espérer que la consommation européenne sera analogue dans quelques années, ce qui offre des perspectives encourageantes pour cette culture.

Afin que la Martinique maintienne sa place sur le marché, l'accent est porté particulièrement sur l'augmentation des rendements, la qualité des fruits et l'approvisionnement régulier du marché.

RÉSUMÉ

La culture de l'avocatier, d'origine assez récente, se développe en Martinique dans le cadre de la diversification des cultures. Compte tenu de certains impératifs économiques et culturels la variété « Lula » est la plus cultivée.

Cependant, on recherche d'autres variétés, adaptées aux conditions locales, qui permettraient d'étendre la période de production.

Les efforts des producteurs se portent essentiellement sur l'amélioration des méthodes culturales, la qualité des fruits, leur conditionnement et leur transport.

La production encore assez faible, 500 T environ, devrait atteindre rapidement 1 500 T. L'ouverture des marchés de l'avocat en Europe devrait permettre un développement satisfaisant de cette culture.

SUMMARY

AVOCADO CULTURE IN MARTINIQUE

Avocado culture, has been developed quite recently in Martinique in relation with the crops diversification tendency — variety « Lula » is the most used — However other are tried, suitable to local environment which would allow a longer production period.

Producers essentially work for best cultural methods, best fruit quality, conditioning and transport.

The annual production is yet low : 5,00 metric tons, but should rapidly reach 1,500. New possibilities of sending to Europe should allow good development of this crop.

IMPORTANCE DES MALADIES PROVOQUANT DES TACHES FOLIAIRES SUR TOMATE EN GUADELOUPE RÉSULTATS D'UN PREMIER ESSAI DE FONGICIDES

C. M. MESSIAEN, A. BEYRIES et M. BERAMIS

Le flétrissement bactérien dû à *Pseudomonas solanacearum* représente actuellement l'obstacle majeur à la production régulière de tomates, tout au moins dans les zones volcaniques et humides de l'île. Nous pouvons cependant dès maintenant, grâce au greffage sur la tomate résistante CRA 66 (à petits fruits amers) nous mettre dans la situation des cultivateurs qui, dans quelques années, nous l'espérons, disposeront de variétés résistantes à gros fruits.

On s'aperçoit alors de la gravité des maladies provoquées sur le feuillage par divers champignons, aussi bien sur plantes greffées en Guadeloupe volcanique que sur plantes non greffées en Grande-Terre calcaire, où le flétrissement bactérien ne sévit pas gravement. Nous allons passer en revue ces divers parasites :

I — PHOMA DESTRUCTIVA, ALTERNARIA SOLANI ET CORYNESPORA CASSIICOLA.

Ces trois champignons provoquent des taches d'apparence analogue : circulaires ou ovales, éventuellement confluentes, d'un diamètre de 5 à 20 mm, noires zonées concentriquement et généralement entourées d'un halo jaune.

Les attaques, discrètes sur jeunes plantes deviennent graves à partir de la nouaison des deux premiers bouquets. Les feuilles devenant sensibles lorsqu'elles sont adultes, la maladie progresse de bas en haut.

Le *Phoma* et l'*Alternaria* provoquent l'apparition de taches noires allongées sur les tiges et peuvent attaquer les fruits à partir des sépales, plus souvent pour *A. solani* que pour *P. destructiva*.

D'une façon générale nous avons plus souvent rencontré le *Phoma* en Guadeloupe volcanique, l'*Alternaria* en Grande-Terre, le *Corynespora* durant les mois les plus chauds.

I. N. R. A. : Station de Pathologie Végétale, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.

2 — SEPTORIA LYCOPERSICI

Les taches de *Septoria* sont plus petites que celles de *Phoma* ou d'*Alternaria* (2 à 5 mm de diamètre). Entourées d'un cercle brun noirâtre leur centre est plus clair, et, plus facilement à la loupe qu'à l'œil nu, on aperçoit quelques points noirs au centre (les pycnides). La maladie progresse de façon comparable au *Phoma* ou à l'*Alternaria*. Nous ne l'avons rencontrée qu'en Guadeloupe volcanique.

3 — CLADOSPORIUM FULVUM

On voit apparaître à la face supérieure des feuilles des taches vert pâle puis jaunes. A la face inférieure on voit à l'emplacement correspondant un feutrage gris ou violacé (suivant les souches du champignon).

Certaines variétés comme Floralou, Indian river, Manalucie, Manapal sont résistantes aux races de *Cladosporium* présentes dans la zone caraïbe, ainsi que les hybrides F1 qui en dérivent. 199 PR, tolérante au flétrissement bactérien est au contraire très sensible puisque le *Cladosporium* fructifie aussi bien sur la face supérieure que sur la face inférieure des feuilles sur cette variété.

4 — STEMPHYLIUM SOLANI

Contrairement aux champignons cités ci-dessus, *S. solani* attaque aussi bien les jeunes feuilles que les feuilles adultes. Il apparaît en général quand les plantes ont donné la moitié de leur récolte. Les taches de *Stemphylium* ou l'aspect de taches de *Phoma* ou d'*Alternaria* en miniature (2 à 4 mm), avec souvent un contour anguleux.

Les variétés citées ci-dessus comme résistantes au *Cladosporium* et les hybrides F1 qui en dérivent sont également résistantes au *Stemphylium*. 199 PR semble également résistante, ainsi que CRA 66.

5 — MALADIES MOINS FRÉQUENTES

Xanthomonas vesicatoria provoque des taches noires encore plus petites que *Stemphylium solani*, non zonées, mais provoquant le jaunissement de la feuille infectée quand elles sont nombreuses. Des taches analogues apparaissent sur les pédoncules des fruits, les sépales. Sur les fruits, les taches prennent l'aspect de croûtes à contour irrégulier, noires de 5 à 10 mm de diamètre.

L'apparition irrégulière de cette maladie est sans doute liée à sa transmission par les semences, et à l'usage fortuit de lots contaminés.

Cercospora fuliginea présente un aspect analogue à *Cladosporium fulvum*, mais le feutrage qui apparaît sous la feuille est noir comme de la suie, d'où le nom de ce champignon. Il n'a été observé qu'une fois.

6 — MÉTHODES DE LUTTE POSSIBLES

Il est peu probable qu'on puisse abandonner un jour les traitements fongicides sur feuillage et fruits de tomate. Le nombre de résistances à accumuler dans une variété où même un hybride F1 de tomate serait trop élevé, si l'on y rajoute la nécessité d'y incorporer les résistances au *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* et au flétrissement bactérien. Aucune résistance exploitable du feuillage adulte vis-à-vis d'*Alternaria solani* n'existe d'ailleurs actuellement et les lignées résistantes à *Phoma destructiva* ne sont pas encore sorties de collections de WALTER (Floride).

Par contre on aurait tort de négliger, dans les programmes de sélection dirigés vers la résistance au flétrissement bactérien, la conservation des précieuses résistances au *Cladosporium* et au *Stemphylium* que possède, par exemple, Floralou.

Du côté des traitements fongicides, si nous pouvons transposer sans trop de crainte les résultats obtenus en Europe sur *Alternaria solani* nous sommes par contre assez dépourvus de renseignements sur l'efficacité des divers produits commerciaux actuels sur *Phoma destructiva*. C'est ce qui nous a conduits à réaliser dès cette année un essai de traitements fongicides vis-à-vis de ce parasite.

7 — RÉSULTATS D'UN ESSAI DE FONGICIDES VIS-A-VIS DE PHOMA DESTRUCTIVA

Dispositif expérimental

Un carré latin comprenant quatre répétitions. Les blocs 1 et 3 étaient plantés en hybride H 63/5 greffés sur CRA 66 résistant au *Pseudomonas solanacearum*, les blocs 2 et 4 en Floralou greffée sur ce même porte-greffe. Chaque bloc mesurait 24 m sur 1,25 m, ce qui nous a permis d'avoir des parcelles de 4,50 m × 1,25 m séparées par des intervalles de 2 m. 20 plants par parcelles espacés de 45 cm sur la ligne et palissés sur tuteur de 1,50 m.

Trois produits ont été testés : Daconyl 75 % (300 g/hl)
Manèbe 80 % (300 g/hl)
T M T D 80 % (300 g/hl)

en comparaison avec un témoin non traité. La plantation a été faite le 5.12.68 et les jeunes plants pendant les 15 premiers jours ont reçu deux traitements généraux au manèbe, pour qu'au départ de l'expérience tous les plants soient en parfait état sanitaire (taches foliaires).

Le 4 janvier 1969 nous avons accroché à l'extrémité de chaque piquet un fragment d'inoculum de *Phoma destructiva*. Cet inoculum avait été obtenu en stérilisant dans des fioles des fragments de tiges de *Solanum torvum* de 2 à 3 cm, sur lesquels nous avons ensemencé une souche de *P. destructiva* isolée en avril 1968 en Guadeloupe.

Un traitement hebdomadaire a été effectué par produit, renouvelable en cas de pluie dépassant 20 m/m et s'échelonnait comme suit : 22.12.68, 3.1.69, 8.1, 10.1, 16.1, 20.1, 24.1, 27.1, 4.2, 11.2.

10 pieds ont été choisis par parcelle pour leur régularité et leur bon état sanitaire (*Pseudomonas solanacearum*) ; des notations ont été faites sur les 3 étages foliaires surmontant les trois premiers bouquets floraux, de 0 à 4, le 4.2.69 :

- 0 = sans tache
- 1 = 1 à 10 taches
- 2 = plus de 10 taches
- 3 = jaunissement généralisé
- 4 = feuilles sèches.

Le tableau I réunit les moyennes de notes obtenues sur les 2 variétés pour l'état du feuillage, la récolte moyenne par plante arrêtée au 7.3.69 et le poids moyen de tige et feuilles par plante après arrachage.

TABLEAU I

Hybride 63/5	Daconyl	Manèbe	T. M. T. D.	Témoin
Moyennes de notes	0,9	1,55	2,6	2,95
Rendements moyens	1,970 kg	1,760 kg	1,340 kg	1,064 kg
Poids moyens pieds	0,440 kg	0,330 kg	0,300 kg	0,230 kg
Floralou	Daconyl	Manèbe	T. M. T. D.	Témoin
Moyennes notes	0,57	1,35	2,9	3,30
Rendements moyens	1,840 kg	1,740 kg	0,770 kg	0,700 kg
Poids moyens pieds	0,620 kg	0,430 kg	0,330 kg	0,300 kg

Ces résultats nous montrent l'intérêt du daconyl vis-à-vis de *Phoma destructiva*, puisqu'il se montre supérieur au manèbe. Ils nous montrent également qu'une forte attaque d'un parasite provoquant des taches foliaires (*Phoma destructiva* est intervenu à peu près seul dans notre essai) peut réduire de moitié une récolte de tomates.

Le daconyl étant déjà connu comme efficace sur *Alternaria solani* et un *Septoria* voisin de celui de la tomate (*S. apii*), il est certain que ce produit devra être repris dans les essais ultérieurs.

SUMMARY

Several leaf-spot diseases have been found on tomato in Guadeloupe : target spots caused by *Alternaria solani*, *Phoma destructiva* or *Corynespora casticola*, *Septoria* leaf spot (*S. lycopersici*), leaf mold (*Cladosporium fulvum*), and *Stemphylium* leaf spot (*S. solani*). We have observed also in some instances *Xanthomonas vesicatoria* and *Cercospora fuliginea*. Varietal resistance is useful (especially in varieties bred in Florida) against *Stemphylium* leaf spot and leaf mold. Fungicidal spraying must be applied to control the other diseases. In a fungicide trial realized with *Phoma* leaf spot, daconyl behaved in a better way than maneb, the results obtained with Thiram were close to the check.

ÉTUDE DE LA MYCOFLORE DES RACINES DU BANANIER « POYO » *

J. BRUN et D. SIOUSSARAM
I. F. A. C., Paris; Guadeloupe.

RÉSUMÉ

Une première série de travaux effectués sur la mycoflore des racines de bananier « Poyo » ont permis d'isoler une flore fongique (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, etc.) dont la pathogénie pouvait être envisagée. Nous avons cherché à démontrer cette pathogénie, en infestant artificiellement des bacs de culture contenant de la terre préalablement stérilisée, dans laquelle des bananiers sont mis en culture. L'examen de la mycoflore montre que les champignons inoculés ont été retrouvés après plusieurs mois de culture : d'autre part, la pesée des racines montre une différence nette entre les bananiers qui se sont développés en sol inoculé ou non.

La seconde partie de l'article rend compte d'un essai de traitement effectué sur des parasites précédents inoculés (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, etc.). Il n'a pas été possible de trouver des différences très marquées par l'analyse de la mycoflore ; mais les pesées de racines ont permis de déceler des différences entre les bacs traités et non traités.

SUMMARY

RESEARCH ABOUT THE MYCOFLORA OF « POYO » BANANA-TREE ROOT-SYSTEM

A first serie of works lead on « Poyo » banana-tree mycoflora have allowed to isolate a fungic flora (*Fusarium*, *Rhizoctonia*...) whose pathogenesis was possible. We have tried to demonstrate this pathogenesis, by infesting art:icially tanks containing sterilized soil, in which banana-trees are grown. The mycoflora examination shows that inoculated fung. have been found again after some months of culture : on another hand, the root weighing shows a real difference between banana-trees grown in inoculated soils or in not inoculated ones.

The second part of the paper tells about test effectuated on previous parasits inoculated.

It has not been possible to find any sensible difference by the analyses of the mycoflora, bat root weighing allowed to reveal differences between treated and not treated tanks.

* Le texte complet de cette communication a été publié d'autre part dans « Fruits », 1969.

IDENTIFICATION D'UN VIRUS DES CUCURBITACÉES EN GUADELOUPE ET MARTINIQUE

J. B. QUIOT

Plusieurs maladies à virus peuvent atteindre les cultures de Cucurbitacées en zone caraïbe. Ce sont le virus de la mosaïque du concombre (C. M. V.), les 2 souches du virus de la mosaïque de la pastèque (W. M. V. et 1 et 2). Le virus de la mosaïque de la courge (S. M. V.).

En Guadeloupe et Martinique des viroses ont été observées dans les différentes zones de culture maraîchère. Le tableau 1 résume les symptômes observés.

TABLEAU 1

	Symptôme primaire	Symptômes secondaires	Symptômes sur fruit
<i>Cucumis Melo</i> L. Melon Var. Cantaloup Charentais	éclaircissement des nervures	nervures bordées de vert foncé mosaïque avec cloque vert foncé	plages en relief vert foncé
<i>Cucumis sativus</i> L. Concombre Var. Ashley	éclaircissement des nervures	nervures bordées de vert foncé mosaïque avec cloque vert foncé	plages en relief vert foncé
<i>Citrullus vulgaris</i> schrad. Pastèque Var. locale	éclaircissement des nervures	nervures bordées de vert foncé feuilles filiformes	
<i>Cucurbita pepo</i> L. Courgette Var hybride F1 Diamant	éclaircissement des nervures	feuilles filiformes mosaïque quelques feuilles bordées de vert foncé	

Nous avons cherché à en identifier l'agent responsable.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les infections ont été réalisées sur des plantes élevées en pot de 10 cm remplis de terre stérilisée et placés sous une serre grillagée dans des conditions d'isolement moyennes.

I. N. R. A. ; Station de Pathologie végétale, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.

On inocule au stade cotylédon déployé ou 1 feuille sortie. Le virus est extrait de feuilles par broyage dans une solution de phosphate disodique 0,03 M en présence de bisulfite, la solution est filtrée sur étamine et, au moment de l'inoculation, on ajoute du charbon activé (Activit 50 × LM) et du carborundum 600 mesh à raison de 75 mg/ml chacun.

RÉSULTATS

Transmission mécanique du virus

Tous les isolats de virus réalisés en Guadeloupe et Martinique n'infectent qu'un nombre réduit d'espèces. Le tableau n° 2 à partir d'une gamme d'hôte réduite permet de comparer ce virus aux principales viroses des cucurbitacées signalées dans les caraïbes.

TABLEAU 2

	Isolats Antilles	C. M. V.	W. M. V. 1	W. M. V. 2	S. M. V.
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	—	11	—	—	—
<i>Nicotiana tabacum samsun</i>	—	s	—	11	—
<i>Pigna sinensis</i>	—	11	—	—	—
<i>Cucumis melo</i> L.	s	s	s	s	s
<i>Citroulus vulgaris</i> Schrad	s	s	s	s	—

11 = lésions locales. s = sensible — = aucun symptôme.

Des inoculations complémentaires ont permis de constater que le virus n'intéresse que les cucurbitacées maraîchères classiques melon, concombre, courgette et pastèque. Il provoque aussi une mosaïque généralisée sur *Luffa acutangula*. Par contre, il n'intéresse pas *Sechium edule* (la Christophine des Antilles), *Phaseolus vulgaris* P., *mungo* var. *aureus*, *Vicia faba*, *Gomphrena globosa*, *Petunia hybrida*, *Nicotiana tabacum* var. Xanthi n. c. et Paraguay. Il ne se multiplie pas non plus dans *Cucumis melo* B 633-3 sensible seulement au W M V 2.

Transmission par insecte

La maladie a pu être transmise par puceron sur le mode non persistant.

Des *Mysus persicae* élevés sur poivron (*Capsicum annuum*) sont placés 1 h sur des courgettes saines pour vérifier l'absence de virus contaminant puis après un jeûne de 15 mn ils sont déposés 10 mn sur des courgettes virosées et 1 h à raison de 5 par plante sur des courgettes saines.

Après 8 jours d'incubation 7 plants sur 12 ont présenté les symptômes de la maladie.

Caractéristiques physiques

Les caractéristiques du virus ont été étudiés à partir d'extraits de courgette hybride FI Diamant inoculés 12 jours auparavant.

- température d'inactivation 10' entre 50° et 55° C,
- limite de dilution entre 1/10 000 et 1/50 000,
- résistance à 28° C entre 6 et 14 jours.

CONCLUSION

Une gamme d'hôtes sensibles réduite aux cucurbitacées, dont la pastèque et un mode de transmission par aphide permettent de classer ce virus dans le groupe des W M V, il infecte *Luffa acutangula* et ne se multiplie pas sur B 633-3 et *Chenopodium amaranticolor*, ce qui permet selon Webb de le considérer comme appartenant au groupe des W M V 1.

Actuellement ce virus est le seul à attaquer les cucurbitacées en Guadeloupe. En particulier, bien qu'une souche de C M V ait été décrite sur bananier dans l'île en 1966, aucun dégât dû à ce virus n'a été observé.

RÉSUMÉ

Un virus trouvé en Guadeloupe et Martinique sur concombre, melon, pastèque et courgette a été identifié par ses propriétés physiques, ses réactions sur hôtes différentiels et son mode de transmission par puceron comme étant le Watermelon Mosaic Virus 1 (WMV 1) c'est la seule virose observée sur cucurbitacées dans les 2 îles en 1969.

SUMMARY

IDENTIFICATION OF A CUCURBIT VIRUS DISEASE IN GUADELOUPE AND MARTINIQUE

A virus disease is widespread on cucurbits in Guadeloupe and in Martinique.

On muskmelon, cucumber and watermelon, the main symptoms consist of a vein-banding on apical leaves. On vegetable marrow there are symptoms of shoestring with dark green round spots.

The virus is readily sap transmissible with aid of activated Charcoal; incubation period is of 8 days.

It is transmissible by aphids (*Myzus persicae*) and of the non persistent type.

It attacks only cucurbits species, for exemple it does not infect either *Vigna sinensis* or tobacco.

Its physical properties are :

Thermal inactivation point 10 mn between 50° and 55° C.

Dilution end point between 1/10 000 and 1/50 000.

Resistance to ageing between 6 and 14 days.

According to those characteristics the virus seems to be a strain of Watermelon Mosaic Virus.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- MILNE (K. S.), GROGAN (R. G.). — Characterisation of Watermelon Mosaic Virus strains by serology and other properties. *Phytopathology*, 59, 809-818, 1969.
- MILNE (K. S.), GROGAN (R. G.). — Identification of viruses infecting cucurbits in California. *Phytopathology*, 59, 819-828, 1969.
- M. N. V. VAN REGEN mortel, etc... — Investigations on the properties of Watermelon Mosaic Virus. *Phytopath. Z* Bd 45 (3) 205-216, 1962.
- WEBB (R. E.), SCOTT (H. A.). — Isolation and identification of Watermelon Mosaic Viruses 1 et 2. *Phytopathology*, 55 (8), 895-899, 1965.
- WEBB (R. E.). — *Luffa acutangula* for separation and maintenance of Watermelon Mosaic Virus 1 free of Watermelon Mosaic Virus 2. *Phytopathology*, 55, 12, 1379-1380, 1965.

RECHERCHE D'UNE VARIÉTÉ TOLÉRANTE AU PSEUDOMONAS SOLANACEARUM

P. DALY

Depuis 1965 les planteurs Martiniquais cherchent à diversifier leurs cultures en s'orientant vers les spéculations maraîchères d'exportation en contre-saison vers l'Europe. Parmi les espèces choisies la plus importante en surface et volume est l'aubergine (100 ha en 1970 - Variétés Florida Market et Pompano Market). Sur ce légume les dégâts dus au *Pseudomonas Solanacearum* ont été observés avec plus ou moins d'acuité selon les situations et les conditions climatiques. Dans certaines plantations les pertes ont été évaluées à 80-90 % (St-Pierre 1967 - Lamentin 1968). Pensant que ce problème était primordial l'I. R. A. T. a orienté ses préoccupations vers la recherche de variétés résistantes ou tout au moins tolérantes.

Les travaux suivants n'ont pas la prétention de donner une explication scientifique des mécanismes d'action du *Pseudomonas Solanacearum* ni des phénomènes génétiques ou physiologiques de réaction de la plante.

Ils sont orientés vers un but pratique, qui est l'adaptation d'une variété étrangère ou la création locale d'une nouvelle variété. Dans les deux cas la productivité de la plante et l'intérêt commercial des fruits seront considérés.

La présente note fait le point des travaux réalisés.

I^{re} COLLECTION D'INTRODUCTION

L'essai a été mis en place dans le Nord sur terres volcaniques acides, en saison des pluies (du 8.6 au 31.12.67 : 1 956 mm).

Le terrain n'a pas porté de culture préalable de solanées, ni subi d'infestation artificielle.

La variété testée est une introduction de Ceylan (S M 164), comparée à Violette de Barbentane et Florida Market.

Dispositif : lignes simples, écartement 1 m × 0,80 m.

Semis : le 27.4.67.

Plantation : le 8.6.67 pour Ceylan, le 4.8.67 pour Florida Market et Violette de Barbentane.

Fin de culture : le 18.1.68.

I. R. A. T. ; Agence des Antilles, Martinique.

Observations

Les observations sont consignées sur graphique ci-joint. Est indiqué le pourcentage de flétrissement de 63 jours à 150 jours après plantation de la S M 164, ou de 5 jours à 92 jours après plantation des deux autres variétés.

A l'arrachage des plants le 18.1.68 le pourcentage de flétrissement (déduction faite des plants accidentés) était :

Ceylan	9,8 %
Violette de Barbentane	56,2 %
Florida Market	82,1 %

	Mise en place	Flétris par bactériose	Accidents divers	Reste
Ceylan S. M. 164	51	5	14	32
Violette de B.	18	9	2	7
Florida Market	43	23	15	5

Note. — Une très forte attaque d'antracnose sur fruits des trois variétés a été observée. Cette attaque a été contrôlée par des pulvérisations répétées de manèbe.

2^e COLLECTION

Lieu : Basse-Pointe (Nord Martinique) sur terres volcaniques acides.

Saison : Carême 1968 (917 mm du 13.3.68 au 9.7.68).

Le terrain ayant porté la collection précédente n'a pas été soumis à une infestation artificielle.

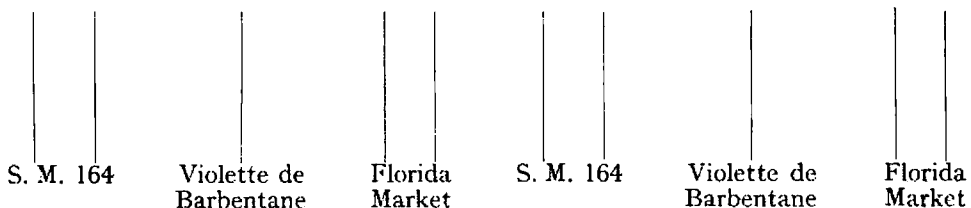
L'eau d'appoint a été apportée en irrigation par aspersion.

Variétés : Ceylan S M 164.

Florida Market.

Violette de Barbentane.

Dispositif : lignes simples, écartement 1 m × 0,80 m, 12 plants par ligne.



Soit : Ceylan S M 164 48 plants.

Violette de Barbentane 24.

Florida Market 48.

Semis : le 25.1.68.

Plantation : le 13.3.68.

Observations

Les observations sont consignées dans le tableau ci-joint :

Au 30.5.68.

	Mise en place	Plants flétris	Accidents divers	Reste
	—	—	—	—
S. M. 164	48	0	0	48
Violette de Barbentane ..	28	18	0	6
Florida Market	28	47	1	0

Au 9.7.68.

S. M. 164	48	0	0	48
Violette de Barbentane ..	24	24	0	0

Note. — La floraison de Violette de Barbentane est plus précoce (10.4.68) que celles de S M, 164 et Florida Market (respectivement 16 et 23.4.68).

3^e COLLECTION

Basse-Pointe (terres volcaniques acides), fin de Carême 1968 (583 mm du 25-4 au 9.7.68).

La collection a été placée sur un terrain ayant déjà porté une culture de tomates atteintes par le *Pseudomonas Solanacearum*.

Variétés : Hybride large fruited n° 23	}	fabriquée par SAKATA, Japon.
— — — 25		
— — — 29		
— — — 30 T. S. Cross		
Florida Market		

Dispositif : lignes simples, deux répétitions, au total 20 plants par variété.

Semis : le 5.3.68.

Plantation : le 25.4.68.

Observations : 45 jours après plantation.

	Mise en place	Plants flétris	Accident	Reste
	—	—	—	—
H. L. F. n° 23	20	6	0	14
— 25	20	15	0	5
— 29	20	20	0	0
— 30	20	16	0	4
Florida Market.....	20	13	0	7

75 jours après plantation.

H. L. F. n° 23	20	10	0	10
— 25	—	19	0	1
— 29	—	20	0	0
— 30	—	20	0	0
Florida Market.....	—	18	0	2

4^e COLLECTION

Lareinty sur argiles acides de décomposition.

Saison : début des pluies 1968 (679 mm du 29.5.68 au 11.9.68).

Le terrain a été infesté artificiellement par une suspension de bactéries (brojat de 40 plants de tomates en début de flétrissement dans 200 l d'eau) (1 l par plant).

Sont testées les mêmes variétés qu'en 3^e collection.

Semis : 14.4.68.

Plantation : 29.5.68.

Observation : 60 jours après plantation.

	Mise en place	Nbre de plants flétris	Accidents	Reste
H. L. F. n° 23	17	2	2	13
--- 25	17	3	1	13
--- 29	17	8	2	7
--- 30	17	6	0	11
Florida Market	17	3	0	14

Observation : 104 jours après plantation.

H. L. F. n° 23	17	2	2	13
--- 25	---	6	1	10
--- 29	---	13	2	2
--- 30	---	10	0	7
Florida Market	---	9	0	8

Ces résultats, trop optimistes, ne correspondent pas à ceux de la 3^e collection qui sont certainement plus près de la vérité. En effet le témoin Florida Market n'a flétri qu'à 50 %. Les conditions d'infestation n'étaient donc pas bonnes.

5^e COLLECTION

Lieu : Lareinty, Centre Martinique sur argiles acides de décomposition.

Fin de saison des pluies { plantation 29.10.68.
fin de culture 12.1.69 - 667 mm.

Variétés :

Violette longue hâtive	1
Monstrueuse de New York	4
Violette longue	5
Black Beauty	7
Ronde de Valence	9
Large Fruited n° 23	13
Florida Market	17
Long Purple	18
Florida Market 10	19
Early Beauty Hybrid	20
Burpee's jersey king hybrid	21
Florida high bush	22
Violette ronde	23
Fenguyan Purple	24
Violette longue d'Orient F1	25
Pompano Market	26

Cette dernière est placée en intercalaire (1 plant au milieu d'une ligne de 10 plants de la variété considérée).

Dispositif : lignes simples, deux répétitions, 20 plants par variété, par répétition, soit 40 plants au total par variété.

Infestation : Le terrain a porté au préalable une culture de tomates, puis a été infesté artificiellement par arrosage avec une suspension de bactériose (2 l par plant d'un broyat de 40 plants de tomates en début de flétrissement dans 200 l d'eau).

Observations : Les dégâts dus au *Pseudomonas Solanacearum* sont notés régulièrement tous les 2-3 jours. Le contrôle est effectué par observation de stries noirâtres dans les vaisseaux et apparition d'exsudat beige par trempage des racines dans de l'eau.

Le pourcentage de plants flétris par variété est calculé déduction faite des plants ayant disparu par accident divers ou attaque de *Sclerotium rolfsii*.

60 jours après la plantation (soit 15 jours après la 1^{re} récolte) le pourcentage de flétrissement est le suivant :

N°	1	4	5	7	9	13	17	18	19	20
%	72,5	100	50	100	31	33	91	100	100	7,5

FABRICATION D'UNE VARIÉTÉ TOLÉRANTE
AU PSEUDOMONAS SOLANACEARUM

Parmi les variétés introduites, la variété originaire de Ceylan S M 164 a été choisie comme parent femelle, sa tolérance au *Pseudomonas* étant très bonne.

La plante aux feuilles un peu cloquées a présenté un très bel aspect végétatif en

collection. Ses fruits cylindriques allongés (20 à 30 cm de long sur 4 à 5 cm de diamètre) sont violet clair, puis virent au blanc en début de maturité, pour devenir jaune vif à complète maturité. Leur chair est blanche.

Les variétés prises comme parent mâle sont :

Florida Market : fruit ovoïde à épiderme noir brillant, à chair verte, tolérante au phomopsis, variété à forte productivité bien adaptée aux conditions climatiques des Antilles.

Violette de Barbentane : fruit long cylindrique, violet foncé, à chair verte ; cette variété est moins sensible que Florida Market au *Pseudomonas Solanacearum*.

Technique d'Hybridation

Sur les fleurs du parent femelle la castration des étamines est réalisée avant l'ouverture de la fleur, quand les étamines ne sont pas encore mûres (opercule fermé). Ce stade se remarque par une raie marron sur la pointe de l'étamine.

La fleur ainsi castrée (avec une pince à épiler) est recouverte d'un sachet de papier sulfurisé.

Le lendemain matin du pollen récupéré sur les fleurs du parent mâle est étalé sur le pistil de la fleur castrée de Ceylan S M 164, qui est ensuite définitivement ensachée.

Le pollen est récolté sur des fleurs non encore ouvertes, juste au moment de l'anthèse (raie noire à la pointe de l'étamine).

Caractères de la F₁

F₁ S M 164 × Florida Market.

Cet hybride, de très bel aspect végétatif est très productif (60 T/ha en 3 mois dans un essai réalisé à Basse-Pointe sur petite surface).

Ses fruits, de coloration homogène violet sont allongés, cylindriques. Sa coloration qui pâlit très vite oblige à cueillir des fruits relativement petits (15 à 20 cm de long, 250 à 350 g).

F₁ S. M. 164 × Violette de Barbentane.

Cet hybride présente un moins bel aspect végétatif que le premier.

Les fruits violets, très allongés sont souvent courbés (20 à 25 cm de long, 300 à 350 g).

ÉTUDE DE LA TOLÉRANTE AU PSEUDOMONAS SOLANACEARUM DE CES HYBRIDES F₁

Lieu : Lareinty (Centre Martinique).

Saison des pluies 1968.

Variétés : F₁ S. M. 164 × Florida Marker (1)

F₁ S. M. 164 × Violette de Barbentane (2)

S. M. 164 (3)

Florida Market (4)

Violette de Barbentane (5)

Infestation : L'infestation artificielle du sol par une suspension de bactéries (broyat de 40 plants de tomates en début de flétrissement, dans 200 l d'eau) a été réalisée à raison de 2 l par plant.

Dispositif : Blocs de Fisher,
7 répétitions,
30 plants par parcelle,
soit 210 plants par variété.

Les observations relatives au flétrissement bactérien ont été effectuées tous les 4 jours. Pour chaque plant le contrôle a porté sur la présence d'une couronne plus ou moins complète de couleur brunâtre dans les vaisseaux au niveau du collet, et trempage du système racinaire dans de l'eau pour mise en évidence d'un exsudat blanchâtre.

Un contrôle plus strict a été effectué de temps en temps par séro-agglutination. Les observations sont consignées dans le tableau et le graphique suivants :

Semis le 26.5.68.

Plantation le 11.7.68 pour 1.2.3.4 et 26.7.68 pour 5.

Observations sur le flétrissement

	1	2	3	4	5	
I....	0/30	0/30	0/26	26/29	16/29	(nbre de plants flétris sur nbre de plants totaux)
II....	0/30	0/30	0/26	20/22	23/30	
III....	1/29	0/30	2/24	16/17	17/28	
IV....	0/30	0/30	1/27	19/20	11/23	
V....	0/30	0/30	0/24	16/22	26/30	
VI....	0/30	0/30	0/28	21/22	22/28	
VII....	1/29	0/30	0/28	20/23	22/30	

Observation sur la vigueur

Le 26.10.68

Note de 0 à 5 : 0 : peu de plants, très chétifs.

1 : chétifs.

2 :

3 :

4 :

5 : plus belle végétation au moment de l'observation.

N° du traitement					
I.....	(2) 2,5	(3) 1	(1) 4	(5) 1	(4) 0
II.....	(4) 0	(5) 1/2	(2) 3	(1) 3	(3) 2
III.....	(3) 2	(4) 1/2	(1) 4	(2) 2	(5) 1
IV.....	(5) 1/2	(1) 4	(3) 2	(4) 0	(2) 2,5
V.....	(3) 3	(2) 3	(1) 3	(5) 1	(4) 0
VI.....	(2) 3	(3) 3	(4) 0	(1) 4	(5) 1
VII.....	(1) 5	(4) 0	(5) 1	(3) 2	(2) 2

Dans les conditions de l'essai la SM 164 et les deux F1 ont présenté une très bonne tolérance. Dans un sol très contaminé, la tolérance des hybrides est sans doute moindre. En effet nous n'atteignons ici un très fort pourcentage de flétrissement que quelque temps après la première récolte (50 % 10 jours après pour Florida Market). Mais il est à remarquer que les deux variétés commerciales, si elles n'avaient pas disparu au moment de la première récolte, étaient fortement atteintes (plants chétifs, fruits malingres, ternes).

RECHERCHE D'UNE VARIÉTÉ FIXÉE

Cette recherche est suivie par deux voies différentes.

- Sélection à partir de la F1.
- Sélection à partir de Back Cross (SM 164 × Florida Market) × Florida Market.

Deuxième génération d'hybride (F2)

Trois F2 sont testées par rapport à Pompano Market (4) ce sont :

- n° 1 F2 SM.
- n° 1 F2 SM 164 × Violette de Barbentane
- n° 2 F2 SM 164 × Florida Market
- n° 3 F2 SM 164 × Florida Market

Les numéros 2 et 3 proviennent de deux fruits différents obtenus sur deux plants différents.

Lieu : Lareinty.

Sols : argiles de décomposition, acides.

Epoque : 10.12.68 au 13.5.69.

Saison : sèche, pluviométrie : 485 mm.

Dispositif : blocs de Fisher, 10 répétitions, 10 plants par parcelles.

Infestation : L'infestation artificielle par le *Pseudomonas Solanacearum* a été réalisée comme indiquée précédemment.

Les infestations ont été effectuées les 13.12.68 - 23.12.68 - 18.1.69 et 22.1.69.

Les irrigations ont eu lieu quatre fois au cours de la culture.

Interprétation statistique.

Pourcentage de flétrissement par parcelle.

	1	2	3	4
I	0 %	0 %	20 %	90 %
II	0	30	0	100
III	0	10	20	90
IV	10	20	30	100
V	0	30	0	100
VI	10	0	0	90
VII	0	20	0	100
VIII	10	10	0	100
IX	0	0	11,1	100
X	0	20	20	100

Après changement de variable selon la formule $y = 1/2 (\sqrt{x} + \sqrt{x} + 1)$ le tableau d'analyse de la variance est :

Origine de la fluctuation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Varianza	F calculé 5 %	F théo 5 %
Total	596,161 6	39			
Blocs	21,942 6	9	2,43	0,54	2,25
Traitements	474,480 1	3	158,16	35,14	2,96
Erreurs	121,681 5	27	4,50		

C. V. = 13 %. p. p. d. s. 5 % = 1,95.

4 est significativement différent aux 3 autres

1 — — —

2 et 3 ne sont pas différentes entre elles.

Résultats globaux

N° des variétés	Nbre de plants flétris	Pourcentage par rapport au nbre mis en place
1	3	3
2	15	15,1
3	10	10,2
4	96	97,6

Quand le témoin sensible Pompano Market disparaît à presque 100 %, les F2 SM 164 × Florida Market sont atteints à 15 % et la F2 SM 164 × Violette de Barbentane ne l'est qu'à 3 %.

Cette différence de sensibilité entre cette dernière et les F2 issus de Florida Market peut s'expliquer par la différence de sensibilité entre Violette de Barbentane et Florida Market.

Sur cette génération un certain nombre de plants sont choisis, en fonction de leur tolérance au *Pseudomonas*, de la coloration et de la forme de leur fruit et de leur productivité (nombre de fruits par plante).

Leur descendance est observée en troisième génération.

Etudes des Back Cross

Sur les F1 SM 164 × Florida Market et Ecotype Guyanais × Florida Market a été effectué un croisement de retour par Florida Market.

Parmi ces Back Cross, provenant de plants différents, nous avons 4 numéros (1-2-3-4) d'origine SM 164 et 2 numéros (I et II) d'origine écotype guyanais.

1er test

Lareinty sur argiles de décomposition acides du 10.12.68 au 13.5.69.

Saison : sèche.

Dispositif : blocs de Fisher, 7 répétitions, sont testés les n°s 2-3-4, comparés à Florida Market (17).

L'infestation et le contrôle de la présence du *Pseudomonas* sont les mêmes que précédemment.

Mise en place : le 10.12.68.

Infestation : le 13.12.68 - 23.12.68 - 22.1.68 - 18.2.69.

1^{re} récolte : 27.1.69.

Résultats globaux

Numéros	Nbre de pl. flétris	Nbre total de pl.	Pourcentage
17	62	66	93,9
2	14	69	20,2
3	28	68	41,1
4	29	69	42,0

Interprétation statistique des Back Cross.

1^{er} test.

— *Pourcentage de flétrissement.*

	2	3	4	17
I	0 %	10 %	66,5 %	100 %
II	22,2	11,1	40	77,7
III	30	70	30	100
IV	20	44,4	20	87,5
V	40	30	60	100
VI	6	60	60	88,8
VII	30	40	20	100

— *Tableau d'analyse de la variance :*

Origine de la fluctuation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Varioma	F calculé 5 %	F théo 5
Total	206,883 7	27			
Blocs	13,659 4	6	2,27	0,58	2,66
Traitements	123,850 3	3	41,28	10,72	3,16
Erreurs	69,374 0	18	3,85		

C. V. = 7 %. p. p. d. s. = 2,206.

17 est significativement différente aux 3 autres

4 — — — 2 —

2 et 3 ne sont pas significativement différentes

3 et 4 — — —

Au seuil de 1 % seule 17 est significativement différente des autres.

2^e test

Lareinty sur argile de décomposition du 1.12.68 au 30.4.69.

Saison : sèche.

Les numéros 1-2-3-4 et I-II sont comparés à Florida Market, sur un terrain déjà infesté au cours de cultures précédentes de solanées.

Résultats globaux

Numéros	Nbre de pl. flétris	Pourcentage	Nbre total de pl.
17	69	100	69
1	40	57,1	70
2	45	64,2	---
3	43	61,4	---
4	34	48,5	---
1	28	40,5	69
11	33	47,8	69

Sur cette première génération de Back Cross nous avons choisi un certain nombre de plants tolérants au *Pseudomonas*, de bonne productivité, ayant des fruits noirs ou très foncés d'épiderme.

2^e test

— *Pourcentage de flétrissement :*

	1	2	3	4	17	1	11
I	60 %	80 %	50 %	60 %	100 %	60 %	50 %
II	80	70	60	50	100	50	40
III	60	50	60	20	100	40	40
IV	40	30	70	60	100	0	70
V	90	70	60	60	100	33,3	22,2
VI	50	80	50	30	100	60	80
VII	20	70	80	60	100	40	30

— *Tableau d'analyse de la variance :*

Origine de la fluctuation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Variance	F calculé 5 %	F théo 5 %
Total	167,772 2	48			
Blocs	11,583 9	6	1,93	0,81	2,42
Traitement	71,265 4	6	11,88	5,03	2,42
Erreur	84,922 9	6	2,36		

C. V. = 2 % p. p. d. s. = 1,17.

- à 5 % I et II ne sont pas significativement différentes,
- 17 est significativement différente à toutes les autres,
- II n'est pas significativement différente à 1-2-3-4-I,
- II n'est pas significativement différente à 1-4-II,
- I est significativement différente à 2-3.

CONCLUSION

La différence de sensibilité des parents Florida Market et Violette de Barbentane se retrouve en F1 (0,9 % de flétrissement pour l'hybride avec FM et 0 % pour celui

avec Violette de Barbentane) et en F2 (10 à 15 % dans le premier cas, 3 % dans le second cas).

Le Back Cross SM 164 × Florida Market × Florida Market est de sensibilité accrue par rapport à la F1 (de 40 à 65 % de flétrissement).

Le Back Cross par Violette de Barbentane, actuellement en cours de réalisation, sera testé de la même manière. On peut penser que sa sensibilité sera moindre que celle du Back Cross par Florida Market.

La recherche d'une ou plusieurs variétés fixées tolérantes au *Pseudomonas Solanacearum* se fera donc par ces deux voies : descendance de Back Cross et descendance de la F2.

RÉSUMÉ

Le *Pseudomonas Solanacearum* risquant de compromettre à moyen terme le développement des solanées d'exportation (aubergine), une variété tolérante est recherchée par deux voies.

Les tests en plein champ sur différentes variétés permettent d'établir une échelle de tolérance au *Pseudomonas Solanacearum*. On y relève que les variétés Pompano et Florida Market, actuellement cultivées sont parmi les plus sensibles (100 % de flétrissement 60 jours après plantation). Les variétés les plus tolérantes (Early Beauty Hybrid, Fenguyan Purple), ont malheureusement des fruits d'un moindre intérêt commercial.

En conséquence une seconde voie est suivie : la fabrication d'hybrides F1 et de variétés fixées tolérantes. Les parents sont choisis soit pour leur excellente tolérance (Ceylan 164, Ecotype Guyanais), soit pour leur productivité, la belle présentation de leur fruit (Violette de Barbentane) la résistance au phomopsis (Florida Market).

Des résultats intéressants sont obtenus en F1 en ce qui concerne la tolérance au *Pseudomonas Solanacearum*. Mais les fruits violet clair ne semblent pas jouir d'une grande faveur auprès de la clientèle métropolitaine. Aussi la sélection est-elle poursuivie afin d'obtenir des fruits de couleur foncée. Cette ou ces variétés seront obtenues par sélection généalogique à partir d'un premier croisement et par descendance de « Back Cross ». Un tableau détaillé, les pourcentages de flétrissement obtenus, par rapport au témoin très sensible, en F2 généalogique et en F1 de Back Cross.

SUMMARY

RESEARCH FOR A VARIETY OF EGG-PLANT TOLERANT OF THE PSEUDOMONAS SOLANACEARUM

The *Pseudomonas Solanacearum* threatening to jeopardize the growth of the solanaceae to be exported (egg-plant), sooner or later, a tolerant variety is being searched for by two means.

The open field tests on different varieties enable us to draw up a scale of tolerance to the *Pseudomonas Solanacearum*. One may notice that the Pompano and Florida Market species now cultivated are among the most sensitive (100 % of withering 60 days after their sowing). The most tolerant varieties (Early Beauty Hybrid, Fenguyan Purple), unfortunately yield fruit of a less commercial interest.

Therefore another experiment is made : the production of hybrids F1 and of fixed tolerant varieties. The parents are chosen either for their excellent tolerance (Ceylan 164, Ecotype Guyanais) or their productive capacity and the fine appearance of their fruit (Violette de Barbentane), their resistance to the phomopsis (Florida Market).

Interesting results are achieved in F1 concerning the tolerance to the *Pseudomonas Solanacearum*. But the light purple fruit do not seem to find favour with metropolitan customers. Therefore the selection is carried on in order to get dark coloured fruit. That or those varieties will be got by genealogical selection from a first cross and descent from « Back Cross ». A table shows in detail the percentages of wilting obtained, compared with the very sensitive check sample, in F2 genealogical and in F1 from Back Cross.

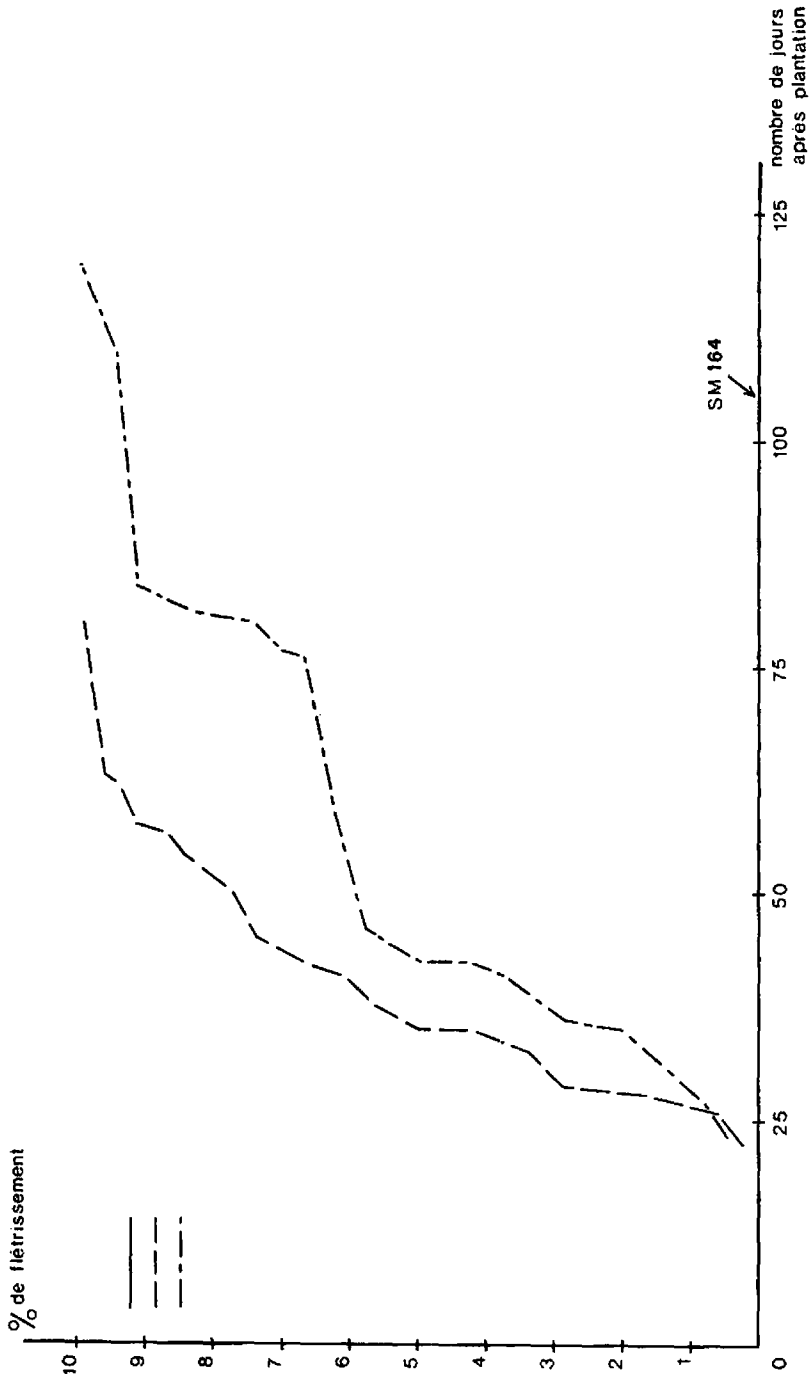


FIG. 1.

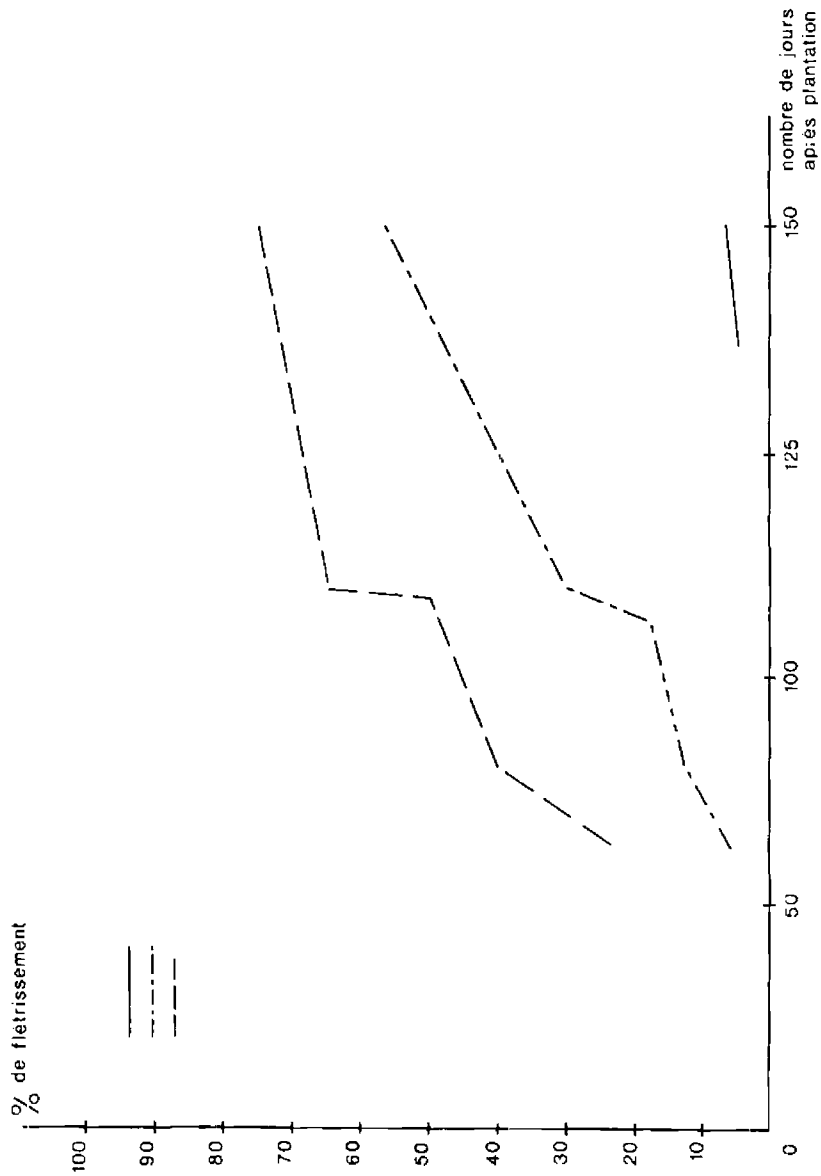


FIG. 2.

FIG. 1 et 2. — Pour cent de flétrissement en fonction du nombre de jours après plantation, pour Florida Market et Violette de Barbentane.

- Florida Market
- Violette de Barbentane
- SM 164.

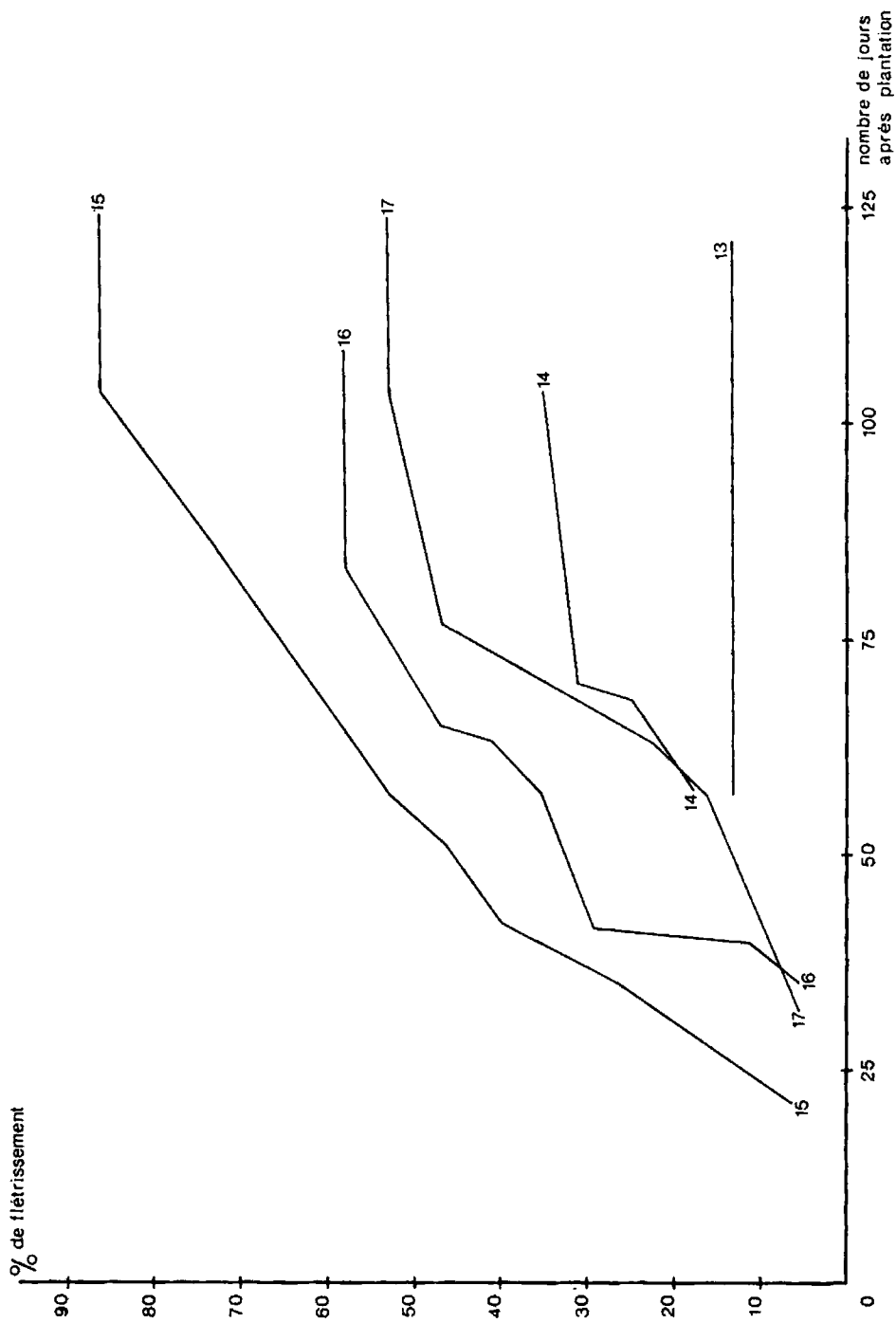


FIG. 3.

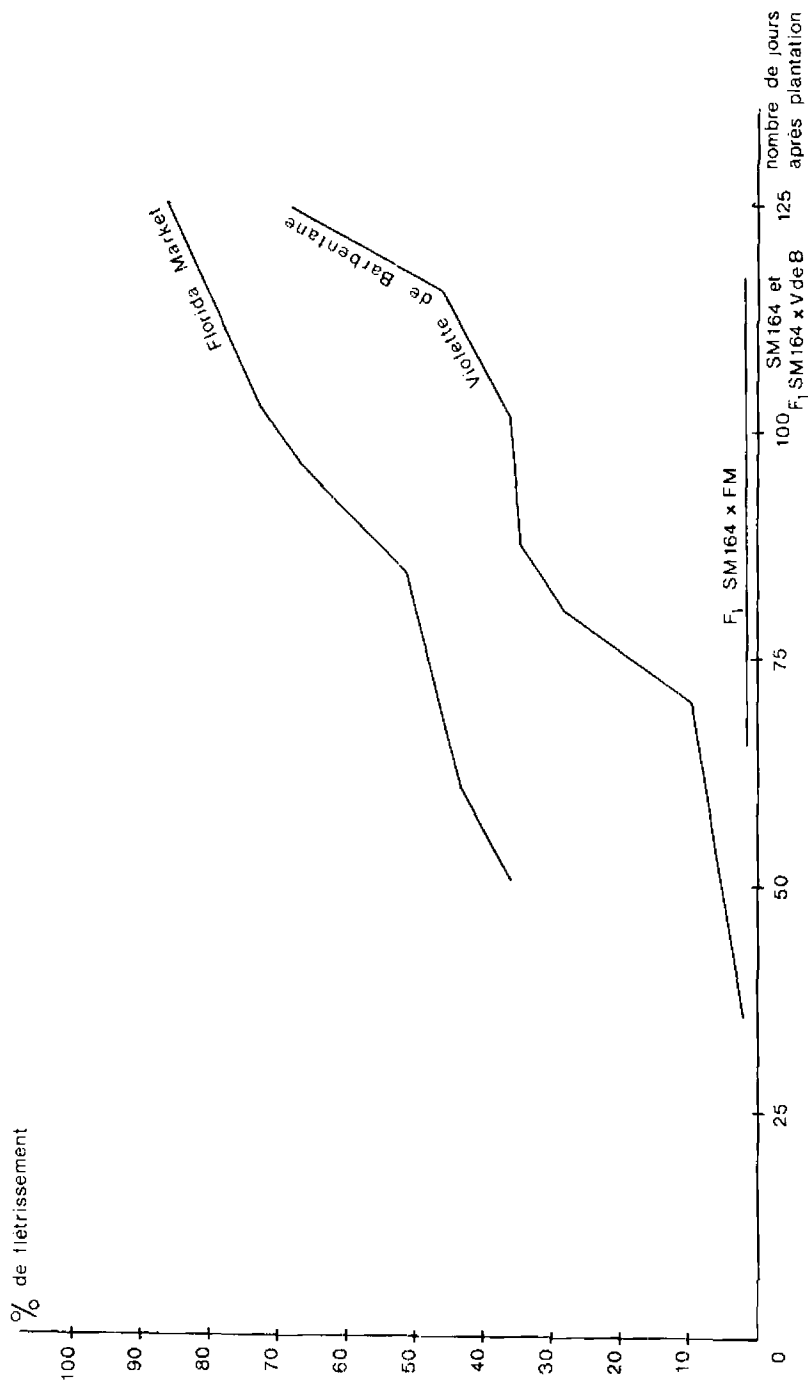


FIG. 6.

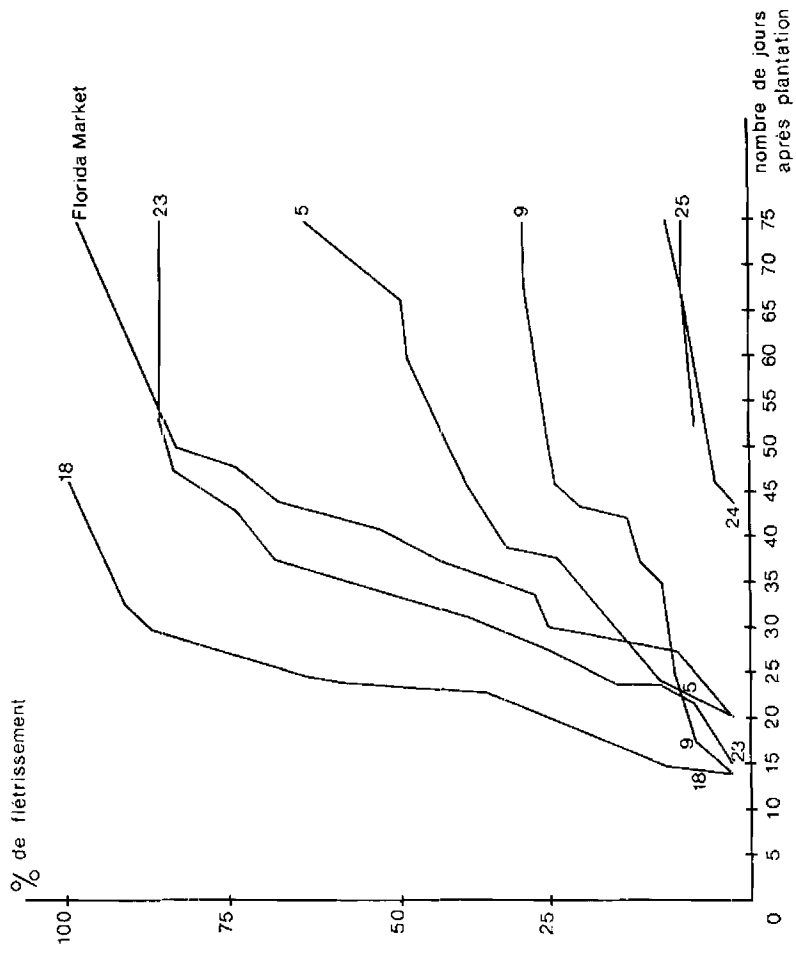


FIG. 7.

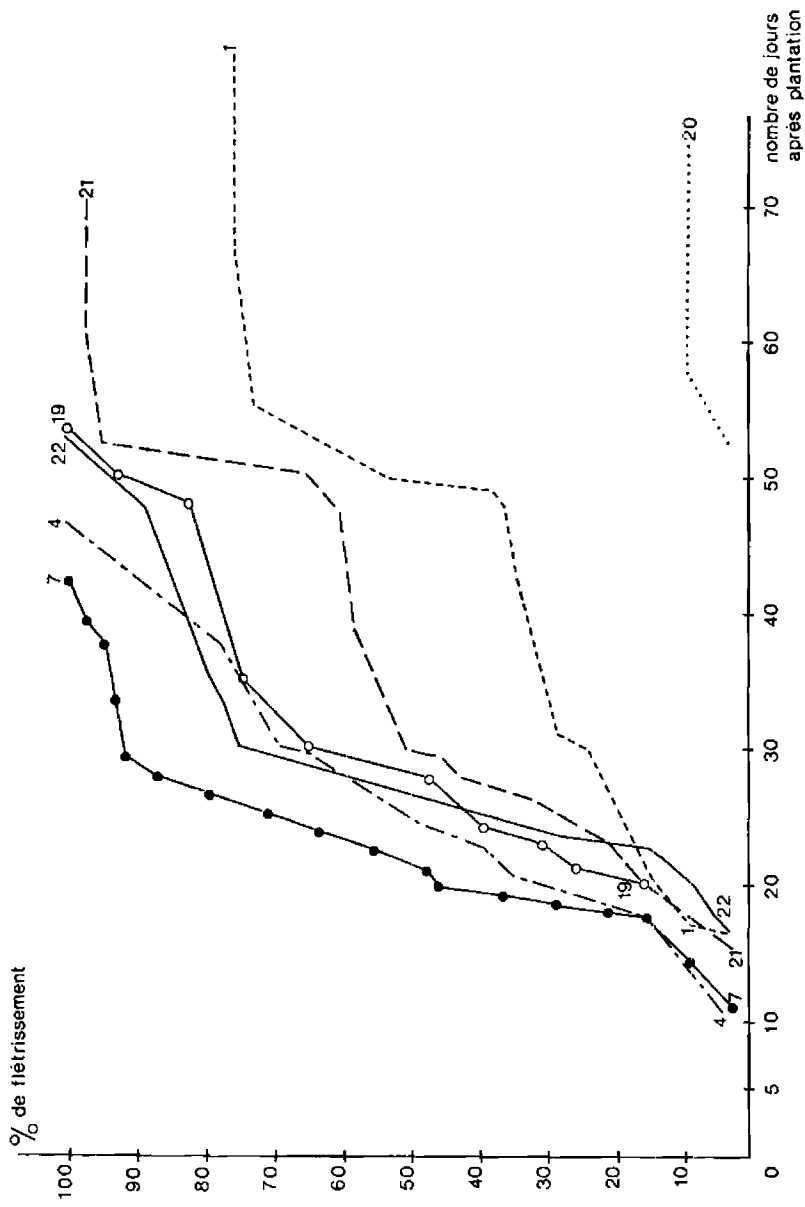


FIG. 8.

PSEUDOMONAS SOLANACEARUM STRAINS IN THE NORTHERN PART OF TRINIDAD

B. DIGAT (*) and J. A. SPENCE (**)

During our two visits in Trinidad (July and September 1968), we tried to identify and to characterize the *Pseudomonas Solanacearum* strains present in the North part of the country and causing the bacterial wilt of tomato, egg-plant and some varieties of *Musa*.

For the study of each strain, the work's scheme was :

- Sampling in the field of infected plants.
- Isolation of the bacterium in the laboratory.
- Characterization of the bacterial isolate by the study of the Pathotype and of the Biotype (1).

Our work permits now to affirm the existence of several different strains in the North part of Trinidad.

We hope therefore that the obtained results can be useful in the orientation of the varietal selection of tomato, egg-plant and varieties of *Musa* to control the bacterial wilt.

On the other hand, these results could interest the banana's planters which are concerned by the possible extension of the « Moko » disease.

VIRULENT STRAINS FOR THE SOLANACEOUS CROPS

In Trinidad, as in the other countries of the Caribbean zone, the losses caused by the bacterial wilt of tomato and egg-plant are obvious specially during the wet season.

However, these losses are less heavy than in the neighbouring territories of the French West Indies.

If the ecological conditions are excluded, that difference of the importance of the losses can be explained particularly because :

1° The tomato varieties grown in Trinidad are frequently small or medium-sized fruit, native varieties become tolerant to the disease.

(*) *I. N. R. A., Station de Pathologie végétale, Petit-Bourg, Guadeloupe.*

(**) *Faculty of Agriculture, U. W. I., Trinidad.*

On the contrary, in Guadeloupe and in Martinique big fruit varieties (as Marglobe, Saint-Pierre, etc...) are the most estimated for the local market but also are the most susceptible to the disease.

2° The same strain (A1) is always found (see table 1 and map) in the different localities from the North part of Trinidad, except at Sangre Grande « El Reposo » Station (A3).

The virulence of this A1 strain is moderate and very much less high than that of the A1 strains of Guadeloupe and Martinique.

TABLE 1

*Specific characters of the virulent strains
for the solanaceous crops in trinidad (north part)*

Area of sampling	Host-plant	Pathotype *	Biotype *
Aranguez Market Garden estate,	Tomato	A	1
Caura valley	Tomato Egg-plant	A	1
Saint Helena, Piareo	Tomato Egg-plant	A	1
Sangre Grande « El Reposo » Station	Tomato	A	3

* : For the legend, see.

DIGAT (B). Why and How to distinguish the *Pseudomonas solanacearum* strains, causal agent of the bacterial wilt of Solanaceous and Musaceous crops in the Caribbean zone ? Proceedings of the Caribbean Food Crops Society, 6th annual meeting, Trinidad, 1968, pp. 86-91.

VIRULENT STRAINS FOR THE MUSACEOUS

In Trinidad the incidence of the Moko disease is so high that the banana production is becoming very difficult. Moreover some plantain varieties, used only for shade, are now attacked by the disease. It is noticeable that the other neighbouring islands (as Saint-Lucia Martinique, etc...) are not yet invaded by the pathogen.

Scientifically, it was interesting to know if there were only one or several strains for the Musaceous and also to know the distribution of the strains.

Practically, it was important to localize the strains in order to do a better choice of the varieties of *Musa* in function of the virulence of the present strains.

The results of our prospections are summarized in the map and in the Table 2. We found two virulent strains for Musaceous in the North part of Trinidad. These two strains are distinguishable by their different biotype (1 et 3).

1° The first strain, with biotype 1, seems to be the oldest in Trinidad. Its virulence is moderate and on the « Mysore » variety it don't cause fruit rot.

2° The second strain, with biotype 3, is very virulent for numerous varieties of *Musa* (Moko Fig, Giant Cavendish, Lacatan, Horse plantain, Mysore). In the « Mysore » variety it causes a severe fruit rot. Consequently its dissemination is ensured by the insects present on the infected fruits.

Some strains are virulent also for tomato see the table (C + a, c + A).

TABLE 2

*Specific characters of the strains virulent
for the musaceous in Trinidad (north part)*

Area of sampling	Host-plant	Pathotype *	Biotype *
La Réunion Trinidad Government Co- coa propagation unit	Musa * Myrose -	C + a	3
Las Lomas	Musa * Moko Fig *	C	3
Matura estate	Musa * Giant Cavendish *	C	3
Matura estate	Musa * Lacatan *	C	3
Sangre grande * El Reposo * Station...	Musa * Horse plantain *	c + A	?
Sangre grande Sainte-Marie	Musa * Mysore *	c + A	1

* For the legend, see as table n° 1.

SUMMARY

A survey was made of the *Pseudomonas Solanacearum* strains present in the Northern part of the Island. Bacterial wilt of tomato is less severe than in French West Indies. The isolated strains are less aggressive on tomato than strains from Martinique and Guadeloupe, they belong to the same type A1. The varieties of tomato grown in Trinidad, producing little fruits, are also somewhat tolerant to the disease.

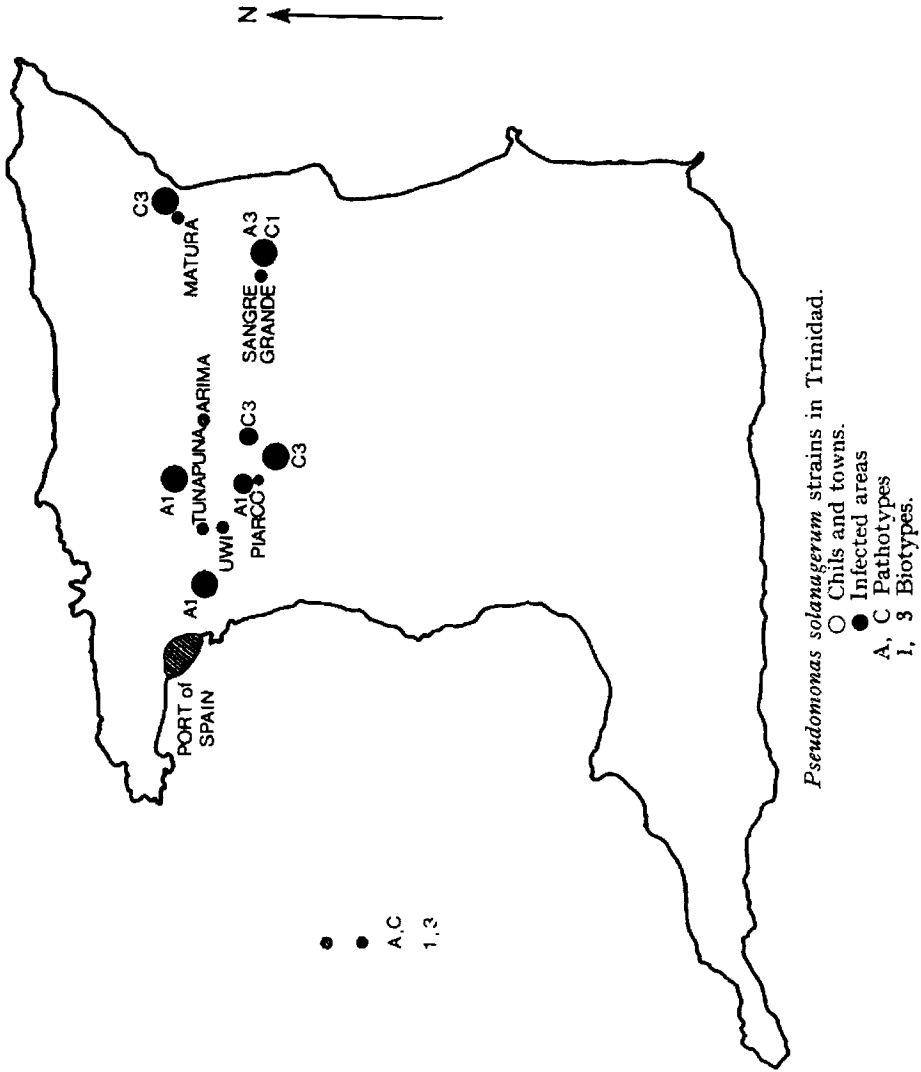
On the contrary were found on banana (varieties Lacatan, Moko fig, giant Cavendish, and especially Mysore, very sensitive) strains of B1 and B3 types. The B3 strain causes a very severe disease on Mysore banana, with fruit rot, and can be disseminated by insects. Such strains are unknown in Santa-Lucia, Martinique, Guadeloupe.

RÉSUMÉ

ETUDE DE DIVERSES SOUCHES DE PSEUDOMONAS SOLANACEARUM DANS LE NORD DE TRINIDAD

Une enquête a été réalisée sur les souches de *Pseudomonas Solanacearum* présentes dans le Nord de l'île. Sur tomate, le flétrissement bactérien est moins grave qu'aux Antilles françaises. Les souches isolées sont moins agressives sur tomate que celles de Martinique et Guadeloupe, elles appartiennent au même type A1. Les variétés de tomates à petits fruits cultivées à Trinidad sont d'ailleurs tolérantes.

Au contraire, sur bananiers (var. Lacatan, figue Moko, giant Cavendish et surtout Mysore, très sensible), ont été isolées des souches virulentes de type C1 et C3. Les souches B3 provoquent sur Mysore une très grave maladie avec pourriture des fruits et peuvent être disséminées par les insectes. De telles souches sont inconnues à Sainte-Lucie, en Martinique et en Guadeloupe.



ACTION D'UN PRODUIT BACTÉRIEN, BACILLUS THURINGIENSIS BERLINER SUR DIVERS LÉPIDOPTÈRES NUISIBLES AUX CULTURES

P. F. GALICHET et P. BAUER

La découverte au siècle dernier, de l'existence de maladies chez les insectes suggère l'idée d'utiliser les agents microbiens pour la défense des cultures et des produits agricoles.

Les recherches entreprises depuis lors montrent que l'emploi des agents microbiens en Agriculture présente plusieurs avantages : innocuité pour l'homme et les animaux à sang chaud de la plupart d'entre eux, spécificité assez prononcée qui en limite l'activité au sein des biocénoses et épargne la plupart des insectes auxiliaires. Enfin, contrairement à ce que l'on observe couramment avec les insecticides chimiques, la sélection de souches résistantes paraît lente à s'établir et la tolérance reste faible ; de plus, il est démontré que certaines races de mouches domestiques résistantes aux pesticides sont cependant sensibles à *B. thuringiensis*. (GALICHET, 1967).

B. thuringiensis est une bactérie sporulée isolée et décrite par BERLINER en 1911 à partir d'une larve malade de la Pyrale de la farine, *Ephestia kuhniella*.

Le pouvoir entomopathogène de ce germe ne résulte pas dans la quasi-totalité des cas observés au développement septicémique du bacille à l'intérieur de l'hôte, bien que celui-ci puisse intervenir dans les phases ultimes. La mortalité des insectes est consécutive à l'ingestion de substances toxiques que sécrète l'organisme microbien.

Deux éléments toxiques confèrent sur le plan pratique son intérêt à cette bactérie, une endotoxine cristalline parasporale de nature protéique et une exotoxine soluble thermostable.

La première est un élément important de la toxicité vis-à-vis des larves de Lépidoptères. Son absorption provoque la paralysie de l'intestin moyen et par conséquent un arrêt très rapide de la consommation. Les travaux des chercheurs français montrent que le spectre d'activité de l'exotoxine est relativement large et s'étend aux groupes des Diptères, Lépidoptères, Hyménoptères, Coléoptères et Orthoptères. Il pourrait même intéresser certains vers nématodes hébergés par le bétail (GEVREY et EUZEBY, 1966).

I. N. R. A., Station de Recherches de Zoologie et de Lutte Biologique, C. R. A. des Antilles et Guyane, Petit-Bourg, Guadeloupe.

Les effets de l'ingestion se manifestent tardivement, ils s'extériorisent souvent au moment de la mue. Le rôle de la toxine s'apparente à celui d'un composé hormono-mimétique.

Ce mode d'action rapproche l'utilisation de *B. thuringiensis* de celui des insecticides chimiques. Cependant l'un des avantages les plus appréciables de l'emploi des germes est constitué par la possibilité de maintenir ce dernier dans le milieu et de voir se déclencher ultérieurement des épizooties.

Ce problème relève du domaine de l'écopathologie du bacille où les recherches sont très rares : (GRISON *et al.*, 1965).

En dépit de cette lacune, l'emploi de ce bacille est maintenant généralisé en Agriculture. En 1966 les demandes des producteurs américains de coton et de tabac dépassèrent largement les prévisions des industriels.

Les travaux que nous avons entrepris se proposent d'étudier les perspectives d'utilisation de cette substance aux Antilles en fonction du climat tropical et des insectes qui sont nuisibles localement.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous utilisons une poudre commerciale de bactospéine à 1 000 U T P B(*) à base de cristaux, de spores et de toxine thermostable. Nous disposons par ailleurs de préparations contenant de la toxine thermostable purifiée mais les essais effectués sont encore trop peu nombreux pour qu'ils soient évoqués.

La méthode employée est celle de l'ingestion libre mise au point par BURGERJON (1962).

Des rondelles d'un diamètre compris entre 190 mm et 352 mm selon la capacité d'ingestion des insectes sont découpées à l'emporte-pièce dans les feuilles de végétaux divers : chou, patate douce, asclépias.

Ces rondelles sont traitées dans une tour de pulvérisation au moyen de solutions de concentrations différentes. Après séchage, les rondelles sont déposées dans des récipients en plastique et un lot de 5 à 10 larves est réparti sur chacune.

La réduction de consommation provoquée par le traitement est mesurée à l'aide d'une source lumineuse et d'une cellule photo-électrique entre lesquelles est intercalée la rondelle. L'énergie lumineuse interceptée par cette dernière est d'autant plus grande que la consommation aura été réduite et que par conséquent le traitement aura été efficace.

A chaque essai, on compare 5 doses différentes du produit ce qui permet de tracer une courbe et d'en déduire la quantité nécessaire pour réduire la consommation à un niveau donné par rapport au témoin non traité.

Les insectes appartiennent aux espèces suivantes :

Ascia monuste L. (*Pieridae*), *Prodenia ornithogalli* O. et *P. eridania* CRAM. (*Noctuidae*), *Plutella maculipennis* CURT. (*Hyponomeutidae*) *Ecpantheria icasia* CRAM. et *Utetheisia ornatrix* L. (*Arctiidae*), *Danaïs plexippus* L. (*Danaidae*).

(*) Unité toxicologique *Pieris brassicae*, définie par BURGERJON (1962) par comparaison avec la toxicité d'un échantillon standard étalon vis-à-vis de *P. brassicae*.

RÉSULTATS

La réduction de consommation, du traité par rapport au témoin (fig. 1) provoqué par l'ingestion des cristaux est comparée au niveau 70 % pour lequel les résultats sont plus réguliers que pour tout autre.

Ce niveau est atteint avec les concentrations suivantes de bactospéine :

- *P. maculipennis* entre 0,20 et 0,40 mg/10 cc.
- *D. plexippus* 0,50 et 0,63 mg/10 cc.
- *E. icasia* 0,63 et 0,98 mg/10 cc.
- *A. monuste* 0,78 et 0,98 mg/10 cc.
- *U. ornatix* 0,78 et 1,23 mg/10 cc.

Il n'y a pas de réduction de consommation pour les deux espèces de *Prodenia* qui sont donc insensibles à l'action du produit.

Le complexe cristaux spores à la dose de 30 mg/10 cc entraîne une mortalité de 90 % en 2 jours pour *D. plexippus* et de 80 % pour *E. icasia*.

Le complexe cristaux spores à la dose de 2 mg/10 cc seulement entraîne une mortalité totale en 3 jours de *P. maculipennis*.

Avec une dose de 30 mg/10 cc, la mortalité pour *D. plexippus* et *E. icasia* atteint 80 à 90 % en 2 jours.

Par contre la mortalité pour *U. ornatix* et les deux espèces de Noctuelles est négligeable.

Signalons que la toxine thermostable paraît exercer sur ces dernières une action notable mais très lente.

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'ingestion d'une préparation à base de *B. thuringiensis* B provoque un arrêt de la consommation chez cinq des espèces étudiées.

La plus sensible d'entre elles *P. maculipennis* est un ravageur redoutable du chou aux Antilles. Aucun parasite ne semble y avoir été encore observé (FENNAH, 1947).

Il est maintenant souhaitable d'entreprendre une étude écopathologique du germe. Elle permettra de déterminer le comportement de ce dernier dans les conditions du climat tropical. Dans ces régions, les facteurs climatiques : température, pluviométrie, ventilation sont susceptibles d'atteindre momentanément des valeurs extrêmes. La radiation solaire y est également intense en certaines saisons.

La résistance des éléments toxiques de *B. thuringiensis* et de la spore elle-même a fait l'objet de quelques travaux au laboratoire. Il s'avère très utile d'étendre ces recherches aux conditions de la nature afin de préciser les limites d'emploi des préparations bactériennes sous les tropiques.

RÉSUMÉ

L'efficacité d'une poudre commerciale contenant 1 000 U. T. P. B. est déterminée au laboratoire sur 7 espèces de Lépidoptères nuisibles : *Ascia monuste* (*Pieridae*), *Plutella maculipennis*, (*Hyponomeutidae*), *Ecpantheria icasia* (*Arctiidae*), *Utetheisia ornatix*

(*Arctiidae*), *Danaïs plexippus* (*Danaidae*), *Prodenia ornithogalli* (*Noctuidae*) et *P. eridania*.

La méthode utilisée est celle de l'ingestion libre. L'efficacité vis-à-vis de chacune des espèces est estimée par l'importance de la réduction de consommation déterminée par le produit.

Les cinq premières espèces citées sont sensibles à l'action de *B. thuringiensis*. Celui-ci est sans action sur les deux espèces de *Prodenia*.

SUMMARY

SENSITIVITY TO *B. THURINGIENSIS* B. OF A NUMBER OF LEPIDOPTEROUS PESTS IN THE CARIBBEAN ISLANDS

The effectiveness of a commercial product the titration of which is 1 000 U. T. P. B. (*Pieris brassicae* toxicological unit) has been tested in the laboratory upon a few lepidopterous pests : *Ascia monuste* (*Pieridae*), *Plutella maculipennis* (*Hyponomeutidae*), *Ecpantheria icasia* (*Arctiidae*), *Utetheisia ornatrix* (*Arctiidae*), *Danaïs plexippus* (*Danaidae*), *Prodenia ornithogalli* and *P. eridania* (*Noctuidae*).

The larvae are free to feed upon sprayed fraction of leaves for a period of time. The ingestion of *B. thuringiensis* induces paralysis of the midgut and consequently prevents feeding, therefore the estimation of results is based upon the lesser or bigger amount of leave that has been eaten.

The bacterial preparation is shown to be active against the first five species but not against the last two.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BURGERJON (A.), 1962. — Relation entre l'intoxication provoquée par *Bacillus thuringiensis* BERLINER et la consommation chez *Pieris brassicae* L. *Ann. Epiphyties*, **13**, 11, 57-72.
- FENNAH (R. G.), 1947. — The insect pest of food-crops in the Lesser Antilles. Dept of Agr. for the Leeward islands. St John's, Antigua 207 P.
- GALICHET (P. F.), 1967. — Sensitivity to the soluble heat-stable toxin of *Bacillus thuringiensis* of strains of *Musca domestica* tolerant to chemical insecticides. *J. Invert. Pathol.*, **9**, 2 261-262.
- GEVREY (J.), EUZEBY (J.), 1966. — Pouvoir inhibiteur de l'exotoxine de *Bacillus thuringiensis* BERLINER var. *thuringiensis* à l'encontre des formes préimaginales des strongles digestifs. Etude *in vitro*. *Bull. Soc. Sci. Vét. et Méd. comparée*, 68.
- GRISON (P.), MARTOURET (D.), SERVAIS (B.), 1965. — Lutte microbiologique avec *Bacillus thuringiensis* BERLINER contre la Processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff) et modalités de la distribution des germes. *Acad. Agr. France*, 117-123.

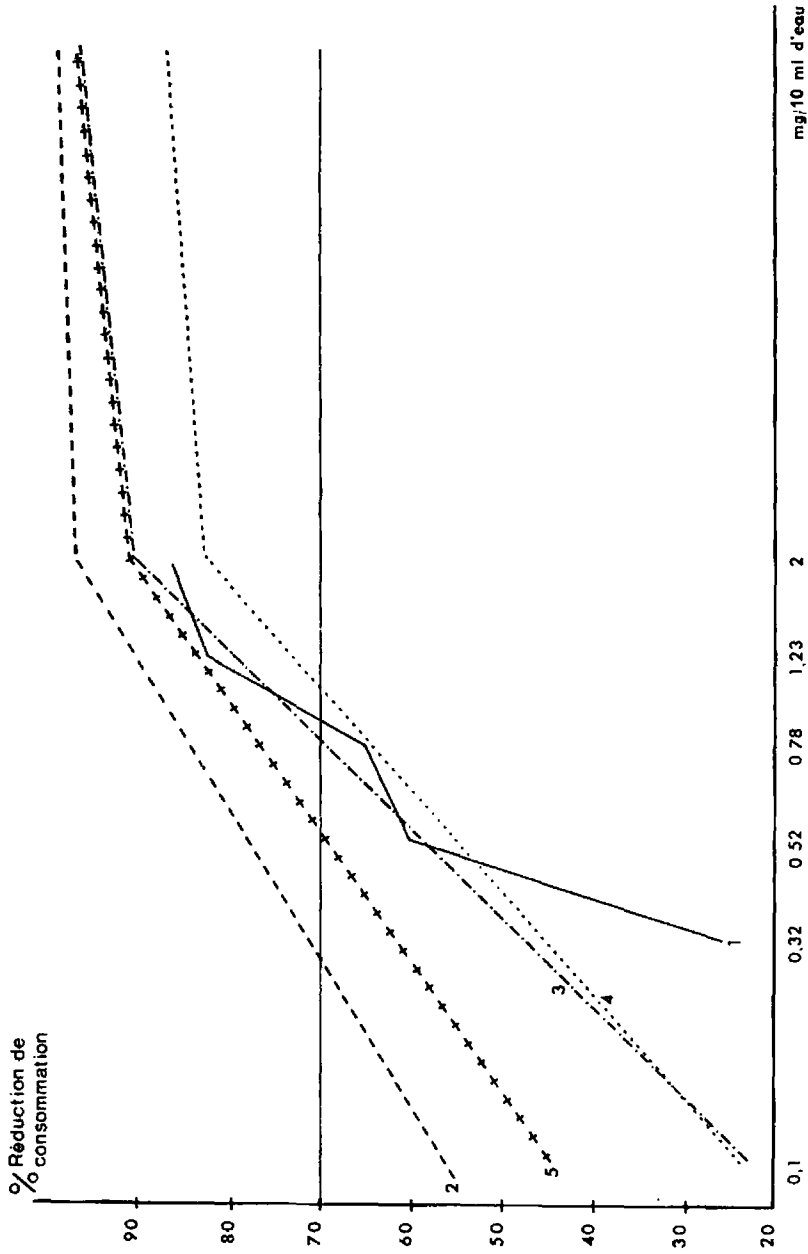


FIG. 1. — 1 *Ascia monuste* L.
 2 *Plutella maculipennis* CURT.
 3 *Echpantheria icasia* CRAMER.
 4 *Utetheisia ornatrix* L.
 5 *Danaïs plexippus* L.

INSECT AND MITE PESTS OF CORN AND SWEET CORN IN GUYANA

B. K. RAI and G. BADRIE

On an average of last five years (1964-1968), 39 % of Guyana's requirement of corn was met from local production. In 1968, about six million pounds of corn was imported. With the Government's programme to expand the dairy, pig and poultry industry, the demand of corn for stock feed would eventually increase. Under the programme of diversification of agriculture in Guyana, cultivation of corn is being pushed up to meet the increasing local requirement, by increasing the cultivated area under hybrid corn. At Central Agricultural Station, Mon Repos, investigations on different aspects of cultivation of hybrid corn are in progress. In this note, pests of corn and sweet corn recorded at Mon Repos, are reported.

A replicated field experiment was laid out at Mon Repos, East Coast, Demerara, with 12 plots i.e., 6 plots of each of corn and sweet corn. Three plots of each corn and sweet corn were meant for treatment with insecticides for the control of pests while other three plots of each crop were allowed to get infested, for recording the pest incidence. In each case, corn and sweet corn plots were adjacent, so that differential susceptibility of these two crops to pests could be worked out. The details of the experiment were as under :

	Corn	Sweet Corn
Net plot size	50' × 26'	50' × 26'
Variety	Hybrid Corn × 304 from Pioneer Hybrid Corn Co., Jamaica, W. I.	Honey Cross Bautan from Burpee Seed Co., U. S. A.
Date of sowing	27.11.68	27.11.68
No. of seeds sown per hill	3	3
Seed to seed distance	4'	4'
Row to row distance	3'	2'
No. of rows per plot	9	13

Ammonium sulphate, triple super phosphate and muriate of potash were applied at 200,100 and 100 lbs. per acre for both corn and sweet corn. Pre-emergence weedicide, atrazine was applied at 3 lbs. per acre.

Central Agricultural Station, Mon Repos, Guyana.

CRICKET

Cricket, *Acheta* sp. (Gryllidae : Orthoptera) was found damaging corn and sweet corn a few days after germination. The pest incidence was almost negligible.

ARMYWORM

On 8th December, 1968, i.e., eleven days after sowing, plants of both corn and sweet corn were found to be infested with army worm, *Spodoptera* (*Laphygma*) *frugiperda* — J. E. SMITH — (*Lepidoptera* : *Noctuidae*). The data on the number of damaged plants is presented in Table I. A perusal of this table indicates that (a) pest incidence was not uniform in different replications and (b) on an average sweet corn was damaged more than corn i. e., 23.2 % sweet corn plants were damaged against 14.6 % corn plants.

TABLE I

*Data on plants of corn and sweet corn
damaged by army worm (8.12.68)*

Repli- cation	Corn			Sweet corn		
	No. of plants observed	No. of plants damaged	Percent plants damaged	No. of plants observed	No. of plants damaged	Percent plants damaged
I	613	93	15.2	538	158	29.3
II	608	134	22.0	574	140	24.4
III	626	43	6.9	541	85	15.8
Total	1 847	270	14.6	1 653	383	23.2

A close scrutiny of 30 damaged plants, 14 days after sowing of corn and sweet corn revealed the presence of 30 and 42 army worms respectively. Some of the damaged plants had more than one army worm while a few of the damaged plants did not have any worm, probably the worms were picked up by birds. The worms were pretty small and had not yet started descending to soil. The records of both the number of damaged plants and the number of army worms supported per damaged plant, indicate that sweet corn is attacked more than corn by the army worm.

On 6th January, 1969 i. e., 40 days after sowing, on an average 1 % plants of corn and 4 % plants of sweet corn were found to be further damaged by army worms. Pest was controlled chemically in plots meant for treatments.

At Black Bush Polder, Corentyne, 40 days old corn crop was found to be heavily damaged by the army worm.

APHID

On 18th January, 1969, i. e., 52 days after sowing, aphid (*Rhopalosiphum maidis* (Fitch) ?) infestation of corn and sweet corn was observed. The aphids first appeared

on the male flowers and later the infestation descended to leaves. All plants in three central rows of both corn and sweet corn were observed for aphid infestation. The infested plants were divided into two categories i. e., lightly infested and heavily infested. When aphids were observed only on the tassels and up to a few aphids on leaves, the infestation was termed as light while when aphids appeared on leaves in large numbers, the infestation was termed as heavy.

The data on aphid infestation in untreated plots are presented in Table II which indicate that (a) aphid infestation was not uniform in all the replicates and (b) sweet corn was infested more than corn, the percentage of not infested plants being 73.4 for sweet corn and 90.0 for corn. Parathion (18 ml of Folidol in 3.5 gallons of water per plot) was used for the control of aphids in plots meant for the control of pests. Almost complete mortality of aphids was obtained within 24 hours except of those which had entered the cobs.

MITE

On 22nd January 1969 i. e., 56 days after sowing, one plot each of corn and sweet corn meant for chemical control of pests was found infested with mite (*Oligonychus indicus* (Hirst) ? (Tetranychidae Acarina)). The mite did not infest other plots. The mite infestation started from lower leaves and moved upwards unlike aphid infestation which moved downwards. Metasystox (35 ml of metasystox in 3.5 gallons of water per plot) controlled the adult mite but 48 hours after treatment, a few freshly hatched mites were observed on the treated plants.

TABLE II

Data on aphid infestation of corn and sweet Corn plants (16.1.69)

Replication	Corn				Sweet Corn			
	No. of plants observed	Percent of plants			No. of plants observed	Percent of plants		
		Not infested	Infested			Not infested	Infested	
			Light	Heavy			Light	Heavy
I	130	77.8	9.2	13.0	155	63.3	13.5	23.2
II	154	95.5	3.2	1.3	139	66.2	25.2	8.6
III	152	96.7	3.3	0.0	119	90.8	9.2	0.0
Average	145	90.0	5.2	4.8	138	73.4	16.0	10.6

STEM BORER

At harvest of both the crops, about 100 stems from each plot were split open to assess the incidence of stem borers. Pooling up the data of three replications of untreated plots indicated that 32 out of 266 i. e., 12.0 % of stems of corn and 28 out of 332 i. e., 8.4 % stems of sweet corn were affected by the borer. The species was identi-

fied to be *Diatraça saccharalis* F (Pyralidae : Lepidoptera). Generally there was one gallery of about 2" — 4" length with one insect per plant. In a few stems, two larval galleries were observed. The borer, both in the stems of corn and sweet corn was found to be heavily parasitized by Amazon fly, *Metagonistylum minense* Tns (Diptera : Larvaevoridae). The chemical control of army worm, aphid and mite, did not reduce the borer incidence appreciably.

INSECT DAMAGE TO COBS OF CORN

The corn crop was ready for harvest on 7th March i. e., 100 days after sowing. Twenty cobs from each replication of untreated crop were observed for insect damage. Out of 60 cobs of corn observed, 23 cobs were free of insect infestation while 37 cobs were found infested with pink larvae (*Sathrobrotá rileyi* (Wals.) ? Generally the tip of the cobs i. e., not more than 10 grains on tip of each cob, were damaged by the pink larvae. In the plots treated with chemicals for the control of pests, 27 cobs out of 60 were found to be free of insect infestation while tips of the remaining 33 cobs were infested with the pink larvae.

INSECT DAMAGE TO COBS OF SWEET CORN

Cobs of sweet corn were picked twice, on 31st January and 7th February, 1969 i. e. 65 and 72 days after sowing. Twenty cobs from each of the 1st and 2nd picking from each replication of untreated plots were observed for insect damage and the data are presented in Table III which shows that :

a) Some cobs which were superficially damaged by insects were clean inside while some cobs which were superficially undamaged, were infested with insects.

b) Pink larvae damaged 45 out of 120 cobs. A variable number of grains i. e., from 2 to 30 per cob were found to be damaged by these larvae.

TABLE III

Analysis of sweet corn cobs for insect infestation

Class of Cobs	Replication	Total No.	No. actual-ly clean on stripping	No. of cobs damaged due to					
				Pink larvae	Aphids	Sap beetles	<i>Diatraça saccharalis</i>	Ear Worm (under identification) <i>Heliothis</i> sp.	Unknown reason
Superficially damaged cobs	I	9	0	4	0	3	2	0	0
	II	19	9	9	9	1	0	0	0
	III	14	0	6	2	1	2	0	5
Superficially undamaged cobs	I	31	7	15	6	2	0	3	0
	II	21	5	5	11	0	0	0	0
	III	26	13	6	2	1	0	0	5
Total		120	34	45	30	8	4	3	10

c) Aphids were observed to infest the tip region of the cobs. They infested 30 out of 120 cobs. They imparted an ugly appearance to the cobs.

d) Sap beetle (*Carpophilus* sp. ?) infested 8 out of 120 cobs. These beetles spoiled from a few to a large number of grains per cob.

e) Stem borer, *Diatraea saccharalis* F infested 4 out of 42 superficially infested cobs. The larva generally bores into the pith of the cob, but it spoils many grains also.

f) Ear worm (species under identification) infested three cobs out of 120. It spoiled a large number of grains in each cob and rendered the cob unfit for consumption.

g) A few grains per cob were found to be rotting in ten cobs out of 120.

YIELD OF CORN AND SWEET CORN

Average yield from 3 replications of untreated plots worked out to 3.628 lb. of corn grain (15 % moisture content) per acre and 5.856 lbs. of sweet corn cobs per acre. For both these crops, the plots treated with insecticides for the control of the pests, also yielded almost the same, indicating that the chemical control of the light attack of army worm in the early stages of the crop (11 days after sowing), followed by a mild aphid attack on 50 days old crop, did not increase the crop yields. In other words, these light insect infestations did not adversely affect the yield of these crops. However, as already discussed, the insect attack adversely affected the quality of the cobs of sweet corn.

Another crop of corn (Variety : hybrid corn × 304) was sown on 16th January, 1969. From an average of four replications, 14 % plants were found to be damaged by army worm on 3rd February i. e., 18 days after sowing. On 18th March i. e., 61 days after sowing, the plants were observed to be infested with aphid, 23.5 % and 10.5 % plants were infested lightly and heavily respectively. On 31st March i. e., 74 days after sowing, mite infestation of crop was observed. Up to five lower leaves of 20 % plants and more than five lower leaves of 65 % plants were found to be infested with the mite. *Stethorus* sp. (Coccinellidae : Coleoptera), a predator of phytophagous mites was found breeding among the mites on corn.

Thus it will be seen that this crop of corn was much more heavily infested with mite than the earlier one which might be due to the fact that this crop grew in a comparatively dry period. A heavy rain in early April, washed off the mites from the crop. This crop yielded 1.413 lbs. of grain (15 % moisture content) per acre.

PHYTOXICITY OF DIELDRIN EMULSION SPRAYS TO CORN

0.05 % dieldrin emulsion spray formulated with water from a commercial 20 % emulsifiable concentrate was found to be phytotoxic to young corn plants when the latter were sprayed up to run off stage. The phytotoxic symptoms appeared 48 hours after treatment and comprised of absence of green colouring matter from a patch of leaf in about its centre. This symptom appeared in almost all young leaves of each of the plant treated.

SUMMARY

The sequence of appearance of insect and mite pests on and their intensity of infestation of, hybrid corn and sweet corn in Guyana are presented in this note. The following pests are reported.

- (i) Cricket, *Acheta* sp.
- (ii) Armyworm, *Spodoptera frugiperda*, J. E. SMITH.
- (iii) Aphid (*), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch).
- (iv) Mite (*), *Oligonychus indicus* (Hirst).
- (v) Stem borer, *Diatraea saccharalis* F.
- (vi) Pink borer (*), *Sathyrobota rileyi* (Wals.).
- (vii) Sap beetle, *Carpophilus* sp.
- (viii) Ear worm (**), (*Heliothis* sp.).

0.05 % dieldrin emulsion spray was found to be phytotoxic to crop plants.

(*) Tentative identification.

(**) Under identification.

LE HANNETON ANTILLAIS *PHYLLOPHAGA PLEEI* BL.
ET SES DÉGATS EN ZONE BANANIÈRE
DE LA GUADELOUPE
(COLÉOPTÈRE : *SCARABAEIDAE*)

L. GRUNER

INTRODUCTION

Le genre *Phyllophaga* HARRIS est particulièrement bien représenté en Amérique du Nord puisque plus de 150 espèces ont été décrites aux Etats-Unis et au Canada (LUGINBILL et PAINTER, 1953), 300 en Amérique Tropicale et 80 aux Antilles appartenant au genre *Phyllophaga* HARRIS et au genre voisin *Cnemarachis* SAYLOR (BLACKWELDER, 1944).

De nombreuses espèces commettent des dégâts considérables dans les provinces de l'Est des Etats-Unis et au Texas. Les larves consomment les racines des graminées qui constituent les meilleurs fourrages entraînant la mort des touffes. Les céréales semées après labour de ces prairies permanentes souffrent elles aussi des attaques des vers blancs pendant plusieurs années. Dans les régions septentrionales, la venue rapide de la saison chaude entraîne une sortie massive des adultes qui arrivent à défeuiller totalement les arbres (NAIRN et WONG, 1965).

A Porto Rico, *Phyllophaga* (*Cnemarachis*) *Vandinei* et *P. portoricensis* SMYTH comptent parmi les principaux ravageurs de la canne à sucre (WOLCOTT, 1948).

Aux Antilles françaises sur les 6 espèces de *Phyllophaga* décrites (FLEUTIAUX et al., 1947), *P. denticulata* BL en Martinique, *P. patrueloïdes* FL et *P. pleei* BL en Guadeloupe ont une certaine importance. *P. patrueloïdes* FL forme des pullulations dans les zones de canne à sucre de la Grande-Terre, et *P. pleei* BL dans les zones bananières.

Des pullulations de ce « Hanneton » sont signalées dès 1956 sur la côte au vent dans la région de Capesterre au point de commettre des dégâts sur bananier et coco nain à la Station I. F. A. C. de Neufchâteau. Cet insecte a été déterminé par BENARD (1955-56) et MOREZ (1962) comme se rapportant à l'espèce *Phyllophaga* (*Cnemarachis*) *pleei* BL. Les adultes apparaissent dès décembre-janvier mais sont abondants d'avril à juin où ils consomment les feuilles de diverses plantes arbustives. La ponte s'effectue

I. N. R. A., Station de Recherches de Zoologie et de Lutte Biologique C. R. A. des Antilles et Guyane, Petit-Bourg, Guadeloupe.

dans les zones proches des foyers adultes et les larves consomment les racines vivantes des plantes herbacées de canne à sucre et de bananier.

Nous avons poursuivi les observations de BONFILS et OLIVIER (1965) en étudiant les conditions écologiques des infestations et en abordant des problèmes de dynamique des populations larvaires et adultes.

ÉTUDES SUR LES LARVES DE *P. PLEEI* BL.

1. -- Répartition des populations larvaires

Le premier point à éclaircir était de situer les foyers larvaires dans une zone où nous savions que l'infestation était importante. La Station I. F. A. C. de Neufchâteau et son voisinage ont été choisis pour leur situation dans la zone infestée.

La méthode d'échantillonnage retenue est celle communément utilisée pour l'étude des larves de *Melolontha-melolontha* (HURPIN, 1960) : des sondages de 1/4 de m² sur 30 à 40 cm de profondeur sont réalisés à la densité de 25 par ha de façon à avoir une estimation quantitative suffisamment précise de la population larvaire.

Les faibles dimensions des parcelles rencontrées ne permettent pas un échantillonnage sur de grandes superficies, aussi il est nécessaire de refaire cette enquête écologique à diverses époques de l'année.

En prairie, les densités les plus importantes s'observent dans les sols enherbés voisins de bananeraies avec 15 à 21 larves au m². La composition floristique comprend 95 % de *Graminées* : divers *Paspalum* sp. dont *P. conjugatum* et *P. paniculatum*, divers *Digitaria* sp., *Axonopus compressus* qui constitue la plupart des pelouses, *Ageratum conyzoides*.

Dans les plantations de cacaoyers sous bananiers, le sol est enherbé et comprend des *Graminées*, des *Camelinacées* en abondance (*Camelina elegans*) des *Rubiacées* (*Hemidiodia ocimifolia*). La densité larvaire atteint 9 à 11 larves au m².

Dans les vergers d'agrumes ou de goyaviers, le sol enherbé abrite 5 larves par m²

Dans les cultures d'ananas des dégâts ont été signalés (BARBIER et PY, 1958) ; de même il est arrivé que des plantations de faible étendue en sol non labouré ni traité aient conduit à des échecs, des larves de *P. pleei* BL ayant consommé toutes les jeunes racines. Cependant lorsque les plantations sont effectuées dans de bonnes conditions, les attaques dues aux vers blancs sont négligeables (0,7 à 1,2 L/m²) ; la culture est annuelle et le labour régulier du sol détruit la quasi-totalité des vers blancs, particulièrement sensibles aux chocs.

Dans les plantations industrielles de bananiers, le nombre de pieds par ha est suffisamment élevé pour que le feuillage forme un couvert continu réduisant la présence d'herbes. De même le désherbage systématique par voie chimique est couramment pratiqué. La consommation de racines de bananiers a été observée et vérifiée au laboratoire où des larves du 2^e et 3^e stade ont survécu 3 mois. Cependant il est rare de rencontrer des larves à l'intérieur des plantations.

En canne à sucre, des sondages dans diverses plantations entourées de bananeraies ont montré une densité larvaire très faible.

Ainsi les larves de *Phyllophaga pleei* consomment en premier lieu des *Graminées* et quelques plantes herbacées, et accessoirement des racines d'ananas et de bananier.

2. — Evolution des populations larvaires au cours de l'année

Cette enquête écologique nous a permis de choisir quelques parcelles dans lesquelles nous avons suivi l'évolution des populations larvaires par des sondages effectués chaque mois.

Les chiffres de densité larvaire cités précédemment étant du mois d'avril, correspondent à la période où la population est à son niveau le plus bas (tableau 1).

TABLEAU 1

Comparaison de l'évolution du nombre de larves de P. oleci au m² dans 4 parcelles enherbées à la Station I. F. A. C. de Neufchâteau

Date	Bananiers + cacaoyers	Bananiers + jeunes cacaoyers	Chemins et prairies	Collection arbres fruitiers
6.4.77 ...	40,8	8,4	22,0	16,0
1.6.	49,7	32,9	120,0	56,0
4.7.	57,6	78,0	133,3	90,7
2.8.	65,0	84,3	109,5	60,2
7.9.	59,9	50,6	63,3	24,2
10.10.	35,7	19,5	38,0	8,4
31.10.	29,6	40,4	30,2	8,5
12.12.	22,3	20,3	19,3	7,2
9.1.68 ...	22,9	24,0	16,5	3,9
7.2.	18,2	28,0	6,3	3,5
5.3.	10,0	7,0	8,0	1,3
2.4.	14,1	9,9	3,0	0,0

D'autre part, la comparaison des densités obtenues dans 4 parcelles situées dans la même zone infestée met en évidence une évolution équivalente de ces populations, le maximum se situant en juin-juillet. Aussi nous nous limiterons à l'étude d'une seule population suivie depuis 2 ans.

La comparaison du diagramme des densités et des courbes de pourcentage de chaque stade de la figure 1 appelle certaines remarques :

- la population se compose en majorité de larves du 1^{er} stade de mai à juillet, du 2^e stade d'août à octobre et du 3^e stade de novembre à mai ;

- les plus fortes densités larvaires comprennent plus de 90 % de larves du 1^{er} et du 2^e stade et se situent en juillet-août, puis la population diminue en septembre-octobre alors qu'elle compte surtout des larves du 2^e stade. Il en résulte que c'est à la fin de l'été que les dégâts les plus importants sont commis.

On peut attribuer la diminution de population à des effets de surpopulation après le maximum de densité, au ralentissement de la production racinaire des végétaux, à l'action de la température et de la dessiccation sur les jeunes larves particulièrement fragiles, enfin à l'action des facteurs biotiques tels maladies, prédateurs et parasites.

Cependant il est difficile de dissocier les facteurs qui conditionnent le développement des pullulations de larves de ceux qui interviennent sur le développement et l'activité des adultes.

ÉTUDES SUR LES ADULTES DE *PHYLLOPHAGA PLEEI* BL.

1. — Polyphagie des adultes

A la sortie des foyers larvaires, les jeunes adultes se dirigent vers les lieux de nourriture les plus proches, constitués par le feuillage de végétaux variés.

La polyphagie des adultes est extrême puisqu'on les rencontre sur plus de 20 essences appartenant à des familles diverses (tableau 2) ; cependant certaines préférences se manifestent. Ainsi *Inga vera* (*Mimosacée*) arbre de grandes dimensions peut être presque totalement défeuillé, de même que les *Sapotacées* et certaines variétés de bananiers.

Des attaques spectaculaires s'observent lorsqu'il n'y a que quelques arbres près d'un foyer larvaire important ; tous les adultes se concentrent sur ces arbres et les défeuillent rapidement, puis ils se dispersent alentour.

TABLEAU 2

Plantes hôtes des adultes de Phyllophaga pleei BL.
(+ + + + : pullulation, + + + : abondant, + + : peu abondant, + : présent)

Nom commun au local	Nom latin	Famille	Abondance de <i>P. pleei</i>
Pois doux	<i>Inga vera et Inga Laurina</i>	Mimosacée	+ + + +
Sapotier	<i>Lucuma mammosa</i>	Sapotacée	+ + + +
Sapotiller	<i>Achras sapota</i>	—	+ + + +
Cairnitier	<i>Chrysophyllum cairniti</i>	—	+ + +
Bananier : variété Poyo	<i>Musa sapientum</i> L.	Musacee	+ + + +
Figue pomme	—	—	+
Yangambi	—	—	+
Variétés figue rose, nature poteau	—	—	+ +
Balisier	<i>Heliconia</i> sp.	—	+ +
Cacaoyer	<i>Theobroma cacao</i>	Sterculiacée	+ + +
Arundier	<i>Terminalis catapa</i>	Polygonacée	+ +
Raisinier bord de mer	<i>Coccoloba uvifera</i>	—	+
Nélier du Japon	<i>Bryobotrya japonica</i>	Rosacée	+ +
Hibiscus	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Malvacée	+ +
Cocotier	<i>Cocos nucifera</i>	Palmacée	+ +
Palmier à huile	<i>Elaeis guineensis</i>	—	+
— dattier	<i>Phoenix lactylifera</i>	—	+
Avocatier	<i>Persea americana</i>	Lauracée	+ +
Manguier	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiacee	+ +
Canne à Sucre	<i>Saccharum officinarum</i>	Graminacée	+
Herbe de Guinée	<i>Panicum maximum</i>	—	+
Bambous	<i>Bambusa vulgaris</i>	—	+
Éfiao	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarinacée	+
Coroselier	<i>Annona muricata</i>	Annonacée	+

2. — Répartition géographique

Cette faculté d'adaptation rend *Phyllophaga pleei* BL. potentiellement dangereux et intervient sur sa répartition géographique. En effet, absent dans les îles voisines, il semble que cet insecte se soit multiplié après le cyclone « Betsy » de 1958 dans la région de Capesterre, tout en restant localisé. Par l'observation des feuilles de bananiers atta-

quées, nous pouvons nous rendre compte que l'envahissement de la côte au vent se fait vers le Nord (voir fig. 2). La limite Sud de cette aire de répartition est Trois-Rivières avec d'importantes pullulations autour de Capesterre jusqu'à une altitude de l'ordre de 50 m.

Phyllophaga pleei BL est également très abondant au-dessus de Petit-Bourg, à Vernou (altitude 190 m) depuis 1966.

Le long de la vallée de la Grande-Rivière à Goyave jusqu'à la Boucan, puis un peu au-dessus de Sainte-Rose, mais les bananeraies deviennent moins abondantes et il n'y a plus de trace de l'insecte au Nord ainsi que sur la côte sous le vent. Par contre, il s'installe depuis peu dans la plaine entre Petit-Bourg et Baie-Mahault, mais nous ne l'avons pas trouvé en Grande-Terre.

Ainsi, il semble que la répartition géographique de *P. pleei* BL limitée au Sud par la monoculture bananière en relief accidenté, s'étende vers le Nord dans les régions de plaine à culture beaucoup plus diversifiée.

3. — Période d'activité des adultes

L'activité de l'insecte est nocturne. Par des comptages répétés, en utilisant des lampes, on constate que la répartition des insectes diffère suivant le type de plantation. En bananeraie industrielle de 2 800 à 3 000 pieds/ha, la population est entièrement concentrée sur la rangée bordant la plantation, aussi on peut l'exprimer en nombre d'insectes par bananier de bordure.

En plantation à faible densité (inférieure à 1 500 pieds/ha) les insectes parfaits pénètrent aisément et leur répartition est homogène si la pullulation est forte ou présente en effet de bordure lorsque le niveau de population est plus bas. L'échantillonnage est alors réalisé en comptant les insectes sur des bananiers tirés au hasard.

TABLEAU 3

Résultats de comptages d'adultes de *Phyllophaga pleei* BL. dans trois bananeraies : Saint-Sauveur (2 800 pieds/ha), Neufchâteau bananiers + cacaoyers (parcelle A à 350 bananiers/ha) et bananiers + jeunes cacaoyers (parcelle B à 1 333 bananiers/ha). $IP|_B$ = Insecte parfait par bananier.

Mois	Saint-Sauveur I. P./B en 67	Parcelle A I. P./B en 67	Parcelle B I. P./B en 67	Parcelle B I. P./B en 1968
Mars		0,5	—	—
avril	3,50	—	—	3,1
Mai	2,6	—	4,2	10,3
Juin	1,3	20	6,4	16,9
Juillet	0,5	7,3	4,5	3,9
Août	0,5	3,3	0,8	

Ce tableau fait apparaître la période d'activité des adultes qui s'étend d'avril à juillet avec un maximum fin mai début juin. Après s'être nourries, les femelles vont pondre dans les zones environnantes et le maximum de larves du 1^{er} stade s'observe dès le début du mois de juillet comme nous l'avons déjà vu.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les adultes de *Phyllophaga pleei* BL sont polyphages et s'adaptent à des milieux variés, mais nous ne les rencontrons pas au-delà d'une altitude de 200 m. Les femelles ne pénètrent pas à l'intérieur des bananeraies cultivées rationnellement à cause de l'abondance du feuillage. Les infestations dans les bananeraies au Sud de l'île, denses et installées en relief accidenté sont pour cette raison limitées. Nous ne rencontrons pas cet insecte en milieu forestier. La femelle exige des zones dégagées pour aller pondre et les larves sont inféodées principalement aux plantes prairiales.

Ces conditions écologiques déterminent la répartition géographique de l'espèce à des zones pouvant abriter simultanément des foyers larvaires et adultes, ainsi que le caractère de nuisibilité. Les dégâts dus aux adultes n'existent qu'en cas de forte densité d'insectes. Pour que les attaques sur feuilles de bananier influent sur la production du régime, le nombre de feuilles doit être inférieur à 8, le nombre normal étant de 10 à 12. Un Sapotillier totalement défeuillé régénère son feuillage en 3 semaines, ce qui limite l'action néfaste des insectes. Les dégâts dus aux larves sur canne à sucre ou bananier sont négligeables ; sur culture d'ananas un décalage phénologique de la plantation ou un traitement chimique garantit la production escomptée. Ainsi *Phyllophaga pleei* BL, ne cause pas de dégâts considérables à l'heure actuelle, mais l'évolution des cultures allant vers une diversification peut modifier le milieu dans un sens favorable à l'insecte.

RÉSUMÉ

Les conditions écologiques d'infestation de *Phyllophaga pleei* BL sont étudiées : importance des attaques larvaires suivant les cultures, évolution de la structure et du niveau de ces populations au cours de l'année. Les adultes sont actifs d'avril à juillet et leurs déplacements sont de faible amplitude. Les exigences alimentaires différentes des larves et des adultes font que cet insecte est absent des zones de monoculture bananière du sud de l'île et arrive à pulluler dans des régions à culture plus variée. Toutefois, l'extrême polyphagie des adultes les rend potentiellement dangereux par leur faculté d'adaptation à des biotopes variés.

SUMMARY

THE WEST INDIAN BEETLE, *PHYLLOPHAGA PLEEI* BL. AND ITS DAMAGES
IN BANANA DISTRICTS OF GUADELOUPE (COLEOPTERA, SCARABAEIDAE)

The ecological conditions of *Phyllophaga pleei* BL infestations are studied : level of larval populations in the different types of cultivation, structuration of these populations and its evolution during the year. The adult live from April to July and do not fly very far. Due to differences in nature between larval and adult feeding, the insect does not thrive in districts where only banana is grown, but it may do so where banana is mixed with other plantations. The imaginal polyphagy makes it a potential pest in many regions.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARBIER (M.) et PY (C.), 1958. — Nouveaux progrès dans la culture de l'ananas à Porto-Rico. *Fruits*, **13**, (1), 15-21.
BÉNARD (R.), 1955-58. — Premières observations sur les insectes nuisibles aux cultures aux Antilles françaises. I. N. R. A., 20 p. dactylographiées.
BLACKWELDER (R. E.), 1944. — Check list of the coleopterous insects of Mexico, Central America, the West Indies and South America. *U. S. Nat.-Mus. Bull.* 185.

- BONFELS (J.) et OLIVIER (P.), 1965. — Observations sur *Phyllophaga (Cnecmarachis) pleci* BL. nuisible aux bananeraies en Guadeloupe. *C. R. Acad. Agric. France* : 725-728.
- ELECTEAUX (B.) et al. 1947. — Faune de l'Empire Français, VII, Coléoptères des Antilles, vol. 1, Paris.
- HURPIN (B.), 1960. — Méthodes d'échantillonnage des populations de vers blancs. *Rev. Zool. Agr. et Appl.* **4-6**, p. 1-4.
- LUGINBILL (P.) and PAINTER (M. R.), 1953. — May beetles of the United States and Canada. *U. S. D. A., Techn. Bull.*, 1060 : p. 102.
- MOREZ (H.), 1962. — Note sur un Coléoptère *Phyllophaga* dans les bananeraies en Guadeloupe. *Fruits* **17**, n° 7.
- NAHRN (I. D.) and WONG (M. R.), 1965. — Field key to adult June beetle (*Phyllophaga* sp.) attacking coniferous plantations in Manitoba. *Ent. Soc. Manitoba Proc.* **21**, 33-35.
- WOLCOTT (G. N.), 1948. — The insects of Puerto Rico. *S. Agr. Univ. P. R.* **32 (1-4)** : 1-975.

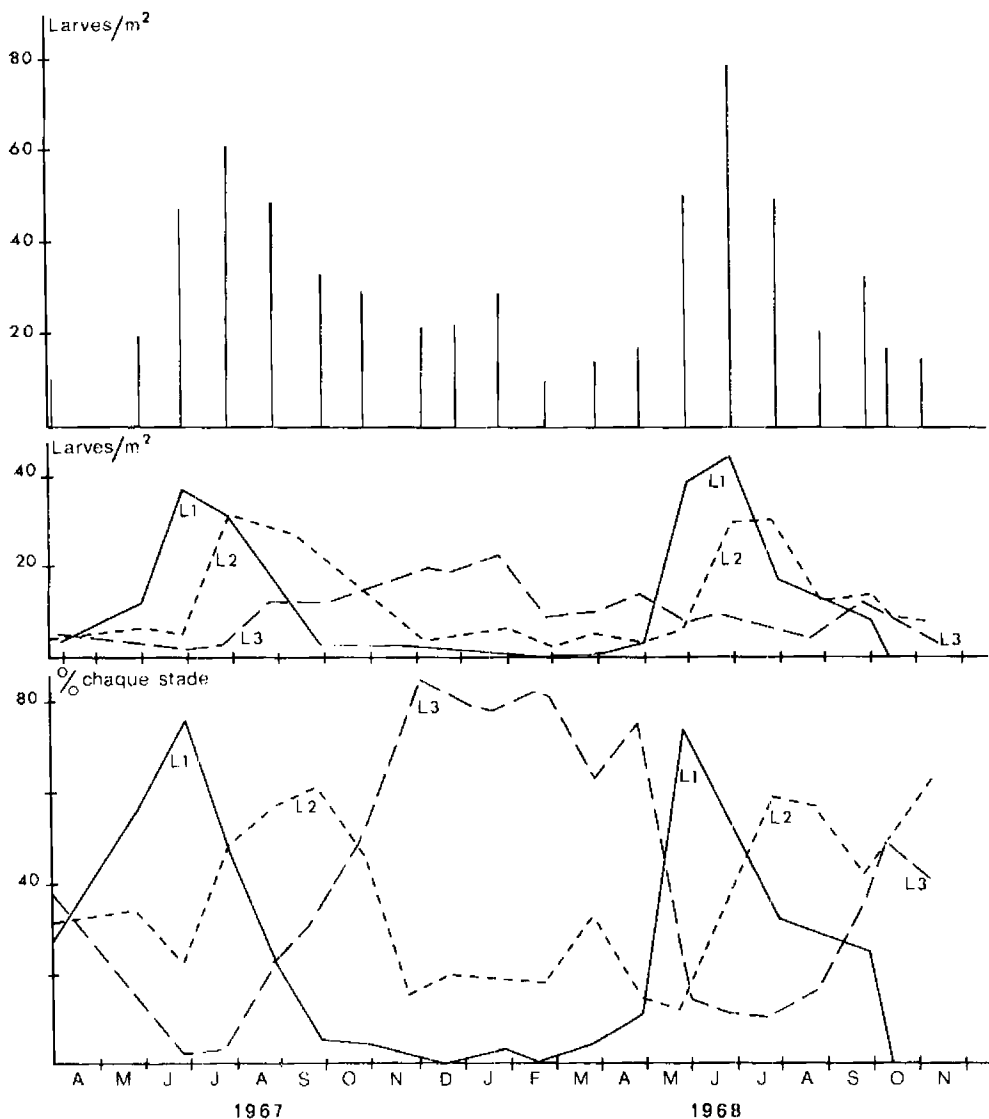


FIG. 1. — Population larvaire dans une parcelle à Neufchâteau : diagramme de population totale (en haut), courbes des nombres observés (au milieu) et des pourcentages (en bas) de chaque stade (L1, L2, L3 = 1^{er}, 2^e, 3^e stade).

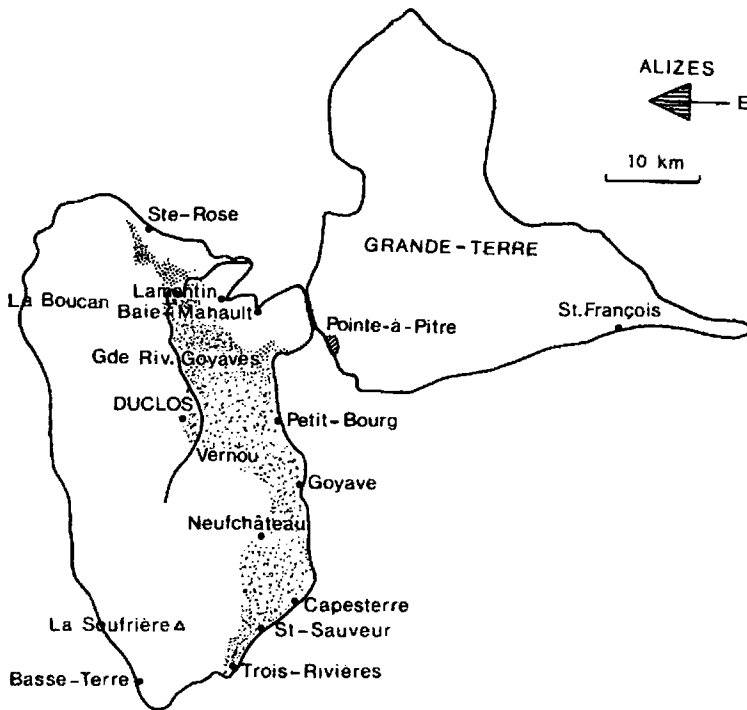


FIG. 2. — Répartition géographique en 1968 de *Phyllophaga pleci* en Guadeloupe.

LES CULTURES MARAÎCHÈRES AUX ANTILLES FRANÇAISES POSSIBILITÉS DE DÉVELOPPEMENT

R. COCAULT-DUVERGER

L'économie agricole des Antilles françaises est actuellement basée sur trois productions principales qui constituent l'essentiel des exportations.

La banane.

La canne à sucre (sucre et rhum).

L'ananas.

Ces exportations ne peuvent se maintenir à leur niveau actuel que grâce au marché protégé que constitue la Métropole.

Des importations très importantes de produits alimentaires permettent seules de satisfaire les besoins d'une population qui s'accroît chaque année de 3 % environ.

En ce qui concerne les légumes frais, une visite rapide des marchés et des magasins d'alimentation en Guadeloupe et en Martinique permet de constater la rareté et le prix élevé des légumes.

Pour tenter d'améliorer l'approvisionnement du marché local, sans accroître de façon trop importante le déséquilibre de la balance commerciale, le gouvernement a demandé à l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales d'étudier comment développer localement les cultures maraîchères.

Comme toute opération de cette nature le développement de la production de légumes est soumis à des conditions techniques, humaines et économiques.

I. — PROBLÈMES TECHNIQUES

Les questions qui se posent à ce niveau sont multiples. Les travaux entrepris depuis 5 ans par l'I. R. A. T. ne peuvent pas prétendre à les résoudre toutes. Après avoir choisi pour un certain nombre d'espèces quelques variétés bien adaptées aux conditions locales, l'expérimentation a permis de mettre en évidence les obstacles les plus importants qui s'opposent à l'obtention de rendements élevés. Des études particulières ont été entreprises afin de préciser les techniques susceptibles d'accroître les rendements ou de réduire les prix de revient.

I. R. A. T. ; Agence des Antilles, Martinique.

1) *Espèces et variétés*

Les espèces et variétés suivantes peuvent être recommandées en toutes situations.

Laitues.

Kraganer Sommer, Mignonnette.
Madrilène.
Salad Bowl.

Haricots.

Haricots nains pour semis d'octobre à mai.
Mangetout.
Contender.
Top Crop.
Beurre de Rocquencourt.
Haricots à parchemin.
Fin de Villeneuve.
Fin de Monclar.
Haricot à rame pour semis de juin à septembre.
Saint-Fiacre à gousse verte.
Perfection blanc.
Beurre torrent d'or.

Tomates.

Variétés d'expédition.
Floralou, Indian River.
Variétés de conserverie.
V. F. Earlypack, Ronita.
Ces variétés sont sensibles au flétrissement bactérien.

Aubergines.

Fruits longs.
Violette de Barbentane.
Fruits ronds.
Florida Market.
Pompano Market.
Ces variétés sont sensibles au flétrissement bactérien.

Poivrons.

California Wonder.
Yolo Wonder.
Keystone Resistant Giant.

Concombres.

Fruits courts de plein champ.
Ashley.
Marketer.
Gemini.
Cherokee.

Fruits longs type serre.
 Marion hybrid.
 Southern Cross hybride.

Courgettes.

Black Beauty.
 Storr' green hybrid.

Melons (peau lisse).

Cantaloup Charentais.
 (peau brodée).
 P. M. R. 45 A ou 0 A.
 Hales Best 45.
 S. R. 91.

Choux.

Hybride de l'Ouest F1.
 Rouge Zenith.

Carottes.

1/2 longue Nantaise Tip Top.

2) *Variation des rendements en fonction de la saison*

Les rendements sont généralement plus élevés en saison sèche et fraîche. Les essais réalisés pendant 5 ans par l'I. R. A. T. permettent de donner les moyennes suivantes.

Rendements en T/ha suivant la saison :

	Décembre à avril	Mars à novembre
<i>Laitues</i> Moyenne de 13 variétés et 35 essais	20 à 35 T	10 à 12 T
<i>Haricots verts nains</i> Moyenne de 4 variétés et 49 essais	10 à 14 T	6 à 10 T
<i>Haricots verts rames</i> Moyenne de 2 variétés et 25 essais	4 à 10 T	12 à 17 T
<i>Tomates</i> Moyenne de 4 variétés et 14 essais	25 à 40 T	12 à 16 T
<i>Concombres</i> Moyenne de 3 variétés et 18 essais	15 à 40 T	20 à 35 T
<i>Aubergines</i> Moyenne de 3 variétés et 8 essais	15 à 35 T	

3) *Protection phytosanitaire*

Toutes les espèces étudiées sont sujettes aux Antilles à un parasitisme intense. En l'absence de traitements phytosanitaires suivis il est pratiquement impossible de cul-

tiver des légumes de façon rentable. Parmi les parasites et les maladies les plus redoutables on peut citer :

Parasites animaux.

- Courtilières et vers gris.
- Chenilles défoliatrices diverses.
- Mouches mineuses.
- Jassides.
- Pucerons.
- Nématodes.

Maladies.

- *Pseudomonas Solanacearum*
agent du flétrissement bactérien des solanées.
- *Sclerotium Rolfsii*
sur haricots, solanées, cucurbitacées, choux.
- *Colletotrichum* (Anthracnose)
sur haricots, solanées cucurbitacées.
- *Uromyces phaseoli*, rouille du haricot.
- *Eresyphé divers*, agent de l'Oïdium
sur haricots, cucurbitacées, choux.
- *Xanthomonas divers*
sur haricots, solanées, choux.
- *Mildiou*
sur tomates, melons, concombres.
- *Phomopsis*
sur fruits d'aubergine.
- *Rhizoctonia*
sur tomates, melons, aubergines.
- *Alternaria*
sur tomates, melons, aubergines.
- *Cladosporium Cucumerinum*
sur melon.
- *Mycosphaerella melonis*
sur melon.
- *Viroses diverses*
sur solanées, laitues, haricots, cucurbitacées, etc...

La protection des plantes contre ces divers insectes et maladies nécessite des traitements préventifs au moins une fois par semaine, principalement en début et fin de saison des pluies.

En ce qui concerne la lutte contre le flétrissement bactérien des solanées (*Pseudomonas Solanacearum*) qui interdit la culture de ces espèces dans certaines zones, des travaux ont été entrepris sur tomates et aubergines, en vue d'obtenir des variétés tolérantes. Des résultats encourageants ont été obtenus sur aubergine. Il n'en est pas de même pour la tomate. Les sélections en cours sur cette espèce donnent des résultats irréguliers.

4) *Techniques culturales et fertilisation*

Un certain nombre d'études sont actuellement en cours et portent sur les points suivants :

- irrigation,
- fertilisation adaptée aux diverses espèces et aux différents sols,
- maintien de la richesse des terres en matière organique, assolements,
- lutte contre les mauvaises herbes,
- utilisation des désherbants et du paillage plastique,
- lutte contre les effets du vent.

II. -- LES DÉBOUCHÉS

a) *Marché local*

En prenant comme base de calcul la consommation métropolitaine de légumes verts (55 kg par habitant et par an) il apparaît que le marché des légumes aux Antilles françaises constitue un débouché potentiel d'environ 33 000 T pour la production locale. Il n'existe malheureusement pas de statistiques précises en Martinique et en Guadeloupe mais nous ne pensons pas que la production actuelle dépasse 10 000 T. Un accroissement de production de 10 000 ou 15 000 T au cours des prochaines années paraît donc possible et souhaitable.

b) *Marché d'exportation*

L'Europe importe des quantités importantes de légumes pendant l'hiver et le printemps. Cette période de l'année est la plus favorable à la production de ces légumes aux Antilles. Les nombreux navires bananiers qui déservent les Antilles permettent d'assurer le transport des légumes dans de bonnes conditions.

L'étude des frais de conditionnement et de transport et des prix pratiqués sur les marchés européens montre que l'exportation est économiquement possible pour un certain nombre d'espèces telles que l'aubergine, le poivron, le melon, le haricot, le concombre, la courgette, l'asperge, etc...

III. — SITUATION ACTUELLE DE LA PRODUCTION ET DE LA COMMERCIALISATION DES LÉGUMES AUX ANTILLES

Deux types d'agriculture coexistent actuellement aux Antilles françaises selon la destination des produits.

- - Une agriculture traditionnelle archaïque qui approvisionne le marché local.
- Une agriculture évoluée qui s'est orientée vers l'exportation.

1) *Agriculture traditionnelle*

a) *La production.*

La production de légumes verts destinés au marché local est actuellement assurée sur de toutes petites exploitations très dispersées qui dépassent rarement 1/2 ha

et ont le plus souvent des superficies de 5 ou 10 a. Les agriculteurs la plupart du temps ne disposent pas de moyens financiers nécessaires à l'acquisition du matériel et des produits indispensables. Par ailleurs leurs connaissances techniques sont insuffisantes pour permettre une conduite convenable des cultures. Dans ces conditions les rendements unitaires sont très faibles et les prix de revient élevés.

b) *La commercialisation.*

Les quantités produites journallement par la plupart des agriculteurs sont trop faibles pour qu'ils puissent songer à transporter eux-mêmes leurs légumes au marché. La production passe donc par l'intermédiaire de ramasseurs. La faiblesse des tonnages collectés et leur dispersion conduit à l'utilisation de véhicules de petites capacités et à des frais de collecte très élevés. L'hétérogénéité des lots ainsi constitués et la qualité souvent médiocre des produits rendent impossible le conditionnement. Les légumes sont la plupart du temps transportés en vrac ce qui augmente les pertes et donc les prix.

Le consommateur paie donc très cher des légumes de mauvaise qualité qui lui sont fournis en quantité insuffisante. Dans ces conditions le commerce est amené à faire appel aux produits d'importation ce qui accroît le déficit de la balance commerciale.

c) *Nécessité d'une organisation de la production.*

L'amélioration de la situation actuelle ne peut être obtenue par une organisation de la profession et la création de groupements de producteurs.

L'amélioration des connaissances techniques des agriculteurs est un préalable indispensable à l'accroissement des rendements et de la qualité des légumes produits. Ce résultat ne peut être obtenu sans un effort important de vulgarisation. En raison de son coût cette vulgarisation ne peut être entreprise que si les agriculteurs sont organisés et groupés.

De la même manière l'accroissement de la production ne peut pas se faire de façon anarchique étant donné l'étroitesse relative du marché dans chaque île et la faible élasticité de la demande. Ici encore seule l'organisation professionnelle des agriculteurs permettra d'ajuster progressivement l'offre à la demande.

Etant donné les conditions climatiques, il est possible de produire des légumes toute l'année et donc de régulariser la production. La réalisation de plantations échelonnées permet d'éliminer dans une très large mesure les risques climatiques. C'est ainsi qu'en 18 mois, l'I. R. A. T. a réalisé en Guadeloupe 25 cultures successives de haricots verts sur des superficies de 1 500 m² à 15 ou 20 jours d'intervalle. En dehors de la préparation des terres, toutes les opérations ont été effectuées à la main et tous les éléments de prix de revient ont été enregistrés. Deux cultures seulement ont été déficitaires (pluviométrie supérieure à 100 mm au moment de la floraison). Toutes les autres ont été bénéficiaires et l'écoulement de la production n'a posé aucun problème. Les résultats suivants ont été obtenus.

Rendement moyen à l'ha	10 700 kg
Heures de tracteur à l'ha	40 h
Heures de main-d'œuvre à l'ha	2 260 h
Prix de revient du kg.	1 F

Il y a lieu de noter que le rendement du personnels s'est amélioré de façon notable du début à la fin de l'expérience.

Les heures de tracteur à l'ha sont passées de 56 à 38.

Les heures de main-d'œuvre à l'ha sont passées de 3 200 à 1 420.

La réalisation de planning de plantation pour les différents légumes susceptibles d'être produits et une spécialisation des producteurs permettraient à l'organisation professionnelle locale de contrôler de façon assez stricte la production.

Sur ces bases, il serait possible d'organiser la commercialisation à partir d'un certain nombre de centres de conditionnement qui pourraient jouer en outre un rôle régulateur grâce à de petites installations réfrigérées.

2) *Les cultures d'exportation*

Des cultures maraichères destinées à l'exportation ont été entreprises depuis quelques années en Martinique. Elles sont assurées sur des unités de production encore peu nombreuses de 1 à 10 ha. Les moyens matériels mis en œuvre et la qualité des agriculteurs qui s'adonnent à ces cultures permettent d'obtenir de belles productions.

Très vite les producteurs Martiniquais ont compris la nécessité de se grouper pour la production des plants, le conditionnement et l'emballage, l'exportation et la réservation du fret, la vente en Europe sur une marque unique.

Grâce à cette organisation et au dynamisme de ses membres les exportations de légumes de la Martinique sur l'Europe sont passées de quelques dizaines de T en 1965 à :

150 T en 1966-67,

1 200 T en 1967-68,

près de 2 000 T en 1968-69.

Ces tonnages sont constitués principalement par des aubergines et dans une moindre mesure par des poivrons et des concombres. Le courant commercial ainsi créé devrait permettre au cours des prochaines années d'intéresser les petits producteurs à cette activité nouvelle. Dans cette optique, les objectifs de production destinée à l'exportation sont de 30 000 T pour 1975.

RÉSUMÉ

En vue de réduire la pénurie de légumes verts sans accroître le déficit de la balance commerciale, aux Antilles Françaises, l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (I. R. A. T.) a été chargé d'étudier les possibilités de développement des cultures maraichères.

Cinq années d'expérimentation ont montré que de nombreux légumes peuvent être produits en toutes saisons aux Antilles. Ces cultures sont toutefois soumises à de graves attaques de parasites et de maladies. Le succès de ces cultures nécessite une protection phytosanitaire ininterrompue. La production peut trouver des débouchés intéressants toute l'année sur les marchés locaux et de décembre à mai sur l'Europe. Le groupement des producteurs est indispensable pour obtenir une production régulière et de qualité. Les conditions de climat permettant de cultiver toute l'année, on peut éliminer dans une large mesure les risques climatiques en procédant à des plantations échelonnées. Ainsi pour le marché local 25 cultures successives de haricots verts semées tous les quinze jours ont permis d'obtenir une récolte moyenne de 10 000 kg par ha, avec un prix de revient inférieur à 1 F le kg.

Pour les cultures d'exportation un groupement des producteurs Martiniquais s'est formé. Grâce à cet organisme, les tonnages de légumes exportés sont passés de 150 T en 1966-67 à 1 200 T en 1967-68 et près de 2 000 T en 1968-69. Les objectifs d'exportation sont de 30 000 T pour 1975.

SUMMARY

MARKET GARDENING PRODUCE IN THE FRENCH WEST INDIES POSSIBILITES OF GROWTH

In order to reduce the scarcity of green vegetables without increasing the deficit of the trade balance in the French West Indies, the « Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (I. R. A. T.) » has been instructed to study the possibilities of the growth of market gardening produce in this area.

Five years of experimenting have shown that a great number of vegetables can be produced in the West Indies in all seasons. These cultures are however liable to violent attacks of parasites and diseases. The success of these cultures require a constant phytosanitary protection. That production can find interesting opening all the year round on the local markets and from December to May in Europe. The grouping of the producers is absolutely indispensable so as to get a regular production of quality. The climatic conditions allowing the gardeners to cultivate their land all the year round, one can rule out the climatic risks to some extent, by resorting to spread out planting.

Thus for the local market 25 successive cultures of French beans sown every fortnight have yielded an average crop of 10 500 kg per ha, with a cost price inferior to 1 F per kg. As concerns the exported produce an association of local producers has been founded. Thanks to it, the tonnage of exported vegetables went from 150 T in 1966-67 to 1 200 T in 1967-68 and about 2 000 T in 1968-69. For 1975, the objects of exportation are of 30 000 T.

RÉSULTATS D'ESSAIS PRÉLIMINAIRES A L'ÉTUDE DE DEUX LÉGUMINEUSES VIVRIÈRES

I. CAJANUS CAJAN — II. VIGNA SINENSIS

M. DERIEUX (1)

Le manque de protéines et la recherche de cultures nouvelles susceptibles de remplacer les cultures traditionnelles des Antilles ont provoqué depuis 1968 des études de légumineuses au Centre de Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane (I. N. R. A., Guadeloupe).

Ces plantes donnent lieu à des utilisations très diverses allant des produits « de luxe » que nous qualifions de maraîchers (*Vigna* et haricots en gousses vertes, Pois d'Angole et vigna en grains verts) aux légumineuses fourragères (*Stylosanthes*, *Vigna*, *Lablab*, *Desmodium*) en passant par les légumineuses « vivrières » : *Vigna* et haricots en grains secs à consommer directement par l'homme ou qui peuvent servir de complément azoté pour les porcs.

L'intérêt de certaines de ces plantes pour la mise en valeur de terrains pauvres ou dégradés (Pois d'Angole) et comme précédent cultural (KRAUSS, 1932) est bien connu.

Le pois d'angole est consommé presque exclusivement, peut-être faute d'une technique de conservation, sous forme de grains verts dans les Antilles françaises. Les résultats rapportés ici concernent donc la production de grains verts.

Le *vigna* par contre a donné lieu à une production de graines sèches pour des raisons de simplicité et de rareté des données (SAMBANDAM et al. 1965) sur les utilisations de type maraîcher.

I. POIS D'ANGOLE (2) (CAJANUS CAJAN)

En Guadeloupe cet arbuste est présent dans tous les jardins et en bordure des champs de canne où il persiste 3 ou 4 ans. Cependant il existe de véritables champs de production dans l'île de Marie-Galante (SALETTE et COURBOIS, 1968). C'est dans la perspective du développement de la culture du Pois d'Angole dans cette île, en particulier, qu'une étude de cette espèce a été entreprise en 1968.

(1) Avec la participation technique de C. SUARD et C. VINCENT.

(2) Pois de bois en Guadeloupe.

I. N. R. A. ; Station d'Amélioration des Plantes, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.

Une collection de variétés locales a été réunie et complétée par des prospections en Martinique et en Guyane, et par des variétés reçues des Indes, de Trinidad, de Porto Rico et du Sénégal. Au total plus de 200 origines sont observées.

Parallèlement à l'étude de la variabilité et de la biologie de l'espèce, des essais ont été entrepris pour se familiariser avec les techniques culturales, évaluer le rendement agricole, l'influence du milieu, de la variété, de la densité de culture et de la date de semis sur la précocité, le rendement et la qualité de la récolte, dans les conditions de la Guadeloupe.

Description des essais

En général le rendement décroît avec des semis tardifs (RIOLLANO et al., 1962). En plus des objectifs déjà définis, il était intéressant de préciser la date limite de semis et d'essayer de compenser la perte de rendements des semis tardifs par l'augmentation des densités de culture. Un essai a été réalisé en Grande-Terre calcaire et sèche (essai I), un autre en Guadeloupe volcanique et humide (essai II).

L'essai I comporte :

— 2 variétés :

GI 54/3, de Trinidad,

218066 (numéro de la collection de Beltsville, U. S. A.) originaire du Pakistan.

— 3 dates de semis : 1^{er} juin, 15 juillet, 1^{er} septembre.

— 3 densités de semis : 1 m × 1 m, 1 m × 0,50 m, 0,50 m × 0,50 m avec des parcelles élémentaires de 10, 18, 36 plantes.

La sécheresse a provoqué une très mauvaise levée du semis du 15 juillet.

Dans l'essai II, la variété GI 54/3 a été semée 5 fois à un mois d'intervalle : 15 mai, 15 juin, 15 juillet, 15 août, 15 septembre aux mêmes densités que dans l'essai I. Cet essai a été réalisé dans de mauvaises conditions agronomiques (horizon d'argile compacte à moins de 10 cm du sol par endroits).

Les deux essais ne comprennent que deux répétitions. Ils ont reçu une fertilisation NPK de 50-150-150. 7 traitements insecticides (estival ou parathion) ont été effectués de façon non systématique sur l'essai I, 6 sur l'essai II, sans obtenir un contrôle satisfaisant.

Les récoltes sont faites en moyenne tous les dix jours. Les gousses vertes sont pesées. Sur un échantillon de 250 g on note le nombre de gousses, le poids de grains verts puis secs (48 h à 90°), le poids de 100 grains verts et le nombre de trous de chenilles sur 25 gousses prises au hasard.

Résultats

La durée (en jours) de la phase semis-floraison figure dans le tableau 1. Alors que cette durée est constante pour la variété 218066, elle varie de 164 à 118 jours pour la variété GI 54/3. De même la hauteur des plantes à la floraison (tabl. 2) est constante pour la variété 218066 mais elle varie de 1,70 m à 0,80 m chez la variété GI 54/3.

Les rendements en q/ha de gousses vertes sont donnés dans le tableau 3. Les rendements de l'essai II sont nettement au-dessous des possibilités locales, en particulier il n'y a pas eu de seconde récolte (tabl. 4). On distingue en effet pour les variétés locales (type GI 54/3) 2 périodes de récolte : l'une en décembre-janvier (1^{re} récolte)

l'autre en mars (2^e récolte). L'importance de la 1^{re} récolte par rapport à la récolte totale figure dans le tableau 4, toutefois la variété 218066 fleurit en permanence et il est assez arbitraire de séparer la 1^{re} et la 2^e récolte.

Le tableau 5 résume les différentes caractéristiques à la récolte (environ 40 échantillons). L'importance des chenilles mineuses de la gousse (surtout des noctuelles : particulièrement *Heliothis virescens*)(*) est le principal facteur limitant de la culture.

Les rendements en matière sèche et en azote sont donnés pour mémoire dans le tableau 6.

Le peuplement a en général peu d'influence (RIOLLANO et al., 1962) sur l'ensemble des caractères étudiés. Toutefois, la densité la plus forte donne souvent le meilleur rendement (tabl. 7). Les peuplements sont les suivants :

D₁ = 8 000 pl/ha (1,25 m × 1,00 m)

D₂ = 16 000 — (1,25 m × 0,50 m)

D₃ = 32 000 - (0,62 m × 0,50 m)

Discussion

La variété G I 54/3 est une variété de jours courts, demi-naine et à croissance déterminée. La variété 218066 est à floraison continue indépendante de la longueur du jour, naine, mais à croissance indéterminée. A la récolte le poids de cosSES (poids en gousses — poids de cosSES + poids de grains) est nettement plus faible chez la variété 218066. Son grain est moins tendre. C'est une variété qui semble à réserver pour la production de grains secs.

Les résultats obtenus permettent de penser que des rendements de 50 à 60 q sont facilement réalisables en culture commerciale. Ils peuvent dépasser ces chiffres en bonnes conditions.

L'irrégularité des essais n'a pas permis de préciser la date limite du semis « normal » on peut penser qu'elle se situe début juillet. Après cette date les résultats obtenus ont été mauvais pour plusieurs raisons : les densités n'étaient pas suffisantes compte tenu du très faible développement des derniers semis et le taux de nouaison semble de plus en plus faible. D'autre part la récolte est retardée : le semis du 1^{er} septembre produit en février-mars. Il semble donc difficile de tirer parti, pour la mécanisation en particulier, du faible développement en semis tardif des variétés de jours courts. Cette technique pourrait par contre être étudiée pour étaler la production pour la conserverie (GOODING, 1960). Les variétés indifférentes à la longueur du jour devraient permettre une production toute l'année, mais elles ont une floraison très « diffuse » et nécessitent de nombreuses récoltes peu importantes. Il semble que celles dont on dispose actuellement soient de mauvaises qualités : petites gousses, très petits grains, forte teneur en matière sèche au stade de récolte, coloration du grain (SANCHEZ-NIEVA, 1962) (tabl. 5).

Il est cependant troublant de constater que cette variété que nous qualifions d'indifférente à la longueur du jour subisse les mêmes baisses de rendement en semis tardif que la variété de jours courts.

L'étude des relations croissance-développement et des réactions générales de ces variétés aux différentes saisons (essentiellement à la longueur du jour) a été entreprise

(*) Les déterminations d'insectes sont dues à la Station de Zoologie (P. F. GALICHET).

ainsi que l'étude du taux de nouaison en rapport avec les variétés et l'âge des plantes.

En 1969, une vingtaine de variétés locales est comparée à GI 54/3 et Kaki. Ces essais sont conduits de la façon suivante :

- fertilisation 30. 120. 100,
- plantation à 1 m sur billons en zone humide ou, à plat en zone sèche,
- distance 1 m \times 1 m pour les variétés à grand développement,
1 m \times 0,66 — — petit — —
- semis de 3 grains par poquets avec éclaircissage entre 1 mois et 6 semaines.
- Ces variétés sont comparées en semis normal (1^{er} juin) et en semis tardif (15 juillet).
- Entretien : un sarclage normal est nécessaire quand la plante est jeune ensuite l'entretien peut être assuré chimiquement (gramoxone 2,5 l/ha).
- Protection contre les insectes : Il est bon d'alterner D. D. T. (contre les noctuelles) et parathion, également efficace contre cicadelles, thrips... mais d'emploi plus délicat (P. F. GALICHET).

II. VIGNA SINENSIS*

Les résultats donnent le niveau des rendements possibles en grains secs et montrent dans quelles conditions cette culture peut être réalisée.

Description des essais

ESSAI I. Un essai split-plot à 2 répétitions a été semé en zone calcaire sèche le 18 juillet 1968. La levée a été difficile du fait de la sécheresse (120 mm d'eau entre le semis et la 1^{re} récolte). Il comprend 3 variétés originaires d'Afrique (53, LY 195, 78/2) cultivées à 3 densités : 50 \times 25 (en moyenne 71 000 pl/ha), 50 \times 17 (118 000 pl/ha) et 50 \times 10 (183 000 pl/ha).

La fertilisation NPK apportée au semis est 50-150-150.

Aucun traitement phytosanitaire n'a été effectué, les dégâts d'insectes ne semblant pas très importants. Pourtant BOOKER (1965) signale la nécessité de 6 traitements insecticides au Nigeria. L'oïdium (*Erysiphe polygoni*)** est présent sur toutes les variétés à partir du 17 octobre. Les taches foliaires ne prennent de l'importance qu'à maturité (*Helminthosporium vignicola* Olive. et *cercospora cruenta* Sacc.).

ESSAI II. Un essai bloc à 2 répétitions a été mis en place le 24 mars 1969 en zone volcanique humide. Il comprend 4 variétés : 53, 136, originaires d'Afrique, blackeyed (U. S. A.) et Cristando (Queensland), à la densité de 120 000 pl/ha (50 \times 13).

La fertilisation (33-60-60) est apportée au semis. Cet essai est volontairement réalisé à un niveau de fertilisation bas dans une parcelle peu fertile. Un traitement insecticide a été nécessaire pour arrêter une attaque de pucerons.

(*) Espèce à laquelle appartiennent les pois-yeux-noirs, pois de canne notamment

(**) Les déterminations sont dues à la Station de pathologie végétale (F. JAILLOUX, C. M. MESSIAEN).

Résultats et discussion

Les résultats de l'essai I figurent dans les tableaux 8, 9, et 10. Seul l'effet variété est significatif, pourtant les variétés réagissent de façon différente à l'augmentation des densités, qui entraîne chez la variété 53 (à petit développement) une augmentation importante du rendement. Les variétés à fort développement varient peu et préfèrent des densités faibles ou moyennes.

L'essai II a donné des résultats moins bons (tabl. 11). Il comportait des variétés tardives à fort développement et la densité adoptée était insuffisante pour les variétés à petit développement. Les conditions agronomiques mais aussi climatiques (humidité élevée durant tout l'essai avec de fortes pluies pendant la floraison) étaient très défavorables (1 000 mm d'eau entre le semis et la 1^{re} récolte).

La variété 53 a une floraison très groupée et un faible développement. Elle est très précoce et facile à récolter mécaniquement. Au point de vue cultural c'est donc une variété particulièrement intéressante.

En Guadeloupe la floraison paraît indifférente à la longueur du jour (tabl. 12). TEWARI (1965) considère *Vigna sinensis* comme une plante de jours longs. La durée de la culture : 75 à 100 jours suivant les variétés varie peu avec la saison et ces rendements de 15 à 20 q peuvent théoriquement être obtenus quatre fois dans l'année soit une production annuelle de 60 à 70 q/ha, ou 250 kg d'azote.

Une collection de variétés introduites est actuellement à l'étude. Elle a montré la grande variabilité de l'espèce : types de croissance, précocité, coloration de la fleur, de la tige et de la graine, taille et forme des gousses et grains, disposition des grains dans la gousse... Certaines de ces variétés semblent intéressantes soit pour la production des grains secs en culture mécanisée, soit pour la production de gousses ou de grains verts, soit encore comme fourrage vert. Des essais seront entrepris ou poursuivis dans ces différents domaines.

RÉSUMÉ

I. *Cajanus cajan*.

Parallèlement à l'étude de la variabilité et de la biologie de l'espèce, deux essais ont été réalisés dans le but de préciser les techniques culturales, les méthodes de récolte et les niveaux de rendement.

Deux variétés : GI 54/3 (naine, de jours courts à croissance déterminée) et 218066 (naine à croissance indéterminée, indifférente à la longueur du jour et à floraison continue) originaires respectivement de Trinidad et du Pakistan ont été semées tous les mois entre le 15 mai et le 15 septembre à des densités de 8 000 à 32 000 plants/ha. Les rendements des premiers semis atteignent 55 à 58 q/ha de gousses vertes. Le pourcentage de grains est de 47,5 et 54,6 %. Le pourcentage moyen de matière sèche des grains 34,6 et 41,9 %.

II. *Vigna sinensis*.

Des rendements de 10 à 22 q/ha de grains secs en 10 à 12 semaines ont été obtenus dans un essai variétés × densités. A la densité de 200 000 plants/ha de 16 à 22 q/ha.

L'une de ces variétés à petit développement, floraison précoce et groupée est facilement mécanisable. La culture peut être faite toute l'année. La production d'azote atteint 60 à 70 kg/ha.

Un essai en conditions humides a donné de moins bons résultats.

Une collection de variétés introduites est en cours d'étude.

SUMMARY

RESULTS OF PRELIMINARY TRIALS WITH TWO LEGUMES

I. *Cajanus cajan*. — II. *Vigna sinensis*

I. *Cajanus cajan*.

Beside the study of the variability and the biology of *C. cajan*, two trials have been realised for the purpose of specifying the cultural technique, the harvesting method and the yield level.

Two varieties : GI 54/3 (1/2 dwarf, short day length, determinate) and 218066 (dwarf, undeterminate, without day length reactions, with everlasting flowering) respectively coming from Trinidad and Pakistan, have been sown each month between the 15th May and the 15th September at the rate 3 200 to 13 000 plants/acre.

The yields of the first sowing attained 4 900 lb/acre to 5 200 lb/acre of green pods. The seeds percentage are 47.5 and 54.6. The mean percentage of seeds dry matter are 34.6 and 41.9.

II. *Vigna sinensis*.

In a varieties × densities trial yields are 890 lb/acre to 1 960 lb/acre of dry seeds have been obtained within 10 to 12 weeks. With a density of 80 000 plants/acre 1 690 to 1 960.

The harvesting of one of these varieties with small growth, early concentrated flowering can easily be mechanized. It can be done at any time in the year. The production of nitrogen attains 53 lb/acre to 62 lb/acre.

A trial in wet weather gave less good results. A collection with introduced varieties is now under study.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOOKER (R. H.), 1965. — Pests of cowpea and their control in Northern Nigeria. *Samaru Research Bull.*, n° 55, 662-674.
- GOODING (H. J.), 1960. — Some problems of pigeon pea improvement. *J. of the Agric. Soc. Trinidad and Tobago. Paper*, n° 883.
- KRAUSS (F. G.), 1932. — The pigeon pea (*Cajanus indious*) its improvement culture and utilization in Hawaii *Hawaii Agr. Expt. Sta. Bull.*, 64, 46 pp.
- RIOLLANO (A.), PEREZ (A.) et CRAMOS, 1962. — Effects of planting date variety and plant population on the flowering and yield of pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) *J. of Agric. of the Univ. of U. P. R.*, vol. XLVI, n° 2.
- SALETTE (J. E.) et COURBOIS (J. M.), 1969. — Agronomical aspects of pigeon pea (*Cajanus cajan*) in Marie-Galante. Caribbean food crops society. Sixth annual meeting (St-Augustine, 7-13 July 1968).
- SAMBANDAM (R.) and al., 1965. — A note on the quality of pods in vegetable cowpea. *F. C. A.*, 18, 4, 1902.
- SANCHEZ-NIEVA (F.), 1962. — Processing characteristics of pigeon peas of the Kaki and Saragateado selections. *J. Agric. U. P. R.* vol. XLVI, n° 1.
- TEWARI (G. P.), 1965. — Effects of planting dates on flowering and yields of cowpeas in Nigeria. *Exp. Agric.*, 1, 4, 253-256.

TABLEAU I

Durée semis floraison en jours (Cajanus)

	15.5	1.6	15.6	15.7	15.8	1.9	15.9
Essai I 218066		96		94		94	
G154/3		164		141		118	
Essai II G154/3	160		162	134	122		111

TABLEAU 2

Hauteur des plantes à la floraison (cm) (Cajanus)

	15.5	1.6	15.6	15.7	15.8	1.9	15.9
Essai I 218066		150		140		145	
G154/3		170		130		80	
Essai II G154/3	180		150	130	114		110

TABLEAU 3

Rendement en q/ha de gousses vertes (Cajanus)

	15.5	1.6	15.6	15.7	15.8	1.9	15.9
Essai I 218066		54,9		21,1*		6,1	
G154/3		58,0		(20,8)		5,6	
Essai II G154/3	34,6		44,1		10,1		1,9

TABLEAU 4

Importance de la première récolte (en % du total) (Cajanus)

	15.5	1.6	15.6	15.7 (**)	15.8	1.9	15.9
Essai I 218066		94,4		81,2*		100	
G154/3		44,5		(100)		100	
Essai II G154/3	100		100	—			100

TABLEAU 5

Caractéristiques à la récolte (Cajanus)

	Rendement en grain (%)	% de M. sèche du grain	Poids de 100 grains (en g)	Poids moyen de la gousse	Nbre de trous de chenilles sur 25 gousses	% azote du grain
Essai I 218066 ..	54,6	41,9	14,1	0,64	19	3,20
G154/3 ..	47,5	34,6	25,4	1,72	21	3,16

* Données obtenues sur nombre réduit de parcelles.

(**) La première récolte, peu importante, n'a pas été faite.

TABLEAU 6

Rendements en matière sèche et azote (Cajanus)

	Kg de mat. sèche	Kg azote
Essai I 218066.....	1 250	40,2
G154/3.....	920	29,2

TABLEAU 7

Rendements en q/ha de gousses vertes (par densités) (Cajanus)

	Essai I (semis du 1.6)		Essai II (G154/3)	
	218066	G154/3	Semis du 15.5	Semis du 15-6
D ₁	42,0	51,9	31,2	26,8
D ₂	56,6	51,0	42,2	38,1
D ₃	66,2	71,0	30,3	67,4

TABLEAU 8

Durée de la culture (en jours) (Vigna)

Variétés	Semi floraison	Durée de la récolte	Durée totale de la culture
53.....	38	15	75
L. Y. 195.....	45	33	108
78/2.....	48	33	108

TABLEAU 9

Rendement en grains (Vigna)

Variétés	Rendements en grains (q/ha)				% de matière sèche	% d'azote
	D ₁	D ₂	D ₃	moyenne		
53.....	10,8	13,0	16,2	13,3	78,3	4,27
L. Y. 195.....	22,7	20,5	21,5	21,5	79,0	
78/2.....	17,5	20,5	15,1	17,7	81,7	4,25
Moyenne.....	17,0	18,0	17,6	17,5	79,7	

TABLEAU 10

Rendement en azote (kg) (Vigna)

	D ₁	D ₂	D ₃
53	36,1	43,5	53,8
78/2	60,8	71,2	52,1

TABLEAU 11

Résultats de l'essai II (Vigna)

	Rendement q/ha	Durée semis floraison (jours)	Durée semis récolte (jours)
53	8,2	41	81
Blackeye	6,7	44	88

TABLEAU 12

Durée semis floraison en jours en différentes saisons (Vigna)

Variétés	Juillet	Décembre	Avril
53	39	45	41
136	49	52	50
Blackeyed	46	46	44

RECHERCHES DE VARIÉTÉS DE TOMATES AUX ANTILLES

F. KAAAN, M. BERAMIS, C. M. MESSIAEN

I^{re} PARTIE : RECHERCHES DE CRITÈRES DE SÉLECTION

Aux Antilles, la culture de la tomate est rendue difficile pour de multiples raisons. Quelques-unes nous fournissent des critères de sélection. Au premier rang de nos préoccupations en sélection figure la recherche de variétés résistantes aux maladies. Certaines maladies sont à l'évidence le facteur limitant initial de la production de la tomate en pays tropical.

A. — *Résistance aux maladies*

1) *Résistance ou tolérance au flétrissement bactérien.*

L'étude de la résistance ou de la tolérance de certaines variétés et descendances est poursuivie en inoculation artificielle et au champ.

Une revue des travaux publiés à ce sujet (ACOSTA, 1965, ACOSTA, GILBERT, QUINON, 1964, AZZAM, 1963, GILBERT et CHINN, 1969, SUZUKI et al., 1964), et l'expérience qui a été acquise ici avec les géniteurs UPR 199 et CRA 66 (CORDEIL et DIGAT, 1967, DIGAT et DERIEUX, 1968) et leurs hybrides avec Floralou montrent que jusqu'à présent aucune lignée ou hybride portant des fruits de qualité commerciale convenable ne montre un niveau de tolérance élevé en conditions sévères d'infection au champ.

D'autre part, aucun des travaux consacrés à l'étude de la résistance génétique ne fait apparaître un mode d'hérédité simple.

Cependant le haut niveau de résistance de certaines lignées, et la bonne corrélation entre la mortalité au champ et la sensibilité en infection artificielle, nous incitent à entamer l'étude de la descendance F2 des croisements CRA 66 × Floralou, soumise à une infection artificielle. Il conviendra d'accorder une attention toute particulière à l'importance des effectifs.

I. N. R. A. ; Stations d'Amélioration des Plantes et de Pathologie Végétale, C. R. A. A. G Petit-Bourg, Guadeloupe.

2) Résistance au *fusarium* et aux nématodes.

De nombreuses variétés portant une résistance monogénique à l'une ou l'autre de ces maladies sont actuellement disponibles. Nous nous sommes contentés jusqu'ici d'introduire une collection de variétés résistantes aux nématodes.

3) Résistance aux maladies foliaires.

L'importance aux Antilles françaises de 5 parasites (*Phoma destructiva*, *Alternaria solani*, *Septoria lycopersici*, *Stemphylium solani*, *Cladosporium fulvum*) a été dégagée par MESSIAEN (C. F. C. S., 1969).

Si l'on dispose de résistances monogéniques contre les deux dernières espèces, les seuls moyens de lutte disponibles contre les trois premières sont les traitements fongicides. Cependant, beaucoup de variétés présentent à en croire leurs créateurs une résistance à l'*Alternaria* au stade jeune.

Des lignées résistantes à *Phoma destructiva* (ALEXANDER, 1959) ou à *Septoria Lycopersici* (ANDRUS et REYNARD, 1945, LINCOLN et CUMMINS, 1948) ont été créées mais elles n'ont pas jusqu'ici donné naissance à des variétés commerciales résistantes.

B. — Adaptation aux conditions climatiques antillaises

1) Conditions climatiques et développement du plant.

Si la température toujours assez élevée assure une croissance et un développement rapide de la tomate (100 jours environ entre le semis et la maturité du premier fruit en hiver), un observateur habitué à la culture en région tempérée est frappé par l'importance du développement végétatif et par la hauteur des plantes, qui contraste souvent avec la pauvreté en fruits des bouquets.

Le rapport de la croissance végétative et du développement des bouquets peut être mis en évidence au stade jeune en comptant le nombre de vraies feuilles sous la première inflorescence.

Alors que dans les conditions d'une culture précoce en France l'induction florale se produit au début avril après l'initiation de la 8^e feuille, elle a lieu seulement après celle de la 10^e feuille en Guadeloupe pour un semis effectué en mai (variété Supermande). Dans le cas d'autres variétés la différence peut être assez élevée (variété Saint-Pierre : 9 feuilles en France, 14 feuilles en Guadeloupe).

La différence de durée du jour ne peut suffire à expliquer cette différence puisque des semis effectués en décembre en Guadeloupe montrent une induction florale encore plus tardive.

L'énergie lumineuse reçue par la culture joue sans doute un rôle favorable à la précocité d'induction florale (CALVERT, 1965, SAITO et ITO, 1967, WITTEW, 1963).

Or l'énergie lumineuse reçue par les plantes est beaucoup plus élevée en région tropicale qu'en région tempérée (FOUGEROTZE, Communication personnelle).

Pourtant, des tomates semées en mai dans de bonnes conditions lumineuses (serre plastique) sont initiées plus haut qu'en France (cf. *ante*).

Le facteur lumineux ne permet donc pas d'expliquer cette différence.

Nous attribuons plus volontiers cette différence à l'action de la température plus élevée en moyenne aux Antilles en particulier la nuit où des températures inférieures à 20° sont peu fréquentes.

Plusieurs auteurs ont déjà montré l'effet retardateur des températures moyennes ou nocturnes élevées sur le développement de la première inflorescence (CALVERT, 1965, KOMOCHI, 1964, SAITO et ITO, 1965, 1967).

Cependant, d'autres facteurs, comme le niveau de fertilisation des plantes peuvent influencer aussi la précocité d'induction florale.

Il faut souligner les très grandes différences variétales constatées (de 10 à 14 feuilles sous le premier bouquet pour une collection de variétés cultivées semées en mai).

Nous pensons que, s'il est permis d'attribuer aux mêmes facteurs le développement relativement tardif de l'inflorescence et la pauvreté des bouquets souvent constatée sous les tropiques, une mesure du déséquilibre entre le développement végétatif et celui des organes reproducteurs pourrait constituer un critère de sélection intéressant dans les conditions de température qui règnent aux Antilles.

2) *Pluviosité et nouaison.*

Il faut citer l'effet défavorable des fortes pluies sur la fécondation. Mais nous ne savons pas encore si ce facteur permet de différencier du matériel en sélection.

3) *Qualités du fruit et résistance à l'éclatement.*

Il faut aussi assurer les récoltes contre les accidents climatiques (fortes pluies qui favorisent l'apparition des fentes) et les accidents mécaniques pendant le transport.

Beaucoup de variétés récentes montrent des qualités satisfaisantes à cet égard, aussi bien en ce qui concerne la résistance à l'éclatement que la fermeté.

Plusieurs d'entre elles ont été réunies et elles sont actuellement en cours d'observation.

II^e PARTIE : ÉTUDE DU MATÉRIEL SUBSPONTANÉ DE LA RÉGION CARAÏBE

Une prospection de tomates à petits fruits a été effectuée aussi bien en Guyane qu'en Guadeloupe. Les fruits de ces plantes sont fréquemment consommés mais elles font rarement l'objet d'une culture systématique.

Les origines de Guyane ont été cultivées en saison sèche (semées le 20.11.68) dans une parcelle peu infectée de *Pseudomonas*, en comparaison avec des témoins choisis pour leur sensibilité ou leur résistance au flétrissement bactérien. Les plantes étaient tuteurées et taillées à une branche.

Les différentes familles de plantes sœurs montrent, à l'exception d'une, une grande homogénéité pour tous les caractères étudiés. Les familles issues d'une localité se comportent de façon très voisine et on peut donc les regrouper selon leur origine géographique.

1) *Résistance ou tolérance au flétrissement bactérien*

Au bout de 3 mois de culture, les origines et variétés montrent des niveaux de résistance très variés.

Nom des variétés	Mortalité le 1/4	Remarques
Bouzyanna	21 %	
Cayenne	64 %	
Mahuri	53 %	
Maripasoula	0 %	
Matoury	8 %	
Montjoly	10	(10 plantes)
Rochambeau	23 %	
Sinnamary	23 %	(hétérogène)
C. R. A. 66	0 %	(lignée résistante)
Floralou	92 %	
U. P. R. 199.39.15	0 %	(lignée résistante)
F1 C. R. A. × Floralou	0 %	
F1 199 × Floralou	9 %	
Montfavet H 63.5	100 %	

Les courbes de mortalité cumulée (jusqu'au 10/4) sont régulières (fig. 1.).

Le classement des origines reste sensiblement le même tout au long de la culture. Seules les origines homogènes et représentées par plus de 20 plantes ont été figurées.

Des plantes sœurs des plantes étudiées ont été soumises à des inoculations artificielles de *Pseudomonas solanacearum* par piqûre de la tige à l'âge de 6 semaines.

La corrélation entre les notations en infection artificielle et la mortalité au champ est relativement satisfaisante (fig. 2).

En conclusion, seule l'origine Maripasoula semble atteindre un niveau de résistance comparable à celui de C R A 66.

2) Résistance aux maladies foliaires

Malgré les pulvérisations régulières de manèbe, sur les 5 parasites cités plus haut, seul l'*Alternaria* n'a pas causé des dégâts à la culture.

Les premières attaques ont été dues à *Phoma destructiva* et *Septoria Lycopersici*. *Stemphylium solani* et *Cladosporium fulvum* sont venus après.

Aucune des plantes ne s'est montrée résistante au *Phoma*, le niveau de tolérance semble cependant très variable.

Les dégâts dus aux trois autres maladies sont beaucoup moins importants. Les origines de Guyane sont en général sensibles au *Septoria* et au *Stemphylium* et résistantes au *Cladosporium*.

Nom des variétés	<i>Phoma destructiva</i> note de 1 à 5	<i>Septoria</i> <i>Lycopersici</i>	<i>Stemphylium</i> <i>solani</i>	<i>Cladosporium</i> <i>fulvum</i>
Bouzyanna	2,3	Sensible	Sensible	Résistant
Cayenne	1,9	—	—	—
Mahuri	2,3	—	—	—
Maripasoula	1,6	—	—	—
Matoury	4,5	—	—	—
Montjoly	2,0	peu sensible	peu sensible	—
Rochambeau	2,3	Sensible	Sensible	—
Sinnamary	1,5	—	—	—
C. R. A. 66	1,0	—	Résistant	—
Floralou	2,0	—	—	—
U. P. R. 199.39.15	2,0	—	—	Sensible
F1 C. R. A. × Floralou	1,3	Sensible	—	Résistant
F1 199 × Floralou	1,5	—	—	—

3) Développement des plantes

Nom de variétés	Feuilles sous le 1 ^{er} bouquet	Durée semis Floraison (jours)	Durée Floraison maturité (jours)
Bouzyanna	15,3	63	35
Cayenne	13,4	64	
Mahuri	14,5	56	32
Maripasoula	17,3	66	36
Matoury	13,0	55	36
Montjoly	14,0	60	38
Rochambeau	16,6	64	33
Sinnamary	14,5	63	36
C. R. A. 66	14,0	75	35
Floralou	13,0	68	
U. P. R. 199.39.15	13,0	63	38
F1 C. R. A. × Floralou	14,0	66	35
F1 U. P. R. × Floralou	12,0	63	39
H 63.5	13,0	66	

La famille Cayenne est du type « variété cultivée ».

Il faut remarquer que quoique le nombre de feuilles soit élevé sous le premier bouquet des familles guyanaises, leur floraison est pourtant relativement précoce. Ceci apparaît en mettant en corrélation les deux mesures (nombre de feuilles sous le premier bouquet — durée semis-floraison) (fig. 3). Elles se placent nettement au-dessus des variétés cultivées. Un rythme d'initiation foliaire plus rapide chez les familles de Guyane peut expliquer cette différence. Le développement des rameaux est en effet très rapide chez ces origines.

4) Caractères des fleurs et des récoltes

Flours.

Leur aspect varie beaucoup selon les familles.

Certaines portent des fleurs fasciées, le nombre de loges du fruit est alors en général supérieur à 3.

La position du stigmate au moment de la floraison est très variable : complètement caché (note 1) juste au-dessous du cône staminal (note 2) juste au-dessus du cône staminal (note 3) complètement sorti (note 4) (cf. tableau suivant).

Cette variation ne doit pas être sans effets sur la nouaison.

Nom des variétés	Longueur du style	Poids par fruit (g)	Nombre de loges	Couleur de l'épiderme du fruit	Goût du fruit
Bouzyanna	3,2	25	3	incoloré	peu amer
Cayenne	2,3	90		jaune	amer
Mahuri	3,8	55	5-6	incoloré	—
Maripasoula	3,8	55	7-8	—	—
Matoury	3,9	55	7-8	—	—
Montjoly	3,8	65	6	—	—
Rochambeau	2,9	25	3-4	—	—
Sinnamary	3,5	hétérogène	hétérogène	—	—
C. R. A. 66	3,6	35	5	—	très amer
Floralou	2,4	130	7	jaune	pas amer
U. P. R. 199.39.15	1,0	80	5	jaune uniforme	peu amer
F1 C. R. A. × Floralou	3,4	70		jaune	très peu amer
F1 U. P. R. 199 × Floralou	1,5	100	67	—	—

Fruits.

Le nombre de loges varie beaucoup, en rapport avec le type de fleur. Le poids par loge est plus uniforme.

Les fruits des familles de Guyane ont en général un péricarpe très mince.

La couleur de la peau est soit incolore, soit rose, soit panachée, certaines familles présentent une hétérogénéité pour ce caractère, qui peut être due à une ségrégation du locus Y/y.

Tous les fruits des familles guyanaises présentent un gel vert autour des graines avant la maturité.

Les fruits sont toujours amers.

Les attaques du flétrissement bactérien ont rendu impossible toute estimation de productivité.

Des observations analogues ont été faites sur une collection d'origines guadeloupéennes. Mais seul un petit nombre d'origines a échappé au flétrissement.

Nom des variétés	Longueur du style	Poids par fruit (g)	Nombre de loges	Couleur
Banancier	1	13,5	3	jaune
Marche de Pte-à-Pitre	3,5	11	3,2	—
Morne-à-l'eau C	1,4	12	2,8	incolore
Morne-à-l'eau D	4	11	4	jaune
Prise d'eau	2	14	3,2	incolore
Sainte-Marie	1,2	5	2	jaune

On voit que l'élongation du style est très variable selon les origines.

Le poids par fruit est faible chez les origines survivantes.

RÉSUMÉ

L'obtention de types variétaux de tomate adaptés aux conditions antillaises est recherchée.

Dans ce but, du matériel spontané à petits fruits d'origine tropicale, des variétés sélectionnées sous climat tropical et sous climat subtropical humide ont été réunies ainsi que d'autres variétés présentant des caractères favorables à la production sous les tropiques.

Les caractères qui président aux choix des géniteurs sont le suivants :

- 1° résistance ou tolérance au flétrissement bactérien,
- 2° résistance au fusarium et aux nématodes,
- 3° résistance aux maladies fongiques à évolution aérienne (*Phoma destructiva*, *Alternaria solani*, *Stemphylium solani*, *Cladosporium fulvum*),
- 4° qualité du fruit (en particulier fermeté et résistance à l'éclatement),
- 5° adaptation aux conditions climatiques (photopériode, thermopériode) résistance aux fortes précipitations.

Les premiers résultats obtenus font apparaître que les origines spontanées qui ont été réunies présentent une variabilité certaine en ce qui concerne la résistance au flétrissement bactérien, le type de fruit, la précocité d'induction florale et l'élongation du style.

SUMMARY

TOMATO VARIETIES RESEARCHES AT THE ANTILLES

The obtainment of varietal types of tomatoes adapted to West Indian conditions is researched.

In that purpose, subspontaneous material with small fruit of tropical origin, selected varieties under tropical and wet subtropical climate have been gathered, as well as other varieties showing favorable characters for the production under the tropics.

The principal characters used to choose parents are the following :

- 1° bacterial wilt resistance or tolerance,
- 2° fusarium and nematode resistance,
- 3° foliar fungal diseases resistance (*Phoma destructiva*, *Alternaria solani*, *Stemphylium solani*, *Cladosporium fulvum*),
- 4° fruit quality (and particularly firmness and crack resistance),
- 5° climate adaptation (photoperiod, thermoperiod) high precipitations resistance.

First results obtained show that subspontaneous origins already gathered present a very variability in regard to bacterial wilt, resistance to the characters of fruit, to the precocity of floral induction, and to stylar length.

AUTEURS CITÉS

- ACOSTA (J. C.), 1965. — Genetic analysis of bacterial wilt resistance and certain other characters in a tomato cross. *L. esculentum* Mill × *L. pimpinellifolium* Mill. Diss. Abstr. 1964, 25, 745, Order n° 64.2645. *Hort. Abstr.*, 35, 2, Abstr. 3647.
- ACOSTA (J. C.), GILBERT (J. C.), QUINON (V. L.), 1964. — Heritability of bacterial wilt resistance in tomato. *Proc. of the A. S. H. S.*, 84, 455-462.
- ALEXANDER (L. J.), 1959. — Progress report of national screening committee for disease resistance in the tomato for 1954-1957. *Plant disease. Reporter*, 43, 55-65.
- ANDRUS (C. F.), REYNARD (G. B.), 1945. — Resistance to Septoria leaf spot and its inheritance in tomatoes. *Phytopathology*, 35, 16-24.
- AZAM (H.), 1964. — Tomato breeding for the tropics. *Proc. of the 2nd C. F. C. S. Annual meeting, Bridgetown, Barbados* 2, 56-59.
- CALVERT (A.), 1965. — Flower initiation and development in the tomato. *N. A. A. S. quart. Rev.*, 70, 79-88.
- CORDEIL (J.), DIGAT (B.), 1967. — Etude de la résistance variétale de la tomate au flétrissement bactérien en Guadeloupe et en Guyane française. I, (pub. du C. R. A. A. G.).
- DIGAT (B.), DERIEUX (M.), 1968. — Etude de la résistance variétale de la tomate au flétrissement bactérien. II. Valeur pratique des hybrides F1 et contribution à l'étude génétique de la résistance (pub. du C. R. A. A. G.).
- GILBERT (J. C.), CHINN (J. T.), 1969. — Bacterial wilt resistant combinations. Tomato genetics cooperative. Report n° 19.
- KOMOCHI (S.), 1964. — The practical significance of low night temperatures in the tomato nursery. III. Effects of temperature and fertilizers on the relative growth of flower buds and vegetative organs. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, 33, p. 101-109. *Hort. Abstr.* 35, 3, Abstr. 5925.
- LINCOLN (R. E.), CUMMINS (G. B.), 1948. — Septoria blight resistance in the tomato. *Phytopathology* 39, 647-655.
- MESSIAEN (C. M.), BEYRIES (A.), BERAMIS (M.), 1969. — Maladies cryptogamiques à évolution aérienne sur plantes maraichères en Guadeloupe et en Martinique. Annual Meeting. C. F. C. S. 1969, Fort-de-France. Paper n° 23.
- SAITO (T.), ITO (H.), 1965. — Studies on growth and fruiting in the tomato. V. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, 34, 321-333. *Hort. Abstr.* 36, 4 Abstr. 6863.
- SAITO (T.), ITO (H.), 1967. — Studies on growth and fruiting in the tomato. IX. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, 36, 195-205. *Hort. Abstr.* 38, 2 Abstr. 3520.
- SUZUKI (I.) et al., 1964. — Studies on breeding egg plant and tomato for resistance to *Pseudomonas solanacearum*. I : Investigations on methods for evaluating resistance and on sources of resistance for breeding. *Engel Shikenjo Hokoku/Bull. Hort. Res. Sta. Ser. A.* 1964, n° 36, p. 77-106. Pl. Breeding. Abstr. 37, 3 Abstr. 5225.
- WITTWER (S. H.), 1963. — Photoperiod and flowering of the tomato, *proc. A. S. H. S.* 83, 688-694.

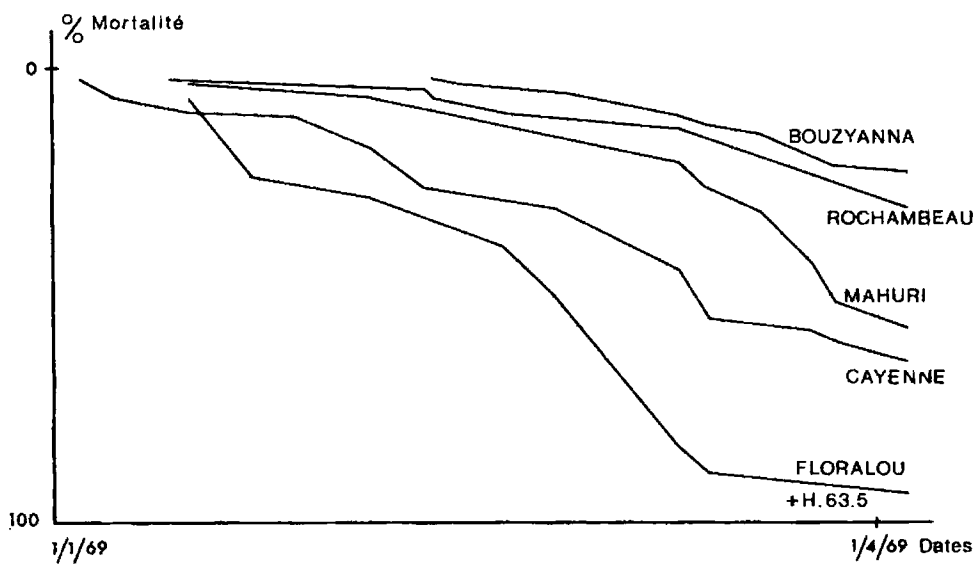


FIG. 1.

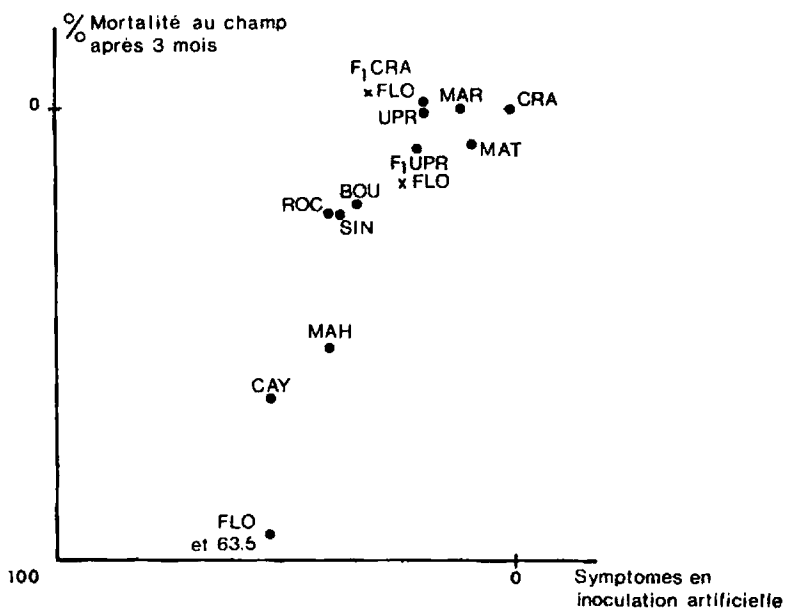


FIG. 2. — Corrélation entre les données transformées en Arc sin \sqrt{x} : 0,83. Seuil de signification à 1 %, $n = 10$: 0,708.

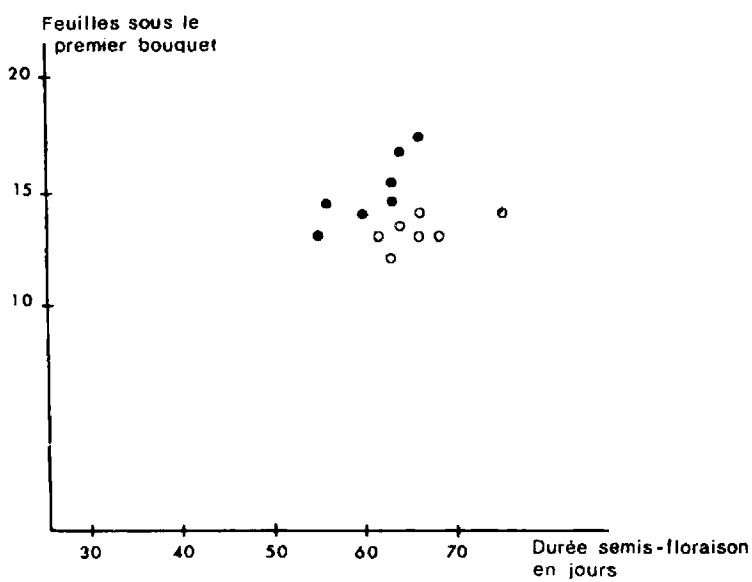


FIG. 3. — ● ; famille de Guyane,
○ ; tomate de type « variété cultivée ».

ONIONS — FROM A POSSIBILITÉ TO A REALITY IN BARBADOS

Dr. B. W. EAVIS and W. de C. JEFFERS

Barbados imports over three million pounds of onions per year at a cost of approximately \$ 350,000 E. C. . The CARIFTA territories as a whole import approximately 26.5 million pounds worth nearly two million dollars. About 1,500 acres of onions are necessary to satisfy this market. The prospects for large scale production of onions and other vegetable crops in Barbados are good because of favourable soils. Part of the island is covered by black calcareous clay soils with a friable surface structure, so that good tilth is combined with a high moisture retaining capacity. This combination of properties is uncommon.

In July 1966 a paper was presented by JEFFERS and GOODING at the Caribbean Food Crops Society Conference entitled « Onions — a possibility for Barbados ». A small trial laid down by GOODING which yielded at the rate of 15 tons per acre was described.

VARIETIES

Toward the end of 1966 onion variety trials were carried out by JEFFERS, WILLIAMS and ALLEYNE at the Ministry of Agriculture stations. The varieties tested were Granex F1 Hybrid, Texas Early Grano 502, Yellow Bermuda, Red Creole and Crystal White Wax. The yields of all varieties were good and an opportunity was taken to observe consumer reaction. Based on this and other factors the two varieties, Granex F1 Hybrid and Texas Early Grano were selected for further work. The other varieties were dropped from the programme for various reasons. Yellow Bermuda produced a large number of split bulbs which were particularly prone to rot. In the case of Red Creole and Crystal White Wax, when exposed for sale alongside of the yellow varieties the consumer selected the latter first, and when supplies were exhausted selected the Red Creole. It was only when neither the yellow varieties or Red Creole were available that the Crystal White Wax was taken. Recently, in the 1969 crop the Grano and Granex varieties have not kept well in storage, and it has been decided to bring Red Creole back into the programme on account of its reputation as good storage variety. Tropicana another red variety is also undergoing trials with a view to storage.

Ministry of Agriculture, Barbados.

TIME OF PLANTING TRIALS

Trials were conducted by JEFFERS, WILLIAMS and ALLEYNE to examine the effect of date of planting on yield during the period October to March. Bulbing occurred at a progressively earlier stage of growth throughout this period and yields decreased five fold. Similar planting distances were used throughout, and the yield decrease occurred because the individual bulbs became progressively smaller. Closer spacing and an increase in population density is necessary in order to maintain the higher yields. October plantings give a relatively smaller number of large onions, while later plantings should provide a greater number of smaller onions.

REQUIREMENTS FOR BULBING

Bulb initiation in onions depends on daylength, temperature and stage of growth.

HEATH (1969) and others worked out the minimum daylength requirements at constant temperatures and found that it varied from 12 to 16 hours for varieties selected at different latitudes. The minimum daylength requirement was less at higher temperatures (over the moderate range explored up to 27° C) ; that is both longer days and higher temperatures resulted in more rapid bulbing, which in turn was followed by more rapid ripening.

In Barbados during 1968-1969, the Granex F1 Hybrid and the Texas Early Grano varieties sown in October did not bulb in the period mid November to the end of January ; that is when the daylength was less than 11.5 hours. Onions sown in the autumn which have not initiated bulbs before mid November will therefore continue to grow until the end of January before doing so, and the plant will be large when bulbing commences. These large plants then produce large bulbs. Onions which are sown later have a shorter growing period before bulbing is initiated and are therefore smaller.

No experimentation has yet been undertaken on planting outside the period October to March but the following hypothetical predictions can be tested :

1. With August or September plantings, if bulbing is initiated by mid November, the bulb will continue to develop and will mature in January or early February. If bulbing is not initiated by mid November then oversized bulbs will be produced in late March.

2. The longer the day, the earlier, the stage of growth at which bulbing commences and the smaller the bulb. June sowings would therefore be expected to produce the smallest bulbs. It is not yet known if these would be marketable, but there is some evidence (from a garden plot) that satisfactory onions were produced in Barbados in 1968 from June sowings.

3. Varieties with a slightly longer minimum daylength requirement would allow sowings to be made in February, March and April to supply a market when onions are internationally scarce (i. e. in June, July and August) when the price is high.

4. Experience with the Granex and Grano varieties indicates that under average growing conditions, the optimum date of planting for a variety is about 12 weeks before it starts to bulb. If a variety was found which began to bulb on May 1st, for example (daylength 12 hours 36 minutes), then it should be planted on February 1st.

Much more empirical experimentation is necessary to test these predictions since this may lead to all-the-year-round production, one of the maining obstacles in plans for expansion of the onion industry in Barbados.

COMMERCIAL PRODUCTION OF ONIONS

In October 1967 JEFFERS, WILLIAMS and ALLEYNE laid down two one acre costing trials at Sayes Court and Bullens using the above two varieties. Half of each trial was direct-seeded and planted 4 rows per 5 ft. ridge and the other half was transplanted using thinnings. The results showed that where high yields were obtained (as at Sayes Court where 15 tons were harvested from one acre), a good profit could be expected. However, the operations of sowing, transplanting and thinning were done by hand and only a small number of workers could be trained to carry out these relatively skilled operations.

For large scale production seeding must be mechanised and transplanting and thinning operations must be eliminated. This is accomplished by precision seeding techniques. EAVIS introduced a mechanical tractor-mounted 5 row precision seed drill into Barbados in 1968, and the total production of onions was consequently increased from 30 tons in 1968 to approximately 200 tons in 1969. A further increase is planned for 1970.

THE SEED DRILL

In the type of seeder chosen, individual seeds are picked up by holes in a moving rubber belt. They are discharged near ground level into a groove made by a coulter in the soil surface, and are covered by a drag-bar and a press wheel. The drill can also be used to sow cotton, brassicas, carrot, cucumber, lettuce, corn, melon, peanuts, peppers, red beet, small beans, tomato, turnips and other crops. The type of belt, choke and spring base necessary to sow a given crop at the desired spacing is determined by the manufacturer from a sample of the seed provided by the grower. The necessary alterations to each seed drill can be made in a few minutes. As an alternative to the belt type of precision seed drill, the plate type can be used in which holes in circular metal discs select the individual seeds. Both types of drill will deliver regular shaped seed singly at the desired spacing in the row ; with onions the seeds were delivered singly at intervals of one inch and subsequent thinning was not therefore necessary. With melons, for instance, the drill has been used to sow seed singly at nine inch intervals.

In many areas of the world good results are obtained with seed drills which are not of the precision seed spacing type, but careful setting is necessary and although cheaper these simpler drills were rejected on the grounds that inexperience in their use might lead to crop failures.

ANCILLARY CULTIVATION EQUIPMENT

Mechanical seed drills are not likely to work satisfactorily unless special methods are used in the final stages of land preparation. The soil must be levelled, refined and

rolled. The first two operations are carried out by using a *levelling spike-tooth harrow*. At the front and rear of this tool, 13 ft. wooden beams are mounted to move the soil from high spots into depressions and six inch metal spikes break up clods and create a fine surface condition. The final operation before seeding is carried out by a Cambridge roller. Its purpose is to crush clods and create sufficient compression of the surface soil for mechanical planting.

SELECTION OF SITE

In Barbados the black montmorillonite clays (soil types mapped as 10, and 30) and the montmorillonite/kaolinite mixtures (40) are best suited to onion production. Of the soil types tried, those least suited are the red sands (70) in St. Peter and St. James and the chalk and alluvial soils of the Scotland District. The sands and chalk soils require almost daily irrigation in dry weather whereas the black soils will produce fair crops without any irrigation from October plantings. The alluvial soils of St. Andrew produce a surface cap especially after irrigation, which tends to prevent germination.

A level site which does not become waterlogged is most suitable. An area not susceptible to erosion should be selected.

There should always be a three year « rest period » between successive onion crops as a precaution against the build up of nematodes and diseases such as white rot. If a shorter cycle is used these pests and diseases would undoubtedly ruin an onion industry in Barbados as they have done in other countries (Lincolnshire, England).

Although onions were produced successfully without irrigation at six sites during 1968-1969, the risk of crop failure is greater and the yields are less than on sites with irrigation. The quantity of water needed to produce a large increase in yield is small and irrigation facilities are a good investment.

Where possible the site should be close to the plantation yard as frequent inspections of the crop are necessary for efficient pest control.

LAND PREPARATION

Land which is taken out of sugar cane can present a problem because the presence of trash, stumps and rocks interfere with the mechanical planting operation. The following recommendations have been issued for the guidance of extension staff and growers and they result in a soil surface which is free from stumps, trash and rocks at the time of planting.

First preparation

1. Burn the trash after harvest.
2. Use a tractor rotavator to cut up the stumps.
3. Invert the soil with a mouldboard plough in order to bury the stumps and trash.
4. Select a day when the soil is moist but not wet (e. g. three or four days after rainfall) and use the levelling spike-tooth harrow. At the same time pick up rocks and place on the bed of the harrow and then deposit them off the field.

These operations can be carried out in May, June or July for a field coming out of sugar cane. It is then best to fallow the land until the autumn. Any weed growth during this period should be controlled by using the spike-tooth harrow and the weed population in the crop can be subsequently much reduced by this treatment.

Final preparation

This depends on the conditions of the land near planting time but if it is clean and not compacted the following two operations should suffice.

5. Use the spike tooth harrow and by a system of *markers* define straight pathways, making sure that the tractor wheels always run in these pathways. It is *most important* not to allow wheel marks at this stage on land which will constitute the onion bed.

6. Using a 4 ft. 6 in. Cambridge roller with the tractor following in the previous wheel marks finally define beds and pathways.

If the fallowed land is level and in good condition operation 5 can be omitted. Where the soil is in poor condition (e. g. compacted after heavy rainfall), it may be necessary to use the rotavator again. It is very important to avoid wheel marks during this operation ; the rotavator must be offset. After rotavating operations 5 and 6 should be carried out.

ROW WIDTHS AND PATHWAYS

The individual seeder units are mounted on a tool-bar which is attached to the three-point linkage of the tractor, and the row widths are adjustable from eight inches upwards. The row widths used in the 1968-1969 experiment were nine inches apart and five rows were straddled by the tractor wheels, the wheel marks delineating 24 inch pathways between the beds.

The recommendation issued for the 1969-1970 crop is for six rows eight inches apart per bed, with 24 inch pathways between the beds. The tractor wheels should be spaced 66 inches centre to centre which is the spacing used in sugar cane.

The extra row and decrease in row spacing from nine to eight inches will result in a 12 % increase in population density and is expected to be reflected as a 12 % increase in yield.

If row widths are too narrow there are problems with both mechanical and hand weeding, and eight inches is considered the minimum practicable. There is no doubt that further increases in plant population would result in greater yields and when the weeding problem can be solved by methods other than hoeing there may be a further justification for decreasing the row widths.

A decrease in the width of some of the pathways is also desirable. The purpose of pathways is to allow access for hoeing and spraying, and they act as surface drains. If a tractor boom sprayer is used it is important that the pathways are wide enough to allow access up to harvest, when the bulbs are swollen and the effective pathway width reduced. With a boom sprayer covering five beds, only every fifth bed has to be used by the tractor and it is advantageous to reduce the width of the other pathways to 15 inches, which is the minimum width necessary to allow entry forh and weeding.

This arrangement would result in another 12 % increase in population density and a corresponding yield increase, but it is only recommended where a skilled tractor driver is available to carry out the rather complicated operation. These narrow pathways could be entered if the tractor is fitted with 6 or 8 inch narrow wheels and mechanical hoeing might thus still be possible using this arrangement.

DRAINAGE

The pathways act as surface drains and although shallow they dealt satisfactorily with three inches of rainfall falling in one day at the end of January 1969. Sufficient depth is created by the passage of the tractor if the soil conditions are fairly wet. More crop damage occurred after heavy rainfall where the pathways were deep than where shallow due to a greater amount of erosion from the outside rows of the bed. Raised beds are not therefore recommended. In the case of very intense rainfall the crop will be washed out whether on raised beds or not and this is one of the risks to be understood.

At Graeme Hall water accumulated in low places and temporarily flooded the crop. Underground plastic pipe drainage has now been installed and similar drainage schemes are currently being undertaken by the Ministry of Agriculture as a free service.

THE DRILLING OPERATION

The drill should be checked prior to seeding making sure that the correct bulbs, chokes and spring bases are fitted ; that the spring base is inserted in the correct manner ; that the seeder units are properly fitted ; that the correct pulley wheels are used for the spacing desired ; and the tractor operator should be told the correct m. p. h. to drive. The top link should be adjusted so that the tripod is in the vertical position when in work, and the front coulter shoes should be adjusted to give the correct sowing depth (one inch for onions).

The tractor operator is provided with a flashing light signal on the dash board which informs him if the internal mechanism of a drill unit is not working. There is also a signal from one drill unit which indicates when the hopper is nearly empty of seed. In spite of these refinements it is still necessary under local conditions to have a reliable person walking behind the drill to check the operation. This person must clear stumps or trash which jam the front wheels of the drill and a crop failure will result if this is not done efficiently. If the wheels are jammed and lifted out of position the seed will be deposited on the soil surface instead of at the correct depth. Under moist conditions the rear wheels become jammed by soil and this must also be periodically attended to.

Under average conditions it is possible to drill one acre per hour but where stumps and trash are present time is wasted out of work. The recommended speed of drilling is between 2 and 3 miles per hour depending on the belt and pulley used.

Care must be taken to see that none of the hoppers runs short of seed.

THE 1968-1969 EXPERIMENTS

The following list indicates the ten sites used in 1969-1969 for experiments in onion growing using the above methods.

Site	Parish	Soil type	Acreage	Date of sowing	Date of harvest	Yield tons per acre	Irrigation
Graeme Hall Agricultural Station	Christ Church	30-34 montmorill. clay	Total = 10 acres (see below)			Total = 46.0 T	
	1.		1.5*	23 Oct.	20 Mar.	7.1	once only
	2.		4.0	14 Dec.	14 May	5.0	yes
	3.		3.5	18 Dec.	10 May	1.9	none
	4.		1.0	20 Dec.	5 May	6.2	yes
Plantations	5.		.18	11 Dec.	6 May	15.0	yes
	A. St-Philip	10 mont. clay	1.0	28 Oct.		none	
	B. St-Philip	ditto	.75	12 Nov.	29 Mar.	5.06	none
	C. Christ Church	30 mont. clay	.85	18 Nov.	9 Apr.	2.22	none
	D. Christ Church	40 Kaol. and montmorill. clay	.43	18 Nov.	9 Apr.	5.04	none
	E. Christ Church	40	.76	19 Nov.	9 Apr.	7.34	none
	F. Christ Church	40	.50	19 Nov.	10 Apr.	5.10	none
	G. St-Peter	70 red sand	2.50	14 Jan.	1 June	2.31	yes
	H. St-Andrew (Haggatts)	173 alluvion	1.0	17 Jan.		none	
I. St-Lucey (Cluffs)	10	10.0	24 Nov. to	27 Mar. to 14 Apr.	10.0 (total = 100 T)	germination due to capping) yes	

Note : Ten acres were originally planted at Graeme Hall on 23-25th Oct. but only 4 1/2 acres survived a caterpillar attack (see text) and the remainder was redrilled in December.

GERMINATION AND RAINFALL

There were no germination failures under the rainfall conditions existing during October, November and December 1968 (see Fig. 1). It was convenient to sow under the driest conditions available and rely on later rainfall to assist germination. It is unusual to experience more than 14 consecutive dry days during these months and the seed can remain unharmed for a longer period of time if germination has not commenced. Plantations C, D, E, and F experienced 14 dry days after sowing and almost perfect germination was subsequently obtained.

At a later stage of growth when the seed has chitted, or in the seeding stage, it is estimated that 20 days might be critical on the black soils so it is possible that drought may sometimes make replanting necessary where no irrigation is available. The frequency of occurrence of 20 consecutive dry days at any particular site can be obtained by examining rainfall records.

The chief operations necessary during the growth of the crop are weed control, pest control, fertiliser application and irrigation. These are now discussed.

WEED CONTROL

Chemical weed control was almost completely in-effective with the partial exception of contact pre-emergence measures.

1. *Contact pre-emergence weedkiller trials*

The aim is to scorch those weeds which emerge before the crop germinates. Under wet conditions onions germinate in seven days and many weeds take a longer time (e. g. grasses). Some success was obtained with Paraquat (e. g. Grammoxone-W) with the fast germinating weeds by spraying one day before the emergence of the onions. Due to wet weather, it was not possible to use a tractor or wheel type sprayer and this is a problem which may often recur. The subsequent saving in hand weeding costs if weed seedlings are killed at this stage may be very considerable, and a great deal of effort is worthwhile to select the correct day for spraying, which should be as late as possible but not after the onions have emerged.

More weeds may be killed if onion drilling is delayed for several days after the final seed bed preparation, due to a longer period for weed germination. The risk of losing an opportunity for sowing in dry weather must be considered against the benefits likely to be accrued as a result of better weed control.

2. *Residual pre-emergence weedkillers*

These are designed for application before germination and will kill susceptible weeds as they come through the soil surface during the subsequent post germination period. Some also act as contact pre-emergence weedkillers. The following chemicals in this group were applied one day before germination on trial plots of quarter of an acre.

Pre-emergence applications

Chemical	Rate of application per acre	Volume of diluted spray per acre	Efficacy of control
1. Tok E	6 pints	50 gallons	Weeds germinated equally well on treated and on untreated plots. Ineffective.
2. Herbon White	3 pints	70 gallons	
3. Ramrod	4.75 lbs	50 gallons	
4. Alicep	3 lbs	50 gallons	
5.	4 lbs	50 gallons	
6.	5 lbs	50 gallons	
7. Dacthal	1 1/2 lbs	50 gallons	
8.	2 3/4 lbs	50 gallons	
9.	3 1/2	50 gallons	

3. *Post-emergence weedkiller trials*

The following chemicals were sprayed on plots of 1/8 acre six weeks after planting at Graeme Hall, when the onions were at the 4 leaf stage.

Post-emergence applications

Chemical	Rate of application per acre	Volume of diluted spray per acre	Efficacy of control	Damage to the onions
1. Herbon Red.....	4 pints	60 gallons	*Very poor	None
2. Herbon Yellow	1 gallon	60 —	—	—
3. — —	5 —	60 —	—	—
4. — White	4 pints	60 —	—	—
5. Alicep	3 lbs	60 —	—	—
6. Dacthal	1 1/2 lbs	60 —	—	—
7.	2 1/2 lbs	60 —	—	—
8.	3 1/2 lbs	60 —	—	—
9. Tok E	6 pints	60 —	—	—
10.	12 —	60 —	Fair	Considerable
11. Sulphuric acid	10 % solution	16 —	Did not kill the grasses but killed other weeds	Considerable

* Weeds often scorched but not killed.

It is clear from the above results that these weed killers are not effective, and were not selected for Barbadian weeds. In most cases there was some scorching of the leaves but the weeds usually recovered and hand weeding was never completely eliminated. The following weeds were recorded.

Rating	Common name	Rotanical name
***	1. Rice grass	<i>Brachiaria eruciformis</i>
	2. Spinach	<i>Amaranthus dubius</i>
	3. Prickly caterpillar	<i>Amaranthus spinosus</i>
	4. Devil's grass	<i>Cynodon dactylon</i>
	5. Not known	<i>Kalstroemia pubescens</i>
	6. Pussley or Purslane	<i>Portulaca oleracea</i>
	7. Water weed	<i>Spigelia anthelmia</i>
	8. Rabbit vine	<i>Teramnus labialis</i>
	9. Lion's tail	<i>Leonotis nepetifolia</i>
	10. Not known	<i>Borreria laevis</i>
	11. Chickenweed	<i>Portulaca quadrifida</i>
*****	12. Milky weed	<i>Euphorbia</i> sp.
	13. Burn-mouth vine	<i>Rhynchosia minima</i>
****	14. Seed-under-leaf	<i>Phyllanthus fratenus</i>
*****	15. Hair grass	<i>Leptochloa filiformis</i>
	16. Nut grass	<i>Cyperus rotundus</i>

(with acknowledgements to Mr. Merland BURKE and Mr. Graham GOODING)

HAND WEEDING

Apart from the harvesting operation, hand weeding was the major cost in the production of the crop. The hours (women and men) needed per acre during the five month growth period were :

Per acre

Graeme Hall Plantations	400 man hours
B, C, D, E & F	315 man hours (average for five sites)
Cluffs	117 man hours

The low figure at Cluffs is the result of early control of weed seedlings and good supervision of workers. At Graeme Hall the failure of the first sowing due to caterpillar attack, added six extra weeks to the duration of the crop and therefore increased the hours spent weeding.

The major part of the weeding was carried out by women who were provided with light six inch draw hoes. Other hoes should be tried experimentally in 1970, such as the Dutch hoe, and the « Planet Junior ».

Tractor-mounted steerage hoes may also be used. For satisfactory operation in rows eight inches apart, however, the soil conditions must be near perfect, free from trash, rocks and clods and very level.

Special measures should be taken before planting to control the weeds on headlands. To secure effective permanent weed control it is best to combine weedicidic application with rotavation. It may be difficult to spray weedicides on the headlands after the crop is established because of the danger of drift. At Graeme Hall grass seeds from the perimeter of the field caused a problem on the windward side.

PEST CONTROL

Pest control was the chief problem encountered in the 1968-1969 crop and the failure of several chemicals to control pests as expected nearly led to the abandonment of the project. Satisfactory methods have now been developed but extreme vigilance is very important.

Description of the pest damage

1. *Leaf-eating caterpillars*

These first appeared at Graeme Hall exactly seven days after germination. At 5.00 p. m. on the sixth day no caterpillars were seen ; at 7.30 a. m. on the seventh day nearly every onion seedling was colonised. The caterpillars are very small (2 to 3 mm in length), greenish in colour and they feed at the extreme tip of the seedling leaves. Damage seedlings can be quickly identified because of the absence of the terminal « hook », only the vertical part of the seedling remaining. The seedlings are quickly consumed on account of their small size.

The moths lay eggs in clusters on the first leaf soon after germination and these eggs require an incubation period before hatching. Protective spraying is not effective since considerable damage occurs before the caterpillars are destroyed by the poisoned leaves, and it is therefore essential to secure a direct hit with the

spray on the caterpillars on the day of hatching. This is essential (even at the weekend).

New generations of the insect appear throughout the growth of the crop and later the caterpillars enter the hollow leaves and feed on the inside tissues. As the crop nears maturity the caterpillars sometimes feed within the crown of the bulb and this damage can lead to premature rotting.

The control of this pest is therefore of prime importance.

2. *Leaf miner*

Hollow tunnels appear in the middle tissues of the leaf and these are contorted and take on a translucent appearance. The larvae can be seen feeding at the end of the tunnels. The pest occurred about two weeks after germination and there after throughout the life of the crop. The damage starts at the tips of the leaves which become white and have a crinkled appearance and these symptoms quickly advance toward the base of the plant. Where no control measure are implemented the plant is killed.

3. *Onion thrips*

An infestation can build up at any stage of growth but in the experiments an early outbreak was probably prevented by the D. D. T. spray used for caterpillar control. D. D. T. spraying was stopped six weeks before harvest and thrips became a problem in the maturing onions. The individual thrips are just visible to the naked eye and several hundred can be counted on a small area of the leaf surface. They are pink sucking insects and are often concealed in the tightly packed leaves, where they are partially protected from the spray.

The leaves become freckled with small white spots and eventually the whole leaf loses its green colour. Infected areas in the field can be indentified at a distance by the whiteness of the vegetation and these areas quickly enlarge so that a small infestation can spread over several acres within a few days.

4. *Cutworms*

The mature onions at Graeme Hall were windrowed on the soil surface for two to three weeks after pulling in order to allow the tops to dry to assist ripening. Circular bites of approximately 1/4 inch in diameter appeared in the onion bulbs as a result of cutworm attack and subsequently rots occurred. No control measures could be implemented at this stage. Unless a method can be found to prevent such losses it is not advisable to windrow onions in the field.

THE EVOLUTION OF A SPRAYING PROGRAMME

The list which follows shows how a spraying programme was developed and how the successful later plantings were achieved as a result of the earlier failures and experience gained at Graeme Hall :

Date	Site	Material	Rate per acre (in 16 gallons of water)	Efficacy of control	Pest which desired to control
Nov. 8	G. H.	Trichlorphon (= Dipterox)	1 1/2 lb	Very poor	Leaf eating Caterpillars
12	G. H.	Dipterox plus Agral 90 wetter	3 lb	—	Caterpillars
15	G. H.	Dipterox Agral 90 wetter	3 lb	—	Caterpillars
19	G. H.	Dipterox Agral 90 wetter	3 lb	—	—
22	G. H.	Carbaryl (= Sevin) Dipterox	1 1/2 lb 3 lb	—	Caterpillars
		Carbaryl (= Sevin) Agral 90 wetter	3 lb	—	Caterpillars
26	G. H.	Ditto	ditto	—	Caterpillars

At this stage 8 1/2 acres out of ten were decimated at Graeme Hall. Redrilling was carried out from December 11th. Meanwhile, onions at plantations A and B were attacked by the same pest. Those on plantation A were wiped out within two days (ten days after germination) but the caterpillars remaining were discovered to be susceptible to D. D. T. At plantation B, D. D. T. was immediately sprayed as follows but the application was about 8 hours too late and the population density was reduced to approximately half—the yield would probably have been doubled if spraying had been carried out 8 hours earlier.

Nov. 30	Plt. B.	D. D. T. (Arkatene)	4 pints	Good	Caterpillars
------------	---------	---------------------	---------	------	--------------

On plantations A, B, C, D, E, F, D. D. T. was thereafter sprayed weekly up to six weeks before harvest. Other sprays were later introduced to control leaf miner and thrips.

Dec. 9	Cluffs	Chlordane dust	3 lb	Used as a preventative measure but failed to control a later attack	Caterpillars
17	—	—	3 lb	ditto	—
19	—	Dieldrin	1 1/2 pint	very bad attack; emergency measure fair control but not complete	Caterpillars
24	—	D. D. T. (Arkatene) Triston x sticker	4 pints 1/4 pint	Good	—

Thereafter D. D. T. was sprayed regularly up to mid February at Cluffs.

The second major pest was first noticed at Plantation B and at Graeme Hall on the October sown onions, on December 20th. This was LEAF MINER.

Dec. 23	Plt. B.	Bidrin	6 fl. oz.	Good	Leaf miner
23	G. H.	D. D. T. Dimethoate (= Rogor or Perfekthion)	4 pints	Good	Caterpillars
			1/2 fl. oz.	Good	Caterpillars Leaf miner

Subsequently, either of the above two treatments was used at all sites at weekly intervals.

The third major pest thrips occurred first at Graeme Hall after D. D. T. spraying had been dropped and replaced by Bidrin. Thrips were noticed on the most mature onions on 20th February and doubling the concentration of Bidrin failed to control them.

Feb. 27	G. H.	Bidrin and wetter	12 fl. oz.	Good	Caterpillars
				Good	Leaf miner
28	G. H.	Malathion and wetter	1 1/2 pints	Very poor	Thrips
				Good but only for two days	Thrips

This treatment was repeated twice weekly at Graeme Hall until one week before harvest and was subsequently introduced to the spraying programme at Cluffs where a small outbreak was prevented from becoming a major problem. Thrips damage was also severe at all the other sites, but occurred too late to seriously affect yields.

PEST CONTROL RECOMMENDATIONS FOR THE 1969-1970 CROP

As a result of the above experience the following recommendations have been issued for use in the 1969-1970 crop.

1. Inspect the crop daily for signs of caterpillars and on the FOURTH day after germination spray with.

Per acre

D. D. T. 25 % liquid (e. g. ARKATENE or D. D. T. E-25)	4 pints	30 gallons of diluted spray
Sticker (e. g. CHEVRON or TRITON X).....	1/4 pint	

2. Continue to inspect the crop each morning and evening and at the first appearance of small newly hatched caterpillars (2-3 mm). REPEAT THE ABOVE TREATMENT.
3. Repeat again THREE days after the first sign of caterpillars or in any case one week after the first application.
4. REPEAT WEEKLY UNTIL SIX WEEKS BEFORE HARVEST.
5. When LEAF MINER tunnels appear combine the above spraying with Dimethoate (e. g. Rogor or Perfekthion) as follows.

- Per acre
-
- D. D. T. 25 % liquid (e. g. ARKATENE or D. D. T.-E 25)..... 4 pints 30 gallons of diluted spray
- Dimethoate (e. g. Rogor or PERFETHION).... 3 fl. oz.
- Sticker (e. g. CHEVRON or TRITON X)..... 1/4 pint
6. Thereafter REPEAT WEEKLY until six weeks before harvest.
7. In the daily inspection of the crop watch for thrip damage, especially after D. D. T. spraying has been stopped and spray as follows TWICE a week until 4 days before harvest.

Per acre

—

Malathion	3 pints	30 gallons of diluted spray
Sticker (as above).....	1/4 pint	

Further experimentation is needed in order to attempt to find chemicals which are less toxic or persistent than those listed above and the recommendations set out should be reviewed in the light of further work.

The cheapest method of application is by tractor-mounted boom sprayer. However, the tractor cannot pass through the field in wet weather and knapsack sprayers must always be available for such emergencies. Tractor-mounted sprayers can apply the chemical at higher volume than knapsack sprayers and the control is better. Careful supervision of spraying is necessary where knapsacks are in use to ensure the crop is completely covered.

FERTILISER REQUIREMENTS

Two hundred and forty three combinations of NP, NK, or PK were laid down in an experiment at Graeme Hall using a non-randomised systematic design as follows :

Onion yields at graeme hall
(Fertiliser experiment)
(tons per acre)
BLOCK 1
Super-phosphate (cwt/acre)

Sulphate of ammonia (cwt/acre)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Mean
0	12.2	12.0	14.1	14.3	14.3	13.5	13.0	10.3	11.2	12.8
1	12.6	13.3	10.9	13.1	13.5	15.2	13.9	9.7	10.1	12.5
2	14.9	12.6	11.1	18.1	15.6	14.9	11.1	7.8	6.2	12.5
3	10.5	7.8	9.5	12.8	13.5	12.8	16.6	10.5	6.9	11.2
4	9.0	6.7	14.1	14.5	14.5	16.4	12.8	12.2	10.9	12.3
5	15.1	9.3	10.7	13.0	9.3	20.7	16.0	5.7	10.1	12.2
6	11.4	10.1	14.5	12.2	13.7	15.2	14.5	10.7	10.3	12.5
7	10.3	11.0	15.6	10.3	16.0	16.4	16.6	13.9	11.8	13.5
8	6.1	7.2	15.1	15.2	11.4	13.1	13.5	9.1	8.4	11.1
Mean	11.3	10.0	13.0	13.7	13.5	15.4	14.2	10.0	9.5	12.3

(muriate of potash constant at 200 lbs/acre)

Block 2

Muriate of potash (cwt/acre)

Sulphate of ammonia (cwt/acre)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Mean
0	12.0	10.1	12.4	16.3	16.6	16.6	14.3	13.7	14.3	14.0
1	12.2	11.6	15.1	12.0	14.3	13.7	15.2	11.8	14.1	13.3
2	13.7	14.5	15.4	15.8	15.8	16.6	16.6	14.3	15.1	15.5
3	13.5	14.7	15.8	16.6	16.0	16.0	16.6	9.7	12.4	14.6
4	15.4	14.1	15.5	16.3	16.4	16.0	16.6	15.1	15.2	15.6
5	11.2	12.2	15.1	16.6	17.0	14.7	15.4	14.8	16.4	14.8
6	13.0	12.2	10.1	18.3	17.1	17.0	15.2	15.4	15.0	14.8
7	9.1	15.0	16.8	16.4	16.6	17.0	16.6	13.9	14.1	15.0
8	15.9	16.6	16.6	16.4	16.8	12.3	16.6	15.1	8.9	15.0
Mean	12.9	13.4	14.8	16.1	16.3	15.5	15.9	13.8	13.9	14.7

(Superphosphate constant at 200 lbs per acre)

Block 3

Superphosphate (cwt/acre)

Muriate of potash (cwt/acre)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Mean
0	13.4	17.0	16.1	16.2	11.8	15.6	16.2	15.2	16.0	14.7
1	13.0	15.6	13.1	16.6	15.4	16.3	16.4	15.8	17.7	15.5
2	15.2	16.6	14.7	16.6	14.6	16.6	15.5	16.3	16.2	15.8
3	16.4	14.4	16.3	14.4	15.2	16.2	17.1	13.5	16.8	15.7
4	18.8	16.4	18.9	21.3	22.3	23.1	19.8	17.3	11.8	18.8
5	12.6	21.3	18.7	22.5	22.3	22.8	18.3	17.7	13.0	18.8
6	14.1	15.3	18.3	17.0	19.1	16.4	16.8	15.3	11.0	15.9
7	13.2	14.1	16.2	17.3	18.7	20.0	12.6	14.4	12.8	15.5
8	17.1	18.7	19.6	20.2	19.1	18.9	9.5	16.2	14.7	17.1
Mean	14.9	16.6	16.9	18.0	17.6	18.4	15.8	17.3	14.4	16.4

(Sulphate of ammonia constant at 200 lbs/acre)

In this experiment yields of 12 and 13 tons per acre were obtained on plots which received no fertiliser. From this and from experience at some other sites it appears unnecessary to apply a basal dressing of fertiliser if the soil is clay and if it was previously fertilised for sugar cane. The factor limiting yields is more likely to be either spacing, or drought.

Where a high density population has been obtained it may sometimes be profitable to apply up to 4 cwts per acre of 12 : 12 : 17 : 2 compound fertiliser as a top dressing. The importance of such an application depends on local conditions and on the colour and condition of the crop. It should be avoided in October planted onions if vigorous grow this taking place since the onions obtained will be oversized with thick necks and the tops will not dry down satisfactorily.

Compound fertiliser can be applied with a fertiliser distributor, and no damage will result to the crop if it is granular.

In the experiment there were small responses to phosphorus and potassium but not to nitrogen. It would be wrong to over-generalise from this trial. The most important finding is that onions are relatively insensitive to differences in fertiliser rates ranging from zero to 18 cwts per acre under these conditions.

IRRIGATION

Examination of the rainfall records (Fig. 1) shows that the onion plant is remarkably drought resistant. The heavy rainfall at the end of January occurred before the bulbs had started to form and was followed by almost continuous drought until April, during which time bulbs of reasonable size were produced. Nevertheless the onion crop is also very responsive to irrigation and the yield obtained from an irrigated crop at Cluffs (10 tons per acre) can be compared with that obtained from unirrigated crops sown at the same time at plantations CDEF (5.0, 7.3, 5.1 tons per acre).

If onions are sown in December, January or later, irrigation is essential. At Graeme Hall for example, 3.5 acres of onions grown without irrigation from a December 18th sowing, yielded only 1.9 tons per acre, and the bulbs were very small.

Onion growing should be of special interest to those who own land which is marginal for sugar cane for example in St. Lucy and St. Philip. The soils in these areas are recommended for onions and irrigation water is known to be available. The onion crop will probably give a better financial return per inch of water than any other crop commonly grown ; three inches of water in some seasons could produce five extra tons of onions per acre (as above) and an additional profit of \$ 700 to \$ 800 per acre at current prices. (See Section on costs and returns).

Irrigation should enable growers to produce onions from February, March and April sowings to mature during June, July and August when the price is high. Further experimentation is necessary with successional sowings to study the feasibility of producing onions during these months and if possible these plantings will constitute a very profitable line of business.

HARVESTING AND MARKETING

Under the dry conditions of February March and April, the leaves dry back *in situ*, and the bulbs are best left in the ground until ripe so that topping and sacking can be done in one operation in the field. Where grading is necessary this is not possible and the bulbs must be transported to a central packing shed. The most convenient method would be to transport the onions in bulk using pallet boxes or tipping trailers. The onions would then be topped, graded and sacked in the packing shed.

If daily pay rates are used (as at Graeme Hall and Plantations BCDEF) then an efficient method of working must be developed. However, the cost of harvesting was reduced more than three times by paying piece-work rates instead of day time rates and children can help the adult members of the family to increase the family work output and to achieve substantial earnings.

In wet weather the problems of harvesting are greater due to difficulty in obtaining ripe bulbs, and because new leaves grow from the bulbs. The regrowth of leaves in maturing onions was a problem with variety Texas Early Grano where irrigation was used experimentally near harvest time to simulate rainfall. Under wet conditions it is also necessary to lift the onions and dry them off the field, since cutworm damage may result if they are windrowed in the field. It may be necessary to construct special drying facilities if onions are to be harvested during the wet season. Further work on these problems is necessary.

It was not found necessary to clean the onions when harvested in dry weather, but in wet weather cleaning may be required. Topping, cleaning and grading are best carried out by machine and if next year's scheduled production is achieved, machinery for this purpose would be a sound investment.

The onions from Graeme Hall were sold to the Barbados Marketing Corporation. The Barbados Marketing Corporation provided the onion nets (50 pound bags) and transport to Bridgetown (together worth 1 1/2 to 2 cents per pound) and paid a price of 10 cents per pound which was later reduced to 9 cents and 7 cents for two grades respectively. Most of the onions were sold locally but a few hundred bags were exported to the Windward Islands.

STORAGE

At Graeme Hall onions were experimentally windrowed in the field, one group being topped before and the other set after ripening. After 14 days drying in the field these bulbs were firm with golden skins and fifty bags from each group were stacked inside a shed at ambient temperatures of 75°-85° F. and examined periodically for rots. After three weeks substantial losses were apparent in both groups, and on examination a black fungus was found inside the crown of nearly every bulb. This was identified by Dr. Harris as *Aspergillus niger* but it is not yet completely clear whether this is the casual organism, or whether it grows in association with bacteria. It is very unlikely that any control measures can be implemented.

Forty bags of onions were also stored at 60° F. in an air conditioned room. At this temperature rotting was equally evident and much more « sprouting » occurred than at normal temperatures.

Although there has been no experimental work on storage of the red varieties in Barbados, overseas experience indicates that they are less susceptible to storage rots and growers have been urged to plant at least half their acreage in Red Creole or Tropicana in the coming season. There is a danger that the home market will be flooded with poor keeping onions if this recommendation is not respected, and such an eventuality would destroy the confidence of growers.

COSTS AND RETURNS

The actual per acre costs of production obtained from the 10 acres planted at Graeme Hall agricultural station were as follows :

Costs and returns at graeme hall 1968-1969
(E. C. dollars per acre)

(Irrigated*)

COSTS

<i>Seed</i>	3 lb per/ac twice = 6 lb @ 12.30/lb.....	76.80	76.80
<i>Land preparation and drilling</i>	20 tractor hours — fuel = 70 c/hr	14.00	
	operator = 85 c/hr	17.00	31.00
<i>Pest control</i>	Chemicals.....	68.90	
	Labour for knapsack spraying 55.3 m/hr @ 60 c	33.10	132.00
<i>Irrigation</i>	Fuel 22.4 gall. diesel @ 67 c	15.00	
	Labour 30 m/hr @ 85 c	25.50	40.50
<i>Weed control</i>	Hand weeding — women 386 m/hr @ 52 c ...	201.14	
	— men 35 m/hr @ 60 c	21.00	222.14
<i>Harvesting</i>	Women — 332 m/hr @ 52 c	172.64	
	Men — 93 m/hr @ 60 c	55.68	
	Tractor — 107 hr @ 1.52 with operator.....	16.26	224.58
	Total variable costs per ac.		727.02

RETURNS

46 tons of onions = 10 300 lbs/ac @ 8.5 c/lb	Total returns per ac....	875.84
	GROSS MARGIN per acre.....	148.82

(*) (Costs of irrigation for acre from total cost on six irrigated acres.)

To the costs listed should be added a proportion of the background fixed costs and the costs of the special equipment necessary to grow the crop. The equipment purchased and its cost was as follows :

	Price
Stanhay seed spacing drill S 766 model.....	1,500.00
« Salo » spike-tooth levelling arrow.....	1,100.00
Cambridge roller	500.00
Total capital cost	<u>3,350.00</u>

Taking costs per annum on a ten-year basis then :

Depreciation at 10 %	335.00
Interest on capital at 8 %.....	134.00
Maintenance	10.00
Total annual cost	<u>469.00</u>
Per acre cost	46.90

(10 acres onions)

Thus on the basis of these costs 4.6 tons per acre is the approximate break-even yield at 8.5c per lb. An illustration of the effect of yield on profit is given below using extrapolated data to take account of the extra costs incurred by the higher yield.

Yield (tons/ac)	Profit per acre	
	(8.5 c/lb)	(10 c/lb)
4.6	0	154.16
5.0	56.40	224.64
6.0	198.22	399.82
7.0	339.80	575.00
8.0	481.38	750.18
10.0	764.54	1 100.54
15.0	1 472.00	1 976.44

Small differences in both price and yield thus critically affect the profitability of onion production. There is no profit at 4.6 tons per acre at 8.5 cents a pound, whereas at the same price 10 tons per acre gives a profit of \$ 764 per acre. The incentive to obtain high yields and to manage the crop well is therefore important. The effect of management on profitability can be illustrated by reference to the section on pest control where a eight hour delay in spraying resulted in a probable loss of 4 tons of onions per acre, that is \$ 481 in one day. By such mismanagement grower with 10 acres would therefore lose a potential profit of approximately \$ 5,000 in a single day.

The price is also critical especially for growers who have no irrigation. Yields on sites without irrigation where proper pest control measures were taken were 5 tons per acre at three sites and 7.3 tons at a fourth site. The yield of 5 tons per acre will give a very small profit at 8.5 cents a pound whereas at 10 cents a pound this is increased four times, to a level which in many cases would be slightly better than that obtained from sugar cane. The price is therefore of crucial importance to a grower who is deciding whether to risk planting onions instead of sugar cane.

Finally, profitability depends on the costs of production, and management can reduce those costs a great deal by improving techniques and methods of payment. The greatest saving can be made by paying piece work rates both for weeding and for harvesting. Piece-work rates for harvesting of 30 cents a 50-pound bag were paid at Cluffs and if the same rate had been paid at Graeme Hall the labour cost (excluding weighing, tying, carting and loading) would have been \$ 618.30 instead of approximately \$ 2,000. Paying by the day was 3.2 times and 3.0 times more expensive than piece-work at Graeme Hall and plantations BCDEF respectively.

The second major cost was weeding and again piece work rates could be set. It is necessary to achieve a wage rate which substantially benefits both employer and employee, and under circumstances where day-time-paid work is slow or unsupervised this mutual benefit can always be realised. Other important savings in weeding costs can result from good management, for example by very thorough control in the seedling stage when the field does not appear to be in a weedy condition. Further advances in cost reduction may be made in the future by mechanisation of hoeing, or by chemical hoeing with shielded sprayers using Paraquat (e. g. Hudson's method).

The cost of spraying pesticides can be halved by using tractor mounted boom sprayers instead of knapsack sprayers, saving an additional \$16 per acre. Some savings may be made on chemicals by selecting the cheapest formulations.

Time of planting will also affect costs of production, since a greater number of irrigations are necessary with dry season plantings. Where June, July and August harvesting is obtained the extra cost is likely to be well rewarded since the market price is higher in these months due to the scarcity of onions on the world market.

The following table shows the variation in cost items at different sites and their dependence on circumstances and management.

*Comparison of some cost items at different sites
(1968-1969)*

Site	Area (acres)	Weeding (labour)	Pest Control		Fertilizer	Harvesting	Irrigation	
			Labour	Chemicals			Fuel	Labour
			(E. C. dollars per acre)					
Graeme Hall ..	10.0	222.14	33.10	68.90	none	224.58	15.00	25.50
Plant. B .....	.75	343.05	36.00*	100.00	22.67	164.49		
C .....	.85	36.78	36.00*	34.12	23.50	102.96		
D .....	.43	80.28	36.00*	105.34	31.62	267.44		
E .....	.50	66.00	36.00*	160.80	27.20	316.00		
F .....	.76	86.37	36.00*	95.58	21.97	324.35		
Cluffs	10.0	49.43	19.50	98.19	22.00	137.77	15.00	11.41

* Estimated.

THE FUTURE

Success or failure of onion growing in Barbados depends on four main factors :

1. The organisation of marketing and the support of CARIFTA Governments in regulating onion imports and protecting the home market.
2. The managerial skill of growers and their willingness to implement the recommendations set out in this report.
3. The organisation of extension work.
4. Research on all-the-year-round production and storage.

The further development of onion growing could save \$ 350,000 by import substitution and there is an export market worth approximately two million dollars, with a requirement of only 1,500 acres of land.

The most important technical problems have been sorted out and the future now depends chiefly on co-ordination and co-operation between Government, growers and marketing organisations.

SUMMARY

CARIFTA onion importations are currently worth approximately two million E. C. dollars per annum and research on the problems of local production in Barbados has been undertaken with a view to the development of an industry capable of supplying this market.

Variety, time of planting and small scale commercial trials (1966-1968) preceded larger scale commercial trials of 1968-1969. Hand methods previously used for sowing, thinning and transplanting have now been replaced by direct-seeding techniques using precision seed spacing drills. These drills were used to plant two ten-acre plots and eight 1/2 and 1 acre plots on plantations distributed throughout Barbados. Onion production in 1969 to date is approximately 200 tons as against 30 tons in 1968. The mechanical equipment and techniques necessary for satisfactory land preparation are described.

Yields varied from two to 15 tons per acre. Ten acres of onions at Cluffs Plantation yielded 100 tons. On five plantations onion yields were 2.2, 5.0, 5.0, 7.3, and 5.0 tons per acre without irrigation.

The most important problem was pest control. Leaf-eating caterpillars destroyed the early crops at the seedling stage and several pesticides were unexpectedly ineffective. Other major pests were leaf-miners and thrips. An effective spraying programme was eventually developed and its implementation is the prime factor in the success or failure of the onion industry.

Ten weedicides were used at various rates of application but both residual pre-emergence and post-emergence types were ineffective. Hand weeding was the major pre-harvest cost, 120 to 400 man hours being needed per acre.

A systematic non-randomised fertiliser trial with 243 combinations of NPK showed the relative insensitivity of onions to variations from 0 to 16 cwts per acre, on land taken out of sugar cane.

The costs of production at various sites are compared and suggestions are made for cost reductions in future crops. Harvesting was the most expensive operation but it was reduced three fold by piece-work.

The varieties grown did not store well. The remaining problems to be tackled are all-the-year-round production and variety selection for storage quality.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank everyone who helped with the project and especially those persons who were concerned with the day-to-day work at Graeme Hall and on plantations.

REFERENCES

- HEATH, O. V. S., 1969. — Personal communication

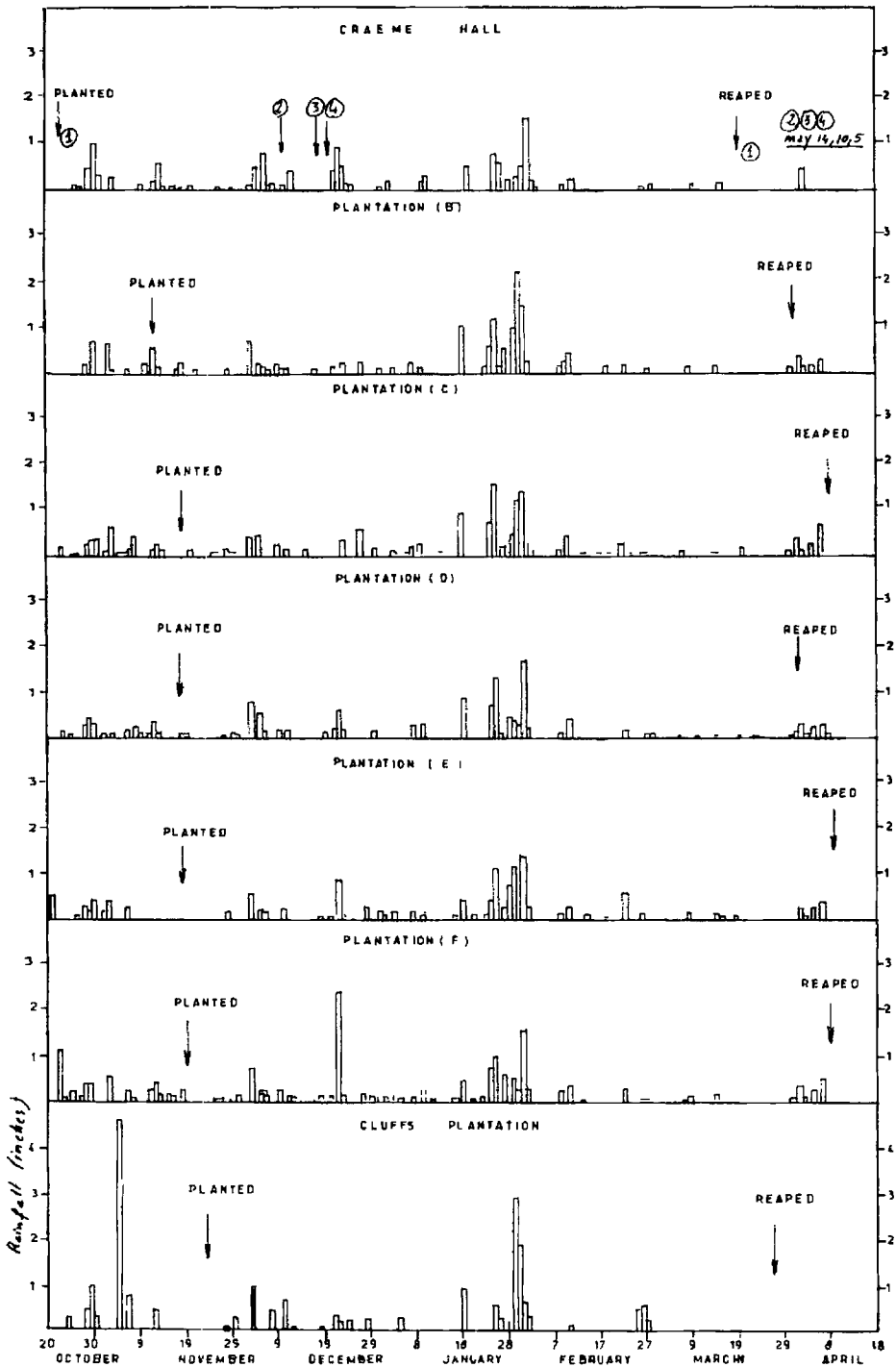


FIG. 1. — Rainfall during growth of onions at seven sites, 1968-69 (inches).

RECHERCHES SUR LA FORMATION ET L'ÉVOLUTION DU GRAIN DE POIS D'ANGOLE (*Cajanus cajan*)

M. DERIEUX (*)

Obtenir la quantité maximum d'un produit de qualité pose souvent un problème délicat. C'est le cas du pois d'angole qui, dans les Antilles françaises est consommé à l'état de grain vert. On peut penser que pour avoir un grain de bonne qualité il faut le récolter avant qu'il ait atteint son poids maximum.

En fait la qualité est mal définie (SALETTE et COURBOIS, 1968) et varie suivant les utilisations (SANCHEZ-NIVEVA, 1960 et 1962). Pour la consommation directe en vert les principaux critères de qualité sont : l'état sanitaire et la teneur en matière sèche du grain. Il faut définir le stade de récolte optimum tenant compte de la teneur en matière sèche du grain et pour cela savoir comment le grain se forme, grossit et mûrit. Nous avons suivi l'évolution de la matière verte et de la matière sèche, totales et par fraction cosses et grains, la taille du grain et le poids du grain vert et sec.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux variétés très différentes ont été étudiées : la variété GI 54/3 (Trinidad), naine, à croissance déterminée, précoce, à grains verts et la variété 249623 (Indes) à croissance indéterminée, induction florale peu soumise à la longueur du jour, grain violet.

Pendant 4 jours les fleurs ont été marquées à l'aide de laine colorée permettant de connaître le jour exact de la floraison. A partir du 13^e jour des prélèvements de 10 gousses « normales » ont été faits tous les 2 jours.

Les notations suivantes étaient effectuées sur chaque gousse :

- longueur et couleur,
- nombre de grains,
- taille de chaque grain et couleur,
- poids vert des grains,
- poids sec des grains (48 h à 90°),
- poids vert des cosses,
- poids sec des cosses (48 h à 90°).

(*) Avec la participation technique de C. VINCENT.

I. N. R. A. ; Station d'Amélioration des Plantes, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.

Du 19^e jour au 40^e jour, 5 gousses supplémentaires ont été prélevées dont les grains ont été regroupés suivant leur numéro d'ordre dans la gousse. Ceci dans le but d'étudier l'influence du numéro d'ordre dans la gousse sur le poids, la taille, la maturité et l'évolution du grain.

Le nombre de grains avortés, parasités ou pourris est noté.

La dimension considérée pour mesurer la taille du grain est son épaisseur. Les deux autres dimensions (longueur et largeur) étant soumises à des irrégularités au niveau du hile, dans les stades jeunes surtout.

RÉSULTATS

1 528 fleurs de la variété GI 54/3 et 2 200 fleurs de la variété 249623 ont été marquées. Respectivement 185 et 268 gousses sont arrivées à maturité. La coulure est très importante : 89,6 et 87,8 % des fleurs. Les taux journaliers extrêmes étant 80,9 et 96,4% (tabl. 1).

TABLEAU 1

Taux de nouaison journaliers

Variété	Date	Nombre de fleurs marquées	Gousses récoltées	% de nouaison
54/3	21.10	451	56	12,4
	5.11	617	29	4,7
	20.11	420	55	13,1
	21.11	431	76	17,6
	22.11	427	45	10,5
	23.11	250	9	3,6
Moyenne		2 596	270	10,4
249623	20.11	680	130	19,1
	21.11	619	57	9,4
	22.11	701	73	10,4
	23.11	200	8	4,0
Moyenne		2 200	268	12,2

Le nombre total de grains observés a été de 649 pour la variété GI 54/3 et la variété 249623, le nombre de grains avortés respectivement 31 et 20 soit 5 % et 2,8 %.

Les autres résultats sont donnés dans les figures 1 et 2 (var. 54/3), 3 et 4 (var. 249623).

DISCUSSION

Le poids vert passe par un maximum qui se situe le 27^e jour (après la floraison) pour la variété GI 54/3 et le 29^e jour pour la variété 249623. Compte tenu de la périodicité des prélèvements cette différence est minime. Par contre si l'on considère le pourcentage de matière sèche du grain à ce stade il est respectivement de 28,8 et 36,5. Cela signifie qu'à son poids maximum le grain de la variété GI 54/3 a une excellente qualité alors que le grain de la variété 249623 est un peu plus avancé.

A ce moment le pourcentage de grains par rapport au poids total vert est respectivement de 45 à 60 %.

La taille du grain est en rapport direct avec le poids vert.

Le poids total en gousses vertes (c'est-à-dire le rendement) suit la même évolution que le poids du grain vert. La récolte doit donc être faite quand le rendement est maximum. Chez la variété 249623 le poids d'eau du grain semble passer par un palier qui serait assez comparable à celui des céréales (fig. 3). La chute du poids sec du grain en fin de maturation a été signalée parfois chez les céréales (MOULE, 1960). Il est difficile de préciser la part des dégradations parasitaires.

On peut distinguer 3 phases :

- Phase de croissance du poids vert et du poids sec (jusqu'à 28 jours).
- Phase de croissance du poids sec et décroissance du poids vert (28 à 38 jours).
- Phase de décroissance du poids vert et sec après 38 jours.

On peut observer également que les cosses se dessèchent très brutalement entre 65 et 25 % d'eau, en particulier la variété 249623 qui a des cosses très fines (en relation avec le pourcentage élevé de grains par rapport au poids total de la gousse).

La gousse s'allonge du 3^e au 11^e jour après l'ouverture de la fleur chez la variété GI 54/3.

Le nombre de grains avortés est peu important mais nous n'avons pas de données précises sur le nombre d'ovules avortés ou non fécondés. Pour la variété 249623 presque toutes les gousses ont 4 grains avec seulement une petite partie des gousses à 3 ou 5 graines. Par contre chez la variété GI 54/3 le nombre de graines varie de 3 à 7 avec des fréquences voisines dans chaque classe. Il serait intéressant d'étudier cette répartition pour quelques variétés et de voir si elle est la même en début et en fin de récolte, en climat sec et en climat humide..., etc.

Les différences entre numéros d'ordre dans la gousse sont très faibles si elles existent. L'effectif observé ne permet pas de les mettre en évidence.

Le taux de nouaison de 10 à 12 % est extrêmement faible et rarement signalé (TERHORST, 1961). Le marquage a peut-être eu une influence défavorable mais la nouaison est toujours faible en conditions humides. Il sera intéressant de chiffrer le taux de nouaison en zone sèche et de voir s'il varie avec l'âge des plantes (dates de semis décalées), avec les variétés et les époques de floraison. Des pulvérisations de régulateurs de croissance pourraient peut-être favoriser la nouaison. L'intérêt, en cas de réussite, serait double : augmenter le rendement et surtout limiter la durée de la récolte.

RÉSUMÉ

Le repérage journalier des fleurs épanouies a révélé un taux de nouaison très faible (10 à 12 %) dans les conditions de la Guadeloupe humide.

Le poids maximum du grain vert est atteint 27 jours après la floraison pour la variété GI 54/3 de Trinidad et 29 jours après la floraison pour la variété 249623 originaire d'Inde. A ce moment la qualité du grain est très bonne (29 % de matière sèche pour la variété GI 54/3).

Le poids sec du grain passe également par un maximum vers 38 jours après la floraison.

SUMMARY

STUDY ABOUT THE FORMATION AND THE EVOLUTION OF THE SEEDS OF PIGEON PEA (*Cajanus cajan*)

In the conditions of wet Guadeloupe, by marking the blooming flowers every day we have noticed a very low rate of setting (10 to 12 %).

The maximum weight of fresh pea is reached 27 days after flowering for the variety GI 54/3 of Trinidad and 29 days after flowering for the variety 249623 from India. At this stage the quality of the pea is quite good (29 % dry matter for the variety GI 54/3).

The dry weight of pea attains a maximum 38 days after flowering.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- MOULÉ (C.), 1960. — Maturation de l'amande et échaudage chez l'avoine cultivée, Ann. Amélior. Pl. I. N. R. A., Paris, 1960, vol. 10, n° 1.
- SALETTE (J. E.) et COURBOIS (J. M.), 1968. — Agronomical aspects of pigeon pea (*Cajanus cajan*) in Marie-Galante. Caribbean food crop society. Sixth annual meeting (St-Augustine, Trinidad, 7-13 July).
- SANCHEZ-NIEVA (F.) et al., 1960. — Maturity indices for pigeon peas. *The J. of Agric. of U. P. R.*, XLIV, 2, p. 60-9.
- SANCHEZ-NIEVA (F.), 1962. — Processing characteristics of pigeonpeas of the Kaki and Saragatedo selections. *J. agric. U. P. R.*, vol. XLVI, n° 1, Janv. 1962.
- TERHORST (K.), 1961. — Selection of pulses in Surinam. VI. Miscellaneous pulses. *Surinam Landb.* 3, 3, p. 75-80.

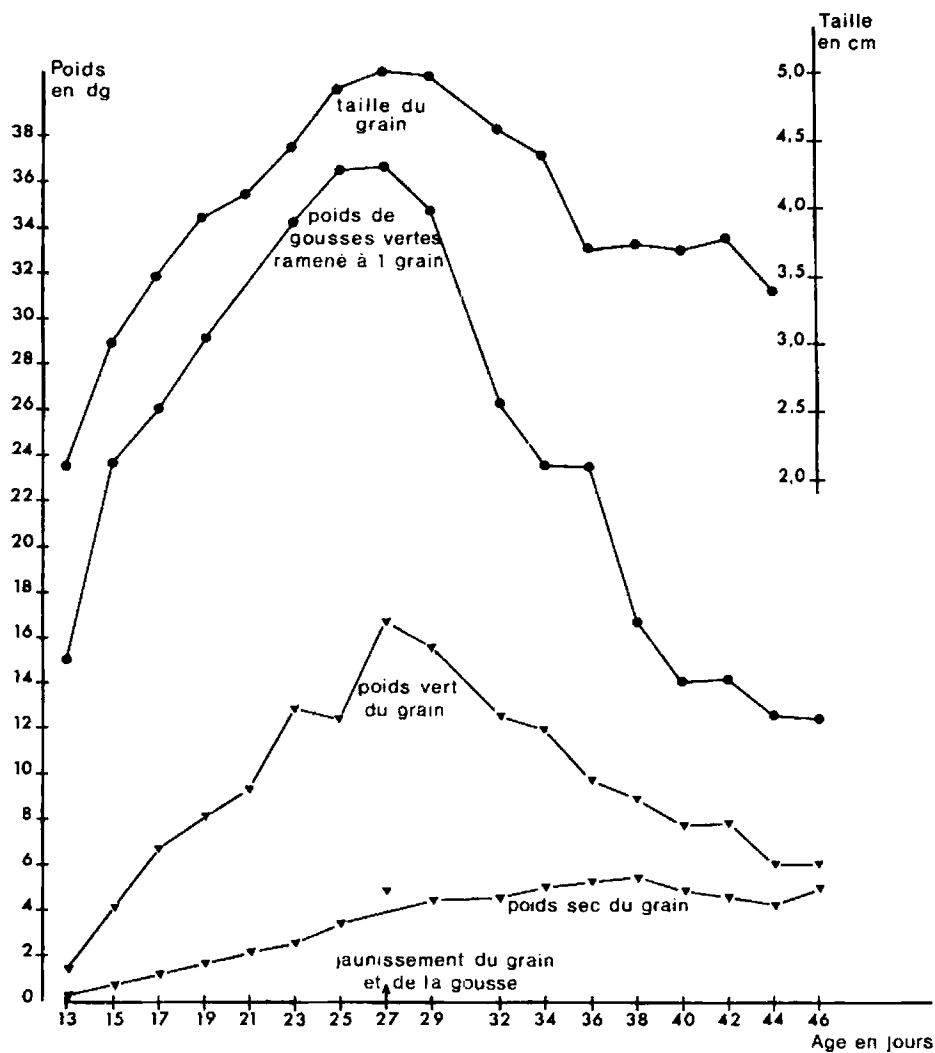


FIG. 1. — Evolution de la taille du grain, du poids de gousses vertes, du poids vert et sec du grain, de la quantité d'eau du grain de la variété GI 54/3.

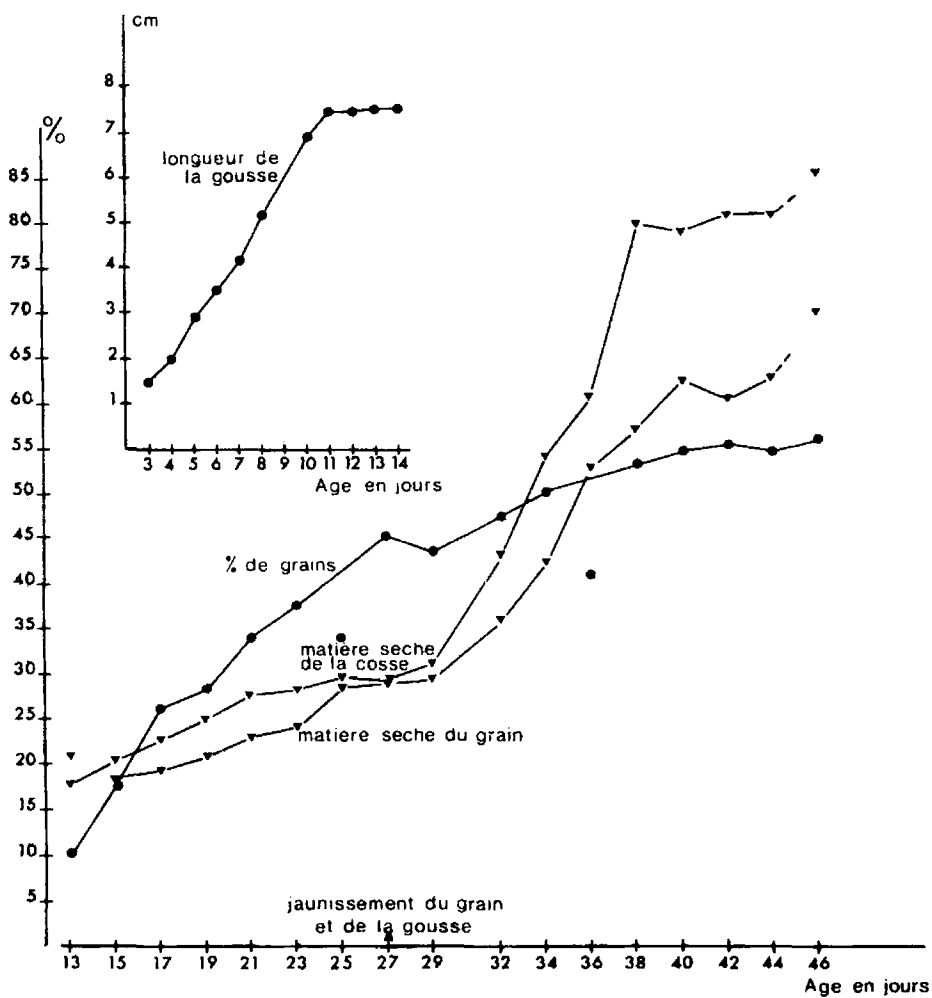


FIG. 2. — Evolution du pourcentage de matière sèche et du pourcentage de grains dans la gousse pour la variété GI 54/3.

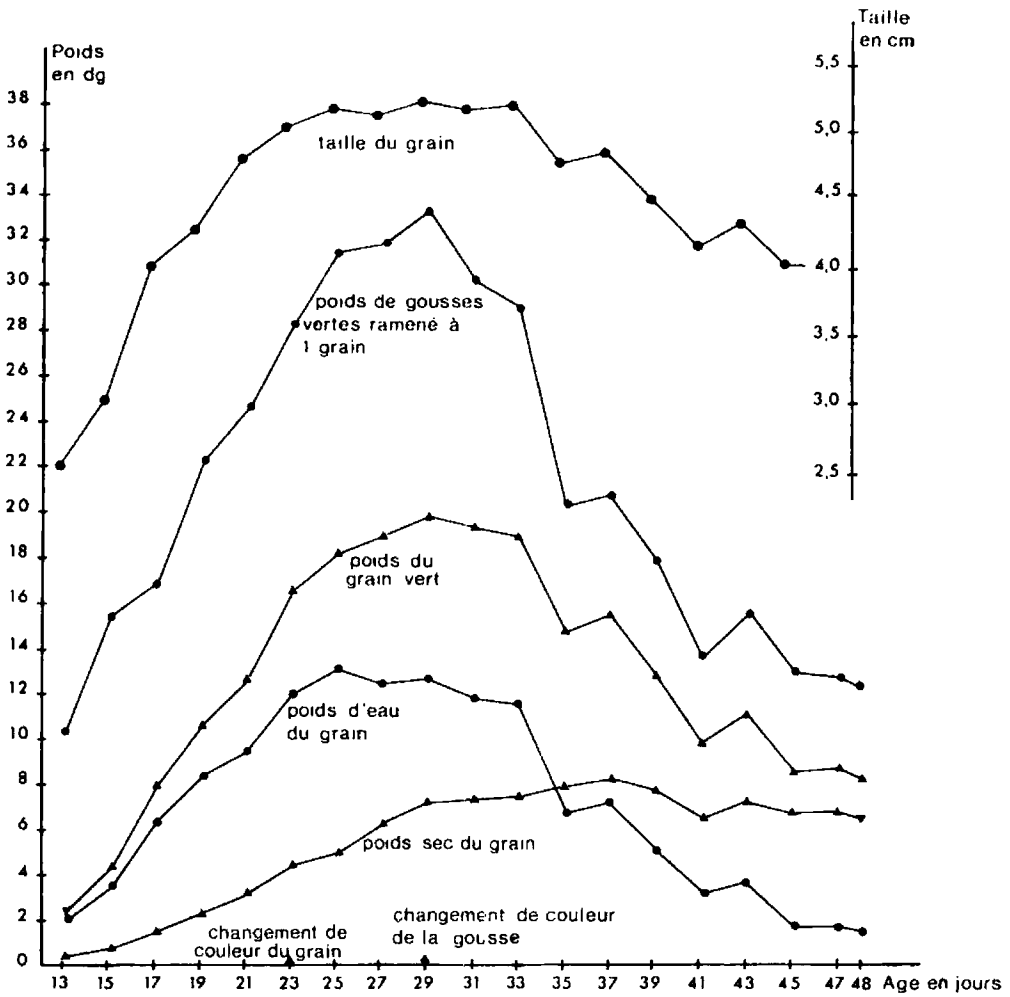


FIG. 3. — Evolution de la taille du grain, du poids de gousses vertes, du poids vert et sec et de la quantité d'eau du grain de la variété 249623.

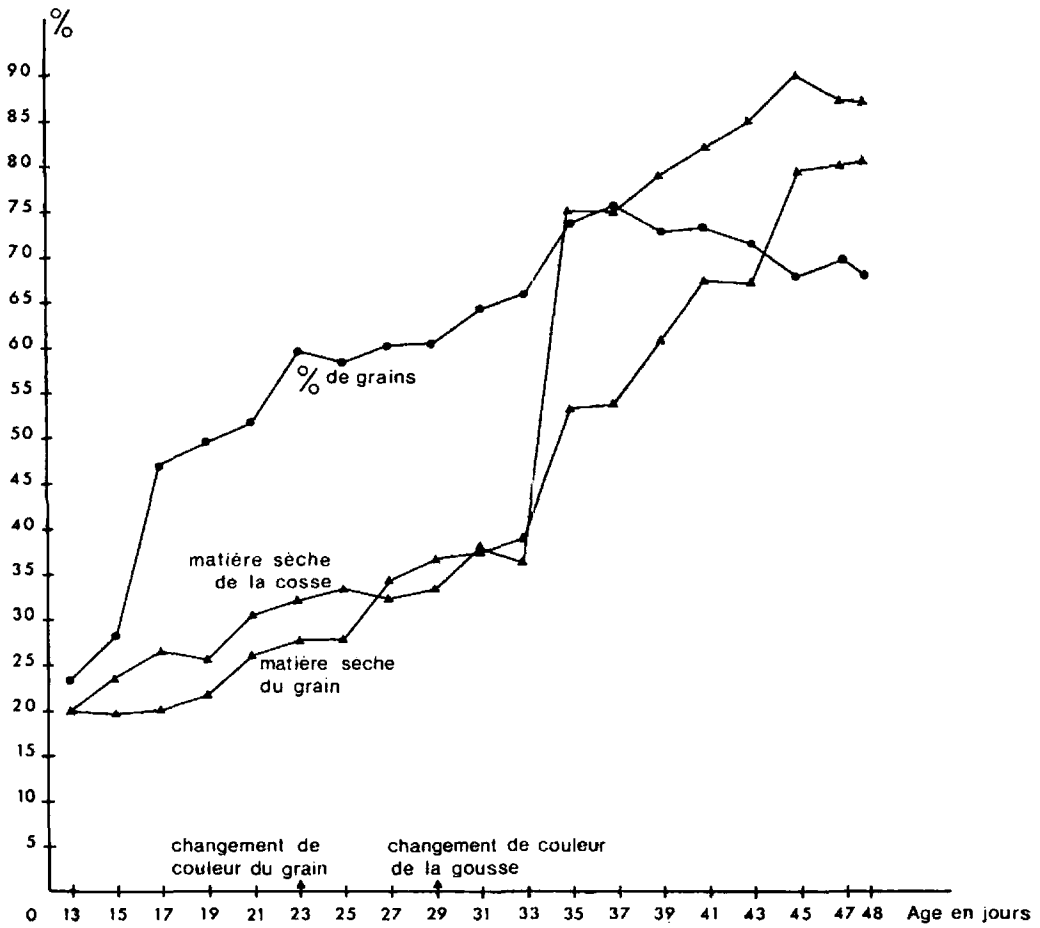


FIG. 4. — Evolution du pourcentage de matière sèche et du pourcentage de grains dans la gousse pour la variété 249623.

HYBRID MAIZE PERFORMANCE IN SOME EASTERN CARIBBEAN ISLANDS*

R. A. BAYNES

Maize is widely grown in the Eastern Caribbean islands, mainly as a subsistence crop in mixed stand with sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.), pigeon peas (*Cajanus indicus*. Spreng) or peanuts (*Arachis hypogea*. L.) in the Windward Islands and in vacant land between sugar cane crops in Barbados. Yields are, as a rule low, and farmers therefore consider the crop's production uneconomic. Two major constraints to improved yields are, the unavailability of planting seed of varieties with high yield potential under Eastern Caribbean conditions and the lack of rational chemical fertilizer use.

Attempts in the past to import seed from abroad have not been successful, largely because of the absence of sustained activity. It is well known that maize is usually location specific, and past importation in the area have suffered severely from the rigors of weather, disease, and insect pests. Thus, it is customary to hold over seed from year to year, so that, in fact, some form of mass selection is practised. The local corn is quite variable in plant and grain characteristics. While, one St-Vincent selection was seen to mature in about 80 days, a selection of St-Lucia corn required about 130 days for maturity. Grain types vary from flints to dents and from deep red to light yellow. Clearly, this unconscious selection has produced types which are resistant or tolerant to local major disease and insect pests, however, it is apparent that the yield potential is quite low.

This paper was inspired by the increase in interest in maize production in the area and by the fact that considerable quantities of maize and maize products are imported. Over 6 Mil. pounds of maize and maize products were imported into Barbados, Grenada, St-Vincent and St-Lucia in 1966 (3). The prospects for the future are an increasing demand for maize, with an ever increasing human population and a growing demand for livestock feed. Further there seems to be some debate, as to the value of hybrid corn, relative to local selections, having regard to the record of performance of importations in the past. The author conducted over 60 fertilizer experiments in Barbados, Grenada,

* To be read at the 7th Annual Conference of the Caribbean Food Crops Society to be held in Martinique, June 29-July 4, 1969.

Research Agronomist, Regional Field Experimental Programme, University of the West Indies.

St-Vincent and St-Lucia, using maize hybrid variety X304 produced by Pioneer Seed Company in Jamaica, on a range of soils and climatic conditions. In addition, local selections were compared with hybrid varieties from Pioneer on three of the four islands. This paper therefore, attempts to draw attention to the high yield potential of hybrid corn in the area based on performance over a range of ecological conditions, and the need for extended research activity.

MATERIAL AND METHODS

Two sets of field experiments will be briefly described, namely, the Maize Fertilizer Series and the Maize Varietal Series.

a — *Maize Fertilizer Series*

These experiments were designed as part of the R. F. E. P. soil calibration exercises during 1967 and 1968. A central composite design, which allowed 18 plots on each site was employed through-out, with individual plot size at 1/96.8 acres. All plots were seeded with hybrid variety X304 at a plant density of about 11,500 plants per acre, during the planting season, May to August in each year.

Three soil types were selected in each of the four islands as indicated in Table I, and three separate sites were seeded for each soil type each year, except for Grenada where only two soil types were seeded during the 1967 season.

The Barbados soils are calcareous clays ranging from pH 7.6 to 7.9, and the sites were at a mean elevation of 200 feet above sea level for the Black soils, 350 feet above sea level for the Grey Browns, while the Yellow Browns were 650 feet above sea level (4).

The other soils on which sites were located were all of volcanic origin, with a range in pH from 5.5 -- for Capitol Clay Loam in Grenada to 6.7 for Woburn Clay Loam in Grenada (Table I). These soils also included a recent volcanic sand, Soufriere Cindery Bouldery Sand in St-Vincent, and two alluvial soils, Latille Clay and Raveneau Clay in St-Lucia (4, 5, 6, 7). Site elevations ranged from 50 feet above sea level on Latille Clay and Raveneau Clay to 600 feet above sea level in Grenada on Capitol Clay Loams. Fertility ratings were in the main medium to low, with only two soils, Belmont Clay Loam and Raveneau Clay, described as being high (4, 5, 6, 7).

Fertilizer rates used were as follows :

- 1) Sulphate of ammonia 0-80 lbs. N per acre.
- 2) Phosphate source, single superphosphate in 1967 and triple superphosphate during 1968, 0-54 lbs P_2O_5 per acre.
- 3) Muriate of potash 0-110 lbs K_2O per acre.

Fertilizers were applied as a side dressing four weeks after seeding during 1967, and at seeding time during 1968.

Moisture source was by precipitation only, of which the means for soil types over two years were recorded (Table I).

TABLE I

Brief description of soils on which Maize Fertilizer Experiments were sited during 1967 and 1968

Island	Soil type	Soil pH	Soil Fertility rating	Mean Rainfall for crop	Mean Elevation of sites (ft. above sea level)
<i>Barbados</i>	Black soils	7.9	medium	24.6	200
	Grey Brown soils	7.7	—		350
	Yellow Brown soils	7.6	—	26.4	650
<i>St-Vincent</i>	Soufriere Cindery	5.8	low nitrogen	23.1	200
	Bouldery Sand				
<i>St-Lucia</i>	Bellevue Sandy Loam	6.4	medium low	28.5	250
	Akers Sandy Loam	6.4	medium low	22.8	250
	Balembouche Gritty Clay Loam	6.4	medium to low	22.2	150
<i>Grenada</i>	Latille Clay Loam	5.7	medium	20.2	50
	Raveneau Clay	5.6	High	20.2	50
	Capitol Clay Loam	5.5	medium	31.7	600
	Belmont Clay Loam	5.8	medium	34.8	150
	Woburn Clay	6.7	high to high medium	20.8	250

b — Maize Varietal Series

Three maize varietal experiments were seeded during 1968, one each on a Black soil at Waterford, Barbados, Balembouche Gritty Clay Loam at Balembouche in St-Lucia, and on Akers Sandy Loam at Carapan in St-Vincent.

Varieties compared were :

- (a) X304
- (b) X332A
- (c) X336A
- (d) Farmers' corn from each island.

Experimental designs used were randomized complete blocks, replicated four times, with individual plots of 1/96.8 acre. Plant density was about 11,500 plants per acre, and a basal fertilizer dressing of 200 lbs. Sulphate of ammonia, 60 lbs. Triple superphosphate and 90 lbs. Muriate of potash per acre, was applied to all plots at seeding time. Routine weed control was done with the use of atrazine as pre-emergence spray supplemented by hand weeding. Good insect pest control was achieved by regular spraying with sevin or malathion. No irrigation was done, and the rainfall experienced was 25.4 inches, 27.1 inches and 16.8 inches at Balembouche, Carapan and Waterford respectively.

RESULTS

a — Maize Fertilizer Series

For this paper, the highest plot yield from each site for each year was abstracted and used to calculate the mean maximum grain yield for each soil type. Typically, therefore, this mean was derived from six separate experiments over the two year

period. In Grenada, the Woburn Clay Loams is for 1968 only, while the yields on Latille Clay in St-Lucia are from three sites and that from Raveneau Clay from four sites (Table II). Experiments were lost as a result of extreme dry weather, praedial larceny or by hurricane Beulah in 1967.

The highest mean maximum yields were observed in St-Vincent where Soufriere Cindery Bouldery Sand and Akers Sandy Loam supported over 4,000 lbs grain (15.5 % moisture) per acre. The lowest yields were noted in Grenada which experienced unseasonal dry periods during the conduct of the experiments.

The maximum grain yield (Table II) is self explanatory and attempts to demonstrate the sort of yields possible in the area, the highest, 5,326 lbs grain (15.5 % moisture) being recorded in St-Vincent.

TABLE II

Mean Grain yields (lbs per acre 15.5 % moisture) recorded during 1967 and 1968 on six sites from each soil type

Island	Soil type	Maximum Mean grain yield	Maximum grain yield
<i>Barbados</i>	Black soils	2 650	3 737
	Grey Brown soils	3 387	3 871
	Yellow Brown soils	3 737	4 437
<i>St-Vincent</i>	Soufriere Cindery Bouldery Sand	4 660	5 326
	Bellevue Sandy Loam	3 411	3 873
	Akers Sandy Loam	4 302	5 321
	Balembouche Gritty Clay	3 647	4 523
<i>St-Lucia</i>	Latille Clay Loam	3 709	4 310
	Raveneau Clay	3 450	3 830
	Capitol Clay Loam	2 646	3 198
<i>Grenada</i>	Belmont Clay Loam	2 709	4 633
	Woburn Clay	2 434	3 450

b — *Maize Varietal Series*

Extremely dry conditions at Waterford, Barbados lead to very low yields, thus, the data from this experiment is not presented.

In St-Vincent and St-Lucia significant yield differences were evident between the local selections and the hybrids, however, there was no statistically significant difference between hybrids (Table III).

In St-Vincent the hybrids all outyielded the local corn by 1 500-2 000 lbs of dry grain per acre, and X332A gave the highest yield of 5 068 lbs dry grain per acre (Table III). In St-Lucia, the difference between the local corn and the hybrids was even more dramatic. X332A produced 4 542 lbs dry grain as compared with local, 2 192 ; that is to say, the highest yielding hybrid produced more than twice as much dry grain as the local.

Shelling % was variable among varieties, ranging from 69.8 % to 79.5 %, and although yields were generally lower in St-Lucia than in St-Vincent, shelling % in the former island tended to be higher than in the latter (Table IV). There were no serious differences between the ratio of grain weights to ear weights.

Variety X332A produced the largest ears, 9.58 and 9.42 ounces in St-Vincent and St-Lucia respectively (Table V). Statistically, the mean ear weights of all three hybrids can be regarded as similar, however, ears produced on local selections were distinctly inferior in size and weight.

TABLE III
Mean Grain yields (lbs 15.5 % moisture) of varieties,
under test in St-Vincent and St-Lucia

St-Vincent		St-Lucia	
Variety	Yields	Variety	Yields
X332A	5 068	X332A	4 542
X336A	4 528	X304	4 120
X304	4 524	X336	3 594
Local	3 099	Local	2 192
S. E.	195		446
C. V.	4.5 %		12.8 %

Line indicates common sub-sets within which there are no significant differences at the 5 % level as indicated by Duncan's Multiple Range Test.

TABLE IV
Mean Shelling % of Varieties tested in St-Vincent and St-Lucia

St-Vincent		St-Lucia	
Variety	Shelling %	Variety	Shelling %
Local	73.9	X304	79.5
X332A	72.7	X336A	78.5
X336A	72.0	X332A	77.8
X304	69.8	Local	77.0
S. E.	2.0		3.2
C. V.	2.7 %		4.0

No significant differences observed.

TABLE V
Mean Ear Weights (ozs.) of Varieties tested in St-Vincent and St-Lucia

St-Vincent		St-Lucia	
Variety	Mean Ear Wt.	Variety	Mean Ear Wt. %
X332A	9.58	X332A	9.42
X336	8.67	X336A	7.71
X304	8.57	X304	7.56
Local	5.83	Local	4.52
S. E.	0.367		0.69
C. V.	4.5 %		9.4

Line indicates common sub-sets within which there are no significant differences at the 5 % level as indicated by Duncan's Multiple Range Test.

DISCUSSION

The fluctuations in mean maximum grain yields from island to island and within islands, appear to be most strongly influenced by rainfall and soil type. In Barbados, for example, the Black soils occur in areas of lower rainfall than the Yellow Brown soils, and in St-Vincent, the Bellevue Sandy Loam supported the lowest yield there, despite the fact that it received the highest rainfall. This last fact, however, is not surprising since Bellevue Sandy Loam is a rather excessively leached and impoverished soil. Extensive rainfall could only adversely affect yield.

The dramatic differences observed between local selections and imported hybrid varieties, stem from the obvious disparity in vigour between the two groups. The hybrids germinated more quickly and elongated at a faster rate, and was usually more lush vegetatively. While plants of the local selection in St-Lucia were large and later maturing, the St-Vincent local was much shorter than the hybrids and matured very much earlier. It is clear from the data and field observations, that a major contributing factor to the yield superiority of the hybrids, was their comparatively large ear size. Shelling % was disappointing, as one would expect a larger out-turn of grain per unit of ear weight from high producing maize.

The results of the two series of field experiments described above indicate that the new hybrids are well adapted and capable of high yields under conditions in the Eastern Caribbean. This is underscored by the fact that comparatively low plant densities were employed and that the chemical fertilizers used were not necessarily optimal. Clearly, the results are encouraging enough to demand research on maize on a continuing basis with increasing efforts to provide germ plasm capable of higher grain yields under these conditions. It is also evident that the dynamics of nutrient and moisture supply, variety and plant density, need thorough investigation if the crop is ever to be developed as an important one in the region.

SUMMARY

Two series of field Experiments in which hybrid corn was used, were reported.

The first series, a soil fertility calibration programme, involved the growing of hybrid variety X304 on 12 soil types in Barbados, Grenada, St-Vincent and St-Lucia during the 1967 and 1968 wet seasons. Soil types ranged from the calcareous clays of Barbados to the markedly acid sands of St-Vincent, and site elevations varied from 50 to 650 feet above sea level. Rainfall during the crops' life varied from 20.8 inches to 31.7 inches.

Mean maxima grain yields were calculated for each soil type and were as low as 2.434 lbs dry grain, 15.5% moisture, and as high as 4.460 lbs dry grain per acre. The lowest mean maximum yield was at least twice as large as average farmers yields in the islands.

The second series described two varietal experiments in which local maize selections were critically compared with three imported hybrid varieties, X304, X336A and X332A, over one season, in two islands. Variety X332A outyielded all other entries to give mean yields of 5.068 and 4.542 lbs per acre, dry grain (15.5% moisture) in St-Vincent and St-Lucia respectively. Of particular importance was the fact that the local selections were very much poorer in production than the hybrids; the local in St-Lucia producing less than half the yield of the best hybrid there.

Attention was called to the comparatively high yield potential of currently available hybrid material and the need for more intensive research in such matters as the economics of fertilizer use and insect pest control, and a continued search for higher yielding varieties, was stressed.

RÉSUMÉ

AGRONOMIE ET PRODUCTIVITÉ DE MAIS HYBRIDES DANS CERTAINES DES ILES AU VENT

Deux séries d'expérimentations au champ ont été étudiées.

La première série qui consiste en tests d'évaluation de la fertilité basée sur la culture de la variété X304 sur 12 types de sols (Barbade, Grenade, Saint-Vincent, Sainte-Lucie) allant des sols sur calcaire de Barbade aux sols sableux très acides de Saint-Vincent correspondant à des milieux très variés : altitudes variant de 15 à 200 m. Ces cultures, conduites pendant la saison humide ont reçu un total de pluie variant de 50 à 80 mm. La production de grain a été mesurée et représente des rendements variant de 2 700 kg/ha, à 5 000 kg/ha (% humidité : 15,5). Les rendements les plus bas obtenus représentent au moins le double de la moyenne obtenue par les cultivateurs de ces îles.

La seconde série compare des sélections locales de maïs à trois hybrides importés : X304, X336A, X332A. La variété X332A a été la meilleure en donnant des rendements en grains secs (humidité 15,5) 5 600 et 5 050 kg/ha respectivement à Saint-Vincent et Sainte-Lucie. Dans tous les cas le rendement des variétés locales est très inférieur.

Il convient d'insister sur l'intérêt présenté par les possibilités de rendement de ces hybrides déjà disponibles sur le marché des semences et sur le besoin d'accroître les recherches notamment en fertilisation et en lutte contre les ennemis des cultures, tout en poursuivant l'amélioration variétale.

RÉFÉRENCES

1. Annual Report on the Agricultural Department. St-Vincent, 1955. Govt. Print. Office, Kingstown, St-Vincent, p. 8.
2. — St-Vincent, 1961, p. 7.
3. Institute of Social & Economic Research, U. W. I., Statistical Abstracts, 1966.
4. STARK (J.) LAJORIE (P.) and GREEN (A. J.). — Soils and Land Use Surveys. No. 20 : St-Lucia, U. W. I., 1966.
5. VERNON (K. C.) and CARROLL (D. M.). — Soils and Land Use Surveys. No. 18 : Barbados, U. W. I., 1965.
6. VERNON (K. C.), PAYNE, HUGH & CARROLL (D. M.). — Soils and Land Use Surveys. No. 9 : Grenada, U. W. I., 1959.
7. WATSON (J. P.) and JONES (T. A.). — Soils and Land Use Surveys. No. 3 : U. W. I., 1958.

ACKNOWLEDGEMENTS

The writer's thanks are due to the Technical and Clerical Staff of Regional Field Experimental Programme, Windward Islands, who assisted with the field experiments, the collection of data and the preparation of the manuscript. His thanks are also due to Mr. De C. JEFFERS, Deputy Chief Agricultural Officer, Research, Barbados, who critically read the script, and to the many farmers in the islands without whose cooperation the field work would not have been possible. Finally, tribute must be paid to the Ministries of Agriculture in Barbados, St-Lucia, Grenada and St-Vincent for their several contributions to the smooth running of the Programme.

POINTS DE VUE ÉCOLOGIQUES SUR LA PLACE DES CULTURES FOURRAGÈRES DANS L'AGRICULTURE ANTILLAISE ; EXEMPLE DE L'UTILISATION DU PANGOLA DANS L'ÉTUDE DES FACTEURS DU MILIEU

J. E. SALETTE et Y. DUMAS

I. INTRODUCTION

D'une façon générale, la prise de conscience des problèmes fourragers en milieu tropical est très récente : Traditionnellement, l'élevage est extensif et la culture de l'herbe peu ou pas pratiquée (5).

Dans le type d'agriculture traditionnel, sans source d'engrais extérieure, la jachère pâturée constitue la première intégration de l'herbage dans un système agricole fermé. Dans les îles sucrières, l'élevage des animaux de trait pour le transport des cannes était associé au pâturage de jachères de longue durée : on avait ainsi un certain équilibre.

Actuellement, les îles Caraïbes se distinguent, dans l'ensemble du monde tropical, par une agriculture qui s'oriente délibérément vers une intensification croissante. Dans ce contexte de développement, un élevage rationnel prend logiquement la place de l'élevage traditionnel et plusieurs expériences d'élevages particulièrement remarquables ont été réalisées. D'ailleurs, si l'insularité représente des surfaces agricoles forcément limitées, il est logique qu'elle entraîne aussi l'obligation de la meilleure utilisation possible des terres par une répartition rationnelle des cultures et leur intensification.

Enfin, l'orientation est générale dans les Caraïbes, vers une diversification des cultures liée à une stabilisation ou à une diminution des surfaces consacrées à la canne à sucre. Dans ce contexte, un élevage basé sur de véritables cultures fourragères doit avoir une place toute particulière : c'est donc la place des cultures fourragères dans l'agriculture antillaise qui doit être définie, ainsi que leurs relations avec les autres cultures, dans un ensemble agricole équilibré utilisant au mieux les possibilités du milieu naturel.

II. RELATIONS ENTRE LES CULTURES FOURRAGÈRES ET LES AUTRES CULTURES

Dans un sens large, les cultures fourragères comprennent aussi bien les herbages que toutes les plantes destinées à l'alimentation du bétail (tubercules, céréales, etc...). Nous ne voulons envisager ici que les plantes, graminées ou légumineuses, susceptibles de former des prairies. La nécessité d'inclure une telle culture fourragère dans un cycle de rotation est bien connue dans les pays tempérés. Dans les pays tropicaux, l'orientation des productions vers des monocultures très spécialisées, souvent destinées à l'exportation, n'a pas permis la réalisation de rotations très élaborées : on pratique essentiellement les jachères.

A partir du moment où l'agriculture se diversifie, et les plantes alimentaires sont une des raisons de cette diversification, il devient indispensable d'avoir des rotations. C'est dans ce contexte que se situe l'intérêt des cultures fourragères : elles permettent de localiser l'élevage extensif qui accompagne en général la jachère (5). Cette évolution, qui représente une augmentation de la productivité fourragère par rapport à la jachère, permet de libérer des surfaces pour d'autres spéculations et doit conduire à une intensification croissante.

L'introduction du pangola dans toute la zone caraïbe est un exemple de ce genre d'évolution. La plantation du pangola a déjà permis de doubler largement la productivité des surfaces destinées à l'élevage, mais lorsque ces prairies de pangola sont fertilisées, leur rendement peut être multiplié par 5.

Dès que l'on apporte des doses importantes d'engrais (6, 7) il devient important de considérer les exportations par les récoltes correspondant aux rendements très élevés obtenus. Avec des apports annuels d'azote de l'ordre de 600-800 kg/ha, on peut avoir les chiffres suivants :

- K : au-dessus de 1 000 kg/ha/an,
- Ca : de 100 à 200 kg/ha/an,
- Mg : de 50 à 100 kg/ha/an.

En effet, parallèlement à cette intensification par la fertilisation, se développe la tendance à l'exploitation par fauche (le « zero-grazing » pourrait être considéré comme une intensification maximum). Dans ces conditions, il est extrêmement important d'envisager le retour des déjections animales si on veut éviter un appauvrissement rapide du sol. C'est sur l'ensemble de la rotation que le bilan des aliments fertilisants doit intervenir, avec le souci du maintien et de l'accroissement de la fertilité. Ainsi, les sols ferrallitiques désaturés, cultivés avec une graminée (*Digitaria*, *Pennisetum*) peuvent-ils être absolument carencés en potassium après six mois d'exploitation de la graminée avec des apports d'azote seuls.

En plus de cette importance dans le problème du maintien de la fertilité chimique, les plantes fourragères jouent un rôle important vis-à-vis des relations entre le sol et l'eau. Les figures 1 et 2 montrent deux comportements opposés : Dans un vertisol, en milieu sec, l'humidité du sol nu est toujours plus élevée que celle du sol sous graminée ; au contraire, dans un andosol, en milieu très humide, c'est l'humidité du sol sous graminée qui est plus élevée. Dans ces milieux extrêmes, la couverture de graminée agit en accentuant les tendances du milieu.

Lorsqu'on envisage des cultures arbustives laissant de grands espacements, la possibilité de couverture du sol pose d'importants problèmes. En zone humide, les vergers sont souvent plantés en relation avec un gazon de graminées qui doit être souvent fauché. Dans ce cas, l'aspect anti-érosion est essentiel. En zone sèche, le problème de la couverture du sol se pose de façon plus délicate : on peut envisager des couvertures du sol par des légumineuses, mais il est difficile d'établir des peuplements stables de légumineuses sans des dépenses importantes en entretien. L'utilisation de plantes à double fin, c'est-à-dire de plantes fourragères pour la couverture du sol, notamment en vergers, est un de nos objectifs de travail. Nous avons des essais en cours, en particulier sur *Stylosanthes gracilis*, *Phaseolus atropurpureus*, *Glycine javanica*.

Enfin, remarquons que le problème des légumineuses en tant que cultures fourragères tropicales reste posé. Actuellement, nous travaillons dans le sens de cultures séparées de légumineuses et de graminées. Les avantages reconnus des cultures fourragères dans les rotations : amélioration de la structure, enrichissement en matière organique sont encore mal connus dans les zones tropicales, surtout dans les zones humides. C'est dans cette perspective que travaillent nos collègues agronomes de Côte-d'Ivoire (8) qui étudient l'action des plantes fourragères sur le sol. Pour notre part, nous avons porté notre attention sur un aspect complémentaire : la recherche d'une meilleure intensification des cultures fourragères (l'économie des surfaces est un problème réel pour une agriculture insulaire).

III. INTÉRÊT DE LA CONNAISSANCE DES POTENTIALITÉS DU MILIEU

Les problèmes que nous venons de définir exigent, dans la pratique, une solution à l'échelle de la région agricole, ce qui justifie de les aborder avec des méthodes d'étude qui sont celles de l'écologie expérimentale. C'est en effet à l'échelle de la région agricole, de ses nécessités de production, de son aménagement et de son équilibre, que la définition des potentialités agricoles peut rendre le plus de services. C'est ce travail qui a été abordé dans le cadre de la variété des milieux offerts par les Antilles françaises et de la culture du pangola.

On définit une potentialité agricole (S. HENIN, J. P. DEFONTAINES), comme un rendement maximum réalisable relatif à une plante donnée placée dans un milieu donné. Le niveau de potentialité accessible est défini à un moment donné : il est relatif aux connaissances que l'on a de la plante et du milieu à cet instant, il dépend des possibilités d'action sur le milieu, il est donc susceptible d'évoluer. En particulier, le niveau de potentialité d'un milieu pour une culture est lié au niveau d'intensification. La comparaison des rendements au niveau potentiel et au niveau actuel permet d'évaluer la marge de progrès possible c'est-à-dire l'accroissement potentiel de rendement.

Le mode d'appréhension des potentialités revient à mesurer l'écart entre la production actuelle et la production potentielle d'un milieu.

Deux types de méthodes sont possibles :

1 — Méthode d'enquête

Elle est utilisée par J. P. DEFONTAINES pour des études régionales en Europe occidentale (2, 3).

La recherche des potentialités et des techniques à mettre en œuvre pour les révéler se fait par une étude des conditions actuelles de production ; dans des unités régionales, on réalise une étude de production chez des agriculteurs de niveaux techniques différents (agriculteurs de tête et moyens) ; les rendements sont rapprochés des facteurs écologiques observés. Les potentialités de chaque type de milieu pour une culture sont définies par rapport au cas d'intensification maximum observée.

Cette recherche n'est applicable qu'à un monde agricole techniquement diversifié. Elle échoue en face d'une trop grande homogénéité des conditions agricoles, par exemple, dans le cas de l'enquête que nous avons réalisée sur la situation agronomique des herbages à pangola aux Antilles françaises : le niveau de production est uniformément faible, résultat d'une intensification très insuffisante liée à une utilisation des engrais faible ou nulle.

2 — Etude par expérimentation

Elle se différencie de la méthode précédente par une intervention spécifique sur le milieu : on provoque des variations qui créent une échelle des potentialités. Cette intervention maîtrise mieux l'étendue des variations des phénomènes et permet un contrôle plus précis des facteurs techniques que l'enquête : c'est dans ce but que nous avons installé des parcelles expérimentales permettant de comparer les situations actuelles (niveau faible) à des conditions intensives à forte productivité, représentées par deux niveaux de traitements fertilisants « moyen » et « élevé ».

IV. DIFFÉRENTS CRITÈRES RETENUS POUR L'ÉTUDE DU MILIEU

La seule détermination des facteurs qui interviennent dans l'élaboration d'un rendement est insuffisante ; il convient d'essayer de quantifier l'influence des principaux d'entre eux (leur trop grande diversité nécessite d'en réduire le nombre) : on cherche à mettre en relation un rendement ou toute autre grandeur mesurable avec quelques variables intéressantes et à classer ces variables par ordre d'importance (hiérarchisation des facteurs et mise en évidence des plus limitants).

Dans notre expérimentation, nous avons distingué deux types de facteurs écologiques :

— *facteurs de situation* : ils sont imposés ; ce sont d'une part les facteurs climatiques, essentiellement la pluviométrie, d'autre part les facteurs édaphiques : type de sol, profondeur, topographie (tabl. 1).

— *facteurs d'intervention* : ils sont liés à l'exploitation leur importance est déjà connue (6) (par expérimentation au champ ou, de façon plus détaillée, par des essais de détermination de classification des facteurs chimiques de la fertilité réalisés par la culture de graminées en pot selon la méthode développée par CHAMINADE (1)) et ils définissent les différents niveaux d'intensification, ici :

- récolte par fauche
- et surtout fertilisation

Niveau d'intensification	Faible*	Moyen	Elevé
Fertilisation** kg N/ha/an ...	100 à 150	300	800

* : Considéré comme un minimum en dessous duquel il n'est pas possible d'obtenir un rendement mesurable lors de toutes les coupes.

** : N étant considéré comme base de la fumure ; N P et K sont apportés en proportion 3-1-3.

Pour la répartition géographique des points d'expérimentation, on a cherché à couvrir la gamme de variation des facteurs de situation. Nous ne présentons pas ici un résultat global de ce travail (4), mais uniquement quelques résultats dont le but est de montrer l'intérêt de la méthode utilisée.

V. SUR LE CHOIX D'UNE GRAMINÉE FOURRAGÈRE

Naturellement, ce travail intéresse essentiellement par ses résultats pratiques les agronomes travaillant sur les plantes fourragères : les potentialités définies concernent le Pangola dans les milieux étudiés.

Mais, en outre, le choix d'une graminée fourragère permet, en plus de la présentation d'une méthode de travail applicable à d'autres cultures, une approche du mode d'action général des facteurs du milieu étudié. A ce point de vue, l'utilisation du Pangola présente les avantages suivants :

- c'est une plante largement répandue, rendant possible l'intervention dans des milieux très variés ; son caractère ubiquiste permet de l'utiliser dans toutes les situations des Antilles,
- réagit rapidement à de faibles variations des facteurs facilement variables (pluie, fertilisation),
- présente en général un bon état sanitaire,
- enfin, et surtout, le critère de rendement qu'une graminée fourragère permet d'utiliser est la seule production de matière sèche : c'est le résultat le plus direct, donc le plus facile à circonscrire, des facteurs du milieu ; il fait intervenir essentiellement les phénomènes de croissance. On peut donc estimer que les résultats obtenus ont une valeur de classement très générale. Le nombre de coupes élevé --- 8 par an --- permet également la répétition dans le temps.

VI. QUELQUES RÉSULTATS OBTENUS

Les tableaux ci-après présentent quelques résultats intéressant l'écologie agricole en général. Nous avons choisi 5 stations d'expérimentation (l'ensemble complet en comporte 16) représentant des situations type. Les chiffres cités correspondent soit à des productions de matière sèche en T/ha, soit à des productions journalières moyennes (kgMS/ha/jour), données dont nous avons souligné l'intérêt pour des cultures fourragères exploitées sans discontinuité (7).

Le tableau 2 montre les réponses comparées à l'intensification dans les cinq stations considérées. L'influence de la pluviométrie est plus marquée pour les stations recevant plus de 1 100 et moins de 3 000 mm de pluie : rendements triplés entre le niveau faible et le niveau élevé pour Vidon, Maisoncelle, Duclos, moins augmentés pour Sainte-Anne, très sec, ainsi que pour Morne-Vert et Morne-Rouge très humides et d'altitude élevée.

Le tableau 3 donne des indications sur l'influence de la profondeur du sol, liée à des positions topographiques différentes : la position « haute » correspond à une pente assez forte avec une profondeur plus faible que la position « basse » qui correspond à une pente faible ou nulle. Les différences entre les positions « haute » et « basse » sont d'autant plus accentuées que le niveau d'intensification est élevé : elles n'apparaissent pas dans les conditions de faible productivité.

Le tableau 4 traduit les possibilités de production en fonction des principaux rythmes saisonniers de croissance (7), pour trois stations, sèche, humide et très humide. Les résultats sont donnés pour les deux types de positions étudiées, « haute » et « basse ».

CONCLUSIONS

Nous avons voulu situer la culture des plantes fourragères dans un ensemble écologique à l'échelle d'une région agricole. Dans la pratique, un tel programme conduit à des études de recherches des potentialités agricoles, c'est ce genre de travail qui est conduit relativement aux herbages à Pangola. Cette première approche du problème peut également servir à introduire l'étude des potentialités relatives à d'autres cultures : elle a pour nous la valeur d'une méthode de travail.

RÉSUMÉ

La place des cultures fourragères est discutée dans la perspective de l'utilisation rationnelle des surfaces agricoles et des rotations des cultures. Les relations entre la plante fourragère cultivée et les autres cultures sont examinées, ainsi que les problèmes d'équilibre qui se posent dans ce contexte. Les auteurs situent ensuite le problème de la recherche des potentialités de production d'un milieu pour une culture donnée et exposent la méthode d'analyse de ces potentialités sous l'aspect d'une étude d'écologie expérimentale. Un examen des résultats ainsi obtenus sur des prairies à Pangola est ensuite exposé et permet de concrétiser les méthodes présentées.

SUMMARY

ECOLOGICAL PROSPECTS OF THE INTEREST OF GRASS CROPS IN THE CARIBBEAN AGRICULTURE ; USE OF PANGOLA IN ENVIRONMENTAL FACTORS STUDIES

Place of fodder crops and leys is discussed in the prospect of a rational utilization of arable land and crops rotation. Relationships between the grass crop and other crops or food crops are examined. The authors expose the problem of research for potential levels of production. The potential level of production and yields must be defined at an appointed

time as it depends on the related knowledge of both the plant and the environment in this time. It depends on the possibilities of environment control the farmer can have in this time and, of course, they do change and evolve. The actual level of production for a particular environment is strictly related to the actually used degree of improvement and intensifying of the cultivation. It is of greatest interest to compare both actual and potential levels of production. Measuring their difference allows estimating the degree of progress that can be achieved : we may consider it as the potential increase in yield the actual environment allows to obtain.

Two methods are described to determine the divergence between actual and potential yields. In their study with Pangola grass in the French West Indies authors worked in 16 experimental places in three different islands, covering different areas (representing « situation factors » in environment) as related to soil type or rainfall — from 45 to 160 inches average annual. They also considered and studied environmental factors turning on the degree of improvement of cultivation (« working factors ») : three fertilizer levels were used on mowed plots, respectively based on 90 to 135 ; 270 ; 720 lbs nitrogen/acre/year with splitted applications.

After emphasizing the interest of a grass for these environmental studies, authors present tables of results for five different areas studied. Response to improved fertilizer use is essentially related to rainfall when its annual average lies between 45 and 120 inches. Response in drier vertisols or wetter andosols (160 inches) is not so important as in latosols or hydromorphic vertisols. Depth of soil in relation to slope was also studied. Seasonal growth was analysed and results are given in terms of mean daily dry matter increase per ha.

Such a study of experimental ecology could be considered as a general method of approach to be used with any crop.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. CHAMINADE (R.), 1965. — Diagnostic des carences minérales en vases de végétation. Ann. Agron.
2. DEFFONTAINES (J. P.), 1965. — Etude des potentialités agricoles en Haute-Ardèche, une base d'orientation régionale. Rapport I. N. R. A. ; Versailles, mimeogr.
3. DEFFONTAINES (J. P.), 1967. — Une méthode de détermination des facteurs techniques limitant la production agricole en montagne. Fourrages, 31, sept. 67.
4. DUMAS (Y.). — Ecologie et potentialités des herbages à Pangola dans les Antilles françaises (à paraître).
5. SALETTE (J. E.), 1967. — Quelques aspects de l'agronomie des plantes fourragères tropicales. *J. Agric. trop. Bot. appl.*, XIV, 4-5, 159-179.
6. SALETTE (J. E.), 1967. — Problèmes agronomiques de la culture de l'herbe ; données sur la fertilisation. Notes Journ. prod. fourragères. Mimeo. I. N. R. A., Guadeloupe.
7. SALETTE (J. E.). — Nitrogen use and intensive management of grasses in the wet tropics (in next XIth int. grassld. congr. 1970).
8. BONZON (B.) et al. — Rapports annuels Centre O. R. S. T. O. M. de Côte-d'Ivoire, Abidjan; et communications personnelles.

TABLEAU I

Caractéristiques du milieu pour les principales stations étudiées

Station	Altitude (m)	Pluviométrie moy. m/an	Type de sol
Sainte-Anne (Martinique)	25	1,10	— vertisol
Vidon (Marie-Galante)	140	1,30	— vertisol
Maisoncelle (Guadeloupe)	30	1,30	— vertisol hydromorphe
Duclos (Guadeloupe)	130	2,50	— latosol
Morne-Vert (Martinique)	380	3,00	— andosol peu évolué
Morne-Rouge (Martinique)	460	4,00	— andosol

TABLEAU 2

*Production de matière sèche selon le niveau d'intensification
(relevé pour 5 coupes, période août à mai)*

Station	Niveau faible			Niveau moyen			Niveau élevé			Nb de j repré- sentant les 5 coupes
	Fertili- sation kg N/ha /5 coupes	moy. kg/ha/j	totale T/ha 5 coupes	Fertili- sation kg N/ha /5 coupes	moy. kg/ha/j	totale T/ha 5 coupes	Fertili- sation kg N/ha /5 coupes	moy. kg/ha/j	totale T/ha 5 coupes	
Sainte-Anne	60	27	7,0	200	29	7,7	500	50	12,9	258
Vidon	90	17	4,6	200	28	7,4	500	57	15,2	269
Maisoncelle	90	22	6,0	200	40	10,5	500	68	18,4	273
Duclos	90	28	7,0	200	64	15,8	500	89	22,1	249
Morne-vert	60	41	10,3	200	68	17,1	500	100	25	251
Morne-Rouge	60	35	9,0	200	48	12,3	500	69	17,8	257

TABLEAU 3

Effet de la position topographique
Productivité comparée des positions « haute, forte pente »
et « basse, pente faible » en milieu sec et en milieu humide

Station	Niveau de fertilité					
	Minimum		Moyen		Elevé	
	Position		Position		Position	
Haute	Basse	Haute	Basse	Haute	Basse	
Maisoncelle	5,6	6,4	8,0	10,5	16,7	18,4
Morne-Vert	11,0	10,4	14,7	17,1	20,4	25,0

Les chiffres représentent la production de matière sèche pour 5 coupes (T/ha), soit respectivement pendant 273 et 251 jours, en dehors de la période de vitesse de croissance maximum.

TABLEAU 4

Effets de la saison sur la croissance du Pangola dans trois stations
Chaque période de croissance considérée correspond à une seule coupe

Station	Période de croissance	Niveau de fertilité			
		Moyen		Elevé	
		Croissance moyenne (kg/ha/jour)		Croissance moyenne (kg/ha jour)	
	haut de pente	bas de pente	haut de pente	bas de pente	
Maisoncelle	17 juillet/30 août	57	64	110	137
	10 décembre/31 janvier	20	33	43	56
	17 avril/30 mai	65	83	161	174
Morne-Vert	31 août/18 octobre	79	91	105	132
	15 janvier/24 mars	54	49	72	86
	24 mars/9 mai	62	71	85	113
Morne-Rouge	29 août/17 octobre	62	59	82	83
	17 janvier/26 mars	20	36	43	46
	26 mars/13 mai	68	78	107	133

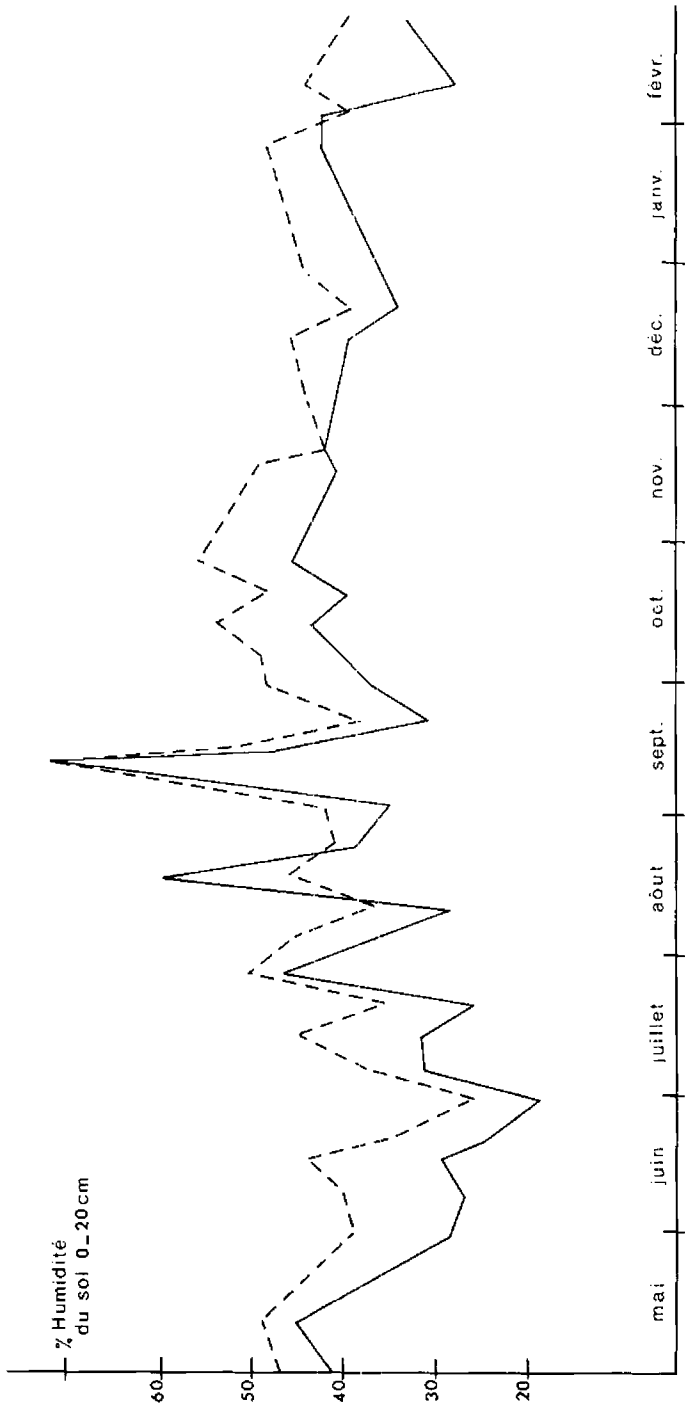


Fig. 1. — Vertisol. Humidité du sol sous Pangola et sol nu ombré
 — Pangola
 - - - - - sol nu ombré.

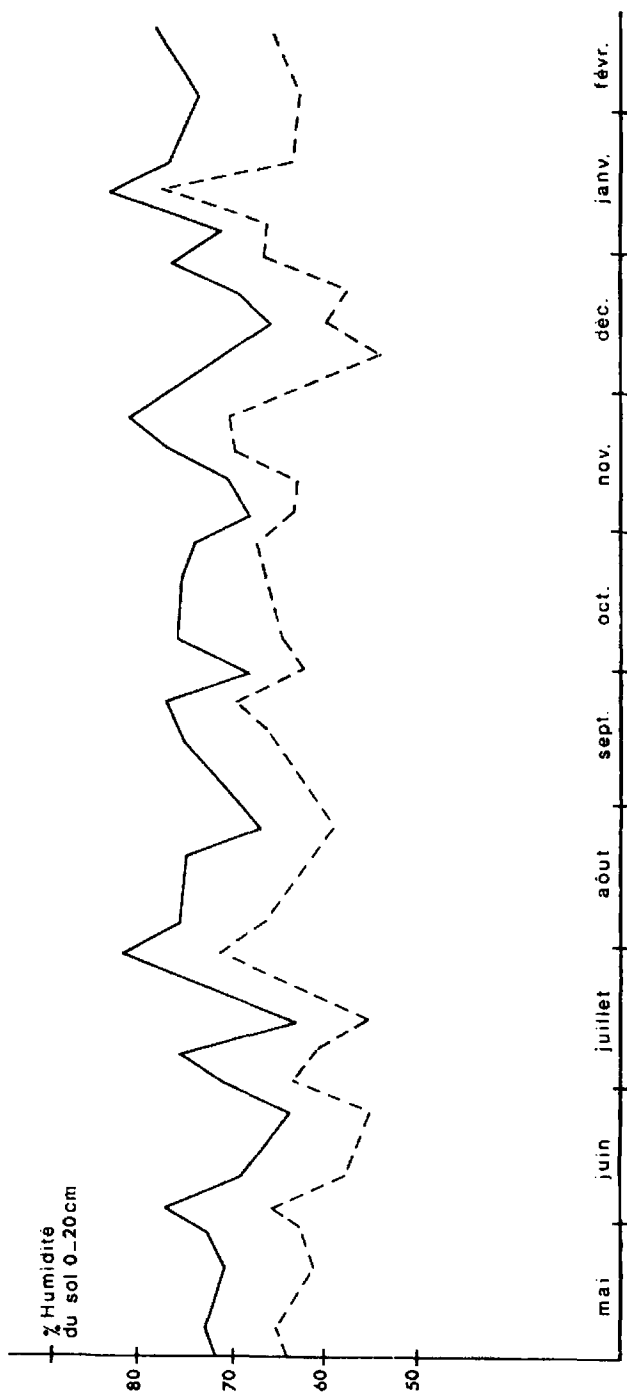


Fig. 2. Andosol. Humidité du sol sous Pangola et sol nu ombré
 — Pangola
 - - - - - sol nu ombré.

FORAGE YIELDS AND PLANT CHARACTER CORRELATIONS IN THIRTY DIGITARIAS

A. SOTOMAYOR-RÍOS, J. VÉLEZ-FORTUÑO and G. SPAIN ⁽¹⁾

INTRODUCTION

It is well known that Pangola grass (*Digitaria decumbens* Stent), has positively contributed to the grassland agriculture of many tropical and subtropical countries of the world. Serious diseases and pests found on Pangola grass pasture reported (3, 5, 6, 9, 22), justify the expansion of the *Digitaria* germ plasm in order to search for phenotypes which could be used for forages or superior parents for their utilization in a breeding program. Fortunately, the *Digitaria* germ plasm has been significantly increased in Florida, Puerto Rico and in many other countries of the Caribbean due largely to the plant exploration and systematic research conducted by A. J. OAKES in South Africa in the early 1960's, (7).

In Florida, Puerto Rico and other countries detailed studies on the morphology, taxonomy and agronomy of these *Digitarias* have been conducted (1, 3, 8, 10-20); the main objective has been to develop new technique aiming to produce through hybridization and selection, superior forages with better agronomic qualities than found in Pangola grass.

The purpose of the present investigation was to evaluate and compare 29 *Digitarias* and Pangola grass for total yield and a series of plant characters during the period of one year at Río Piedras, Puerto Rico. All possible correlations among yield and three independent variables were also computed to study the possibility of utilizing these plant characters as a tool in the future selection of superior phenotypes.

The superior *Digitarias* from this study, if found to be fertile, will be utilized in an improved pasture program through the use of hybridization.

MATERIALS AND METHODS

Over 200 *Digitaria* accessions, most of them from the U. S. D. A. collection (7), were space-planted in a 3 × 3 feet nursery at Río Piedras, Puerto Rico. All grasses were planted vegetatively after they were released from a quarantine period.

(1) Associate Plant Breeder in Charge, Corozal Substation; Head, Department of Plant Breeding; and Associate Agronomist Agricultural Experiment Station; Mayaguez Campus, University of Puerto Rico, Río Piedras, P. R.

The species distribution in this nursery was as follows : *D. decumbens* Stent., *D. eriantha* Steud., *D. gazensis* Rendle., *D. pongiflora* (Retz.)Pers., *D. macroglossa* Henr., *D. pentzii* Stent., *D. polevansii* (Stent.), *D. setivalva* Stent., *D. smultsii*, *D. swasi-landensis* Stent., *D. valida* Stent., and *Digitaria* sp.

The main objective of this space-planted nursery was to search for superior phenotypes which could be used as forage grasses or as potential parent in a breeding program. All accessions were evaluated using visual ratings for the following plant characters : ground cover ability and/or vigor, growth type (bunch, decumbent, prostrate, etc.), reaction to the attack of diseases, especially rust, caused by *Puccinia cahuensis* Ell and Fv., reaction to the attack of the yellow aphid (*Sipha flava* Forbes) and flowering habit. The best accessions, selected, thirty in total, their U. S. D. A. (United States Department of Agriculture) and P. R. P. I. (Puerto Rico Plant Introduction) numbers, are shown in table 1.

The 30 *Digitarias* were planted on a « Vega Alta » clay loam at Río Piedras using a randomized complete block design with four replications on January, 1966. A complete fertilizer, 14-4-10, was applied at a rate of 2,400 pounds per acre per year in six equal applications after each 60-days harvest interval. Each plot was 9 × 25 feet. A center row of 42" × 25' was weighed ; samples from each plot were sent to the Central Analytical Laboratory for dry matter and nitrogen percent determination. The crude protein content was calculated using the factor 6.25 times N.

Prior to each 60-day harvest all plots were evaluated using visual ratings of 1 to 9, nine being the best condition.

With total green weight (Y_1), total dry matter (Y_2) and total protein pounds (Y_3), the following plant characters were correlated : ground cover ability and/or vigor (X_1) ; resistance to the attack of rust caused by *P. cahuensis*, (X_2), and resistance to the attack of the yellow aphid, *Sipha flava* (X_3). Also all possible correlations between the dependent and independent variables were made during the six harvests.

RESULTS AND DISCUSSION

The green weight yields (pounds per acre per year) produced by each *Digitaria* are shown in table 2. Selection number 16, *D. setivalva*, was the lowest producer with 55,577 pounds while selection number 5, *D. milanjiana* had the highest yields with 124,764 pounds. No significant difference was observed between selections number 5, 24, 30, 15, 22, 4, 28 and 14 at the 5 percent level. All of these grasses were significantly better than the remainder 22 *Digitarias* at the 5 percent level.

All possible interrelationships among green weight yields and the three independent variables are shown in table 3. Positive significant correlations, although low, were observed between total green weight and two of the independent variables, $Y_1 X_1$, $r = .34$ and $Y_1 X_3$, $r = .12$. A significant negative correlation was observed between total green weight and resistance to the rust attack, $Y_1 X_2$, $r = .16$. The correlation coefficients for each of the six harvests are also shown in table 3. Except in the second harvest, positive significant correlations were observed between green weight and ground cover ability. The highest negative correlations between green weight and rust resistance were observed during the 4th and 5th harvests which were

made on the last part of November, 1966 and January, 1967 respectively. A significant correlation ($r = .28$), was observed between green weight and aphid resistance on harvest six.

During the period of April 1966 to March 1967 a total of 71.71 inches were recorded in the Río Piedras Station. The total precipitation (inches), every 60 day interval during the duration of the experiment was as follows : April-May, 1966 : 14.05, June-July, 1966 : 10.89, August-September, 1966 : 17.48, October-November, 1966 : 13.57, December, 1966 : January, 1967 : 11.00 and February-March, 1967 : 4.72. It can be observed from this rainfall data that the lowest precipitation was recorded on the last 60 days of the duration of the experiment or on harvest number six. Also the highest positive correlation was observed between green weight and insect resistance ($r = .28$), as compared to the remainder five harvests. A positive relationships exist between the highest yielder *Digitarias* and resistance to the attack of the yellow aphid at Río Piedras.

The data in table 4 and figure 1 show the dry matter yields for the thirty *Digitarias*. The bi-monthly comparison for each *Digitaria* is also shown in figure 2. It can be seen clearly that in the July harvest the highest yields were obtained for all the grasses. Selection number 24, *D. eriantha*, had the highest yields with 40, 484 pounds of dry matter. This selection proved to be significantly better than the remainder 29 *Digitarias* at the 5 percent level to include selection number 30 or common Pangola grass.

The dry matter yield of selection number 24 was higher than that reported for Pangola grass at Río Piedras by VICENTE-CHANDLER *et al* (21) when this grass was cut every 60 days and 800 pounds of nitrogen were applied.

In table 5 the correlation coefficients between the dry matter yields of the 30 *Digitarias* and the three independent variables are shown. The partial correlations between the dependent variable (Y) and the independent variables (X), followed a pattern similar to that observed in table 2.

The comparisons for the total protein yields of the 30 *Digitarias* are shown in table 6. Selection 24, *D. eriantha* was the highest yielder. It produced 2,449 pounds of crude protein per acre per year. No significant difference at the 5 percent level was observed among the top nine *Digitarias* ; their yields ranged from 1,897 to 2,449 pounds of crude protein per acre per year. The correlation coefficients among protein yields and the three independent variables are shown in table 7. The correlation coefficient between total protein pounds per acre and ground cover ability and or vigor, $Y_1 X_1$ ($r = .25$), was significant at the 5 percent level. The correlation coefficient between total protein pounds and rust resistance, was as in previous case negative and significant at the 5 percent level.

Utilizing the same *Digitarias* and the same field experiment reported on this paper, LIU (5), concluded that the rust disease observed on these *Digitarias* and on Pangola grass is a variant of *P. oahuensis* ; it was identified tentatively by him as *P. oahuensis* var. *Digitaria decumbensis*. This author concluded that a great number of *Digitaria* clones as P. I. 6 438 and 6 535 exhibited a high degree of resistance to the Pangola rust. According to our results, these two selections, P. I. 6 438 and P. I. 6 535 also showed a high degree of resistance to rust (table 8), but they were not immune to it. They both had a mean value of 8.4 throughout the year.

None of the 30 *Digitarias* exhibited complete resistance to rust or to the yellow aphid attack (table 8).

Selection number 24, *D. eriantha*, had a rating of 9.0 in regard to ground cover ability and/or vigor throughout the duration of the experiment. This selection also was the highest yielder in regard to total dry matter and protein. On the other hand, Selection number 24 exhibited a poor resistance to rust attack, throughout they ear, a mean value of 5.8.

The data provided in table 8 undoubtedly help to explain the negative correlations obtained between the total yield of these *Digitarias* and rust resistance. The highest yielders and hence the most vigorous and probably the most succulent selections were also the most susceptible to rust in this experiment.

SUMMARY

A large number of introductions belonging to the genus *Digitaria* mostly from the OAKES Collection, were evaluated at Río Piedras, Puerto Rico, for a period of one year. All introductions were studied in a 3 × 3 feet spaceplanted nursery for a series of plant characters using visual ratings.

From this original nursery, the best 29 *Digitarias* and Pangola grass were planted at Río Piedras using a randomized complete block design. The total green weight, dry matter and protein yields per acre yearly were determined. All grasses were harvested every 60 days ; prior to each cutting all plots were evaluated using visual ratings of 1 to 9, nine being the best condition. With total green weight (Y_1), total dry matter (Y_2) and total protein pounds (Y_3), the following plant characters were correlated : ground cover ability and or vigor (X_1) ; resistance to the attack of rust caused by *Puccinia oahuensis* Ell and Ev. (X_2) ; and resistance to the attack of the yellow aphid, *Sipha flava* Forbes (X_3).

Although low, significant positive correlations were obtained between $Y_1 X_1$ ($r = 0.34$), $Y_1 X_3$ ($r = 0.12$), $Y_2 X_1$ ($r = 0.29$), $Y_2 X_3$ ($r = 0.10$) and $Y_3 X_1$ ($r = 0.25$). Significant negative correlations were obtained between total yield and disease resistance ; $Y_1 X_2$ ($r = 0.16$), $Y_2 X_2$ ($r = 0.12$) and $Y_3 X_3$ ($r = 0.14$). A possible explanation to these negative correlations is that when the grasses were rated after each 60-day interval, the more vigorous and hence the most succulent grasses were also the most susceptible to the rust disease studied.

Dry matter yields ranged from 15,841 to 40,484 pounds per acre yearly. One selection, *D. eriantha* (P. R. P. I. 5277), outyielded the other *Digitarias* including Pangola grass at the 5 % level.

RÉSUMÉ

CORRÉLATION ENTRE LE RENDEMENT ET DIVERS CARACTÈRES D'APPRÉCIATION POUR 30 DIGITARIA

Un nombre important d'espèces du genre *Digitaria* provenant essentiellement de la collection OAKES a été expérimenté à Río Piedras sur une période de un an. L'écartement de plantation était de 90 × 90 cm dans un essai où les caractères ont été repérés par notation visuelle, de 1 à 9.

De cette première plantation on a sélectionné 29 *Digitarias* qui ont été mis en comparaison avec le Pangola en essai bloc randomisé. On a déterminé : rendement matière verte (Y_1) ; matière sèche (Y_2) ; protéine (Y_3) par ha, en récoltant à 60 j. Les notations étaient faites avant chaque récolte ; degré de couverture du sol et/ou vigueur (X_1) ; résistance à la rouille *Puccinia oahuensis* Ell. et Ev. (X_2) ; résistance aux attaques de *Sipha flava* Forbes (X_3).

Bien que faibles, des corrélations positives significatives ont été obtenues entre : $Y_1 X_1$ ($r = 0.34$) ; $Y_1 Y_3$ ($r = 0.12$) ; $Y_2 X_1$ ($r = 0.29$) ; $Y_2 X_2$ ($r = 0.10$) et $Y_3 X_1$ ($r = 0.25$). D'autre part les corrélations négatives sont les suivantes : $Y_1 X_2$ ($r = -0.16$) ; $Y_2 X_2$ ($r = -0.12$) et $Y_3 X_3$ ($r = -0.14$). On pourrait estimer que ces corrélations négatives sont liées à la plus grande sensibilité des plantes les plus succulentes à la rouille, ces plantes étant aussi les plus vigoureuses.

Les rendements en matière sèche sont compris entre 17,5 et 45,7 T/ha. Une sélection, *D. eriantha* (P. R. P. I. 5277) a dépassé les autres y compris le Pangola de façon significative.

LITERATURE CITED

1. BASKIN (J. W.), SCHANK (S. C.) and WEST (S. H.). — Studies on germination and dormancy of *Digitaria milanjaniana* (Rendle) Stapf, from tropical Africa, *Proc. Soil Crop Sci. Soc.*, 27 : 90-96, 1967.
2. DEGRAS (L.). — Introduction et étude de variétés de *Digitaria* aux Antilles, *Ann. Amélior. Plantes*, 18 : 159-169, 1968.
3. DIRVEN (J. G. P.) and VAN HOOD (H. A.). — Destructive disease of Pangola grass, *Tijdschrift Plantenziekten*, 66 : 344-349, 1960.
4. HODGES (E. M.), KILLINGER (G. B.), McCALB (J. E.), RUELKE (O. C.), ALLEN (R. J. Jr), SCHANK (S. C.) and KRETSCHMER (A. E. Jr). — Pangolagrass, *Agric. Expt. Sta. Univ. Fla. Bull.* 718, 31 p., 1967.
5. LIU, Lii-Jang. — Occurrence of Rust of Pangola Grass in Puerto Rico, *J. Agric. Univ. P. R.* 53 : 132-139, 1969.
6. NESTEL (B. L.) and CREEK (M. J.). — Pangolagrass, *Herg. Agr.* 32 : 1-7, 1962.
7. OAKES (A. J.). — *Digitaria* collection in South Africa, *Trop. Agr.* 42 : 323-331, 1965.
8. OAKES (A. J.) and LANGFORD (W. R.). — Cold tolerance in *Digitaria*, *Agron. Jour.* 59 : 387-388, 1967.
9. RODRIGUEZ (J. P.), RIVERA-BRENES (L.). — « El Cultivo de la Yerba Pangola en Puerto Rico », *Bul. 161*, Est. Exp. Agr. Univ. P. R., Febrero, 1962.
10. SCHANK (S. C.). — Improving Pangola grass. Sunshine State Agricultural Research Report, 8 : 14-15, 1963.
11. SCHANK (S. C.) and TAN (N. V.). — Improvement of forage grasses by interspecific hybridization within the genus *Digitaria*. Proc. 61st Ann. Conv. Assoc. South. Agr. Workers, 62 : 63, 1964.
12. SCHANK (S. C.) and DECKER (H. F.). — The Florida Garden of *Digitaria* introductions. Sunshine State Agricultural Research Report, 10 : 8-9, April issue, 1965.
13. SCHANK (S. C.), DECKER (H. F.), KILLINGER (G. B.) and ALLEN (R. J. Jr). — Agronomic and cytological comparisons between *Digitaria decumbens* and *D. pentzii*, *Crop Science* 6 : 82-83, 1966.
14. SCHANK (S. C.), DUELL (R. W.), STEENMEIJER (H. P.) and DECKER (H. F.). — Cientificos buscan progenitores de la Pangola para superar esterilidad, *La Hacienda* 62 : 66-67 (June issue), 1967.
15. SCHANK (S. C.) and DECKER (H. F.). — Cytological investigations in the genus *Digitaria*, *Proc. Soil Crop Sci. Soc.* 27 : 96-101, 1967.
16. SCHANK (S. C.). — Breeding grasses for resistance to pangolagrass stunt virus, Sunshine State Agricultural Research Repotr, 13 : 5-7, 1968.
17. SCHANK (S. C.) and EDWARDS (J. R.). — Cytological examination of Pangola grass (*Digitaria decumbens* Stent.) infected with stunt virus, *Crop Sci.* 8 : 118-119, 1968.
18. SHAMBULINGAPPA (K. G.). — Studies on pachytene chromosomes in the genus *Digitaria*, *Genetica*, 38 : 381-387, 1968.
19. SHAMBULINGAPPA (K. G.). — Cytomorphological and Sterility Studies in *Digitaria polcvansii*, Stent. *J. Agr. Univ. P. R.*, 53 : 106-112, 1969.

20. VEGA-LUNA, MAYO SCHANK (S. C.) and RUELKE (O. C.). — Seed-set temperature relationships as measured in a *Digitaria milanjiana* cross, *Proc. Soil Crop Sci. Soc.*, 27: 101-106, 1967.
21. VICENTE-CHANDLER (J.), FIGARELLA (J.) and SILVA (S.). — Effects of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of Pangola grass in Puerto Rico, *J. Agr. Univ. P. R.*, 45 (1): 37-45, 1961.
22. WILSON (P. N.), FEWKES (D. W.) and EMSLEY (M. G.). — Note on a heavy infestation of Pangola-grass (*Digitaria decumbens* Stent) by the sugar-cane froghopper (*Aeneolamia varia saccharina*. Distant), *Trop. Agr.* 39: 49-51, 1962.

TABLE I

Thirty *Digitarias* selected at Rio Piedras, P. R.,
from a space-planted nursery and their Plant Introduction (P. I.) numbers

Selection Number	Species	Plant Introduction Number	
		U. S. D. A.	P. R. P. I.
1	<i>D. milanjiana</i>	299 655	6 444
2	<i>D. milanjiana</i>	299 695	6 427
3	<i>D. milanjiana</i>	299 696	6 429
4	<i>D. decumbens</i>		5 125
5	<i>D. milanjiana</i>	299 699	6 543
6	<i>D. milanjiana</i>	299 667	6 610
7	<i>D. milanjiana</i> subsp. <i>eylesiana</i>	299 716	6 482
8	<i>D. milanjiana</i>	299 681	6 494
9	<i>D. milanjiana</i> subsp. <i>eylesiana</i>	299 713	6 613
10	<i>D. milanjiana</i> subsp. <i>eylesiana</i>	299 736	6 658
11	<i>D. milanjiana</i> subsp. <i>eylesiana</i>	299 727	6 628
12	<i>D. milanjiana</i> subsp. <i>eylesiana</i>	299 703	6 378
13	<i>D. milanjiana</i> subsp. <i>eylesiana</i>	299 709	6 391
14	<i>D. milanjiana</i> subsp. <i>eylesiana</i>	299 730	6 515
15	<i>D. milanjiana</i> subsp. <i>eylesiana</i>	299 731	6 416
16	<i>D. setivalva</i>	299 791	6 471
17	<i>D. setivalva</i>	299 804	6 537
18	<i>D. smutsii</i>	299 808	6 373
19	<i>D. smutsii</i>	299 828	6 434
20	<i>D. milanjiana</i> subsp. <i>eylesiana</i>	299 728	6 408
21	<i>D. decumbens</i>	299 601	6 438
22	<i>D. decumbens</i>	279 651	5 124
23	<i>D. swazilandensis</i>	299 837	6 535
24	<i>D. ciliartha</i>		5 277
25	<i>D. valida</i>	299 875	6 433
26	<i>D. pentzii</i>	299 742	6 405
27	<i>D. pentzii</i>	299 752	6 439
28	<i>Digitaria</i> sp.	299 892	6 402
29	<i>Digitaria</i> sp.	296 210	6 523
30	<i>D. decumbens</i>	141 110	

TABLE 2

Comparison for the total green weight yield for thirty Digitarias

Selection No.	Lbs/acre/year	Statistical Significance*
5	124,764	
24	122,832	
30	114,277	
15	113,792	
22	113,513	
4	110,711	
28	108,321	
14	108,114	
21	101,343	
20	100,704	
23	97,394	
26	96,911	
19	95,965	
29	95,840	
27	94,431	
7	93,177	
11	91,634	
6	87,801	
18	87,367	
2	86,705	
17	78,491	
8	76,137	
12	73,863	
13	70,138	
10	68,834	
1	68,186	
3	65,259	
25	64,851	
9	63,666	
16	55,577	

* Significance determined by Duncan's new multiple range test. Any two means not spanned by the same vertical line are significantly different at the 5 % level.

TABLE 3

Correlation coefficients between green weight yield ground cover ability and/or vigor, resistance to rust attack, and resistance to the yellow aphid attack for thirty Digitarias

	Ground cover ability an/or vigor (X_1)	Resistance to rust attack (X_2)	Resistance to the yellow aphid attack (X_3)
Total green weight/A/year (Y_1)	0.34*	- 0.16*	0.12*
Green weight yield, 1st harvest	0.38*	0.16	0.06
— — 2nd —	0.02	- 0.11	0.02
— — 3rd —	0.18*	- 0.04	0.06
— — 4th —	0.32*	- 0.27*	0.09
— — 5th —	0.46*	- 0.22*	0.15
— — 6th —	0.38*	- 0.12	0.28*

* Significant at the 5 % level.

Df for total green weight A year = 716.

Df for green weight lbs on each of the six harvests = 116.

TABLE 4

Comparison for the total dry matter yield for thirty Digitarias

Selection No.	Lbs/Acre/year	Statistical Significance*
24	40,484	
23	32,444	
30	31,657	
22	31,597	
4	31,522	
5	30,676	
21	30,263	
19	29,307	
27	28,212	
14	27,674	
11	26,868	
15	26,594	
2	26,455	
28	25,907	
29	25,832	
20	24,961	
6	24,702	
26	24,379	
18	23,931	
7	23,816	
17	23,020	
12	21,700	
13	21,028	
3	20,511	
1	19,136	
10	18,703	
8	18,529	
9	17,957	
25	17,026	
16	15,841	

* Significance determined by Duncan's new multiple range test.
Any two means not spanned by the same vertical line are significantly different at the 5 % level.

TABLE 5

Correlation coefficients between dry matter yield,
ground cover ability and/or vigor, resistance to rust attack,
and resistance to the yellow aphid attack for thirty Digitarias

	Ground cover ability and/or vigor (X_1)	Resistance to rust attack (X_2)	Resistance to the yellow aphid attack (X_3)
Total dry matter yield/A/year (Y_g) ..	0.29*	- 0.12*	0.10*
Dry matter yield, 1st harvest	0.24*	0.09	- 0.01
— — 2nd —	0.03	- 0.02	0.04
— — 3rd —	0.16	- 0.01	0.70
— — 4th —	0.40*	- 0.29*	0.20*
— — 5th —	0.51*	- 0.18*	0.13
— — 6th —	0.33*	- 0.06	0.23*

* Significant at the 5 % level.
Df for total dry matter/acre/year = 716.
Df for dry matter lbs on each of the six harvests = 116.

TABLE 6

Comparison for the total protein yield for thirty Digitarias

Selection No.	Lbs/Acre/year	Statistical Significance*
24	2,449	
5	2,255	
29	2,081	
28	2,071	
19	2,031	
23	2,016	
11, 22	1,956	
30	1,897	
4	1,857	
15	1,847	
21	1,767	
27, 14	1,757	
20	1,752	
7, 6	1,688	
18	1,643	
12	1,553	
26	1,513	
2	1,508	
17	1,488	
1	1,469	
8	1,394	
3	1,384	
10	1,359	
25	1,329	
9	1,205	
13	1,170	
16	1,090	

* Significance determined by Duncan's new multiple range test.

Any two means not spanned by the same vertical line are significantly different at the 5 % level.

TABLE 7

Correlation coefficients between protein yield, ground cover ability and/or vigor, resistance to rust attack and resistance to the yellow aphid attack for thirty Digitarias

	Ground cover ability and/or vigor (X_1)	Resistance to rust attack (X_2)	Resistance to the yellow aphid attack (X_3)
Total protein lbs/A/year (Y_2)	0.25*	-0.14*	0.03
Protein lbs, 1st harvest	0.25*	-0.07	-0.02
— 2nd —	-0.01	-0.11	-0.10
— 3rd —	0.06	-0.04	0.01
— 4th —	0.20*	-0.20*	0.05
— 5th —	0.26*	-0.01	0.05
— 6th —	0.26*	0.00	0.17*

* Significant at the 5 % level.

Df for total protein lbs/A/year = 716.

Df for protein lbs on each of the six harvests = 116.

TABLE 8

Visual rating means for ground cover ability and/or vigor,
(X₁) resistance to rust attack, (X₂) and resistance to the yellow aphid attack,
(X₃) on thirty Digitarias at Rio Piedras, Puerto Rico*

Selection Number	Visual Ratings (Means)		
	X ₁	X ₂	X ₃
1	6.7	6.2	7.8
2	8.0	6.5	6.4
3	5.3	6.5	4.0
4	8.6	5.3	6.9
5	8.1	8.1	5.5
6	7.0	7.5	5.8
7	6.8	7.9	5.8
8	7.0	7.4	5.7
9	6.9	7.1	4.8
10	5.8	6.5	3.3
11	7.0	7.6	5.3
12	5.8	7.7	6.3
13	6.8	7.3	4.2
14	8.1	7.3	6.8
15	7.3	7.6	6.1
16	3.2	5.6	3.2
17	8.3	7.9	7.1
18	7.5	8.0	5.2
19	8.7	6.0	6.6
20	7.3	7.5	5.8
21	8.7	8.4	7.8
22	8.9	5.7	7.5
23	8.9	8.4	7.5
24	9.0	5.8	7.3
25	5.9	7.3	5.1
26	8.5	7.6	6.0
27	8.8	8.3	7.8
28	8.3	8.1	3.9
29	7.1	5.4	5.6
30	8.8	5.3	7.2

* From a total of 24 ratings per selection, made every 60-days and during the period of one year.

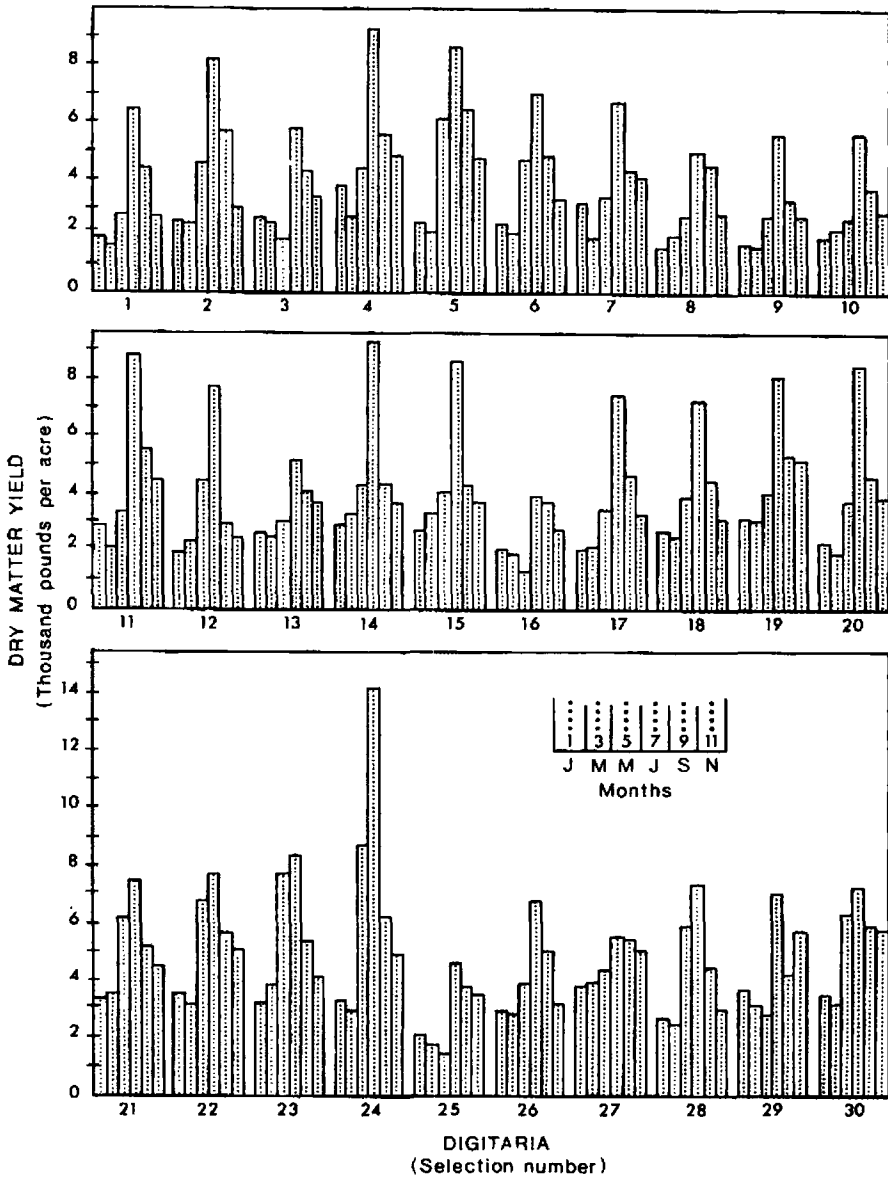


FIG. 1. — Bi-monthly comparison of 20 *Digitaria* during the period of one year at Río Piedras, Puerto Rico.

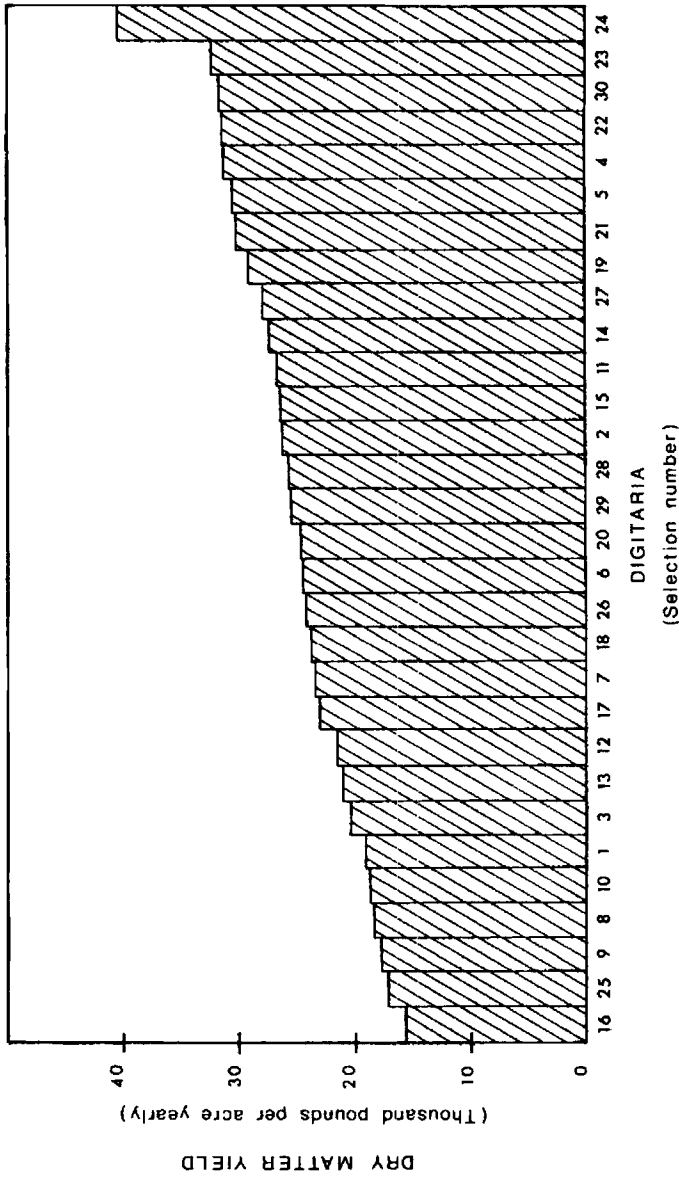


Fig. 2. -- Total dry matter yields of 30 *Digitaria* during the period of one year at Rio Piedras, Puerto Rico.

APERÇU SUR LES SOLS DES ANTILLES

F. COLMET DAAGE

I. INTRODUCTION

Sur un socle de base volcanique anté-miocène, se sont épanchées toute une série de formations volcaniques. Il peut s'agir de coulées ou de brèches, mais le plus souvent de projections aériennes andési-labradoritiques, parfois dacitiques, qui constituent des tufs légers ou des niveaux successifs de cendres et de ponces. Certaines de ces projections aériennes ont été déposées en mer, puis exondées. Les tufs littés marins sont importants à la Martinique.

Des formations de calcaires coralliens sont venues se superposer au soubassement volcanique. Leur extension est réduite à la Martinique, mais très importante à la Guadeloupe et dépendances.

Le relief des régions volcaniques est, dans l'ensemble, très accidenté. Aux édifices volcaniques anciens, plus ou moins démantelés, sont venus s'ajouter les importants massifs encore en activité avec leur environnement de projections pyro-clastiques récentes.

Le climat est de type tropical humide. L'influence marine maintient une humidité permanente de l'air, mais la direction constante des vents et le relief tourmenté provoquent de nombreux micro-climats et des variations très importantes de la pluviométrie annuelle à de faibles distances. Celle-ci passe ainsi de 800 mm par an, dans certaines régions basses au vent ou sous le vent, à plus de 5 m dans les hauteurs. Au-dessus de 800 m d'altitude, l'ennuagelement très fréquent limite l'insolation et maintient une humidité permanente.

2. LES SOLS

La diversité des climats et des formations géologiques marque profondément les sols.

Il est ainsi possible de rencontrer des sols très divers :

1) Soit sur des formations géologiques similaires, mais placées sous des climats différents.

O. R. S. T. O. M., Bureau des sols des Antilles.

2) Soit sur des formations de composition chimique ou minéralogique analogues, mais d'âges différents, ou mis à nu récemment par l'érosion. Les stades d'évolution observés sont alors variés.

3) Soit sur des formations de composition chimique voisine, mais de texture très variable : cendres fines, ponces grossières, tufs de perméabilité variable, roches dures en brèches ou en coulées.

Les types de sols qui ont été distingués pour la cartographie sont nombreux, mais peuvent être regroupés en plusieurs ensembles principaux :

— Sur roches dures on observe ainsi :

Les sols ferrallitiques essentiellement situés en Guadeloupe.

Les ferrisols, en Martinique surtout.

Des sols rouges ou bruns montmorillonitiques.

Des vertisols dérivés de formations volcaniques ou de calcaires coralliens.

— Sur formations cendreuses perméables :

Les sols jeunes sur cendres.

Les sols argileux bruns rouille à halloysite, dont le degré d'argilisation et d'évolution est variable.

Les sols à allophanes en régions humides, avec parfois, présence d'alumine individualisée en gibbsite.

— Les alluvions qui présentent des parentés avec les sols dont elles dérivent

3. LES SOLS FERRALLITIQUES

Ils constituent la majeure partie des sols des piedmonts ou des flancs escarpés des montagnes de la Guadeloupe et dépendances et dérivent d'épaisses projections andésilabradoritiques avec intercalations de quelques coulées.

La mise en place de ces formations est très ancienne et l'altération a pu se poursuivre durant de longues périodes. Les sols sont profonds, fortement argilisés sur une grande épaisseur, et la plupart des minéraux primaires altérables ont disparu.

La fraction argileuse atteint 60 à 80 % du sol. Elle est constituée d'argiles kaoliniques, avec une importante proportion d'hydroxydes de fer, sous forme amorphe ou de goëthite. Ce type d'argile confère à ces sols une certaine friabilité et perméabilité, surtout dans les niveaux profonds qui s'émettent en petites particules argileuses très stables ou pseudo-stables. Les niveaux superficiels sont généralement faciles à travailler. La capacité en eau effectivement utilisable par les plantes, semble peu importante, et la dessiccation du sol en période sèche est rapide. La profondeur du sol et leur uniformité permettent, cependant, aux plantes à enracinement profonde résister à la dessiccation.

La capacité d'échange de bases est comprise entre 12 et 20 mé % de sol, et est sensiblement plus élevée en surface, sauf cas de sols très érodés.

L'état de saturation en bases échangeables, essentiellement le calcium, est lié à la pluviométrie. Les teneurs en bases échangeables atteignent 8 à 10 mé en surface dans le niveau labouré et 4 à 5 mé %, en profondeur, dans les sols des régions modérément arrosées (1,5 à 1,8 m de pluviométrie annuelle). Dans les zones plus humides,

ces valeurs s'abaissent fortement et descendent en dessous de 1 mé dans les sols situés à proximité de la forêt et soumis à une pluviométrie annuelle voisine de 4 m par an.

Sous la forêt guadeloupéenne, le mince niveau plus humifère de surface, est susceptible de conserver des teneurs en bases encore appréciables, bien qu'il soit dans quelques cas très appauvri. Il est généralement éliminé par l'érosion après défrichage, laissant apparaître les horizons inférieurs très désaturés et acides. Les sols sous brûlis sont localement nettement enrichis.

Ce type de sol supporte une très large part de la production sucrière de la Guadeloupe, et une notable partie des jardins et vergers. Il est certain qu'avec des engrais régulièrement apportés et dans les sols très désaturés en bases, des amendements calcaires fréquemment renouvelés, les rendements peuvent être importants. C'est le cas de la canne à sucre. Par leur pauvreté chimique naturelle, ces sols conviennent mal à des cultures de type extensif, non fertilisés.

La facilité relative du travail du sol, sauf cas de fortes pentes, permet une mécanisation assez aisée des façons culturales. La perméabilité suffisante, la stabilité de la structure autorise l'irrigation lorsque celle-ci est nécessaire. La rapidité avec laquelle ces sols se dessèchent rend souhaitable l'irrigation, dans la plupart des cas, pour les cultures légumières.

Divers faciès ont été cartographiés, faisant intervenir la compacité du sol, l'état de saturation en bases, la présence de niveaux marbrés peu perméables, etc...

4. LES FERRISOLS

Ils constituent une très large partie des sols dérivés des formations anciennes du centre de la Martinique, en régions humides. Bien que soumis au processus de ferrallitisation, certaines différences sensibles incitent à les distinguer des sols ferrallitiques plus typiques observés en Guadeloupe. Les raisons de ces différences sont variables : évolution moins poussée sur des formations moins anciennes ou rajeunies par l'érosion, formations mères dures ou tufs peu perméables, souvent déposés en mer.

Ces sols sont nettement plus compacts, moins perméables, d'apparence plus argileuse, bien qu'en fait ils renferment souvent moins d'argile au sens granulométrique. De nombreux faciès sont distingués.

La somme des bases échangeables est très sensiblement plus élevée que pour l'ensemble des sols ferrallitiques (8 à 20 mé % de sol) et on n'observe que très rarement des horizons renfermant moins de 3 à 4 mé de calcium échangeable. Il est donc peu probable que des déficiences calciques puissent être observées. Les teneurs en bases échangeables demeurent stationnaires ou augmentent en profondeur, alors que dans les sols ferrallitiques de Guadeloupe, elles décroissent plus ou moins rapidement en profondeur.

La fraction argileuse renferme des kaolinites relativement désordonnées ou fire-clay, avec une importante proportion d'hydroxydes de fer amorphe ou sous forme de goëthite. La présence d'argiles de type halloysite est parfois observée avec également un peu de montmorillonite alumineuse ou ferrifère, dont les propriétés caractéristiques sont partiellement masquées.

Si la rétention pour l'eau de ces sols semble plus importante que pour les sols ferrallitiques, la faible perméabilité, l'engorgement temporaire même sur de fortes

pentés de certains niveaux profonds ou superficiels, est un handicap pour certaines cultures.

Par leurs caractéristiques d'ensemble, leur fertilité naturelle, ces sols conviennent mieux que les sols ferrallitiques aux jardins et cultures familiales extensives. Par contre, le ressuyage plus lent du sol, la nécessité fréquente d'établir un drainage, même sur les pentes, la compacité plus forte du sol même dans le niveau superficiel, constituent un handicap pour l'agriculture mécanisée de type intensif. Les surfaces en faibles pentes sont d'ailleurs relativement restreintes.

5. LES SOLS MONTMORILLONITIQUES SOUMIS A UN DÉBUT D'ÉVOLUTION FERRALLITIQUE

Ces sols sont très fréquents à la Martinique et plus rarement rencontrés en Guadeloupe.

Ils associent à la présence d'argiles montmorillonitiques à haute capacité d'échange, rétention pour l'eau, etc..., certains caractères qui témoignent d'une dégradation de ces argiles vers des types kaoliniques et des hydroxydes de fer.

Les faciès distingués sont variés. Certains se rapprochent nettement par leur aspect des ferrisols déjà cités, d'autres par leur compacité, leur adhérence, font déjà penser aux vertisols.

La formation de ces sols peut avoir deux causes principales. Il peut s'agir de sols encore relativement jeunes et peu évolués, situés dans des régions de pluviométrie modérée. Il peut s'agir aussi de sols dérivés de tufs argilisés marins, dans lesquels la présence de monmorillonite est importante et persiste encore, même dans les régions très humides.

La diminution de la proportion de montmorillonite de la base vers le haut du profil est souvent très sensible. Certains niveaux supérieurs de sols épais et résultant donc d'un large processus d'évolution, ne présentent plus dans leur niveau de surface qu'un faible pourcentage de la montmorillonite en comparaison des horizons profonds. On comprend, dès lors, que par le jeu des rajeunissements des sols par l'érosion sur les fortes pentes, de larges variations puissent être observées à de faibles distances.

La proportion de montmorillonite peut être assez approximativement déduite des variations de la capacité d'échange de bases et des teneurs en magnésium échangeables. Sa présence conditionne l'essentiel des propriétés des sols, mais l'existence d'autres substances associées, n'est pas négligeable, en particulier des hydroxydes de fer.

Certains sols très rouges pourraient, par leur apparence sur le terrain, s'apparenter, au moins dans leurs niveaux superficiels, à des sols ferrallitiques. En fait, leurs caractéristiques physico-chimiques en diffèrent totalement. La présence d'hydroxydes de fer en quantité importante tempère, dans une certaine mesure, les propriétés physiques de la montmorillonite. Ces sols sont fréquemment rencontrés en Martinique dans le Centre de l'île. La capacité d'échange de bases peut atteindre 50 et parfois même 100 mé % de sol, avec parmi les bases une très nette dominance du magnésium.

Dans d'autres sols bruns ou rougeâtres, l'apparition de caractères vertiques, laisse présumer la présence de montmorillonite, mais ces indices sont loin d'être aisés à mettre sur le terrain en évidence et de très fortes différences dans la capacité d'échange, les teneurs en bases échangeables, la rétention pour l'eau, etc... apparaissent souvent à l'analyse pour des sols d'aspect similaire. Ces différences peuvent avoir d'importantes conséquences pour certaines cultures et en particulier les variations considérables des teneurs en magnésium échangeable. La cartographie de ces sols a donc nécessité la mise en œuvre d'un lourd travail analytique.

Certains sols ont une apparence argilo-limoneuse attribuable à la présence effective de particules très fines issues du tuf mère. En dépit de leur légèreté relative, l'existence prédominante dans la fraction argileuse d'argile montmorillonitique, leur confère des caractéristiques physico-chimiques qui en font d'excellents sols. Par suite de leur perméabilité relative, la diminution de la montmorillonite et sa transformation en argiles de type kaolinique y est aussi plus sensible. Ce type de sol n'est observé qu'en Martinique dans le Morne Pitault.

La comparaison des propriétés de ces sols avec celles des ferrisols ou des sols ferrallitiques, indique clairement que la notion teneur en argile au sens granulométrique du terme, doit être souvent remplacée, ou tout au moins largement corrigée, par la notion du type d'argile.

De même la notion classique de pH en relation avec l'état de saturation en bases est, dans certains cas, totalement faussée. De fortes teneurs en bases échangeables de l'ordre de 30 à 40 mé % de sol, correspondant à des coefficients de saturation de plus de 50 %, peuvent être associées à des fortes acidités, surtout lorsque les pH sont déterminés dans le chlorure de potassium. Dans certains cas, une proportion notable d'aluminium est aisément extraite, expliquant les basses valeurs de pH constatées. L'on sait la toxicité de cet élément pour la plupart des cultures. Sa présence est, cependant, rarement associée à d'aussi hautes valeurs de bases, principalement du magnésium et l'effet de toxicité possible sur les plantes dans des conditions aussi particulières, est à étudier.

Tous ces sols sont très fertiles et largement utilisés par l'agriculture de type intensif, bananiers principalement, ou les jardins familiaux. La présence de ces types de sol explique la dense occupation des sols, même en de très fortes pentes, de beaucoup de collines ou montagnes de la Martinique, en contraste avec la Guadeloupe, et le maintien d'un haut niveau de fertilité en dépit d'une érosion souvent sévère.

6. LES VERTISOLS

Dans la plupart des régions relativement sèches des Antilles au vent ou sous le vent, où le déficit en eau est relativement important et la saison sèche, en général prononcée, on observe sur les tufs, les coulées, les calcaires, la formation de vertisols ou de sols vertiques.

Les propriétés de ces sols sont dominées par la présence essentielle de la montmorillonite, qui leur confère leur compacité, l'adhérence, le toucher gras, les propriétés de gonflement et de rétention, causes des larges fissures constatées en périodes sèches.

Ces propriétés de gonflement bouleversent les notions classiques de porosité des sols pour l'eau et pour l'air, le comportement vis-à-vis de l'eau et le travail du sol. Après une période de sécheresse, les vertisols sont susceptibles d'emmagasiner les larges quantités d'eau qui s'infiltrent dans les fissures. Cette infiltration cesse totalement dès que le gonflement est achevé, obstruant toutes les cavités. La capacité en eau maximum correspond à l'humidité du sol gonflé sur place. Les blocs de terre soulevés par la charrue s'effritent spontanément à l'air par rétraction du sol exposé à l'air. Cet effritement dans le niveau de labour abouti à la formation de petites particules grumeleuses lorsque le complexe absorbant renferme surtout du calcium et la création d'une excellente structure. Lorsque le magnésium domine largement, ce qui est le cas de nombreux vertisols de Martinique, la structure demeure plus grossière.

La préparation des terres en période pluvieuse est donc difficile et le résultat aléatoire. L'irrégularité des périodes de sécheresse en Martinique, la difficulté qu'il y a à les prévoir, constitue un handicap certain pour l'utilisation convenable de ces sols.

L'irrigation est partout souhaitable avec des apports fréquents à doses réduites, surtout lorsqu'il s'agit de plantes dont l'enracinement superficiel et fragile est aisément détruit par la fissuration.

La capacité d'échange et les teneurs en bases échangeables sont élevées : 30 à 80 mé % de sol, avec dominance de calcium ou de magnésium. A noter sur les vertisols dérivés de tufs volcaniques marins, la possibilité de pH très bas, en dépit de teneurs en bases échangeables élevées. L'interprétation des résultats du pH est donc assez particulière.

De nombreuses variantes de vertisols, ou des sols assimilés ont été cartographiés, en insistant sur la profondeur des sols, la rochosité, la proportion de montmorillonite, responsable de l'essentiel des propriétés et la nature du cation adsorbé.

7. LES SOLS SUR FORMATIONS AÉRIENNES RÉCENTES

Sur les formations très récentes de cendres, et certaines n'ont en Martinique que quelques dizaines d'années, la constitution d'un sol cultivable est très rapide. Dans les premiers temps, la matière organique joue un rôle particulièrement important et actif. L'altération des minéraux primaires progresse cependant rapidement, et les produits secondaires nouvellement formés, confèrent très vite aux sols des propriétés très particulières et importantes pour l'agriculture. Cette altération progresse d'autant plus rapidement que le climat est humide et la cendre plus fine. Des niveaux possédant déjà des propriétés bien marquées peuvent donc alterner avec d'autres encore très grossiers et ayant peu évolué depuis leur dépôt par le volcan.

La grande perméabilité des dépôts de cendres et de ponces permet l'infiltration de l'eau et l'altération simultanée sur une forte épaisseur. La constitution de sols profonds qui demande de très longues périodes sur les roches dures est donc réalisée sur ces formations perméables en infiniment moins de temps.

Deux grandes orientations apparaissent dans l'évolution des sols.

71. — Dans les régions soumises à une pluviométrie importante, les sols ne sèchent jamais beaucoup, sauf parfois tout à fait en surface. On constate alors la for-

mation de substances argileuses très particulières, nommées allophanes, dont les propriétés d'absorption pour l'eau sont considérables. Cette eau peut être irréversiblement perdue par dessiccation prolongée à l'air, en deçà du point de fléchissement normal des plantes, ce qui explique le maintien de ces sols dans les seules régions constamment humides. A ces propriétés pour l'eau, il faut ajouter une capacité d'absorption très importante pour les bases. La capacité d'échange peut dépasser, sur certains sols, 80 à 100 mé % de sol.

Ces substances particulières entraînent un bouleversement des notions classiquement admises sur les sols. La plupart des analyses doivent être effectuées sur les échantillons conservés dans leur humidité naturelle, en particulier les mesures de rétention pour l'eau et la capacité d'échange de bases, les résultats pouvant, sans cela, aboutir à des conclusions agronomiques exactement inverses. La notion de pH est totalement perturbée, des sols totalement désaturés pouvant présenter des valeurs relativement élevées. L'analyse granulométrique échappe aux méthodes usuelles et d'autres techniques doivent être utilisées (traitements aux ultrasons, dispersants acides). La capacité de rétention pour l'eau du sol en place, peut atteindre 100 d'eau % de sol sec en poids, voire même 200 ou 300 %, entraînant de très basses valeurs de la densité apparente du sol (0,25 à 0,5), dont il est nécessaire de tenir compte pour tous les calculs ramenés au volume de sol.

La classification de ces sols porte essentiellement sur l'hydratation des sols. Celle-ci est fonction de l'importance des substances allophaniques, donc de l'ancienneté des sols et de l'état d'hydratation, ou de dessiccation de celles-ci. La plupart des autres propriétés des sols en découlent directement.

Ces sols occupent de larges étendues, aussi bien en Guadeloupe, où ils supportent l'essentiel de la production bananière, qu'à la Martinique. La connaissance de leurs propriétés si particulières est donc très utile pour une interprétation correcte des résultats analytiques.

Trois ensembles peuvent être très schématiquement distingués :

Les sols encore relativement jeunes, riches en éléments grossiers de cendres, ou de ponces, présentent déjà en régions humides des valeurs très notables d'hydratation en dépit de l'importance des teneurs en sables et graviers. L'accroissement de l'hydratation est très sensible et à très peu de distance sur les flancs des montagnes du Nord de la Martinique.

D'autres sols dérivent de tufs plus fins et plus anciens. Ils ont donc pu évoluer durant de plus longues périodes de temps. Ils occupent une large partie du Centre Nord de la Martinique et des régions bananières de Guadeloupe. La proportion des sables et graviers est réduite et celle des substances allophaniques plus importante que pour les sols sur cendres récentes. L'hydratation peut atteindre de très fortes valeurs, surtout dans les régions très arrosées d'altitude.

Certains de ces sols, aussi bien en Guadeloupe qu'en Martinique, peuvent renfermer des teneurs notables en hydroxydes d'alumine, individualisés en gibbsite et présentent, de ce fait, une plus énergique fixation pour le phosphore. Leur localisation géographique est possible.

Si l'hydratation est plus accentuée en régions humides, les teneurs en bases échangeables y sont aussi, par suite du lessivage important, beaucoup plus faibles. Dans les

régions très arrosées, les teneurs en bases sont presque nulles, en dépit de valeurs du pH relativement élevées. L'excès d'humidité atmosphérique, le manque d'insolation, limitent d'ailleurs souvent les possibilités culturales dans les régions d'altitude. Les taux de matière organique y deviennent, par contre, très importants. La présence d'abondants minéraux primaires altérables, assure le maintien d'une certaine fertilité naturelle.

De nombreuses variantes de ces sols ont été distinguées pour la cartographie. La connaissance de la nature des substances allophaniques et de leurs propriétés essentielles si particulières, la mise au point des techniques d'études appropriées, ont été un préalable indispensable à l'obtention et à l'interprétation valable des données analytiques. Ces études sont activement poursuivies, aussi bien aux Antilles que dans les pays d'Amérique latine, où s'étend l'action de l'O. R. S. T. O. M.

72. — Lorsque les sols ne sont plus maintenus constamment humides tout au long de l'année et subissent des périodes de dessiccation temporaire, par suite d'une pluviométrie annuelle modérée et d'une saison sèche plus prononcée, on observe la formation d'une forme particulière d'argile : l'halloysite, du groupe des kaolinites. L'apparition de cette argile, encore peu sensible sur le terrain dans les sols très jeunes sur cendres encore sableux, est plus nette lorsqu'on s'éloigne du volcan et que l'on passe à des formations plus anciennes. Toute une gamme de sols à halloysite, de coloration caractéristique brun-rouille a été ainsi cartographiée. Certains sont encore sablo-argileux, d'autres sont franchement argileux et peuvent déjà s'apparenter pour les faciès les plus évolués, aux ferrisols. Les aptitudes culturales diffèrent donc suivant les variantes. Des recouvrements sableux de cendres plus récentes, peuvent aussi être rencontrés. Ces sols peuvent eux-mêmes en recouvrir d'autres plus anciens : ferrisols ou sols ferrallitiques.

Ces sols bruns-rouille à halloysite sont relativement bien pourvus en bases échangeables. Les hydroxydes de fer sont encore à l'état amorphe.

Des faciès forment transition avec les sols à allophanes hydratés qui dérivent en régions plus humides des mêmes formations mères. L'état d'hydratation, la capacité d'échange sont plus élevés, les sols plus légers.

D'autres faciès forment aussi passage avec les vertisols des régions plus sèches. Certains niveaux renferment ainsi nettement de la montmorillonite et possèdent déjà quelques caractères vertiques = adhérence, compacité en dépit de l'abondance des fractions sableuses, etc...

La plupart de ces sols sont cultivés aussi bien en Guadeloupe qu'en Martinique. La canne à sucre, le bananier y donnent de bons résultats, mais les jardins familiaux y sont aussi bien développés. L'abondance des particules primaires altérables assure le maintien d'une certaine fertilité naturelle. Le travail du sol est partout aisé et la perméabilité généralement satisfaisante, permet d'envisager, sans difficultés, l'irrigation, lorsque celle-ci est nécessaire.

Les faciès les plus légers, encore très riches en cendres sableuses peu altérées, et ne renfermant qu'une faible proportion d'argile (halloysite) paraissent les plus fertiles et les plus faciles à travailler. Leur susceptibilité à l'érosion, le lessivage rapide en profondeur de certains éléments, nécessite l'adoption de méthodes culturales permettant le maintien du sol et une fertilisation répétée, fréquemment contrôlée. Certaines difficultés encore mal éclaircies sont apparues avec les cultures maraîchères.

8. LES SOLS ALLUVIAUX

Les sols alluviaux présentent une parenté manifeste avec les formations dont ils sont issus. C'est ainsi que dans les régions de volcanisme récent, la plupart des alluvions ont une nature sableuse, l'élément constitutif essentiel étant la cendre volcanique.

Dans les régions sèches au contraire, aux sols de collines lourds vertisoliques, les alluvions peuvent être très lourdes et adhérentes, souvent très voisines des vertisols dont elles dérivent. Si le bassin versant consiste surtout en sols très érodés, rocailleux, les particules sableuses ou les graviers arrachés à ces versants améliorent les caractéristiques physiques des sols alluvionnaires, mais les pierres interdisent souvent la mécanisation.

Dans les régions de sols ferrallitiques ou ferrisols, les sols alluviaux sont argileux et renferment toujours une proportion notable d'argile montmorillonitique, associée à une certaine proportion de particules de sables altérables, arrachés aux sols érodés des montagnes. Le manque de drainage est un handicap important, mais leur fertilité naturelle permet, sans inconvénients graves, les travaux de remodelage des sols, pour les rendre plus aptes à la mécanisation des opérations culturales.

9. CONCLUSION

L'extrême diversité des sols des Antilles permet d'envisager des systèmes de cultures variés. Elle a nécessité la cartographie détaillée à l'échelle du 1/20 000^e et souvent même du 1/10 000^e. Les propriétés particulières de certains sols qui occupent d'importantes superficies dans les deux îles, ont nécessité la mise au point de techniques d'études particulières pour la connaissance des substances responsables de ces caractères très spéciaux et des problèmes que pose la fertilisation de ces sols.

L'handicap le plus sérieux des sols des Antilles, et tout particulièrement de la Martinique, demeure la pente excessive de la majeure partie d'entre eux, rendant difficiles les travaux souhaitables de mécanisation et interdisant sur beaucoup d'entre eux certaines spéculations. Pour cette raison, le facteur pente et possibilité de mécanisation a été pris en considération et en bonne place lors de la cartographie des sols.

LES VERTISOLS SUR CALCAIRE AUX ANTILLES PROBLÈMES D'UTILISATION AGRICOLE

J. DE CRECY

AVANT-PROPOS

Les vertisols, par l'importance de la superficie qu'ils occupent dans nos régions ne sont pas seulement un motif de classification pédologique, mais un support agricole qui doit mériter une attention toute particulière.

Les types de vertisols varient considérablement suivant leur origine géologique : volcanisme ancien ou récent et roches sédimentaires. Dans cette note, nous nous limiterons volontairement aux vertisols développés sur calcaire, d'abord parce qu'ils sont largement répandus, ensuite parce qu'ils permettent d'étudier certains phénomènes propres à ce groupe de sols, en évitant des interférences dues à des conditions de formation plus complexes.

En Guadeloupe, l'inventaire complet des sols de Grande-Terre — essentiellement formés de vertisols sur calcaire — a été dressé sur carte pédologique à l'échelle du 1/10 000^{ème}, actuellement sous presse (*).

Antérieurement, les mêmes travaux ont été effectués à Marie-Galante. La carte a été publiée (**).

Le but de ce propos est, d'une part, de faire connaître les caractères spécifiques de ces sols, en les replaçant dans un contexte de connaissances acquises, et d'autre part, exposer les problèmes que posent leur utilisation agricole, en formulant à ce sujet des hypothèses propres à les résoudre.

Nous examinerons donc successivement les points suivants :

- Un rappel des caractéristiques pédologiques des vertisols en général.
- Les conditions particulières de formation des vertisols sur calcaire.
- La répartition des différents types.
- Les critères d'utilisation agricole et exposés des problèmes qui en résultent.

(*) Sous la direction de l'O. R. S. T. O. M. (M. COLMET-DAAGE) et la participation directe de l'auteur de cette note, pour le compte de S. O. G. R. E. A. H.

(**) O. R. S. T. O. M. — M. COLMET-DAAGE.

I. N. R. A., Station d'Agronomie, C. R. A. A. G., Guadeloupe.

A. CARACTÉRISTIQUES PÉDOLOGIQUES DES VERTISOLS

Le vertisol a été défini par la 7^e Approximation Américaine, comme contenant au moins 35 % d'argile gonflante, représentée principalement par la montmorillonite. Cette définition est en voie d'être utilisée par toutes les classifications. Le terme de « vertisol » remplace toutes les anciennes dénominations ayant trait surtout à la couleur noire de l'horizon de surface : sols noirs tropicaux, dark clay soils, black cotton soils, etc...

Evolution

Le vertisol n'est pas un sol évolué. Il a un profil de type A/C ou A (B) C. D'ailleurs dans le cas où le vertisol se trouve en condition d'évoluer, cette évolution affecte également la minéralogie de l'argile. Nous ne parlerons pas non plus des vertisols salins, gypseux ou à alcalis qui posent des problèmes de mise en valeur agricole hors de notre propos.

L'horizon (B) ne se distingue de l'horizon A que par la couleur et la structure. Il peut inclure un niveau à pseudo-gley plus ou moins prononcé. Le passage de l'horizon (B) à la roche mère est tantôt brutal, (cas d'une roche dure inaltérée), soit progressif dans le cas d'une roche meuble, ou d'argile de décalcification compacte.

L'horizon A est le plus souvent décarbonaté, mais toujours calcique ou magnésien.

Minéralogie de l'argile

Ce sont surtout les propriétés minéralogiques des argiles smectiques ou gonflantes qui confèrent aux vertisols leurs caractères spécifiques. Les propriétés les plus importantes à retenir du point de vue agronomique sont les suivantes :

- dans la structure microcristalline, l'espacement des feuillets permet une capacité d'échange ionique très élevée, de l'ordre de 100 milliéquivalents pour 100 g d'argile,
- cet espacement est variable sous l'effet de l'hydratation, d'où le caractère gonflant à l'humidification et le retrait à la sécheresse,
- les particules d'argile, ainsi « lubrifiées » glissent les unes sur les autres, d'où le caractère de plasticité et d'adhérence qui apparaît même à de faibles humidités,
- la nature des cations fixés a une incidence directe sur le taux de gonflement d'hydratation : maximum avec le sodium, minimum avec le potassium, moyen avec le calcium. Le magnésium confère à l'argile une fluence qui la transforme facilement en boue. Pour donner un ordre de grandeur, un taux de 10 à 15 % de sodium par rapport à la capacité d'échange fait doubler la capacité en eau d'un vertisol calcique.

B. CONDITIONS DE FORMATION

La formation des vertisols sur calcaire répond à des conditions écologiques déterminées :

- pluviométrie moyenne, annuelle de 600 à 1 300 mm avec une saison sèche marquée.

Au-delà de 1 300 mm de pluie, le taux d'argile montmorillonite décroît au profit de la métahalloysite et même de la kaolinite. Ainsi, au-delà d'une certaine pluviométrie, les sols échappent progressivement à la définition des vertisols. Ces processus d'évolution semblent applicables à d'autres îles que la Guadeloupe. En effet, à Barbade, L. AHMAD et R. L. JONES signalent une décroissance progressive du taux de montmorillonite avec l'augmentation de la pluie annuelle : 55 % pour 1 250 mm, et 20 % pour 2 250 mm.

En ce qui concerne Grande-Terre en Guadeloupe : la roche mère est essentiellement formée de calcaires miocènes-madréporiques, coralliens et récifaux. Les calcaires miocènes sont également largement représentés dans toute la zone caraïbe.

• Le relief, à part la zone karstique des Grands-Fonds, dont la majeure partie est située dans une zone climatique où la pluviométrie dépasse 1 300 mm, est constitué de plateaux différenciés en pseudo-terrasses par suite de failles et de fractures, et en plaines où les argiles de décalcification recouvrent partiellement un substratum ferrallitique ancien.

Aux différents facteurs de genèse correspond une diversité logique des types de sols.

C. CLASSIFICATION ET RÉPARTITION DES TYPES DE VERTISOLS SUR CALCAIRE

Pour des raisons plus agronomiques que pédologiques, il convient d'abord de distinguer les sols formés sur la roche calcaire en place, que nous appellerons lithomorphes, de ceux qui se sont développés sur des argiles dérivées des calcaires, bien que dans certaines zones de transition, la distinction ne soit pas toujours facile à faire.

Les vertisols lithomorphes se situent schématiquement sur les pentes et les plateaux, les autres dans les plaines, les vallées et les cuvettes.

Les vertisols lithomorphes dépendent directement du couple climat-relief. La figure n° 1 ci-contre illustre l'influence conjuguée de la situation topographique et de la pluviométrie sur la profondeur du sol et la répartition des différents types. Au contraire, l'évolution des sols de plaine échappe, dans une certaine mesure, au gradient pluviométrique, parce qu'en réalité, ils reçoivent en plus de la pluie, les eaux excédentaires de ruissellement. Le problème posé est alors celui de l'hydromorphie temporaire.

En ce qui concerne les sols lithomorphes peu profonds, la sécheresse ou l'érosion ne permet pas la constitution de vertisols au sens strict, bien que l'argile formée soit aussi de la montmorillonite. L'importance des matières amorphes, des débris calcaires, et du taux élevé de matière organique les font plutôt apparenter aux rendzines. Tous les termes de passage existent. Il est remarquable de constater que le taux de matière organique de l'horizon A est, grosso modo, inversement proportionnel à la profondeur totale des sols (cf. fig. 2). L'influence de la matière organique, vis-à-vis de la structure, sera abordée plus loin. En regroupant les classements pédologiques, on retiendra trois grandes catégories du point de vue de l'utilisation agricole :

1° Les sols lithomorphes humifères, de pentes ou de zones sèches, à profil A/C, d'une profondeur de 25 à 40 cm, développés directement sur roches ou tufs calcaires,

avec inclusion de débris et fragments rocheux dans la masse (rendzines et calcimorphes vertiques).

2° Les sols lithomorphes à profil A (B) C, d'une profondeur variant de 40 à 150 cm. Ils peuvent être considérés comme des orthotypes.

3° Les sols développés sur les argiles de dépôts ou de comblement, présentant une hydromorphie plus ou moins marquée (sols de plaines).

Les caractéristiques pédologiques de ces trois catégories sont illustrées par les fiches de description de profils types reportées en fin d'article.

D. CRITÈRES D'UTILISATION AGRICOLE

A l'examen des fiches de profil pédologique, que peut-on en déduire du point de vue de l'utilisation agricole ?

Quand on a affaire à des problèmes d'aménagement, on emploie des critères de classification des terres (land classification) dans la mesure où le terme « terre » implique une notion de surface.

Ces critères définissent des aptitudes culturales en fonction de facteurs de situation — climat et topographie — et en fonction de facteurs concernant le comportement physique, mécanique et chimique des sols.

La synthèse de ces critères permet de proposer des types d'aménagement susceptibles d'augmenter la productivité de la zone agricole étudiée.

a) *Facteurs de situation : climat et topographie*

Les sols de catégorie I, ou bien se trouvent en climat humide sur fortes pentes, ou en climat sec en légères dépressions.

- Dans le premier cas, des mesures de conservation du sol s'imposent : constitution de terrasses, cultures en contour, enherbement des versants, etc... Ces mesures sont loin d'être réalisées, et l'on constate la plupart du temps des défrichements abusifs et des cultures dans le sens de la pente qui aboutissent en définitive à l'établissement irréversible d'un manteau pierreux. Les puissants moyens mécaniques dont on dispose actuellement et la friabilité du sous-sol devraient permettre de restituer économiquement à l'agriculture des surfaces considérables. Il faut toutefois prévoir des pentes suffisantes et des exutoires pour l'évacuation des eaux excédentaires.

- Dans le deuxième cas, le facteur limitant est la sécheresse. Dans la mesure où on peut disposer d'eau, les sols de catégorie I sont encore les mieux placés dans l'ordre d'aptitude à l'irrigation.

En dépit du manque de profondeur apparent de ces sols, on peut envisager, après aménagement, un large éventail de cultures. On obtient déjà, sans effort particulier de mise en valeur, des rendements intéressants avec certaines plantes, comme le pois d'angle par exemple.

Manque de profondeur apparent, avons-nous dit, car le système racinaire, à condition d'être bien alimenté en eau, peut s'établir en sous-sol. Seul un taux exagéré de calcaire actif peut poser des problèmes d'antagonisme et éliminer les espèces calcifuges.

La zone d'extension des sols de catégorie II se situe en climat moyen et topographie modérée, si bien que les facteurs physiques et mécaniques deviennent prépondérants.

Pour les sols de catégorie III, c'est la topographie qui est le critère de situation le plus important. En effet, les sols de plaines et de dépressions manifestent une hydromorphie temporaire due aux excédents d'eau qui stagnent sur place. L'aménagement principal sera donc l'assainissement. Mais la mise en œuvre se heurte aux propriétés physiques défavorables de ces sols.

b) *Facteurs physiques et mécaniques des sols*

Le principal obstacle à l'enracinement des plantes dans les vertisols est, en premier lieu, la présence d'un horizon (B). Il convient d'insister sur ce sujet, car il conditionne la mise en culture.

1) *Caractéristiques de l'horizon (B).*

● *Perméabilité* : les essais de filtration en place et en laboratoire sur sol non remanié font apparaître une perméabilité pratiquement nulle. Il faut plusieurs jours pour faire écouler l'équivalent de 50 mm de pluie, c'est-à-dire, moins de 1 mm à l'heure. En conséquence, les eaux de ruissellement n'ont d'exutoire que grâce à l'évaporation, à la pente et au profilage adéquat des parcelles de cultures, au-dessus de l'horizon (B). Le drainage profond ne peut avoir aucun effet.

● *Réserves en eau utile* : il est facile de se méprendre sur les réserves en eau utile de cet horizon, car il apparaît toujours humide, sinon frais. On risque d'en conclure trop rapidement que cette eau est disponible pour les plantes. En effet, en utilisant la formule traditionnelle :

$$d(H - F) \times Z$$

dans laquelle :

d = densité apparente,

H = humidité pondérale à pF 2,8 ou 3,

F = humidité pondérale à pF 4,2,

Z = profondeur de l'horizon considéré,

on obtient sur 1 m d'épaisseur des valeurs de 200 à 250 mm. En réalité, cette formule est inapplicable aux vertisols, d'abord parce que c'est oublier que la densité apparente est essentiellement variable en fonction de l'humidité, ensuite qu'il n'existe pas de valeur unique de pF caractérisant la capacité au champ (*).

A la suite de nombreux prélèvements d'horizon (B), on constate une très bonne relation entre la densité apparente et l'humidité pondérale des échantillons non remaniés. A l'humidité la plus grande correspond la densité apparente la plus faible (**). Les essais de dessèchement en étuve du même horizon ont montré une exacte coïncidence entre le volume d'eau évaporé et le volume laissé par les fentes de retrait.

(*) DOLGOV, 1948, MARSHALL, 1949, BONNEAU, 1961, GRAS, 1962, COMBEAU, 1963. Cités par A. FEODOROFF dans B. T. I., 1965, n° 201.

(**) Prélèvements effectués en Guadeloupe et Martinique par l'O. R. S. T. O. M., S. O. G. R. E. A. H. et la Station d'Agronomie du C. R. A. A. G.

Ces constatations conduisent à supposer que l'horizon (B) du vertisol est dépourvu de porosité pour l'air et que la porosité pour l'eau est extensible. On peut alors poser :

$$hv = 1 - \frac{d_{hv}}{D} \quad (1)$$

hv = humidité volumique quelconque,
 d_{hv} = densité apparente du sol à l'humidité hv ,
 D = densité réelle

ce qui signifie qu'à tout moment, la microporosité est égale à la porosité totale. On tire de (1) les autres relations suivantes :

$$hp = \frac{D - d_{hp}}{D} \quad (2) \quad \begin{array}{l} hp = \text{humidité pondérale} \\ d_{hp} = \text{densité apparente à l'humidité } hp \end{array}$$

(cf. fig. 3).

Les courbes théoriques en surcharge sur les points expérimentaux confirment la validité de l'hypothèse. Elles sont calculées ici pour $D = 2,30$ (valeur la plus courante) et $D = 2$ et $D = 2,5$, valeurs extrêmes ;
ou encore :

$$d_{hp} = \frac{1 + Dh\phi}{D} \quad (3)$$

Pour exprimer la diminution de volume entre un point d'humidité hp_2 par rapport au volume initial correspondant à l'humidité maximale hp_1 on aura :

$$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{(hp_1 - hp_2) D}{1 + Dh\phi_1} \quad (4)$$

Cette formule a été également proposée par G. D. ATCHISON et P. G. RICHARDS en Australie, pour apprécier les mouvements verticaux imprimés aux revêtements routiers établis sur vertisols. Ceci confirme notre point de vue. On peut utiliser directement l'expression (4) pour évaluer la réserve en eau utile, puisque la diminution de volume est égale aux pertes d'eau. Cette évaluation est donc relative au maximum d'eau que le sol est en mesure d'absorber au champ. L'humidité du sol en place est nettement inférieure à celle qui est mesurée en laboratoires au même pF car le sol est alors sous une forme artificiellement expansée.

C'est également le cas pour les mesures d'humidité au point de flétrissement.

Si on veut évaluer le volume d'eau disponible entre deux points d'humidité volumique, par rapport au volume des agrégats et non par rapport au volume initial avant dessèchement, on a :

$$d_1 hp_1 - d_2 hp_2 = \text{volume d'eau disponible,}$$

en reprenant modèle sur la formule habituelle.

• *Mode d'évaporation* : en faisant évaporer à température constante (40°), et dans les mêmes conditions des échantillons non remaniés de sols ferrallitiques et de vertisols (horizon (B)), on s'aperçoit que les courbes de dessèchement par rapport au temps sont nettement différentes (fig. 4). Dans le cas du sol ferrallitique, la courbe est de type exponentielle, conforme à la théorie du potentiel capillaire. En ce qui concerne le vertisol, quand l'humidité est exprimée par rapport au volume effectif occupé par le

sol, on obtient une droite. La vitesse d'évaporation est donc constante, quelle que soit l'humidité. Tout se passe comme si l'évaporation était périphérique. Dans ces conditions, comment les racines des plantes s'alimentent-elles en eau ? Qu'advient-il des concentrations en sels solubles ? Autant de questions qui ne seront vraiment résolues à notre avis qu'en posant le problème de la dynamique de l'eau dans les vertisols en *termes de volume et non de poids*, et en débit plutôt qu'en réserve statique.

• *La structure* : la structure, considérée comme un fractionnement en unités géométriques similaires du sol en place, en deçà des dimensions granulométriques élémentaires, ne peut se manifester dans l'horizon (B) qu'au cours du dessèchement. Si on assimile les blocs déterminés par les fentes de retrait à des colonnes à section carrée — ce qui n'est pas tout à fait le cas, mais s'en approche — on calcule, pour une diminution de volume de 20 % : qu'à une section de 400 cm² ou 20 cm de côté, les fentes entre blocs font 3 cm et qu'à une section de 100 cm² ou 10 cm de côté correspond un retrait entre blocs de 1,5 cm. La relation entre la longueur des côtés et l'épaisseur des fentes pour une diminution de volume donnée est linéaire. La longueur des côtés déterminant les zones de rupture est tributaire de la cohésion interne de la masse argileuse. Elle est de l'ordre de 20 à 80 cm pour l'horizon (B).

C'est sous ce biais que nous aborderons les caractéristiques des horizons A, car ceux-ci ne diffèrent des horizons (B) que par une structure plus fragmentée, associée à une teneur en matière organique beaucoup plus importante. Pour les sols de catégorie I, développés directement sur calcaire, la présence d'éléments gravillonnaires et pierreaux introduit une variable supplémentaire.

2) *Caractéristiques des horizons A.*

C'est en effet la matière organique, l'effet mécanique des racines et l'alternance de sécheresse et d'humidité qui confèrent aux horizons A des vertisols une structure en éléments de dimension réduite, favorable à la culture.

En reprenant l'hypothèse de BRADFIELD cité par DEMOLON, on peut supposer que « la matière organique active au lieu de se répartir uniformément dans la masse du sol, se déposerait à la surface des mottes existantes et, de ce fait, constituerait une carapace protectrice hydrophobe ».

Cette carapace protectrice hydrophobe réduisant la « mouillabilité » de l'argile a un effet de division et de retard sur la prise en masse à l'état humide. L'alternance d'humidité et de sécheresse tend également à fractionner les mottes, si bien que dans les sols peu profonds qui sont les plus sensibles aux variations climatiques, on constate une structure en granules qui a donné, par extension à ces sols, le nom de grumosols. Ce type de structure est d'autant plus prononcé que le taux de matière organique est élevé. Le faible taux relatif d'argile va aussi dans le même sens.

Aussi, dans le cas des sols de catégorie III, où le taux de matière organique est faible (2 à 3 %) par rapport au taux d'argile (60 à 80 %), les éléments structuraux sont plus larges et se rapprochent des propriétés défavorables des horizons (B). On peut alors trouver des surfaces de glissement appelées par les Américains « slickenside » et qui correspondent au frottement des interfaces des agrégats, les uns sur les autres au cours des mouvements internes du sol.

Au lieu d'avoir une structuration naturelle (catégorie I), il faut créer dans les sols de plaines une structure artificielle obtenue à grand peine par des labours et des façons

culturelles faits à temps. Cette structure, d'ailleurs, ne reste pas stable à l'eau. Il serait instructif de comparer les structures obtenues avec des taux de matière organique croissants dans les sols de catégorie III.

L'effet mécanique des racines est aussi un facteur important. Il est reconnu que les racines de cannes à sucre, par exemple, sont améliorantes. Reste à savoir si d'autres plantes auraient des effets meilleurs ou similaires, ce qui invite à rechercher le pourquoi et le comment de ces mécanismes.

E. CLASSEMENT DES TERRES

En définitive, et en manière de résumé, le classement des différentes catégories de vertisols sur calcaire se présente ainsi dans l'état actuel de nos connaissances.

Catégorie I :

Sols de versants en climat relativement humide. Bonnes terres du point de vue physique ; apparemment peu profonds, mais l'ameublissement du sous-sol calcaire est possible. Large éventail de cultures, y compris maraîchages et arbres fruitiers avec restriction cependant pour les plantes craignant le calcaire actif. Travaux anti-érosifs indispensables. Épierrages des éléments les plus grossiers. Ces terres peuvent largement bénéficier d'une irrigation, sans inconvénients majeurs. Du point de vue chimique, complément indispensable en potassium, comme pour toutes les autres catégories.

En zone sèche et sur plateaux, à part les mesures anti-érosives, prévoir les mêmes aménagements que ci-dessous. L'approfondissement et l'épierrage seront plus difficiles et plus onéreux.

Catégorie II :

Sols en situation climatique et topographique intermédiaire. Terres d'autant meilleures que l'horizon (B) est de faible épaisseur. Nécessité d'aménager des pentes régulières pour évacuer les eaux excédentaires et faciliter la mécanisation. Eventail de cultures plus réduit (impermeabilité, compacité). L'irrigation est profitable, moyennant des techniques déjà délicates.

Catégorie III :

Sols de plaines et de dépressions. Sans aménagements, on constate l'asphyxie des racines à moins de 50 cm de profondeur. Un type d'assainissement compatible avec la mécanisation est indispensable. Le drainage profond est inutile, car sans effets. Eventail de cultures réduit : en Guadeloupe essentiellement canne à sucre. En d'autres lieux, coton et riz. Reconversion possible en prairies, mais à étudier de près.

Ces terres, subissant le ruissellement et l'inondation en période humide, peuvent s'assécher profondément en période sèche. L'irrigation est donc souhaitable, mais reste d'un maniement très difficile, car on risque, à la suite d'arrosages excessifs ou trop rapides, de provoquer des accidents de végétation pires qu'avec la sécheresse.

CONCLUSION

Les vertisols sur calcaire sont des sols à part qui doivent leurs propriétés physiques et chimiques à l'argile montmorillonite et en proportion de celle-ci, propriétés qui sont, en définitive, défavorables.

La classification pédologique permet de bien connaître les différences de comportement des différents types, mais du point de vue d'une meilleure utilisation agricole, des problèmes essentiels restent posés, en particulier celui de l'alimentation en eau des plantes, lié à celui de la structure. Il serait souhaitable que les praticiens, les agronomes et les spécialistes du sol de la zone caraïbe affrontés aux mêmes difficultés puissent confronter les résultats de leurs expériences et de leurs recherches, afin d'améliorer concrètement la mise en cultures de ces terres et leur assurer une meilleure productivité.

ANNEXES

Catégorie I

Liithomorphe à profil A/C

Exemple : calcimorphe verticale

Situation topographique : en zone sèche : microbassin en relief ondulé.
en zone humide : versants à pente forte.

Description

Horizon A : Couleur brun foncée (Munsell 10 YR 3/3), parfois légèrement rougeâtre. Les caractères 0 à 30 cm d'adhérence commencent à se manifester à l'état humide. Structure nuciforme à grumelleuse à l'état sec. Débris calcaires dans la masse. Pas de fentes de retrait visibles, ni de surfaces de glissement (slickenside). Chevelu racinaire abondant.

Passage à la roche mère sans transition (légère décoloration avant la roche). Dans le cas de zone humide présence de débris jaunes (calcaires altérés). On peut trouver soit la roche dure, soit du tuf friable.

Granulométrie :

- Argile : 40 à 60 %, mais le pourcentage de montmorillonite ne dépasse pas 30 à 35 %.
- Limon : 20 % en moyenne.
- Pourcentage de terre fine à 2 mm : 50 à 80.

Capacité totale d'échange : 40 à 60 milliéquivalents.

Complexe absorbant : saturé presque totalement en calcium, très faible taux de potassium.

Matière organique : 4 à 6 %.

Hydrodynamique :

- La perméabilité est acceptable tant que les agrégats ne sont pas détruits.
- Humidité à pF 2,8 : 30 à 35 % du poids sec de terre fine.
- Humidité à pF 4,2 : 20 à 25 % — —
- Densité réelle : 2,40 à 2,50.

Catégorie II

Lithomorphe à profil A (B) C

Vertisol brun-jaune (orthotype).

Situation topographique : versants à pente modérée en zone humide.
plateaux et bas-fonds localisés en zone sèche.

Description

Horizon A : Couleur brun gris très foncé (Munsell 10 YR 3/2).
ou Ap (cultivé)

0 à 30 cm Les « chromas » ne dépassent jamais 2 et les « values » jamais 4. Très argileux. Structure : fentes de retrait à l'état sec, blocs sous la bêche à l'état frais en formant des mottes grossières et fermes, Selfmulching de quelques centimètres quand le sol est en voie de dessèchement. Massif à l'état humide. Assez compact à compact selon le degré d'humidité. Nettement adhérent et plastique. Quand cet horizon dépasse 30 cm, on peut constater des surfaces de glissement (slickenside). Quand le sol, en surface, est totalement décarbonaté, on peut trouver quelques fins pisolithes ferromanganiques. Le système racinaire s'établit, de préférence, sur les interfaces des agrégats en suivant les lignes de fracture.

Horizon (B) : Couleur très caractéristique et très constante, brun-jaune (Munsell 10 YR 5/6 et 5/4).
30 à 130cm A l'état frais et humide, c'est une pâte compacte argileuse, uniforme, massive, adhérente et plastique. Sauf au départ de l'horizon (B), le sol n'est jamais vraiment sec ; et les fentes de retrait dépassent rarement 50cm. D'ailleurs, les racines peu nombreuses semblent s'arrêter à la profondeur maximale atteinte par les fentes de retrait.

Le passage à la roche-mère est généralement brutal, sauf dans le cas de tufs fortement altérés.

Granulométrie :

- Argile : de 50 à 85 %, généralement identique pour A et (B).
- Limon : de 6 à 20 %.
- Pourcentage de terre fine à 2 mm : avoisine 100 %.

Capacité totale d'échange : 50 milliéquivalents ou plus, aussi bien pour A que pour (B), quel que soit le taux de matière organique.

Complexe absorbant : saturé ou légèrement acide en A (le pH varie de 6,7 à 7,5), le calcium représente 70 à 80 % des bases échangeables. Le taux de potassium échangeable reste très faible : de 0,10 à 0,60 milli-équivalent, en moyenne 0,20. La quantité de sodium est souvent supérieure à celle de K.

Matière organique : en moyenne de 3,5 % dans l'horizon A. Baisse brusquement dans l'horizon (B) : 0,7 % en moyenne.

Hydrodynamique :

- La perméabilité est nettement plus défavorable que pour l'horizon A des sols de la catégorie I. Quant à l'horizon (B), il est pratiquement imperméable à l'état humide.
- Humidité à pF 2,8 : 45 à 65 % suivant le taux d'argile et la composition du complexe absorbant.
- Humidité à pF 4,2 : de 30 à 40 %.
- Densité réelle : de 2,20 à 2,40, étroitement liée au pourcentage d'argile et de matière organique.

Situation topographique : plaines, fonds de vallées, dépressions.

Catégorie III

Vertisols développés sur argiles de dépôts à hydromorphie temporaire de surface ou d'ensemble

Description

Horizon A : Teinte sale, couleur variant de brun-jaune foncé à gris très foncé (gamme Munsell 10 Y. R. dominante. Values de 4 à 2. Chromas de 4 à 1 — gammes 7,5 YR et 2,5 Y plus rares).
0,30 cm

Taches rouille, fins pisolithes ferromanganiques. Structure massive et en blocs. Les racines ont tendance à pourrir et laissent des traînées ocre à leur emplacement. Compact, adhérent et plastique, généralement humide ou frais. En période de sécheresse, l'humidité persiste à l'intérieur des blocs isolés par des fentes de retrait.

- Horizon B_{2,1} ou (B_g) : Couleur brun-gris (gamme 10 YR la plus fréquente 5/2 et 5/4, plus rarement 5/1 et 6/1). Très argileux, compact, massif, adhérent et plastique. Taches rouille et souvent filets et veines grisâtres. On trouve de temps en temps quelques débris calcaires peu ou non altérés. Le pH a tendance à monter. Les racines deviennent rares ou disparaissent.
- (épaisseur variable)
- Horizon B₂₂ ou BC : Couleur uniforme jaune à brun-jaune dans les tons clairs (10 Y. R. 7/6 et 5/4 pour le plus foncé). A part cette teinte plus claire, cet horizon est semblable à l'horizon (B) du vertisol « brun-jaune » décrit plus haut.

Caractéristiques physico-chimiques : identiques dans l'ensemble à celles du vertisol brun-jaune, de catégorie II, aux différences suivantes :

- taux d'argile légèrement supérieur,
- capacité totale d'échange dépassant régulièrement 50 milliéquivalents,
- taux de matière organique en légère baisse dans l'horizon A, 3,2 % en moyenne.
- les humidités à pF 2,8 et 4,2 sont relativement plus élevées.

La perméabilité est quasi nulle sur l'ensemble du profil à l'état saturé.

Remarque : les vertisols développés à partir de matériaux argileux d'origine lagunaire, accumulés dans des dépressions préexistantes sont magnésiens et sodiques. Ils sont exclus de notre exposé.

RÉSUMÉ

Les vertisols — autrement dit « argiles noires tropicales » ou encore « black cotton soils » — recouvrent des surfaces agricoles importantes tant en Guadeloupe que dans toutes les îles caraïbes.

La couleur noire de ces sols pourrait faire croire à une très bonne fertilité naturelle, mais en réalité ils posent, de par leur origine et leur formation, de nombreux problèmes d'utilisation (enracinement des plantes, façons culturales, mécanisation, irrigation).

La clef de ces problèmes réside dans une meilleure connaissance du comportement hydrique des argiles gonflantes, auxquelles on ne peut appliquer les mesures ni les calculs de besoins en eau traditionnels. Plusieurs hypothèses et voies de recherche sont exposées ici.

Une coordination des travaux sur ce sujet des agronomes et chercheurs dans les Caraïbes paraît souhaitable.

SUMMARY

VERTISOLS ON LIMESTONE IN THE CARIBBEAN PROBLEMS OF AGRICULTURAL UTILIZATION

The vertisols often known as « tropical black clays » or « black cotton soils » represent important agricultural areas in Guadeloupe, as also in all the caribbean islands. This paper give more details about vertisols developed from limestone ; they present a relatively good homogeneity in Barbados, Antigua, Guadeloupe, Marie-Galante, Santo-Domingo...

All these soils do have a clay content of more than 35 %, this clay being montmorillonite, and are swelling soils with high cation exchange capacity. Their black colour could suggest a good natural fertility, in fact their origin and genesis create numerous problems for their better use : difficult plant deep rooting, tillage, mechanization, irrigation.

Their conditions of formation are low rainfall : 25 to 35 inches and classification should essentially depends on agronomical characters and depth, related to topography position and slope. In fig. n° 1, author gives relationships between rainfall and depth for soils developed on slopes or table-lands ; and in fig. n° 2, between organic matter content and depth.

The agricultural use of limestone vertisols depends on these related characters and author emphasizes importance of depth and slope position in both classification and use. A detailed study is presented about soil and water relationships actual problems. The principal point is to note the poor value of classical tests such as pF or percent weight

moisture measurement. The author suggests a better interest should result from definition of moisture from percent volume of soil (fig. n° 4). Equations are given showing the interest of density knowledge for a swelling soil (see fig. n° 3 for relationships between apparent density and weight moisture content). As classical determinations and formulas for water needs should not be applied with an optimum result, several hypothesis and research ways are discussed.

In a third part, a survey of vertisol is done, showing the interest of a simple classification, including three principal types, according to rainfall, slope, depth. Due to the importance of these soils, a cooperation in agronomical research work, in all the caribbean area, should be of great interest.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AHMAD (N.) et JONES (R. C.). — Genesis, chemical properties and mineralogy of limestone-derived soils, Barbados, West Indies, Tropical Agriculture, 1969, vol. 46, n° 1.
- AITCHISON (G. D.) et RICHARDS (B. G.). — A broad scale study of moisture conditions in pavement subgrades throughout Australia. 1965, Moisture equilibria and moisture changes in soils, Symposium, Butterworths.
- BAVER (L. D.). — Soil Physics, 1961. John Willy and Sons, Inc, New-York, London.
- BUTTERLIN (J.). — La constitution géologique et la structure des Antilles, 1956, C. N. R. S.
- CAILLERE (S.) et HENIN (S.). — Minéralogie des argiles, 1963, Masson et Cie.
- COLMET-DAAGE (F.) et LAGACHE (P.). — Caractéristiques de quelques groupes de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles françaises, 1965, Cahiers O. R. S. T. O. M. Pédologie, vol. III, n° 1.
- DE CRECY (J.). — Etudes préliminaires aux aménagements hydro-agricoles de la Côte Sous-le-Vent. (Document fourni à la Direction Départementale de l'Agriculture en Guadeloupe par S. O. G. R. E. A. H., Société grenobloise d'études et d'applications hydrauliques).
- Note explicative de la carte des sols de Grande-Terre (non publiée), O. R. S. T. O. M.-S. O. G. R. R. A.
- DEMOLON (A.). — Dynamique du sol (I), 1960, Paris, Dunod.
- DUCHAUFOR (Ph.). — Précis de pédologie, 1965, Masson et Cie.
- DUDAL (R.). — Dark clay soils of tropical and subtropical regions, F. A. O., 1965, Rome.
- HALLSWORTH (E. G.) & CRAWFORD (D. V.). — Experimental pedology, 1965, Butterworths, London.
- KOHNKE HELMUT. — Soil physics, 1968, McGraw-Hill Book Company, New-York.
- MILLOT (G.). — Géologie des argiles, 1964, Masson et Cie, Paris.
- SOIL CLASSIFICATION. — 7th approximation, 1960. — United States Department of Agriculture.

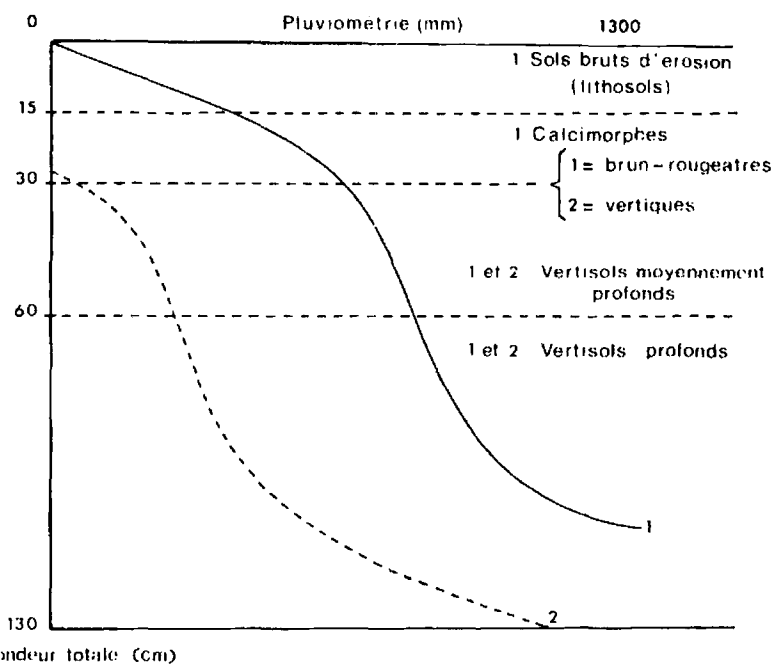


FIG. 1. — Relations entre la profondeur totale des vertisols lithomorphes et le couple pluviométrique-topographie

— Versants (1)
- - - Plateaux (2)

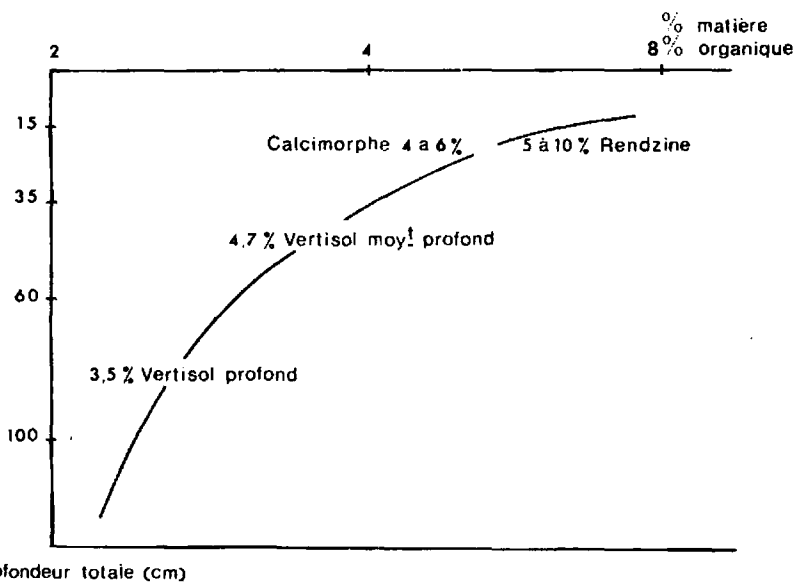


FIG. 2. — Relations entre le taux de matière organique de l'horizon de surface (A) et les profondeurs totales des différents types de vertisols lithomorphes.

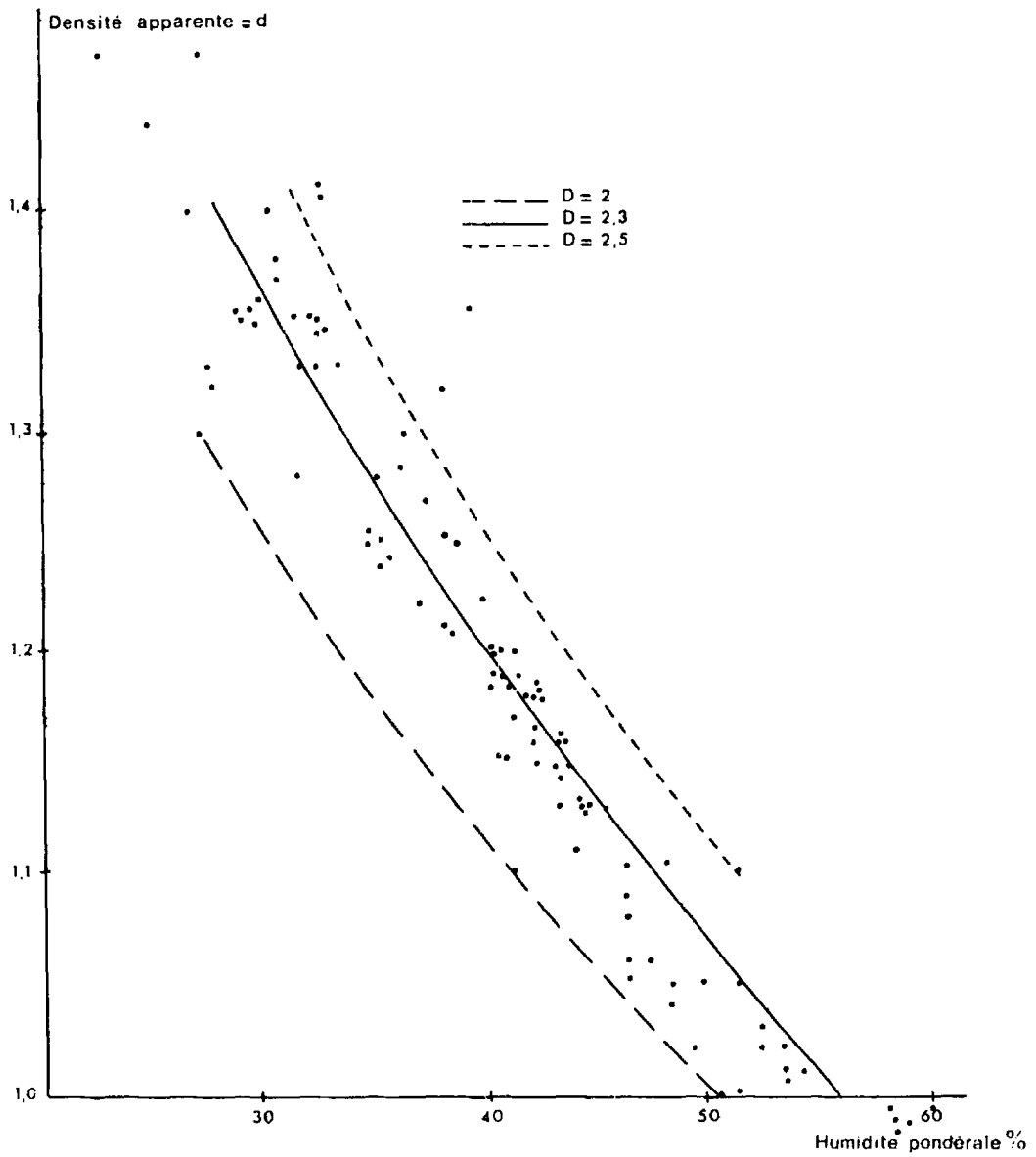
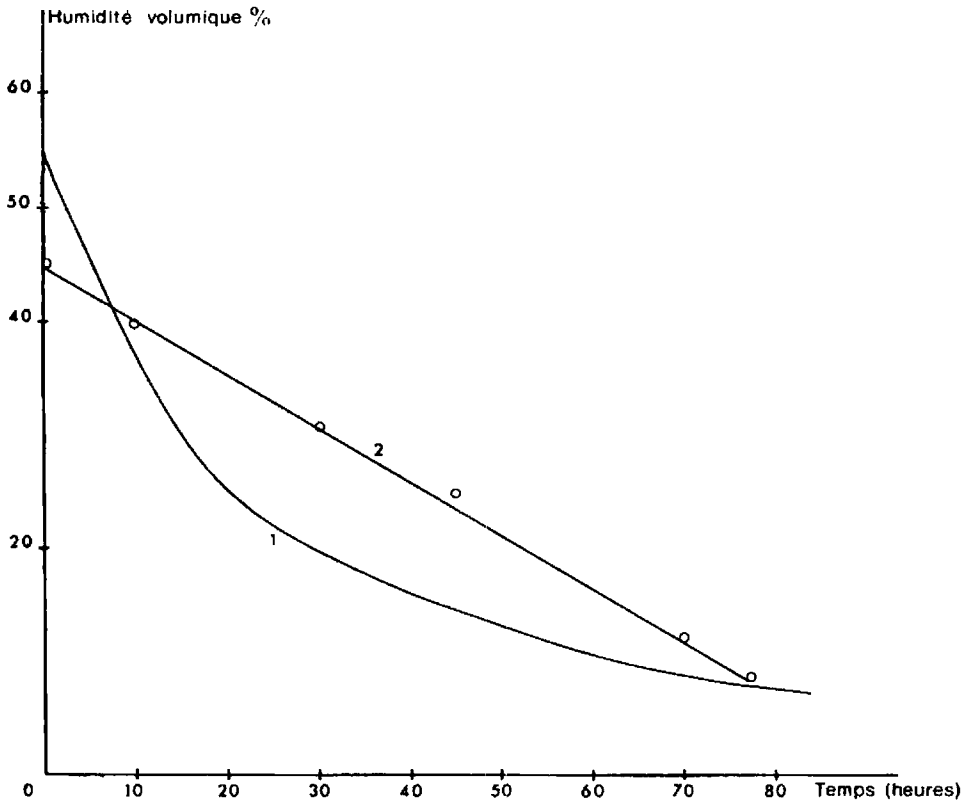


FIG. 3. — Relations entre la densité apparente et l'humidité du sol dans les vertisols de Martinique. Courbes théoriques en surcharge (formule 2).



1 Sol ferrallitique

2 Vertisol horizon (B)

FIG. 4. — Dessèchement à l'étuve (40°), volume du tube préleveur : 500 cm³
 (1) Sol ferrallitique,
 (2) Vertisol horizon (B).

Remarque : Pour le vertisol l'humidité volumique se rapporte au volume de sol effectif mesuré à chaque stade du dessèchement et non par rapport au volume initial.

CONDITIONS DE MILIEU ET TECHNIQUES CULTURALES

J. FOUGEROUZE

AVERTISSEMENT

Dans l'analyse qui suit, les hypothèses de travail ont été volontairement schématisées et simplifiées dans un but pédagogique. Il est évident que dans la réalité les phénomènes naturels sont bien plus complexes, et que de nombreuses interactions en limitent l'ampleur. Il faudra donc s'attacher davantage au sens des variations qu'à leur valeur absolue.

Les idées de base qui ont guidé ce travail sont tirées de

— M. HALLAIRE, R. J. BOUCHET, S. DE PARCEVAUX, G. GUYOT : L'eau et la production végétale I. N. R. A., 1963.

— P. CHARTIER : Photosynthèse au niveau de la feuille et du champ cultivé. Rapport A. F. E. D. E. S. et Annales Agronomiques, 1967.

Les essais culturaux ont pu être menés et interprétés grâce à :

— MM. R. BOULA et J. GUINARD à Duclos,

— G. ANAIS et R. ARISTIDE à Saint-François.

INTRODUCTION

L'agronome habitué des régions tropicales connaît bien le paradoxe que représente la luxuriance de la végétation spontanée et des cultures adaptées (canne à sucre par exemple) comparée à la pauvreté des cultures, obtenues au prix des pires difficultés, lorsqu'il s'agit de production maraîchère. Ces difficultés sont un frein certain au développement des pays tropicaux et à leur adaptation à l'évolution des conditions de vie.

Parmi les raisons de ce phénomène, les facteurs du milieu jouent un rôle de premier plan, tant par la prolifération des attaques parasitaires qu'ils permettent, que par leur action directe sur le développement des végétaux. C'est ce dernier aspect de la

I. N. R. A., Station de Bioclimatologie, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.

question que nous nous proposons de mettre en évidence. Parmi les facteurs du milieu, nous placerons au premier rang le problème énergétique.

A partir de la connaissance globale des facteurs énergétiques et de leurs conséquences sur l'activité photosynthétique, nous examinerons les techniques culturales susceptibles d'améliorer les rapports plante-climat, ainsi que les premières confirmations expérimentales obtenues en Guadeloupe (Centre de Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane).

I. ÉNERGIE DISPONIBLE ET OUVERTURE STOMATIQUE

L'ouverture stomatique, qui commande l'action photosynthétique est déterminée, entre autres, par les facteurs hydriques (nécessité d'une turgescence optimale de la feuille). Le dessèchement causé par une trop forte demande énergétique entraîne la fermeture des stomates, même en bonnes conditions d'alimentation en eau du sol). En milieu de journée, c'est la trop grande importance de l'énergie globale disponible qui peut donc devenir facteur limitant.

D'autre part, après le lever et avant le coucher du soleil se place une période durant laquelle l'intensité lumineuse est trop faible pour provoquer l'ouverture stomatique.

De ce fait, la durée de l'activité photosynthétique possible durant la journée se trouve enfermée dans des limites plus ou moins étroites selon le temps, le lieu et l'époque de l'année (fig. 1).

En régions tropicales, une plante maraîchère dont l'amélioration génétique a été le plus souvent réalisée en pays tempérés subira, par rapport au milieu où elle croît habituellement, deux handicaps sérieux (1) :

— d'une part, la longueur du jour sera réduite,

— d'autre part, la demande énergétique en cours de journée sera plus élevée. Elle excédera le plus souvent les possibilités hydriques de compensation de la plante. Ce phénomène peut devenir un facteur limitant prépondérant, car il est susceptible de réduire à quelques heures la période durant laquelle l'ouverture stomatique sera possible (fig. 1). C'est d'ailleurs un fait bien vérifié que la productivité de nombreuses cultures aux Antilles est plus élevée de décembre à mars bien que ce soit l'époque où les jours sont plus courts (11 h) et que l'on pourrait donc s'attendre au contraire.

Ce fait peut être mis en corrélation avec la baisse relative du rayonnement global instantané à cette époque de l'année.

Ainsi, les plantes sont soumises la plupart du temps à une demande énergétique trop importante. Nous savons que cette énergie leur est apportée de deux façons :

— d'une part les rayonnements d'origine solaire et les rayonnements naturels de grande longueur d'onde. Ce point est traité par R. BONHOMME dans une communication conjointe. Nous insistons sur le fait qu'une partie seulement de ce rayonnement est utile à la photosynthèse,

(1) Nous faisons abstraction dans cet article des problèmes de photo-périodisme.

— d'autre part l'advection : nous groupons sous ce terme les apports divers d'énergie, soit à partir des parcelles environnantes mal alimentées en eau, soit en raison des caractéristiques internes de la masse d'air qui circule sur la culture.

L'énergie d'advection ne présente pas d'utilité directe pour la photosynthèse.

II. TECHNIQUES CULTURALES PERMETTANT DE MODIFIER LES RAPPORTS PLANTE-FACTEURS ÉNERGÉTIQUES DU CLIMAT

Il semble donc logique d'étudier des techniques qui permettraient à la plante soit de recevoir une quantité moindre d'énergie (action sur le milieu) soit d'être mieux adaptée aux conditions tropicales (action sur la plante elle-même).

Sans prétendre dresser une liste exhaustive, nous évoquerons ci-après quelques techniques expérimentées ou en cours d'expérimentation en Guadeloupe, soit :

- 1^o *action sur le milieu* : brise-vent, abris, irrigation fractionnée,
- 2^o *action sur la plante* : palissage, taille, géométrie de la culture.

2.1. *Brise-vent*

Le brise-vent agit par la diminution du terme advection. Son effet sur les caractéristiques physiques de l'air a été présenté par ailleurs (FOUGEROUZE, 1967-1968). En particulier, il ne diminue que la part d'énergie non utile à la photosynthèse. Mais les hausses de température qu'il provoque sont parfois néfastes. Aussi les résultats culturels sont-ils très variables comme l'indique le tableau 1. Nous remarquerons en particulier :

— *sur cucurbitacées* : (concombres et melons).

Les hausses de rendements culturels peuvent dépasser 50 % en culture de pleine terre. Mais en cultures hydroponiques et palissées où le développement végétatif est bien plus considérable, elles ne sont plus que de 10 % (avec des rendements témoins décuplés) ;

— *sur haricots* : L'on observe aussi le même phénomène en saison fraîche : rendements fortement augmentés en pleine terre ; pourcentages d'augmentation plus faibles en cultures à haute productivité (hydroponiques).

De plus, en saison à fort rayonnement solaire, les résultats sont parfois négatifs, des baisses de rendement (19 %) pouvant être attribuées à l'aggravation des conditions thermiques sous le brise-vent. Ce dernier point est cependant à confirmer ;

— *sur tomates et sur laitues* : L'effet brise-vent permet un meilleur démarrage de la culture mais les conséquences sur les récoltes sont soit indéterminées, soit dépressives. Ces résultats sont probablement en relation avec les hausses de température.

En résumé, l'effet brise-vent pourra être intéressant dans le cas des plantes supportant bien les hautes températures, et dont l'indice foliaire est insuffisant pour supporter les conditions de milieu. Il est moins utile ou même nuisible pour les plantes connues pour leur sensibilité aux fortes températures. Dans certains cas, l'implantation de brise-vent temporaires en début de végétation permettant un démarrage plus rapide peut présenter un intérêt certain (cas de la laitue par exemple). Sur cucurbi-

tacées le brise-vent pourrait être maintenu jusqu'au moment où l'indice foliaire est suffisant pour que toute l'énergie disponible soit utilisée sans inconvénient pour la culture.

2.2. *Ombrages*

On peut envisager, soit uniquement la diminution des termes rayonnement solaire global (ombrière naturelle ou artificielle) soit le couplage avec un brise-vent (serre brise-vent, parc ombragé). L'inconvénient de cette technique est de provoquer la diminution globale de l'énergie, y compris de celle qui est utile à la photosynthèse (fig. 3). Si en l'état actuel des plantes maraichères, cet inconvénient n'est pas grave en milieu de journée par temps ensoleillé, il est bien évident que le seuil photique d'ouverture stomatique est atteint plus tard le matin et plus tôt l'après-midi. Ainsi le gain réalisé en milieu de la journée par l'ombrage peut être compensé par la réduction d'activité en début et en fin de journée et également par temps couvert (les mesures de transpiration relative effectuées sous ombrage justifient ce point de vue).

Par ailleurs, la baisse de température obtenue (1 à 2°) peut représenter une amélioration non négligeable.

Les résultats culturaux obtenus sous ombrage sont encore trop imprécis pour qu'une conclusion définitive soit tirée concernant cette technique et dépendent essentiellement du seuil photique de chaque plante :

Mentionnons, sur la laitue, des résultats nettement défavorables dus à une montaison plus rapide qu'en témoin. Sur tomates, si les rendements en fruits ne sont pas notablement améliorés, la qualité commerciale est bien supérieure. Les indices foliaires atteignent près du double du témoin.

Enfin la consommation d'eau est effectivement réduite dans des proportions équivalentes à la diminution des rayonnements ; l'économie d'eau réalisée peut, à elle seule justifier l'emploi des ombrages sur certaines cultures dans les zones sèches où l'eau est rare.

Nous entrevoyons cependant les limites de l'efficacité des ombrages lorsque les améliorations génétiques et la mise au point des techniques d'exploitation permettront aux plantes de poursuivre leur activité photosynthétique aux heures chaudes de la journée.

2.3. *L'irrigation fractionnée*

Un autre mode d'action est possible : diminuer la contribution de la plante à la satisfaction des besoins en eau exigés par le climat. Pour ce faire, une pulvérisation d'eau périodique en cours de journée sur les feuilles devrait permettre au milieu physique, et non plus à la plante, de fournir une grande partie des quantités d'eau nécessaires à l'évaporation. La plante, soumise à une demande énergétique plus faible, serait en meilleures conditions de photosynthèse (fig. 4).

Cette technique a été appliquée à Duclos durant trois années sur des cultures de laitues, avec des résultats variables et qui ne permettent pas de conclure valablement. L'irrigation, appliquée en deux ou trois fractions aux heures chaudes de la journée a été plus favorable à la végétation que l'irrigation témoin de fin d'après-midi durant certaines périodes de beau temps de l'époque fraîche (décembre à février). Durant les autres périodes de l'année, les résultats obtenus ne sont pas significatifs. En particulier, des complications d'ordre pathologique n'ont pu être réglées par suite de l'inter-

férence des traitements phytosanitaires avec l'irrigation. Il faut compter également avec les problèmes d'exploitation : difficultés de la pulvérisation en plein champ à cause du vent, nécessité de disposer d'une eau très épurée pour éviter les dépôts d'algues sur les arroseurs.

Aussi, la technique des irrigations fractionnées, bien que séduisante dans son principe, se heurte à de nombreuses difficultés d'ordre pratique qui ne permettent guère actuellement sa vulgarisation. Les expériences passées ont néanmoins permis de confirmer l'inanité des « craintes » de certains agriculteurs de voir les feuilles « brûlées » par des pulvérisations d'eau aux heures chaudes. Enfin il sera intéressant de poursuivre l'expérimentation sur différentes plantes non encore testées.

III. ACTION SUR LA STRUCTURE DU VÉGÉTAL

Au lieu d'essayer de réduire l'énergie disponible par unité de surface du sol, on peut également en assurer une meilleure utilisation soit en la répartissant sur plusieurs étages de végétation, soit en assurant à la plante un développement suffisant pour que l'énergie reçue par unité de surface de feuilles soit compatible avec les possibilités d'évacuation (1).

3.1. *Cultures associées*

Dans la première catégorie de techniques, nous citerons pour mémoire les cultures associées. A l'instar des oasis des régions subtropicales où se rencontrent deux à trois étages de cultures exploitées sur un même sol, on connaît en zone tropicale des associations telles que cocotiers - agrumes ou encore dans les jardins créoles, des associations vivrières telles que arbre à pain - bananier - patate. Des études poussées seraient nécessaires pour évaluer l'intérêt des associations actuelles, et leur adaptation à des conditions de culture intensive.

3.2. *Palissage*

Une autre technique, déjà couramment employée, est appelée à une extension certaine pour les cultures maraîchères : il s'agit du palissage. En effet, le palissage permet une meilleure répartition de l'énergie lumineuse dans la masse de feuillage, surtout lorsqu'il s'accompagne d'une orientation adéquate des feuilles par rapport à la direction principale des sources de rayonnement. En effet, sur une culture à plat, les feuilles supérieures recevront la quasi-totalité de l'énergie disponible, qu'elles ne pourront pas toujours évacuer totalement (fig. 5). Par contre, les feuilles inférieures seront le plus souvent en dessous du seuil photique et ne participeront pas à la photosynthèse.

Cet inconvénient est nettement atténué sur la même culture palissée où l'activité photosynthétique pourra être du même ordre à tous niveaux.

(1) Les possibilités d'évacuation étant liées également à la structure du végétal et aux caractéristiques hydriques des sols, il importe d'étudier conjointement des techniques permettant une meilleure exploration du sol par les racines (travail du sol, périodes d'irrigation, etc...).

Les conséquences du palissage sur les rendements culturaux sont déjà connues pour certaines cultures traditionnelles. On sait, par exemple, que diverses variétés d'ignames produisent davantage. De même il ressort des essais effectués sur melons ⁽¹⁾ et concombres que le palissage permet des rendements nettement plus élevés que les cultures sous forme traditionnelle. Les gains de récolte vont souvent du simple au double. En avantage annexe les traitements phytosanitaires et l'entretien du sol se trouvent grandement facilités.

3.3. *Modifications de l'indice foliaire et du rapport fruits - feuilles.* *Techniques de tailles*

Il est bien connu que certaines espèces maraîchères comme la tomate et le melon donnent des rendements commerciaux et des productions de qualité bien meilleures, lorsqu'elles sont soumises à des techniques de taille.

Ces techniques ont pour but de ne laisser, par plante, qu'un nombre raisonnable de fruits et de diminuer le nombre de feuilles susceptibles de se développer aux dépens des fruits. Les techniques de taille utilisées en région tropicale sont le plus souvent une transposition de celles mises au point en régions tempérées dans des conditions de milieu pourtant fort différentes. Dans ces conditions, l'on obtient des indices foliaires identiques, en climat tropical, à ceux pratiqués dans les serres d'hiver en régions tempérées. Il est évident que l'énergie à évacuer par unité de surface, supportable dans des conditions de faible rayonnement énergétique peut, et de loin, dépasser les possibilités du même végétal soumis à des conditions trois ou quatre fois plus sévères.

CHARTIER (1967) définit, pour une culture et une énergie disponible données un indice foliaire optimal F pour lequel la production photosynthétique P sera maximale (fig. 6). Ce même raisonnement nous conduira à adopter, pour les régions tropicales, un indice foliaire F' très supérieur à F établi en pays tempérés.

Dans le cas des plantes taillées, cette hypothèse entraînera la modification des techniques de taille. Nous n'ignorons pas que ces modifications influent sur les phénomènes de développement et qu'elles ne doivent pas suivre une progression rigoureusement arithmétique. Mais le sens du phénomène doit être bien présent à l'esprit lorsqu'on se heurte en pays tropical à des difficultés concernant tant la productivité que la qualité de certaines spéculations maraîchères.

Dans cette optique, un premier essai tenté sur tomates, variété Floralou, a été mené comme suit : décembre 1968 à mars 1969, en culture sur sable (hydroponique).

— Un traitement témoin avec taille classique : une seule tige portant des fruits, ébourgeonnement total des rameaux secondaires.

— Un traitement de taille modifiée : une seule tige portant des fruits, ébourgeonnement des rameaux secondaires après la deuxième feuille ⁽²⁾.

Avec la taille modifiée, nous avons obtenu un indice foliaire multiplié par 1,5 et des rendements culturaux de 23,3 kg au m² contre 18,6 kg en témoin.

Une seconde expérience menée cette fois en pleine terre à Saint-François indique la même tendance mais avec des résultats moins significatifs en analyse statistique. En

⁽¹⁾ Par exemple une culture de melons réalisée de juin à août 1967 à Saint-François a donné des récoltes de 1,1 kg/m² sur culture non palissée, pour 1,8 kg sur culture palissée.

⁽²⁾ Technique mise au point en collaboration avec C. MESSIAEN.

pleine terre, les facteurs eau et fertilisation sont plus difficilement contrôlables qu'en hydroponique. Il faut donc s'attendre à quelques difficultés dans la mise au point de la technique de tailles optimales pour les cultures en champ. L'optimisation sera en effet fonction non seulement des conditions de milieu (microclimat, saison) mais aussi de l'interaction du traitement sur les problèmes de développement de la partie utile du végétal et la fertilisation.

CONCLUSION

Ce rapide tour d'horizon sur quelques techniques culturales envisageables montre, si besoin était, l'importance des problèmes de milieu sur le développement végétatif. Une connaissance toujours plus approfondie du climat tropical et de son action sur la plante semble indispensable pour progresser avec le minimum de tâtonnements vers la voie d'une productivité dont on commence à s'apercevoir que les limites actuelles peuvent être notablement reculées.

Le milieu tropical, actuellement difficile pour beaucoup de plantes se révèle riche de promesses d'avenir. Si l'on se donne pour objectif la possibilité d'utilisation de toute l'énergie utile disponible, on peut penser que nos régions ont un potentiel de production végétale supérieur à celui des pays tempérés.

Expérience brise-vent en Guadeloupe sur cultures maraîchères

	Zone ouverte				Zone protégée				B/A
	V	θ_x	ETP	Rdt (A)	V	x	ETP	Rdt (B)	
<i>Haricots</i>									
Déc. 67-févr. 68	3,0	27,9	4,7	1,0	2,0	28,5	3,3	1,5	150 %
Déc. 68-févr. 69*	—	22,6	4,5	2,2	—	29,8	3,6	2,5	115 %
Juin-juill. 68*	3,2	30,7	4,8	4,6	2,0	31,4	3,5	1,2	81 %
<i>Concombres</i>									
Juin 67-août 67	3,2	29,6	4,8	2,3	2,3	30,2	3,6	4,0	174 %
Mai-juin 68*	3,1	29,7	4,9	23,6	1,4	30,5	3,2	25,9	110 %
<i>Melons</i>									
Mars-mai 68	3,5	30,0	6,3	2,3	1,6	30,7	4,5	3,4	146 %
<i>Tomates</i>									
Mars-mai 1968	3,5	30,0	6,3	3,8	1,6	30,7	4,6	2,9	80 %
Déc. 68-févr. 69*	—	28,6	4,5	17,4	—	29,2	3,6	18,6	107 %
<i>Laitues</i>									
Mars-avril 68*	2,1	27,8	4,1	3,7	0,7	29,5	3,9	3,4	90 %

- V : Vitesse du vent en mètre seconde.
 θ_x : Température maximale.
 ETP : Evapotranspiration potentielle.
 Rdt : Rendement culturaux en kg par m².
 * : Cultures hydroponiques.

RÉSUMÉ

Partant de l'influence souvent néfaste sur la plante des trop fortes demandes énergétiques en milieu tropical, l'on passe en revue une série de techniques expérimentées sur cultures maraichères en Guadeloupe, techniques qui ont pour but, soit de diminuer l'énergie disponible au niveau de la plante (brise-vent, ombrages, irrigation fractionnée), soit de mieux répartir cette énergie en fonction du développement végétatif (taille, palissage). On peut, en conclusion, entrevoir des solutions partielles permettant l'amélioration de la productivité du végétal.

SUMMARY

FIELD CONDITIONS AND CULTURAL TECHNIQUES

From the influence of the too high energetics demands often harmful to the plant in tropical environment a set of techniques experimentated in Guadeloupe is reviewed.

These techniques are intended to decrease the energy available at the plant level (windbreak, shade, split irrigation) or to give (by pruning and training) a better energy distribution in relation to the vegetative development.

In conclusion, we can have some ideas of partials solutions allowing improvment of vegetal productivity.

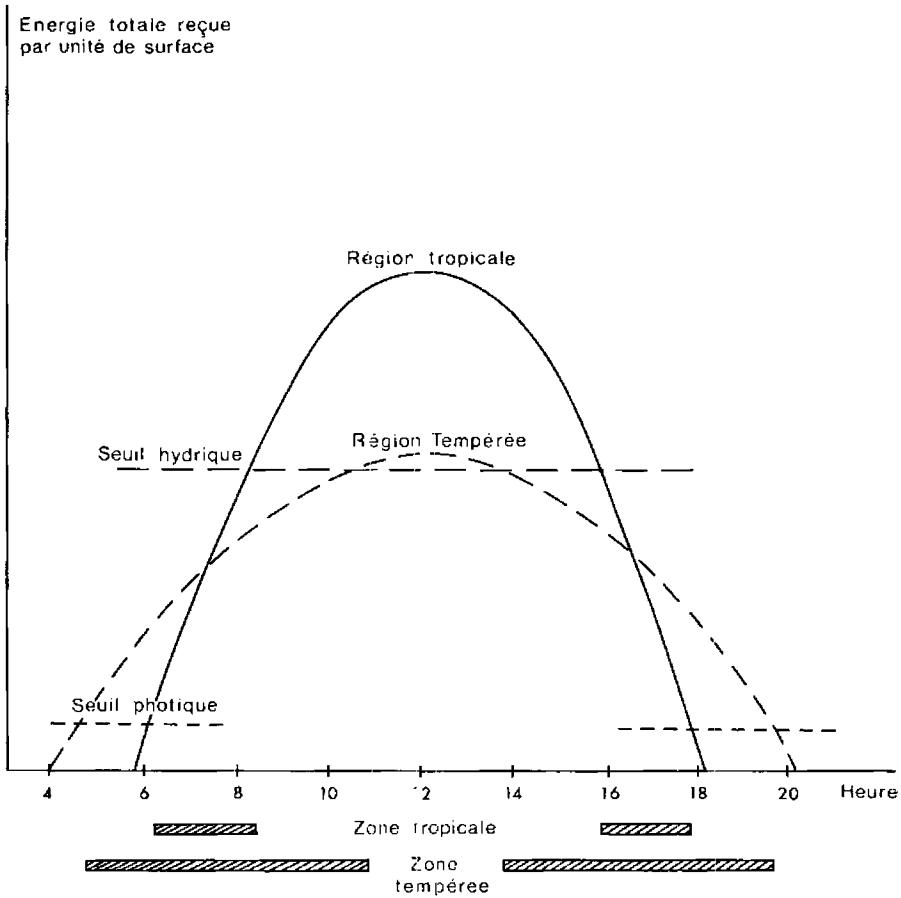


FIG. 1. — Temps durant lequel l'énergie totale reçue par unité de surface de sol reste dans les limites permettant la photosynthèse (limites variables selon la plante, le stade végétatif et les techniques culturales) au cours d'une journée ensoleillée.

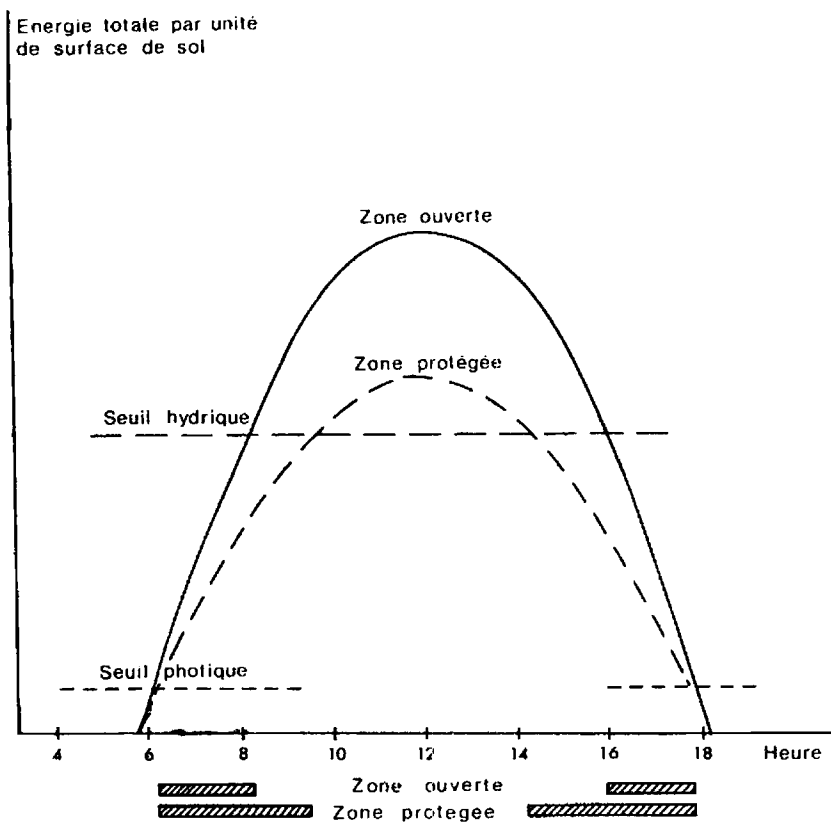


FIG. 2. — Effet brise-vent : temps durant lequel l'énergie disponible n'est pas facteur limitant de la photosynthèse.

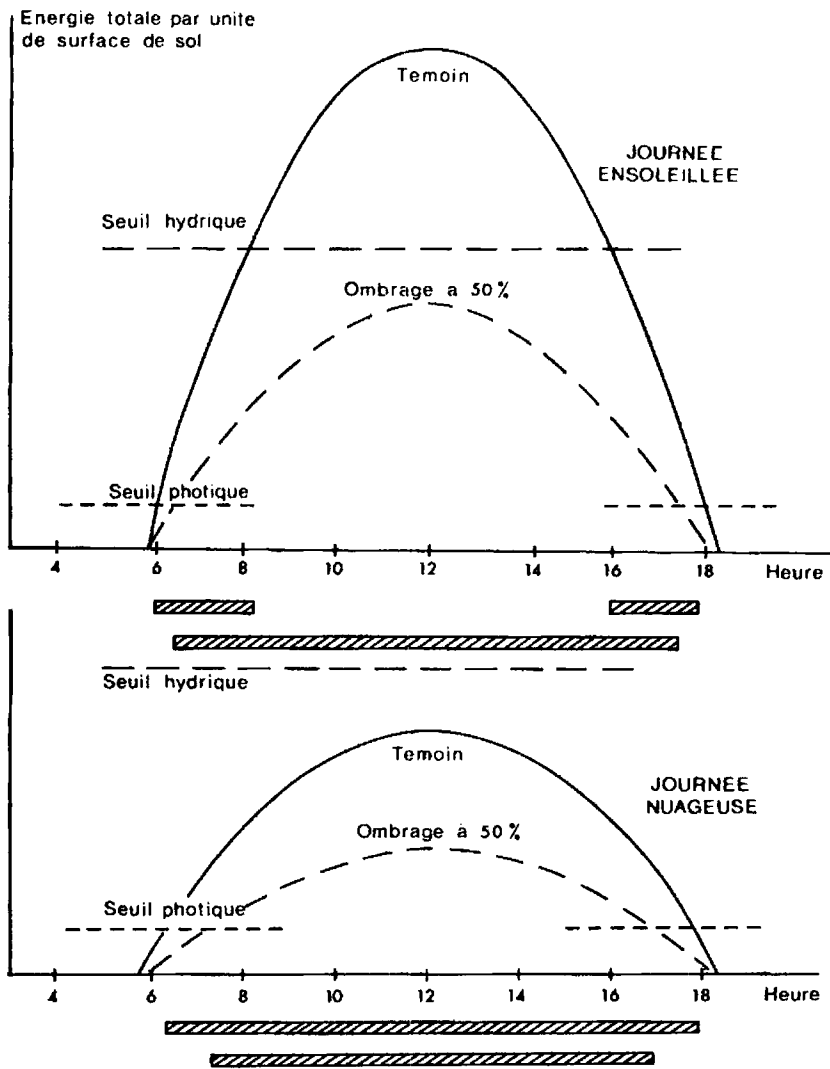


FIG. 3. — Effet de l'ombrage sur le rayonnement global et sur les temps de photosynthèse possible.

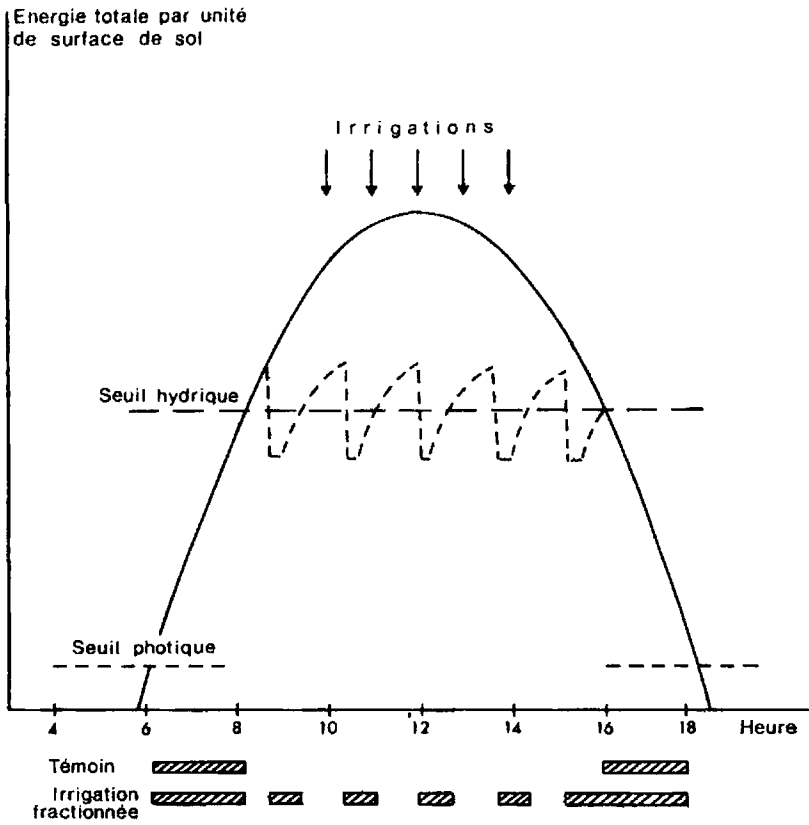


FIG. 4. — Effet théorique de l'irrigation fractionnée sur l'énergie disponible au niveau des feuilles et temps durant lequel cette énergie est inférieure au seuil hydrique.

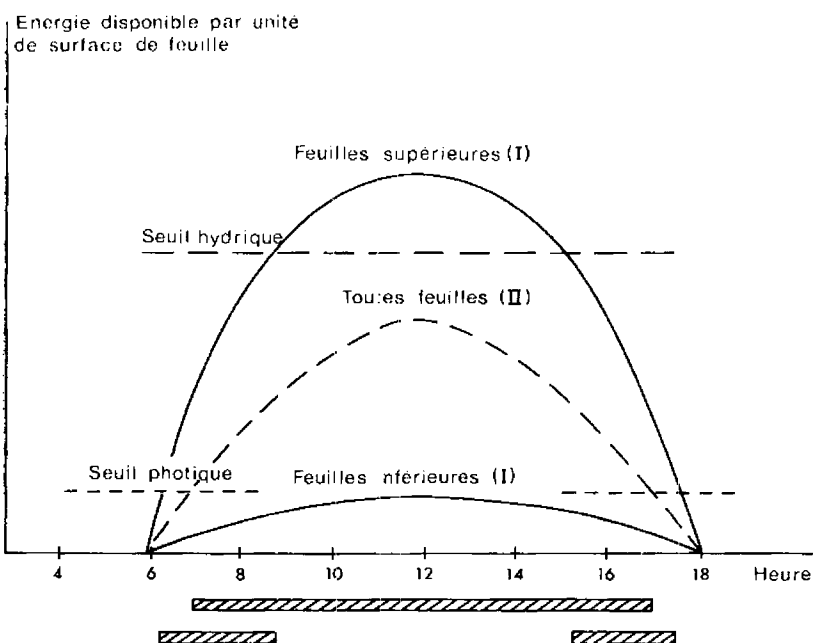


FIG. 5. - Energie reçue par unité de surface de feuille pour des cultures de même indice foliaire.
 (1) culture à plat,
 (2) cultures palissées.

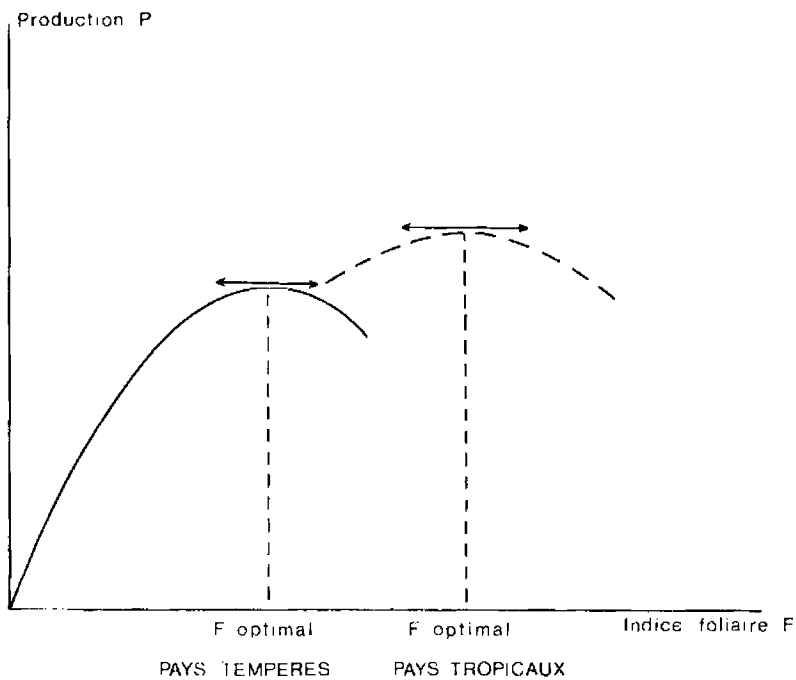


FIG. 6.

MICROCLIMAT LUMINEUX DANS UNE CULTURE DE PATATE DOUCE ; INCIDENCE SUR LA PHOTOSYNTHÈSE

R. BONHOMME

avec la collaboration technique de J. GUINARD

INTRODUCTION

La production de matière sèche d'un couvert végétal est le résultat des productions élémentaires des feuilles qui le constituent. La photosynthèse d'une feuille active dépend, pour une grande part, de son éclaircissement. L'énergie utile reçue par une culture étant d'origine solaire, il est nécessaire, pour mieux connaître la production d'une culture entière, d'étudier la répartition de cette énergie à l'intérieur de celle-ci.

Pour procéder à une telle étude nous avons tenté de caractériser le couvert végétal par des paramètres indépendants de l'espèce végétale étudiée ou des conditions de culture (densité, espacement des rangs...). Nous avons pour cela comparé la végétation à un modèle simple défini par la connaissance de données communes à toutes les cultures (couvert semi-hétérogène, cf. CHARTIER, 1966).

La culture choisie est de la patate douce (*Ipomoea batatas*), variété Duclos XI, âgée de trois mois environ ; à ce stade on peut estimer que le couvert végétal ne présente plus d'hétérogénéité horizontale (l'effet des rangs devient négligeable).

Il importe d'abord de définir la géométrie de cette culture, nous avons donc déterminé la disposition des parties aériennes intervenant sur la pénétration de la lumière. Puis nous avons mesuré la part d'énergie réfléchie, transmise, ou absorbée, et comparé les valeurs obtenues à celles déduites des lois de pénétration établies sur un modèle simple ayant une géométrie analogue. La connaissance de la quantité et de la qualité de l'énergie absorbée, ainsi que de la façon dont cette énergie est répartie entre les différentes feuilles, permet de faire des remarques sur la photosynthèse du couvert végétal.

Définitions relatives aux rayonnements d'origine solaire

On appelle rayonnements d'origine solaire l'énergie reçue au sol entre 300 et 3 000 nm (nanomètre = 10^{-9} m), c'est-à-dire entre l'ultraviolet lointain et le proche infrarouge ; il faut noter que dans cette bande, seules les longueurs d'onde comprises entre 400 et 700 nm, soit une proportion de 45 % environ, sont directement utiles à la

photosynthèse. Ces rayonnements, mesurés par des pyranomètres à surface réceptrice horizontale, arrivent au sol sous deux formes :

- le rayonnement solaire direct : $I \sin h$, h étant la hauteur du soleil,
- le rayonnement diffusé par le ciel et les nuages : D .

On appelle rayonnement global G la somme : $I \sin h + D$.

Les mesures de rayonnement ont été effectuées à l'aide de pyranomètres de MOLL ; la détermination des compositions spectrales à l'aide d'un spectroradiomètre I. S. C. O., modèle SR.

I. GÉOMÉTRIE DE LA CULTURE

Nous désignons par géométrie d'une culture les caractéristiques morphologiques qui interviennent sur la pénétration de la lumière à l'intérieur de celle-ci. Pour un couvert végétal homogène ce sont essentiellement :

- la surface foliaire,
- les probabilités d'orientation des feuilles,
- les surfaces d'interception des tiges et pétioles, ces grandeurs peuvent être déterminées pour une tranche ou pour la totalité de la végétation étudiée.

1.1. *Indice foliaire (L. A. I.)*

C'est la surface des feuilles rapportée à l'unité de surface de sol. Pour l'évaluer nous avons choisi une méthode d'estimation reliant la surface de chaque feuille à une grandeur simple : sa longueur. La relation (fig. 1) :

$$\log S = -0,06 + 2,04 \log L \quad (\text{avec un coefficient de corrélation } r = 0,93 \text{ pour } 60 \text{ échantillons})$$

peu différente de :

$$S = 0,87 L^2$$

où : S est la surface de la feuille en cm^2 ,

L est la longueur de la feuille (jusqu'au point d'insertion du pétiole) en cm , permet de mesurer la surface foliaire par tranches de végétation (fig. 2 a).

1.2. *Orientation des feuilles*

Nous supposons que l'azimut des feuilles (angle du plan vertical passant par l'axe du limbe et de celui orienté vers le soleil) prend toutes les valeurs possibles avec la même probabilité. Il est alors facile de caractériser l'orientation des feuilles par leur inclinaison (angle avec le plan horizontal).

Le résultat de la mesure des probabilités d'inclinaison faite, sur la culture entière, à l'aide d'un rapporteur, est indiqué sur la figure 2 b. Malgré une certaine fluctuation au cours de la journée (particulièrement par journée chaude entraînant une baisse de turgescence marquée) le couvert végétal présente toujours un « port horizontal » caractéristique : la valeur moyenne d'inclinaison calculée est voisine de 30° .

1.3. Tiges et pétioles

Etant donné la morphologie particulière de la plante (tiges rampantes et pétioles verticaux portant chacun une feuille), seuls les pétioles font obstacle à la pénétration de la lumière. Nous avons estimé (fig. 2 a) les surfaces d'obstruction créées dans chaque tranche de végétation (nombre de pétioles \times diamètre moyen \times demi-épaisseur de la couche considérée). Dans la partie basse de la culture ces organes végétaux ont une surface d'interception qui ne peut être négligée.

2. ENERGIE RÉFLÉCHIE PAR LA CULTURE

Lorsque l'énergie lumineuse pénètre dans le couvert végétal, il se produit à chaque feuille ou organe végétal rencontré des phénomènes de réflexion ou de diffusion de la lumière et, en particulier, une part du rayonnement incident est réfléchi vers le haut (albédo).

2.1. Composition spectrale de la lumière réfléchi

Un faisceau lumineux subit, lors de son passage à travers une feuille, des modifications en direction, qualité, et quantité par :

- réflexion vitreuse due à la variation brutale d'indice de réfraction entre l'air et le limbe foliaire,
- réflexion diffuse de surface due aux irrégularités superficielles,
- diffusion (réflexions et réfractions multiples) par les constituants des tissus foliaires,
- absorption due aux pigments et à d'autres éléments constitutifs tels que l'eau.

Il en résulte que la lumière réfléchi a une composition spectrale très différente de celle de la lumière incidente : nous avons donc mesuré la variation du facteur de réflexion monochromatique en fonction de la longueur d'onde.

La lumière réfléchi par la culture est caractérisée par un maximum relatif dans le vert et des valeurs très importantes dans l'infrarouge proche (fig. 3 a). Malgré la précision assez faible des mesures au-delà de 800 nm, nous avons observé dans cette région des variations notables, variations à mettre en relation, dans une étude plus précise, avec la turgescence des feuilles de patate.

2.2. Variations de l'énergie totale réfléchi

Les considérations précédentes permettent de penser que tous les facteurs jouant sur la composition spectrale de la lumière incidente (et, en particulier, la hauteur du soleil et la part d'énergie diffuse D dans l'énergie totale G) vont intervenir sur la proportion d'énergie réfléchi par la culture. Sur la figure 3 b sont indiquées les variations d'albédo en fonction de h et du rapport D/G . Par ciel clair l'énergie réfléchi augmente lorsque la hauteur du soleil diminue (effet de « miroir » des feuilles horizontales) ; par ciel couvert ($D = G$) l'albédo est beaucoup plus faible et sa variation avec la hauteur du soleil est inversée. Pour des hauteurs de soleil importantes la quantité

d'énergie réfléchié varie peu en fonction de D/G , alors qu'elle prend des valeurs très différentes pour h faible.

Cette légère augmentation de l'albédo, puis ensuite cette baisse lorsque la part d'énergie diffuse croît, ne peut être expliquée par la modification de la composition spectrale, nous sommes donc amenés à penser que la lumière diffusée par l'ensemble de la voûte du ciel, de par son caractère non directionnel, est mieux absorbée par la culture.

3. PÉNÉTRATION DE L'ÉNERGIE LUMINEUSE DANS LA CULTURE

A un niveau dans le couvert végétal l'éclairement, par unité de surface de sol, est dû :

- au rayonnement solaire direct à l'emplacement des taches de soleil (de surface relative s), soit $I \sin h \times s$,
- au rayonnement diffusé par le ciel et qui pénètre par les « trous » de la voûte végétale, soit $D1$,
- au rayonnement solaire direct intercepté puis diffusé par les feuilles, soit $D2$.

Nous pouvons négliger, dans un premier temps, la faible part d'énergie due à la rediffusion des rayonnements $D1$ et $D2$ après interception par des feuilles.

3.1. *Evaluation des différentes formes de l'énergie transmise*

3.1.1. *Taches de soleil.*

a) *Techniques de mesure utilisées.*

Fibres optiques. Nous avons utilisé des fibres optiques qui, déplacées horizontalement dans la végétation, permettent, à chaque pointage, de compter à l'extrémité libre le nombre de points ensoleillés. Pour que l'estimation statistique de l'importance des taches de soleil soit suffisamment précise, nous avons, à chaque niveau, pris environ 400 points de mesure (100 positions de la baguette de mesure portant 4 fibres optiques). Cette technique, intéressante pour des cultures de petite taille, nécessite des mesures rapides et répétées pour différentes hauteurs du soleil.

Photos hémisphériques. Par l'emploi d'un objectif « fish eye » dont l'angle de visée est de 180° nous obtenons des photos qui permettent la mesure de l'importance des « trous » dans le couvert végétal, donc de l'importance des taches de soleil probables en fonction de la hauteur du soleil. Etant donné la variabilité assez importante des valeurs obtenues (surtout pour les zones concentriques proches de la verticale) il est nécessaire de faire un nombre important de photos (nous avons estimé à trente la quantité de points de mesure nécessaire pour avoir une précision suffisante, dans le cas de la patate).

b) *Résultats.*

Sur la figure 4 *a* nous avons porté les résultats de mesure de la surface relative des taches de soleil sous la culture. Les valeurs obtenues avec les photos hémisphériques sont plus complètes et en bon accord avec les données recueillies à l'aide des fibres

optiques. Pour les fortes hauteurs du soleil, la surface éclairée directement par le soleil atteint, sous la culture, 20 % de la surface du sol.

3.1.2. *Energie solaire totale.*

a) *Technique de mesure.*

A partir du principe de fabrication décrit par SZEICZ *et al.* (1964), nous avons réalisé, à l'aide de circuits imprimés de constantan, des pyranomètres linéaires. La présence d'une surface sensible de grande taille (1 × 30 cm) assure une mesure de l'éclairement énergétique « moyen » à un niveau dans la culture ; de plus, le faible coût de ces appareils permet de multiplier les points de mesure.

b) *Résultats.*

La connaissance de la pénétration de l'énergie solaire totale et du rayonnement solaire direct donne, par différence la part de lumière diffuse (D1 + D2) à chaque niveau dans la culture. Nous constatons, sur la figure 4 b, que l'énergie solaire totale diminue rapidement dans les premières couches de feuilles puis lentement ensuite ; par contre, l'énergie sous forme diffuse reste importante et ne décroît que lentement en fonction de l'indice foliaire.

3.2. *Comparaisons entre les mesures et les valeurs théoriques calculées*

Nous allons comparer les mesures des différents termes de l'énergie solaire totale avec les valeurs obtenues par le calcul en assimilant la culture à un couvert « semi-hétérogène » (CHARTIER, 1966).

3.2.1. *Définitions et lois relatives à un couvert végétal « semi-hétérogène ».*

En faisant sur une culture les hypothèses suivantes :

- l'azimut (§ 1-2) des feuilles peut prendre n'importe quelle valeur avec la même probabilité,
- les feuilles sont réparties de façon uniforme dans chaque tranche de végétation (pas de superpositions privilégiées).

CHARTIER en déduit des lois de pénétration des différentes formes d'énergie dans ce couvert végétal.

— *Taches de soleil* : $s = e^{-bf}$.

— *Energie solaire totale* : $E = E_0 e^{-kf}$

où :

- s = surface relative des taches de soleil,
- f = indice foliaire,
- E = Eclairement énergétique sur un plan horizontal,
- E_0 = Eclairement énergétique au-dessus de la culture diminué de l'énergie réfléchie :

$$E_0 = (1 - a) (I \sin h + D)$$

- a = albédo (§ 2),
- b = coefficient égal à :
 - $\cos i$ si i inférieur à h ,

- une fonction connue, mais complexe, de i et de h , si i est supérieur à h ,
- i = inclinaison des feuilles,
- h = hauteur du soleil,
- K = coefficient d'extinction, égal à $(1 - T) \cos i$,
- T = facteur de transmission des feuilles.

3.2.2. Mesures et calculs théoriques.

Nous avons tracé, sur la figure 4 (en pointillés), les courbes correspondant aux valeurs théoriques calculées en supposant que nous avons affaire à un couvert « semi-hétérogène » :

- d'indice foliaire total $F = 2,84$,
- dont les feuilles ont une inclinaison moyenne $i = 30^\circ$,
- dont les pétioles sont verticaux.

Pour des hauteurs du soleil inférieures à 50° l'accord entre calculs et mesures est acceptable bien que le calcul sous-estime toujours la surface relative de taches de soleil. Cette différence se retrouve encore si nous considérons la pénétration de l'énergie en fonction de l'indice foliaire dans la culture. Nous pouvons penser que l'hypothèse sur la répartition uniforme des feuilles dans chaque tranche de végétation n'est pas parfaitement respectée : en fait, les feuilles des étages inférieurs ont tendance à se placer « à l'ombre » créée par les parties hautes de la culture.

Les comparaisons ci-dessus portent exclusivement sur des mesures faites par ciel clair, en effet, nous n'avons pas obtenu de données suffisamment précises pour pouvoir conclure dans le cas de ciels couverts et donc d'énergie solaire incidente faible. Nous pouvons toutefois signaler que la part d'énergie incidente transmise sous la culture est du même ordre de grandeur que dans les mesures ci-dessus.

3.3. Composition spectrale de la lumière transmise

Si l'énergie transmise directement sous la culture (taches de soleil, mais aussi rayonnement diffus du ciel : D_1) n'est pas modifiée en qualité, par contre le rayonnement rediffusé par les feuilles est très différent en composition spectrale (§ 2.1). En observant la courbe de transmission d'une feuille de patate en fonction de la longueur d'onde, nous retrouvons les caractéristiques déjà signalées dans le cas de la lumière réfléchie : faible transmission dans le visible avec léger maximum dans le vert, grande transparence dans le proche infrarouge (fig. 5). La part de lumière transmise est donc peu utile à la photosynthèse.

4. PHOTOSYNTÈSE DE LA CULTURE

La production de matière sèche totale d'un couvert végétal est la somme des productions élémentaires des feuilles qui le constituent. Il ne nous est pas possible comme dans les chapitres précédents, de donner des résultats précis car cette partie expérimentale commence seulement à être abordée. Toutefois, à partir de données bibliographiques, et aussi, en raisonnant sur le modèle physique, nous pouvons faire quelques remarques sur la photosynthèse de la culture. Après avoir discuté la forme de

la courbe représentant la production d'une feuille en fonction de l'éclairement énergétique reçu, nous examinerons l'influence du mode d'absorption de l'énergie lumineuse par la culture sur sa photosynthèse totale.

4.1. *Photosynthèse de l'unité de surface de feuille*

Considérons la production nette de matière sèche d'une unité de surface de feuille, c'est-à-dire la variation de matière sèche effectivement mesurée : à titre d'exemple nous pouvons prendre la courbe expérimentale obtenue, en conditions naturelles d'éclairement, par TSUNO et FUJISE (1965) avec des feuilles de patate douce (fig. 6) :

a) — Pour des éclaircements nuls (point A), la feuille perd par respiration une petite quantité de matière sèche,

— le point B est appelé point de compensation, car, pour cet éclairciment les gains par photosynthèse sont égaux aux pertes par respiration,

— à partir d'une certaine énergie reçue la feuille atteint une production maximale, toute augmentation d'éclairement se traduit par un accroissement de production faible ou nul (point C).

Nous ne pouvons attacher qu'une valeur indicatrice à la courbe de photosynthèse représentée sur la figure ; en effet, les points caractéristiques vont être différents selon l'âge de la feuille, les conditions de milieu (ventilation, température) et l'état physiologique de la plante (alimentation hydrique, nutrition minérale...).

4.2. *Production de matière sèche du couvert végétal*

Nous avons étudié la pénétration de l'énergie lumineuse dans la culture, il est donc possible d'en déduire la part de rayonnement solaire absorbé par chaque tranche de végétation. Compte tenu des restrictions faites ci-dessus sur la production de matière sèche d'une feuille en fonction de son éclairciment, il est très difficile de calculer la production totale de la culture ; par contre, il est possible d'avoir une estimation qualitative des variations de la photosynthèse totale en fonction des paramètres qui interviennent sur la pénétration de l'énergie lumineuse dans le couvert végétal.

4.2.1. *Effet de l'indice foliaire.*

Lorsque le nombre de feuilles augmente nous en déduisons facilement qu'il y a accroissement, à la fois, de la photosynthèse et de la respiration :

— la respiration est supposée proportionnelle à l'indice foliaire (ou à la masse totale du végétal),

— pour les premières couches de feuilles la photosynthèse est importante, puis les couches inférieures recevant moins d'énergie procurent un accroissement plus faible de la photosynthèse totale.

Pour un certain indice foliaire, les feuilles les plus basses dans la culture vont être au point de compensation, et, tout accroissement au-dessus de cette valeur va entraîner une baisse de la production de matière sèche totale. Nous pouvons donc, de cette façon, définir un indice foliaire optimal qui, pour une plante donnée, va être fonction, en particulier, de l'énergie disponible pour la culture. Plus l'énergie lumineuse incidente est importante, plus cet indice foliaire optimal est élevé.

Pour le couvert de patate douce étudié par TSUNO et FUJISE cet indice foliaire optimal est situé aux environs de la valeur 3 (fig. 6 b).

4.2.2. Effet du mode d'absorption de la lumière par la culture.

Nous avons vu (§ 3.2.1) que la rapidité d'extinction de l'énergie totale dans une végétation pouvait être évaluée à l'aide d'un coefficient K . Dans un certain nombre de cas simples ce coefficient peut être exprimé de la manière suivante :

$K = (1 - T) \cos i$; il en résulte donc que l'atténuation de l'énergie lumineuse dans un couvert végétal est d'autant plus rapide que :

les feuilles sont plus horizontales, $\cos i$ tend alors vers 1,

le pouvoir de transmission des feuilles est plus faible.

Pour une énergie incidente donnée les calculs montrent qu'il existe un couple particulier de valeurs de l'indice foliaire optimal et du coefficient d'extinction qui conduit à la plus grande production possible pour le type de couvert étudié. Si l'éclairement augmente ce couple de valeurs optimales se déplace vers les valeurs élevées de l'indice foliaire et les valeurs faibles du coefficient d'extinction (CHARTIER, 1967).

CONCLUSION

Nous nous sommes attachés dans cette première étude sur le microclimat lumineux de la patate douce à évaluer séparément les différentes formes d'énergie d'origine solaire réfléchies, transmises ou absorbées. En particulier nous avons insisté sur les modifications de composition spectrale de ces divers rayonnements afin de pouvoir estimer leur utilité pour la photosynthèse de la culture.

La comparaison de la culture à un modèle simple, toute imparfaite qu'elle soit, nous a permis de retrouver et de discuter des notions souvent employées en écologie végétale, telles que, par exemple, celle d'indice foliaire optimal. L'utilisation d'un modèle physique peut être intéressante pour bien estimer le sens et l'importance des variations de production entraînées par un facteur.

L'aboutissement de ce type d'étude est l'évaluation de la production de matière sèche d'un couvert végétal entier, sur différents intervalles de temps. La connaissance des modifications de géométrie de la culture et leur influence sur la photosynthèse doivent nous permettre d'aborder avec profit des expérimentations de techniques culturales telles que : densité de semis, orientation des rangs... De plus la définition d'une disposition optimale du feuillage est une indication utile pour tout travail de sélection sur une plante donnée.

RÉSUMÉ

La mesure de la part d'énergie solaire réfléchie, transmise, ou absorbée est effectuée dans une culture de patate douce adulte (*Ipomoea batatas*) couvrant bien le sol. L'évaluation des différentes composantes des rayonnements transmis (lumière directe, lumière diffuse) est rendue possible par des techniques de mesures simples (fibres optiques, photos hémisphériques) ; une attention particulière est portée aux modifications de composition spectrale de la lumière réfléchie ou transmise.

La comparaison des mesures de pénétration de l'énergie dans le couvert végétal avec des valeurs calculées, en assimilant la culture à un modèle simple, est envisagée.

L'influence de la part d'énergie absorbée sur la photosynthèse de la culture est discutée en fonction des modalités d'absorption par l'ensemble du feuillage.

SUMMARY

LIGHT MICROCLIMATE IN A SWEET POTATO CROP CANOPY AND PHOTOSYNTHESIS

In a crop of sweet potato (*Ipomoea batatas*), covering completely the ground, we measure the part of solar energy reflected, transmitted, or absorbed. The valuation of different components (direct light, diffuse light) of radiation transmitted is possible with simple devices (optical fibers, hemispherical photographs); we bring one's mind to bear on the variations of spectral distribution of the light reflected or transmitted.

Then we compare the energy measures in the plant canopy to computed values, in assimilating the crop to a simple model.

Discussion is open on the influence of the absorbed energy part on the photosynthesis, in connection with the method of the light absorption by the plant canopy.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEN (W. A.), RICHARDSON (A. J.), 1968. — Interaction of light with a plant canopy. *J. of the Opt. Soc. of Amer.*, 58, 8, 1023-1028.
- ANDERSON (M. C.), 1964. — Studies of the woodland light climate : I. The photographic computation of light conditions. *J. Ecol.*, 62, 27-41.
- CHAPMAN (T.), COWLING (D. J.), 1965. — A preliminary investigation into the effects of leaf distribution on the yield of sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Trop. Agric.*, 52, 3, 199.
- CHARTIER (P.), 1966. — Etude du microclimat lumineux dans la végétation. *Ann. agron.*, 17, 5, 571-602.
- CHARTIER (P.), 1967. — Lumière, eau et production de matière sèche du couvert végétal. *Ann. Agron.*, 18, 3, 301-331.
- COWAN (I. R.), 1968. — The interception and absorption of radiation in plants stands. *J. Appl. Ecol.*, 5, 2, 367-379.
- DEGRAS (L. M.), 1968. — Earliness and yield in sweet potatoe. 1. General growth analysis and varietal determination of yield. VIth Annual Meeting of Caribbean Food Crop Society, Trinidad, July 1968, 12 p.
- MARSHALL (J. K.), 1968. — Methods for leaf area measurement of large and small leaf samples. *Photosynthetica*, 2, 1, 41-47.
- MYERS (V. I.), ALLEN (W. A.), 1968. — Electroptical remote sensing methods as nondestructive testing and measuring techniques in agriculture. *Appl. Optics*, 7, 9, 1919-1938.
- SZEICZ (G.), MONTEITH (J. L.), DOS SANTOS (J. M.), 1964. — Tube solarimeter to measure radiation among plants. *J. Appl. Ecol.*, 169-174.
- TOOMING (H.), 1967. — The dependance of photosynthesis, plant growth and the geometrical structure of the foliage of the plant cover on the conditions of solar radiation in different latitudes. Traduit de Bot. Zhurnal, 52, 5, 601-616.
- TOOMING (H.), 1967. — Mathematical model of plant photosynthesis considering adaptation. *Photosynthetica*, 1, 3-4, 233-240.
- TSUNO (Y.), FUJISE (K.), 1965. — Studies on the dry matter production of sweet potato. *Bull. Nat. Inst. Agric. Sci. (Tokyo)*, Ser. D, 13, 3-131.
- WILSON (W. J.), 1965. — Stand Structure and light penetration : I. Analysis by points quadrats. *J. Appl. Ecol.*, 2, 2, 383-390.

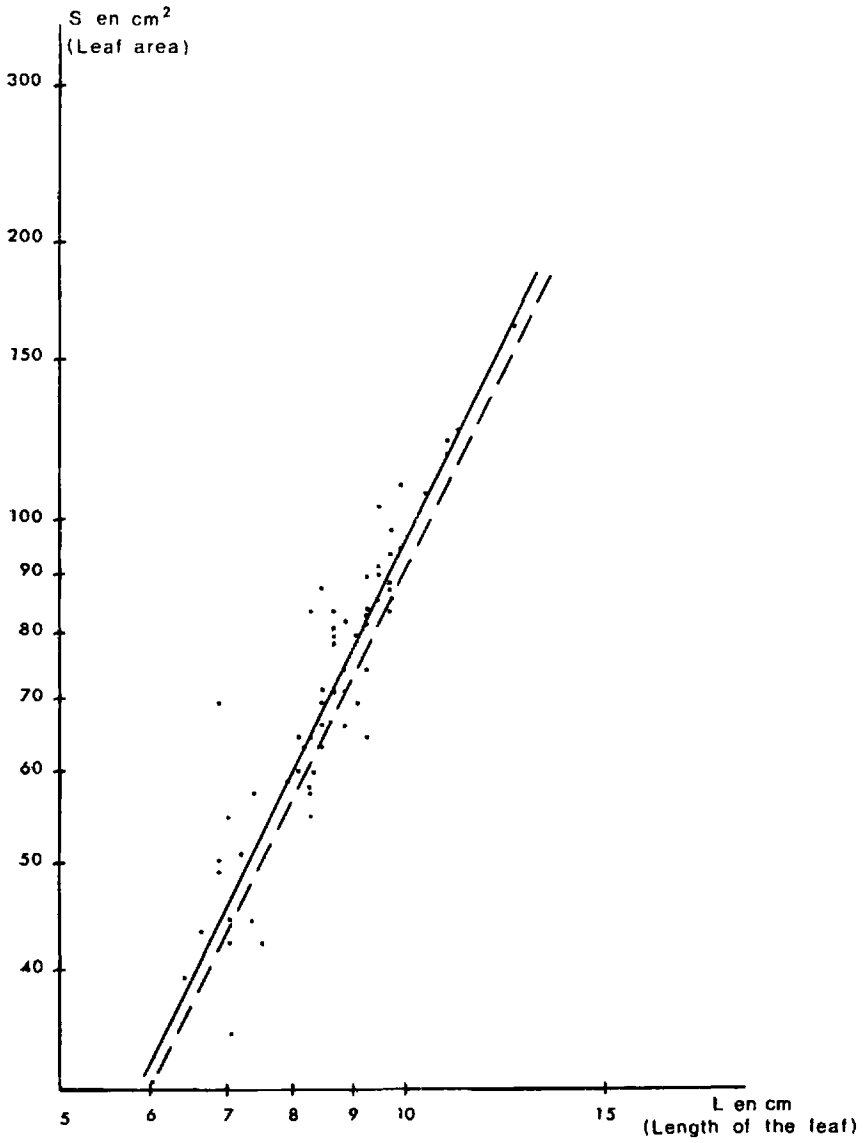


FIG. 1. — Evaluation de la surface des feuilles de patate
(Evaluation of the leaf area)

————— $\log S = -0,06 + 2,04 \log L$
 - - - - - $S = 0,87 D^2$

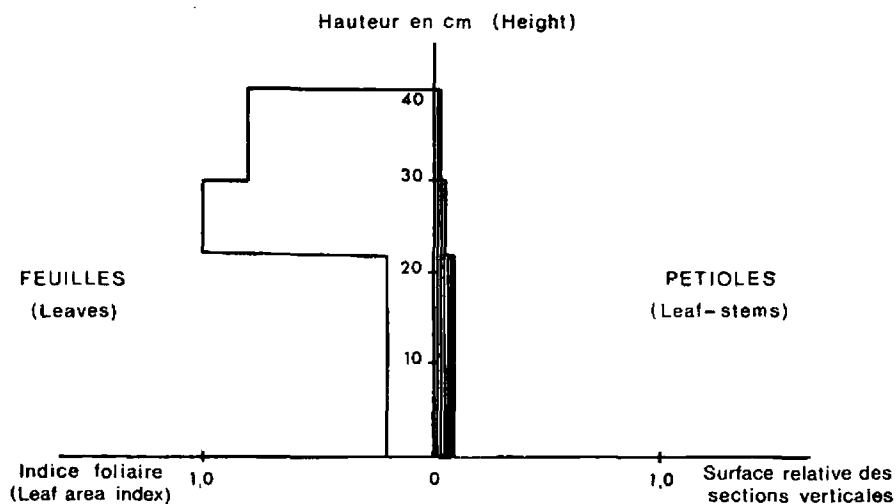
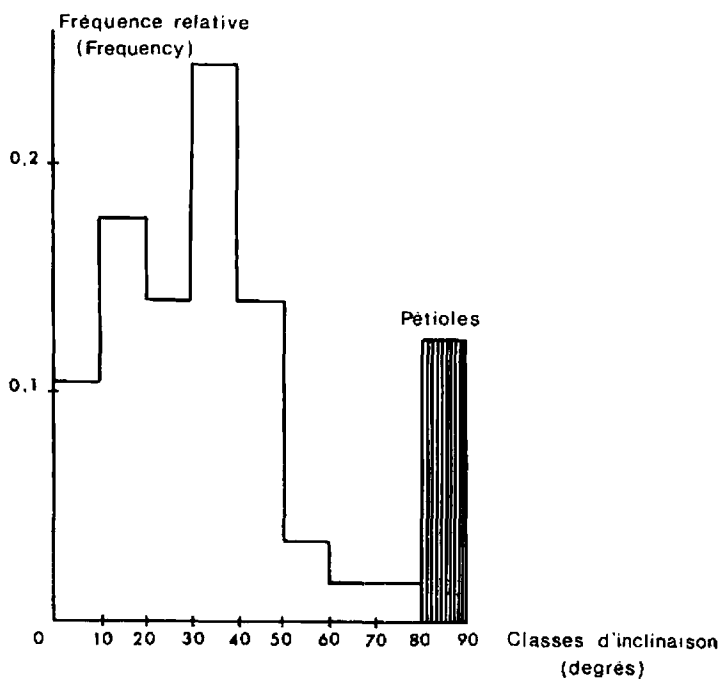


FIG. 2 a. — Répartition des feuilles et pétioles
(Leaves and leaf-stems display).



2 b. — Inclination des feuilles et pétioles
(Leaves and leaf-stems slope).

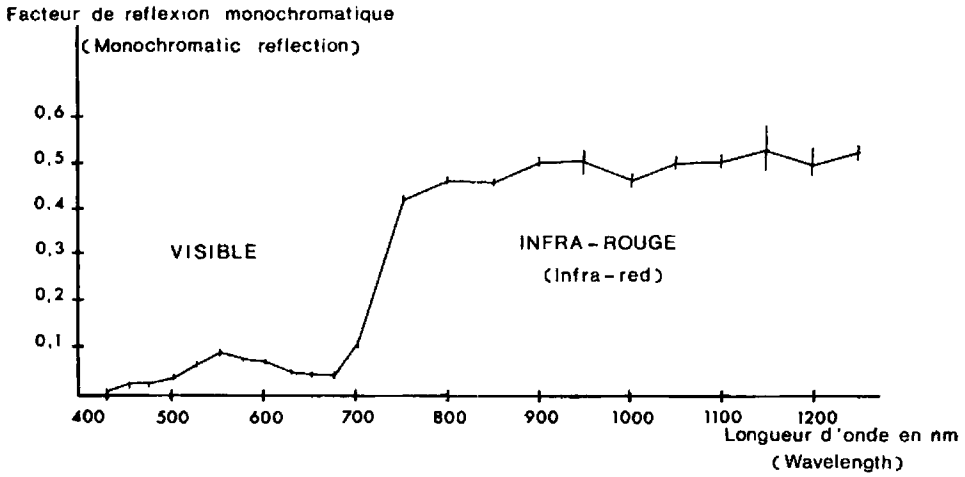
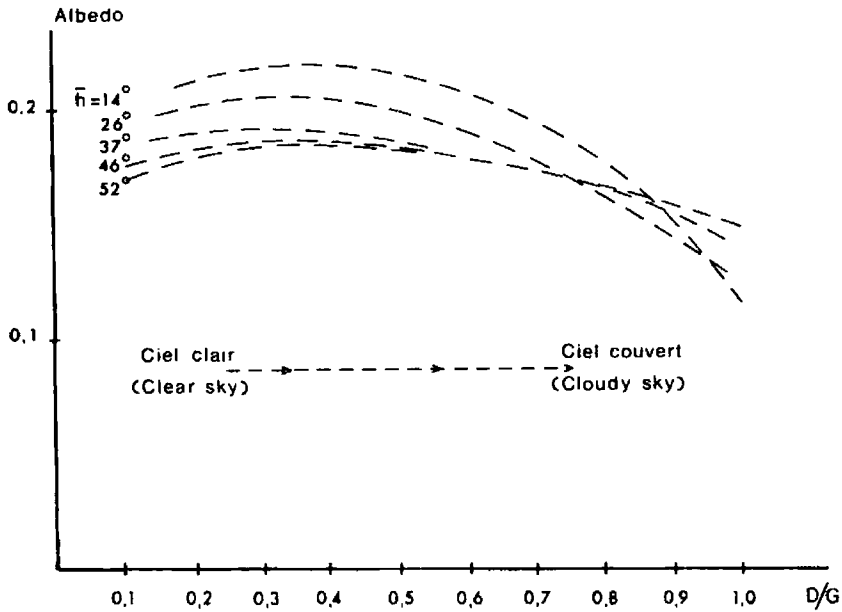


FIG. 3 a. — Composition spectrale de la lumière réfléchie par la culture (Spectral distribution of the light reflected by the canopy). Les traits verticaux indiquent la précision de la mesure.



3 b. — Variations de l'Albedo.
(Variations of the reflected energy)
 \bar{h} : hauteur moyenne du soleil
(mean solar altitude).

Surface relative des taches de soleil
(Sunflecks area)

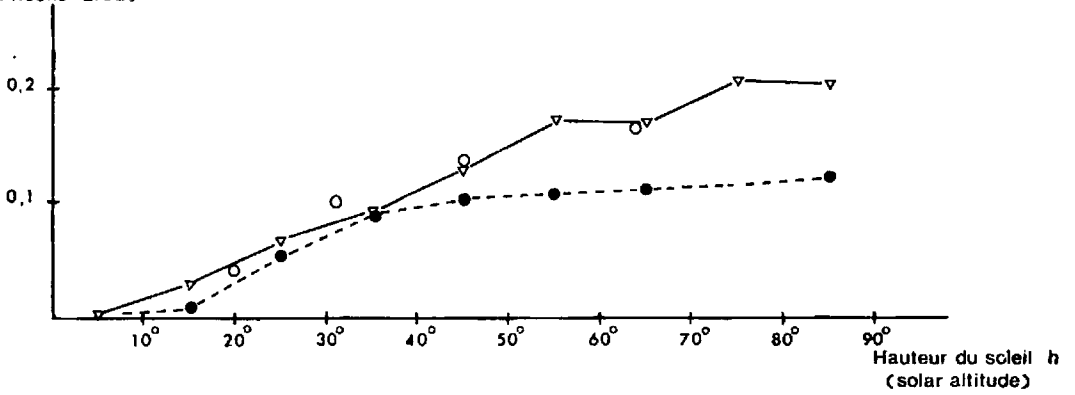
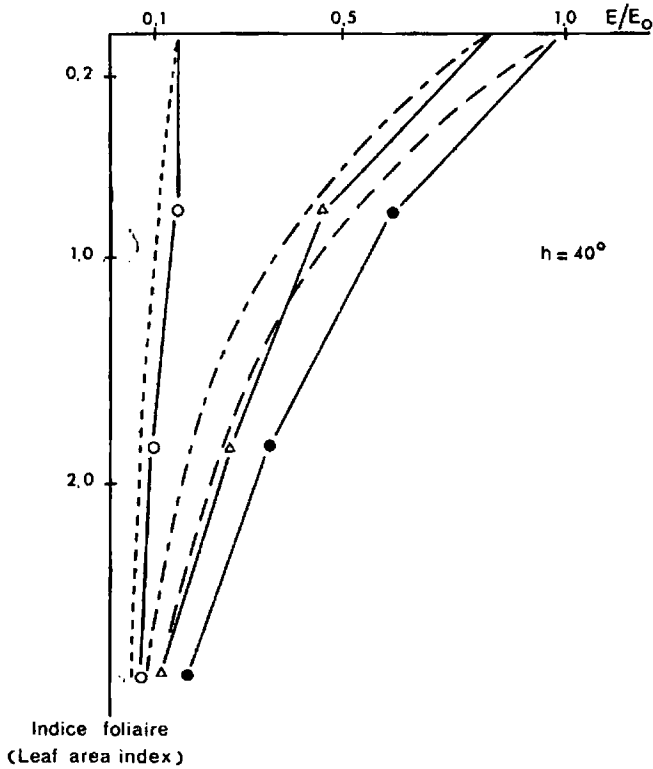


FIG. 4 a. — Taches de soleil sous la culture.
(Sunflecks under the canopy)

- △ Mesure à l'aide de photos hémisphériques (Measurement with « fish-eye »).
- Mesure aux fibres optiques (Measurement with optical fibers).
- Calculs théoriques (Computation).



4 b. — Profil lumineux dans la culture (Light within the canopy)

- $D_1 + D_2$
- △ $1 \sin h X s$
- Energie totale (total energy).

Transmission monochromatique
(Monochromatic transmission)

Valeurs extrêmes obtenues par
des mesures sur 10 feuilles

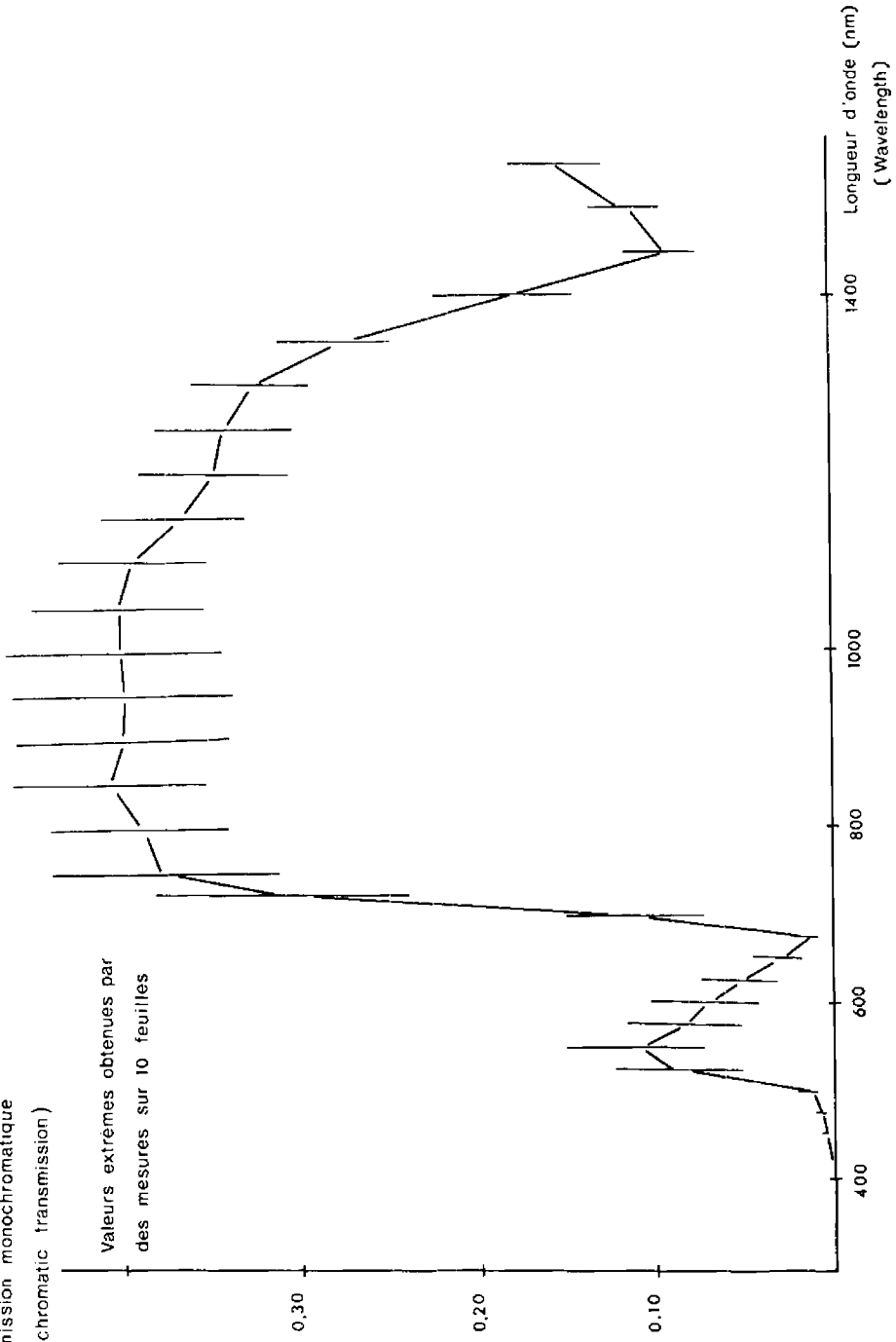


FIG. 5.

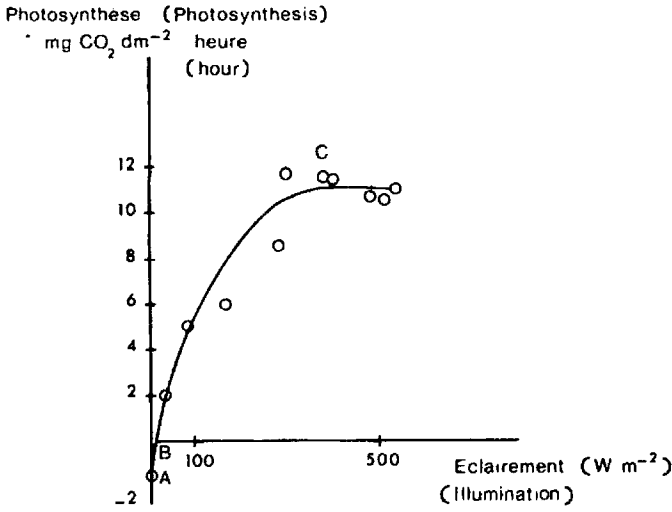
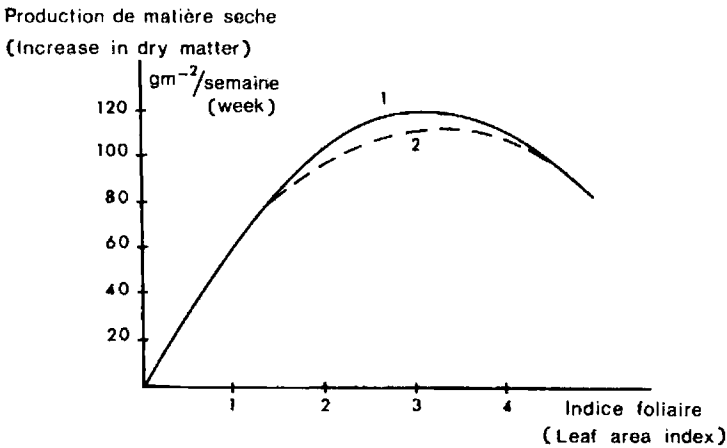


FIG. 6 a. — Photosynthèse d'une feuille de patate douce, d'après TSUNO et FUJISE, conditions naturelles (photosynthesis of a leaf of sweet potato)



6 b. — Indice foliaire optimal, d'après TSUNO et FUJISE.
 (Optimal leaf area index)
 $10^6 G_1 = 17.8 \text{ J m}^{-2} \text{ jour}^{-1}$
 $10^6 G_2 = 17.0 \text{ J m}^{-2} \text{ jour}^{-1}$
 (day)

DÉFORESTATION ET PRÉPARATION DU SOL PAR BRULIS MODIFICATION DES CARACTÈRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'HORIZON SUPÉRIEUR DU SOL

J.-F. TURENNE

INTRODUCTION

La densité de défrichement réalisé par l'agriculteur guyanais sous forme de culture itinérante apparaît finalement importante en regard de la localisation des abattis. L'ouverture de routes voit l'installation d'agriculteurs séduits par ce moyen d'accès ; le défrichement est pratiqué par nettoyage du sous-bois, abattage des arbres et brûlis : traditionnellement, l'agriculteur préfère un feu léger courant à la surface du sol plutôt qu'un feu intense persistant assez longtemps sur le sol.

Le moment choisi pour cette opération se situe en période sèche, le plus souvent en fin de grande saison sèche (octobre à novembre). Dès que le nettoyage du sol est réalisé, la plantation ou le semis de différentes espèces vivrières sont faits, au milieu des restes calcinés de la forêt environnante. Ces espèces sont réparties suivant le degré d'hydromorphie et la texture des sols présents sur la parcelle : maïs, manioc, igname sur les parties les plus hautes ; dachines, légumes, bananier, etc., dans les parties les plus basses. Dans une certaine mesure il y a là une utilisation empirique de la notion de chaîne ou séquence de sol.

La tendance à la fixation des agriculteurs et à l'appropriation des terres qui se manifeste actuellement, le souci d'obtenir de meilleurs rendements et de valoriser au mieux le travail de défrichement effectué, amènent à examiner l'évolution de la fertilité dans ce type de culture ; de nombreux résultats sont disponibles pour d'autres régions du globe mais il peut paraître intéressant d'observer dans les conditions de Guyane française les modifications des caractères physico-chimiques de l'horizon de surface du sol lorsque l'on passe de l'équilibre naturel réalisé par la forêt ancienne au nouvel état du sol défriché pour les besoins des cultures. Si l'on envisage de passer de la culture itinérante à une forme de culture permanente, le mode de défrichement conditionne le devenir de la plantation et la réponse aux fertilisants qui pourront être apportés ; il a une action directe sur la fertilité du sol et sa conservation.

O. R. S. T. O. M., Centre de Cayenne, Guyane.

CARACTÉRISTIQUE DES ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS

34 échantillons ont été prélevés, 19 sous forêt, 15 en surface défrichée, 1 à 3 mois après défrichement.

Moins qu'une comparaison de moyennes — difficile dans les conditions d'hétérogénéité du terrain notamment après brûls — l'étude porte sur les modifications pouvant être observées de manière significative sur quelques relations caractéristiques entre différents éléments conditionnant la fertilité du sol.

Conditions climatiques

Le climat est du type équatorial humide avec deux saisons sèches (mars et août-novembre). La pluviométrie annuelle est de 2 374 mm ;

Température moyenne 26°,3 (variant de 35°,8 (maximum absolu) à 17°,5 (minimum absolu)).

L'ensoleillement est maximum de septembre à octobre, moment choisi pour le défrichement ; l'évaporation est également maximum de septembre à octobre.

Le tableau suivant rassemble quelques éléments climatiques de la station de Saint-Laurent (1956-1965).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Pluviométrie mm.....	216	184	174	218	322	327	233	164	76	79	162	219	2 374
Ensoleillement h.....	156	181	196	214	168	163	226	253	253	263	223	181	2 477
Evaporation Piche mm.	41,1	57,8	69,6	59,8	45,9	39,7	49,5	60,9	71,9	75	59,4	51,5	682,1

La période intéressant les prélèvements va de septembre (début du défrichement) à décembre (prélèvements en zone défrichée).

On constate que le sol mis à nu en cette période de l'année est soumis à un fort ensoleillement et à une évaporation maximale.

Microclimat du sol

De quelques données fragmentaires, on retiendra (Météorologie Nationale, LEVEQUE, 1963) :

température maximum du sol à 10 cm de profondeur à 14 h	
sous forêt 24° avec variations très peu importantes	} minima de 25-26°.
sous gazon 32° avec maximum de 45°	
sol nu 35° avec maximum de 50°	

L'élévation de température au passage du feu n'a pu être mesurée, mais on peut noter ailleurs (P. NYE, D. J. GREENLAND, 1960) que l'on peut atteindre 100° à 5 cm de profondeur et 60° à 10 cm, mais ceci par places.

Dans ces conditions, le sol est affecté sur sa surface, l'élévation de température ayant un effet direct sur la population microbienne et sur les propriétés physico-chimiques du sol.

Les sols

L'étude est localisée aux sols de terres hautes : ce sont des sols ferrallitiques fortement dessaturés (moins d'un milliéquivalent de bases échangeables dans l'horizon (B)) ; ils sont en général moyennement profonds et faiblement lessivés, avec une très mince litière et un horizon d'imprégnation humique localisé aux 10-15 premiers centimètres.

Leur texture est relativement équilibrée, soit du type sablo-argileux à argilo-sableux (sur granites) ou du type argileux à argilo-sableux (sur migmatites). Le pH est nettement acide (4,5 à 5,5).

Le couvert forestier

La formation naturelle est la forêt dense humide (Tropical Rain Forest).

RÉSULTATS ANALYTIQUES

Éléments analysés

— Analyse mécanique par granulométrie à l'aide de la pipette Robinson, dispersion au pyrophosphate de sodium.

— Matière organique : Carbone par méthode Walkley Black, azote par méthode Kjeldahl ; matières humiques, extraction par le pyrophosphate de sodium 0,1 M. Séparation des acides humiques et fulviques par acide sulfurique pur ; dosage effectué par oxydation au bichromate de potassium par la matière sèche.

— Bases échangeables : extraction à l'acétate d'ammonium normal et neutre ; Dosage des éléments par photométrie et colorimétrie (Mg).

— Capacité d'échange : méthode Parker modifiée ; percolation à l'acétate d'ammonium normal et neutre, lavage à l'alcool et épuisement au chlorure de potassium N/10. Distillation et dosage de l'ammoniac.

— pH à l'aide du pH-mètre.

— Indice d'instabilité structurale : méthode S. Henin ; détermination du taux d'agrégats stables sans prétraitement, après prétraitement à l'alcool et au benzène. Détermination des éléments fins dans les mêmes conditions, et des sables grossiers.

Résultats

Matière organique (fig. 1).

Pour l'horizon considéré, il n'apparaît pas de différence significative entre les teneurs en matière organique avant et après défrichement. Cette observation rejoint de nombreuses constatations allant dans le même sens. Par exemple RIGUIER (in P. NYE, D. J. GREENLAND, 1960) note à Madagascar une baisse marquée du taux de matière organique et d'azote pour les échantillons très superficiels, mais peu de changement à 12 cm de profondeur.

Par ailleurs la litière existant sous forêt a entièrement disparu après défrichement : ceci n'apparaît pas dans les prélèvements limités à l'horizon A1 mais cette réserve, existant sous forêt, n'est plus disponible dans le sol cultivé.

On peut mettre en évidence pour l'ensemble des échantillons la relation classique bien connue entre éléments fins (0-20 μ) et le taux de matière organique.

$$\text{matière organique C } \text{‰} = 0,67 \quad (0,20 \mu) \text{ ‰} + 28,76 \quad P < 0,02$$

Les sols les plus riches en éléments fins sont également les sols les plus riches en matière organique, *sans que le défrichement par brûlis vienne modifier cette relation.*

Humus total (HT) (fig. 2)

On constate une augmentation significative du taux d'humus total après défrichement, qui va dans le sens d'une humification des fractions organiques. On obtient :
sous forêt

$$\text{HT (C } \text{‰}) = 0,163 \quad \text{MO (C } \text{‰}) + 0,26 \quad \text{moyenne HT} = 6,66 \quad r = 0,750$$

après défrichement

$$\text{HT (C } \text{‰}) = 0,147 \quad \text{MO (C } \text{‰}) + 2,067 \quad \text{moyenne HT} = 9,04 \quad r = 0,946.$$

La différence observée entre les taux d'humus est significative ; d'autre part à l'intérieur de l'humus acides fulviques et humiques augmentent sensiblement dans les mêmes proportions. Il semble qu'à l'intérieur des acides humiques se manifeste une augmentation des fractions humiques polymérisées sans que l'on puisse mettre celle-ci en évidence de manière significative (fig. 3).

Azote et rapport C/N.

On note une légère augmentation du taux d'azote dans les sols défrichés : ceci se traduit par un rapport C/N légèrement inférieur après brûlis (14,9) que sous forêt (15,3).

Complexe absorbant.

Sa valeur est la résultante de nombreux facteurs agissant sur le complexe argilo-humique.

Matière organique et capacité d'échange (fig. 4).

La comparaison montre :

sous forêt

$$\text{CE (mé)} = 0,241 \quad \text{MO (C } \text{‰}) - 2,03 \quad r = 0,805 \quad P < 0,01$$

après défrichement

$$\text{CE (mé)} = 0,068 \quad \text{MO (C } \text{‰}) + 3,318 \quad r = 0,546 \quad P < 0,05.$$

La différence entre les deux équations est hautement significative, la capacité d'échange augmente avec le taux de matière organique mais elle augmente beaucoup moins et se situe à un niveau inférieur pour la matière organique après défrichement.

‰ Argile + Limon fin 0-20 μ (A + Lf) et Capacité d'échange (CE).

On obtient (fig. 5)

sous forêt

$$\text{CE (mé)} = 0,287 (A + Lf) \text{ ‰} + 2,147 \quad r = 0,747$$

après défrichement

$$\text{CE (mé)} = 0,230 (A + Lf) \text{ ‰} + 0,384 \quad r = 0,835.$$

La capacité d'échange est systématiquement plus faible pour les sols sous brûlis.

Si l'on considère la capacité d'échange comme fonction simultanée de deux variables on obtient :

sous forêt

$$CE \text{ (mé)} = 1,72 \text{ MO (C \%)} + 0,178 \text{ (A + Lf) \%} - 2,86$$

après défrichement

$$CE \text{ (mé)} = 0,358 \text{ MO (C \%)} + 0,203 \text{ (A + Lf) \%} - 0,585$$

Les coefficients sont hautement significatifs : la part de la matière organique dans les sols sous forêt pour la capacité d'échange est très importante ; cette influence diminue très fortement après défrichement par brûlis.

L'évolution constatée dans la relation entre capacité d'échange et complexe argilo-humique ne semble devoir être attribuée qu'à l'influence du défrichement et à l'action des agents climatiques sur le sol nu : les possibilités d'échange de la matière organique sont fortement diminuées.

Ces résultats vont dans le sens de nombreuses conclusions sur l'évolution des sols défrichés sous culture (dont J. BOCQUIER, 1959) *mais il apparaît nettement ici que ce phénomène se produit dans les conditions de Guyane très rapidement et dès le défrichement.*

Eléments échangeables (fig. 6)

La difficulté essentielle d'appréciation des modifications de l'horizon superficiel du sol après brûlis est dans la répartition hétérogène des éléments contenus dans les cendres.

Si l'on peut noter une augmentation relativement importante de la teneur en éléments Ca, Mg, K, Na, il faut constater que cette augmentation se fait surtout en Ca et Mg. On constate en moyenne que l'on passe d'une répartition Ca, Mg, K de 39 %, 34 %, 27 % sous forêt, à une répartition de l'ordre de 52 %, 38 %, 10 % après défrichement. Ca/Mg varie de 0,4 à 3,7 sous forêt, de 0,6 à 2,3 en sol défriché.

Une rapide comparaison donne :

pour les sols les plus pauvres

	Milliéquivalents	Ca	Mg	K	Na	S	CE	Saturation %
Sous forêt	0,15	0,10	0,12	0,07	0,44	3,8	11,6	
Sous brûlis	0,79	0,41	0,11	0,06	1,37	5,4	25,4	

pour les sols les plus riches

	Milliéquivalents	Ca	Mg	K	Na	S	CE	Saturation %
Sous forêt	0,53	0,37	0,21	0,12	1,23	12,2	10,1	
Sous brûlis	3,90	3,02	0,38	0,18	7,48	9,80	76,3	

Variations	Sous forêt	Après défrichement	} milliéquivalents
Ca	0,11 - 0,73	0,79 - 3,90	
Mg	0,10 - 0,40	0,41 - 4,10	
K	0,11 - 0,21	0,11 - 0,46	
Na	0,03 - 0,20	0,05 - 0,18	

Ca et Mg paraissent donc être les éléments apportés et fixés dans le sol. K et Na sont beaucoup moins fixés et vraisemblablement entraînés dès les premières pluies.

Le pH varie entre 4,1 et 5,1 sous forêt, de 4,3 à 6,1 après défrichement.

Stabilité structurale.

La structure de l'horizon de surface devient fortement grumeleuse après brûlis. On constate une nette augmentation des agrégats stables après défrichement :

	% Agrégats alcool	Benzène	Eau
Sous forêt	82,3	73,5	77,5
Après défrichement	85,08	75,85	79,95
pour les agrégats sans les sables grossiers			
Sous forêt	25,80	17,02	20,97
Après défrichement	35,36	26,12	30,29

Phosphore.

On note un léger relèvement du taux de phosphore total (de 0,46 ‰ à 0,59 ‰).

CONCLUSIONS

Ces résultats font apparaître une influence remarquable du type de défrichement par nettoyage de la forêt et brûlis sur la capacité d'échange du complexe absorbant ; sans observer de variations dans le taux de matière organique pour l'horizon supérieur de 1-12 cm, avant et après défrichement, on constate une baisse très forte de la part de la matière organique dans le complexe absorbant après défrichement. Ce phénomène est connu dans l'évolution sur plusieurs années, d'un sol sous culture itinérante, mais il est important de constater que cette modification intervient *dès le défrichement* ; par ailleurs, la baisse de capacité d'échange enregistrée ne peut seulement être attribuée au passage du feu, puisque nous savons que ce passage n'est pas réalisé sur la surface totale de l'abattis ; l'ensoleillement brutalement réalisé de la surface du sol intervient également. Ce phénomène est accentué par la libération d'éléments susceptibles, dans ces conditions, d'aller saturer en profondeur le complexe argilo-humique.

Toutefois on observe après défrichement une plus forte humification, une amélioration de la stabilité structurale, une augmentation de la teneur en bases échangeables et du taux de saturation, bien que ce dernier effet soit très irrégulier. Cet apport de bases échangeables n'est pas négligeable mais risque d'introduire un déséquilibre dans la nutrition.

Mais il est bien évident que ces améliorations momentanées sont fugaces et limitées à un court cycle de culture (BERGER, 1964). Le sol abandonné aux agents climatiques connaît ensuite une dégradation physico-chimique à laquelle s'ajoutent les effets de l'érosion.

Si l'on envisage de passer à une forme d'agriculture permanente, il est nécessaire d'améliorer le sol en tendant vers l'équilibre physico-chimique le plus élevé. Dans le premier stade du défrichement il est nécessaire d'éviter au maximum cette

évolution de la matière organique et du complexe absorbant soit par couverture rapide du terrain puis par apport de fumier ou compost ; ou encore par l'introduction en rotation de graminées dont l'effet très proche de celui d'une jachère peut améliorer le sol ; à la limite on débouche sur une forme d'exploitation associant agriculture et élevage (JURION et HENRY, 1967).

La régénération et l'apport de matière organique semblent nécessaires pour relever le niveau du complexe absorbant et améliorer la réponse aux engrais que l'on pourrait apporter.

RÉSUMÉ

Dans le système traditionnel de culture itinérante en Guyane française, le sol défriché par nettoyage de la forêt et brûlis subit dès cette opération d'importants changements. A côté d'une amélioration de la stabilité structurale, d'une humidification plus élevée, et d'un apport hétérogène d'éléments minéraux après le défrichement, il faut noter la modification radicale de la capacité d'échange du complexe argilo-humique, avec une très forte baisse des possibilités d'échange de la matière organique. Les éléments échangeables apportés subsistent avec dominance de Ca et Mg.

Si l'on envisage de passer à une forme de culture permanente, le mode de défrichement traditionnel sur lequel on doit s'appuyer conditionne le devenir de la plantation et la réponse aux fertilisants qui pourront être apportés. Dans ce cas, la régénération et l'apport de matière organique semblent impérativement nécessaires.

SUMMARY

CLEARING AND BURNING AS SOIL PREPARATION MODIFICATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERS OF THE UPPER SOIL HORIZONS

Traditional shifting cultivation systems of French Guyana prepare the soil by clearing and burning the forest, subjecting it to important changes subsequent to this operation.

Besides an increased structural stability and humidication as well as a heterogeneous addition of nutrients, one notices the drastic change in exchange capacity of the organic clay complex. This change is partially due to an important decrease of organic exchange capacity. Added nutrients remain in the soil, but Ca and Mg are the most persistent ones.

The traditional forms of agriculture are fundamental to any transition to permanent agriculture, and condition the future of plantations and their response to fertilizers. In such cases, soil regeneration and enrichment by addition of organic matter seem to be absolutely necessary.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- LEVEQUE (A.), 1963. — Sols développés sur le bouclier antécambrien guyanais. — Institut Français d'Amérique Tropicale, Cayenne 115 + 129 p.
- NYE (P. H.), GREENLAND (D. J.), 1960. — The soil under shifting cultivation. Commonwealth Agricultural Bureau Farnham Royal, Bucks, England, 156 p.
- BERGER (J. M.), 1964. — Profils culturaux dans le Centre de la Côte-d'Ivoire, Cah. O. R. S. T. O. M., série Pédol., Paris, p. 41-69.
- HENIS (S.), FLUDOROFF (A.), GRAS (R.) et MONSIEUR (G.), 1960. — Le profil cultural. Principes de physique du sol, Soc. d'Éditions des Ing. agric., 129, boulevard Saint-Germain, Paris.
- BOCQUIER (G.), 1959. — Le maintien de la fertilité des sols cultivés en palmeraie dans la Cuvette Congolaise, O. R. S. T. O. M., Institut d'études centrafricaines, Rép. du Congo, 10 p.
- COMBEAU (A.), OLLAT (C.), QUENTIN (P.), 1961. — Observations sur certaines caractéristiques de sols ferrallitiques. — n° 13, Fertilité, Paris, p. 27-39.
- JURION (P.), HENRY (J.), 1967. — De l'Agriculture Itinérante à l'Agriculture intensifiée. — Publications de l'Institut National pour l'étude agronomique du Congo (Ministère Belge de l'Éducation Nationale et de la Culture).

Sous forêt																							
Echantillon	10	20	1/8	1/7	210	220	240	260	300	330	351	441	431	420	410	370	360	1/15	510	1/10	590	1/10	680
Profondeur, cm	1/9	3/4	9	16	35	4	16	35	10,5	29	17	25	27	10	14	17	10	4	5	19,5	18	2	1/10
Argile, 0-2 μ	2	3,5	1	3	0,5	4	0,5	4	0,5	1	1	1	1	1	2	2	1	0,4	4	4	1	5,5	6
Limon fin, 2-20 μ	8,8	7,7	4,9	8,7	8,2	8,3	11,3	4,5	4,5	7	6	7,8	13,2	6,2	7	5,8	6	35,2	35,2	32	32	34,7	34,7
Matière organique totale %	50,9	44,7	28,3	50,2	47,7	48	55,7	26,4	41,1	35,2	45,7	3,29	4,3	3,6	2,52	2,24	2,03	1,78	2,10	2,10	2,10	2,20	2,20
Carbone % ₁₀₀	3,29	3,64	1,64	3,92	2,41	3,50	3,88	1,85	2,76	2,66	3,29	4,3	4,3	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Azote total	15,5	12,3	17,2	12,8	19,8	13,7	16,9	14,3	14,9	13,2	13,9	17,8	17,8	14,4	15,8	15,2	17,2	19,8	19,8	15,2	15,2	15,8	15,8
C/N	3,2	3	2,4	3,4	1,9	2,9	4,6	1,6	2,7	2,7	1,4	2,4	2,4	1,7	1,8	1,2	1	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Carbone humique C % ₁₀₀	6,0	6,7	2,4	4,8	2,7	5,3	2,9	2,1	4,2	7,7	5,8	6,7	3,6	3,4	2,9	2	2	1,5	1,5	2,8	2,8	3,5	3,5
Carbone fulvique C % ₁₀₀	9,2	9,7	4,8	8,2	4,6	8,2	7	3,7	6,9	9,1	8,2	14,1	5,3	5,2	4,1	4,1	4,1	4,4	4,4	4,9	4,9	6,1	6,1
Carbone humifié total C % ₁₀₀	18,1	21,7	10,7	16,3	9,6	17,1	10,7	14	16,8	25,9	17,9	8,4	14,6	14,6	12,7	12,1	8,5	12,5	12,5	15,3	15,3	17,6	17,6
Taux d'humification	4,2	4,3	5	4,9	4,9	4,4	4,5	5,1	4,3	4,7	4,5	3,7	4,9	4,4	4,4	4,9	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
pH eau 1/2,5	0,19	0,19	0,19	0,15	0,11	0,58	0,53	0,41	0,15	0,15	0,15	0,11	0,38	0,15	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Ca ⁺⁺ méq.	0,18	0,26	0,20	0,22	0,09	0,19	0,37	0,11	0,35	0,17	0,25	0,40	0,17	0,25	0,10	0,10	0,36	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Mg ⁺⁺ méq.	0,18	0,22	0,12	0,16	0,12	0,16	0,21	0,12	0,19	0,11	0,15	0,21	0,12	0,12	0,17	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
K ⁺ méq.	0,16	0,20	0,08	0,11	0,05	0,08	0,12	0,07	0,06	0,06	0,07	0,11	0,09	0,09	0,07	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Na ⁺ méq.	0,71	0,87	0,59	0,64	0,37	1,01	1,23	0,71	0,75	0,49	0,58	1,10	0,53	0,53	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Somme milliequivalents	12,2	14,6	6,9	7,6	6,6	11,3	12,2	4,7	8,5	5,2	9,9	17	5,7	5,7	6,9	3,8	3,3	5,2	5,2	6,2	6,2	8,4	8,4
Capacité d'échange méq.	5,8	6	8,6	8,4	5,6	8,9	10,1	15,1	8,8	9,4	6	6	6	9,3	15,7	11,5	20,6	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5
Degré de saturation %	16	15	17	19	20	23	24	25	26	27	28	30	30	31	32	33	33	33	33	33	33	33	33
Echantillon	1/10	1/9	1/12	1/10	1/10	1/15	1/10	1/10	1/10	1/10	1/15	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10
Profondeur	20,4	29	27	25,5	25	21	19	21,5	23	23	42,5	26	18,5	21	13,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Argile, 0-2 μ	12,5	3,5	7,5	2	8,5	3	2	4,5	3,5	3,5	4,5	4	3	2,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Limon fin, 2-20 μ	5	9,2	10,7	11,1	14,8	12,7	9,1	7,2	6,1	6,1	7,1	7,6	3	8,4	4,6	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
Matière organique totale %	29,1	53	62	64,5	83,8	73,3	54,3	41,5	35,5	41	43,8	28,7	48,5	48,5	26,3	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8
Carbone	2,45	3,57	3,50	3,60	4,62	4,23	3,46	2,87	2,94	3,43	3,46	2,20	3,22	3,22	2,13	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Azote total	11,9	14,9	17,7	17,9	18,6	17,3	15,7	14,5	12,1	12	12,3	13	13	15,1	12,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
C/N	4,2	4,8	5,5	5,2	6,1	5,4	3	1,7	1,4	3,8	2,9	2,6	3,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Carbone humique C % ₁₀₀	5,7	8,4	7,4	7,4	8,2	6,7	4,5	3,7	3,3	7,2	4	3,5	4,5	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Carbone fulvique C % ₁₀₀	9,9	13,2	20,8	12,6	14,3	12,1	7,5	5,4	4,7	11	6,9	6,1	8,3	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Carbone humifié total C % ₁₀₀	13,4	24,9	28,8	19,5	16,7	16,5	13,8	13	13,2	26,8	15,8	21,3	17,1	17,1	20,5	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8
Taux d'humification	5,9	4,4	5,2	4,4	4,9	4,8	4,5	6,1	5,6	5,8	5,1	5,5	4,3	4,3	4,8	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
pH eau 1/2,5	2,74	0,73	1,74	0,79	0,90	1,58	0,79	3,08	2,06	3,90	2,08	1,52	0,94	0,94	1,13	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Ca ⁺⁺ méq.	4,10	0,57	2,25	0,44	0,59	1,62	0,44	2,22	1,94	3,02	2,77	0,96	0,47	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Mg ⁺⁺ méq.	0,23	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,11	0,22	0,28	0,38	0,21	0,16	0,27	0,27	0,21	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
K ⁺ méq.	0,12	0,11	0,13	0,06	0,11	0,07	0,06	0,12	0,11	0,18	0,09	0,15	0,07	0,07	0,13	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Na ⁺ méq.	7,19	1,50	4,24	1,41	1,77	3,40	1,37	4,39	3,64	7,48	5,15	3,09	1,75	1,75	3,56	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Somme milliequivalents	9,3	6,7	9,2	7,2	10,5	7,5	5,4	5,8	5	9,8	6,8	3,7	3,7	3,7	3,5	3	3	3	3	3	3	3	3
Capacité d'échange méq.	77,3	22,4	40,1	19,6	16,9	45,3	25,4	87,8	76,3	75,7	49,8	47,3	47,3	47,3	97	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3
Degré de saturation %																							

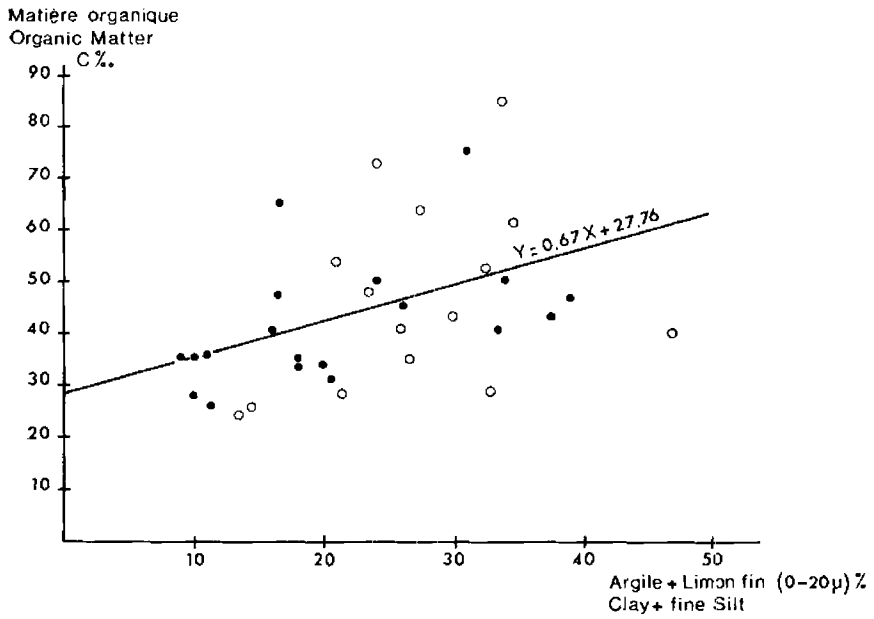


FIG. 1.

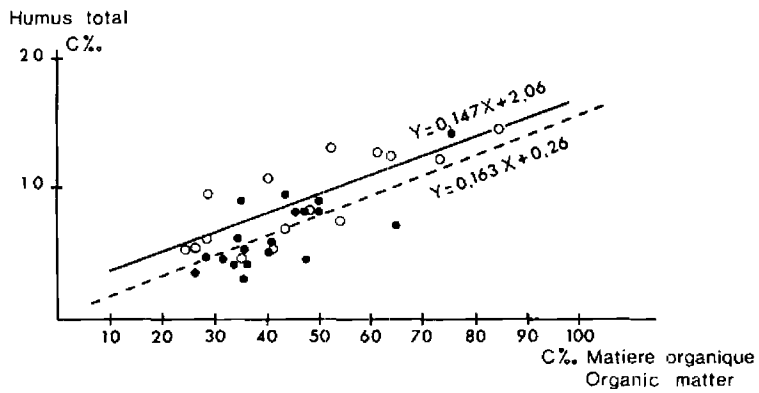


FIG. 2.

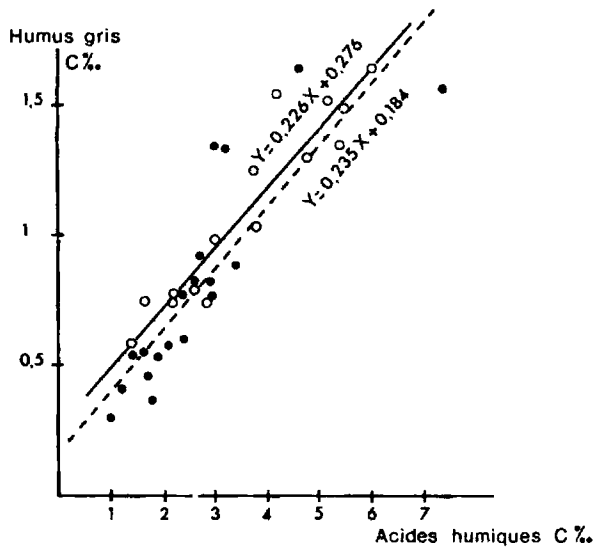


FIG. 3.

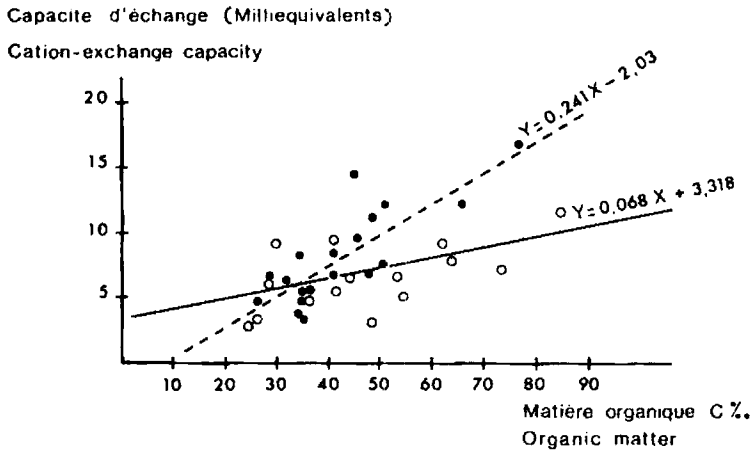


FIG. 4.

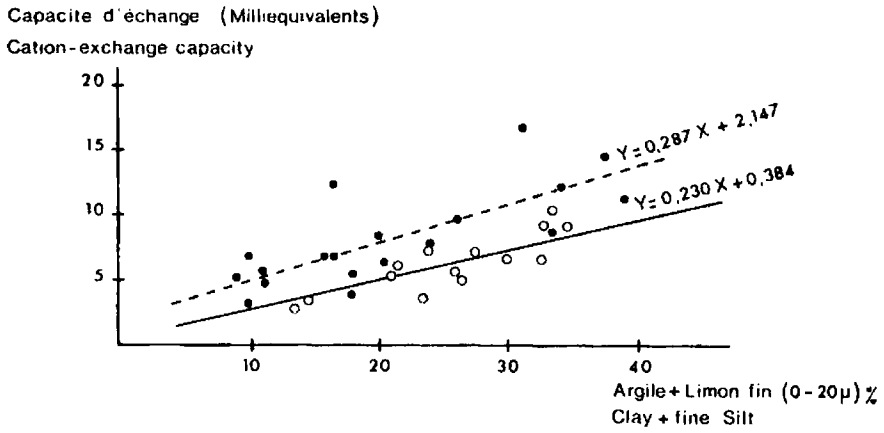


FIG. 5.

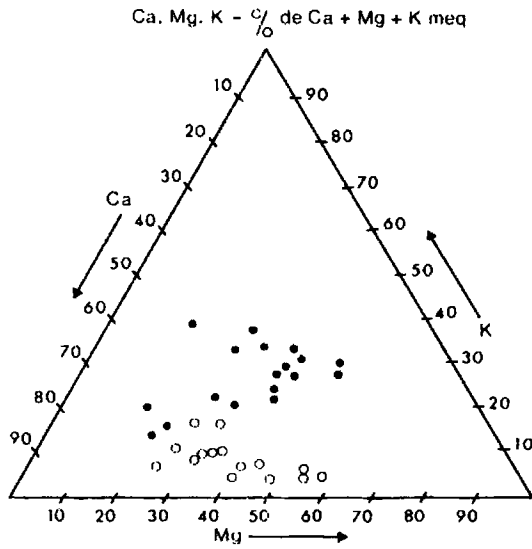


FIG. 6.

- FIG. 1 }
 FIG. 2 }
 FIG. 3 } ● - - - - Sols sous forêt (Forest soils).
 FIG. 4 } ○ ——— Après défrichage traditionnel (Traditionally cleared areas).
 FIG. 5 }
 FIG. 6 }

PROBLÈMES DE LA NUTRITION MINÉRALE DU MAÏS (ZEA MAYS) DANS LE SUD-OUEST ATLANTIQUE FRANÇAIS (AQUITAINE)

J. DELMAS

Le Sud-Ouest atlantique français est constitué par un vaste bassin, ouvert largement sur l'océan et bénéficiant par ce fait d'un climat doux et pluvieux. Cependant, ce climat, favorable d'une façon générale, présente de grandes variations annuelles et saisonnières, notamment en ce qui concerne la quantité et la répartition des précipitations. Par ailleurs, la fréquence, dans certaines zones, de gelées printanières tardives et d'une période sèche à température élevée pendant la phase critique de croissance et de développement du maïs constituent deux ordres de problèmes climatiques ayant des répercussions immédiates sur la nutrition.

L'*extrême Sud-Ouest* (Pays basque, Béarn, Chalosse), région la plus favorisée sur le plan climatique, représente le berceau du maïs de France. Bien que cette culture, grâce aux possibilités de nouveaux hybrides (I. N. R. A.), ait gagné presque l'ensemble du territoire français, la région située au pied des Pyrénées atlantiques représente encore un très fort pourcentage de la production totale française.

Ceci est dû : d'une part à l'élévation considérable des rendements sur les terroirs traditionnels (utilisation généralisée des hybrides adaptés aux conditions écologiques régionales, développement de la lutte antiparasitaire, élévation considérable du niveau de l'alimentation, mécanisation de la récolte, etc...), d'autre part à la mise en culture de vastes zones de friches, anciennes pâtures communales, les « *touyas* ».

Le vaste plateau podzolique sableux des Landes de *Gascogne*, où le maïs était traditionnellement cultivé pour les besoins de l'exploitation, en assolement avec le seigle et le trèfle incarnat, a subi de son côté une profonde mutation cette dernière décennie avec l'introduction du maïs hybride sur des zones primitivement en friches, au cœur de la forêt de pins maritimes (*Pinus maritima*) qui constitue l'essentiel de la spéculation agricole de cette région.

Enfin, dans les régions plus éloignées de l'océan et, par suite, de climat sensiblement plus continental avec une pluviométrie nettement plus faible, l'introduction de l'irrigation a permis le développement de la culture du maïs qui a pris une place très importante dans les assolements et les exploitations de polyculture traditionnelle (Gers, Lot-et-Garonne).

I. N. R. A. ; Station d'Agronomie de Bordeaux, France.

Cette élévation générale de la production du maïs (surface et rendement à l'hectare) ne s'est pas faite sans de grandes difficultés sur le plan de la satisfaction des *besoins alimentaires* de la plante et n'est pas sans poser constamment de nouveaux problèmes, dont ceux relevant de la science du sol et de la nutrition de la plante sont parmi les plus délicats.

LES PROBLÈMES AGRONOMIQUES DE LA CULTURE DU MAÏS DANS LE SUD-OUEST

Nous devons distinguer les problèmes apparus dans les zones de culture traditionnelle et ceux relatifs à la mise en culture des friches et des landes.

1° *En zones traditionnelles*

a) *La préparation du sol.*

L'examen du *profil cultural* a montré (S. HENIN et al., 1960) le danger de la constitution d'une « semelle de labour » infranchissable pour les racines, semelle qui se produit notamment dans les sols limono-sableux des boubènes de Chalosse, lorsque les labours ont été faits dans de mauvaises conditions. De plus, ces labours doivent être suffisamment dressés pour que les cannes et les fumures organiques ne puissent fermenter anaérobiquement et constituer une zone de caractère asphyxiant pour les racines du maïs qui doivent pouvoir pénétrer profondément.

Enfin, nous insistons également sur la nécessité de maintenir une bonne *structure* superficielle du sol en limitant les passages d'engins lourds ou de ceux qui créent une division trop fine des agrégats.

b) *La fertilisation : éléments majeurs.*

De nombreuses expériences menées par les organismes professionnels, les industriels des engrais et la Station d'Agronomie de Bordeaux, ont permis de préciser, en fonction des exportations par le grain et des processus dynamiques dont le sol est le siège, les normes d'une fertilisation rationnelle.

Les besoins en azote (W. ROUTCHENKO, 1964) sont assurés par deux apports fractionnés dont les doses varient selon que la localisation en interligne est pratiquée ou non. De plus, un apport d'azote en localisation au semis est conseillé en même temps qu'un apport de P et de K, mais à faible dose et de préférence sous forme non ammoniacale. En effet, nous avons montré (W. ROUTCHENKO, 1962) que, lorsque les conditions climatiques ne permettent pas une nitrification normale (W. Routchenko et J. DELMAS, 1963), cas fréquent en régions à printemps souvent froid et humide, l'azote *ammoniacal* localisé était absorbé très facilement et provoquait une *intoxication* grave pouvant entraîner la disparition de la culture. La quantité totale d'azote à apporter se situe entre 140 et 160 unités/ha.

Les besoins en phosphore et en potassium sont évalués compte tenu des données de l'analyse du sol. Dans ces régions, le sol est souvent pauvre en acide phosphorique (< 0,1 % de P_2O_5 extrait critique). La fumure conseillée peut varier de 80 à 180 unités P_2O_5 /ha selon la richesse du sol. Une petite quantité de P apportée en localisation peut

pallier la difficulté de la nutrition phosphorique du maïs à partir du système racinaire primaire.

La signification du *potassium échangeable* varie beaucoup selon le type de sol : son taux, en sol sableux quartzeux, peut être inférieur à celui considéré comme normal ailleurs sans que la carence soit réelle. De plus, nous avons montré (C. COURPRON, 1966) qu'en sol sableux K était facilement *lessivé*, interdisant les apports de fond ou de redressement ; dans ce cas, seule la fumure potassique au labour — et pour une faible part en localisation — est à conseiller. Les besoins du maïs en potassium étant particulièrement élevés jusqu'à la floraison, il convient d'assurer une croissance rapide du système racinaire dès la première période de croissance. Ceci est assuré par la localisation au semis (20 unités/ha). Le système racinaire peut alors exploiter l'ensemble du profil meuble. Les besoins totaux sont couverts par une fumure de 80 à 160 unités K/ha, selon la richesse et le type du sol.

Des problèmes de *carence magnésienne* ou de déséquilibre K/Mg ont pu être décelés et corrigés efficacement. Dans le cas de l'absorption excessive de NH_4^+ , l'insuffisance magnésienne peut également apparaître sur le végétal, même en sol normalement pourvu en magnésium.

c) *Les oligo-éléments.*

Toute une zone maïsicole du Sud-Ouest s'est avérée carencée en *zinc* (W. ROUTCHENKO, 1961), notamment en sols à $\text{pH} > 6,5$ (A. DARTIGUES et E. LUBET, 1967), entraînant une réduction considérable de la croissance et l'absence d'épiaison. La Station a pu résoudre le problème par traitement du sol ou pulvérisation de sulfate de zinc et a mis au point les techniques de dosage du zinc (A. DARTIGUES, 1966 ; A. DARTIGUES et E. LUBET, 1968).

Nous parlerons d'autres oligo-éléments (cuivre, aluminium) à propos des terres de défriche.

d) *La fumure organique.*

Enfin, la fumure organique sous forme de fumier bien décomposé ou par la restitution au sol des parties aériennes (cannes) est recommandée avec les précautions soulignées ci-dessus. Dans le cas des sols à C/N élevé, nous avons été amené à conseiller la culture d'engrais verts (ray-grass, colza, seigle-vesce, selon les sols).

e) *La rotation des cultures.*

Dans de nombreuses zones, sont signalées des baisses de rendement (« fatigue » des sols) en cas de monoculture du maïs. Ce problème complexe ne peut être résolu uniformément et si la possibilité d'intoxication par les *produits phénoliques* (J. R. HENNEQUIN et C. JUSTE, 1967) provenant de la décomposition des cannes de maïs peut être une des causes de ce phénomène, notamment sous conditions en dessous de l'optimum, d'autres raisons (structure dégradée, mauvaises conditions de préparation du sol, de semis ou de récolte, envahissement par les plantes adventices) peuvent également intervenir dans d'autres cas. De toutes façons, une rotation laissant une place suffisante à l'herbe (prairie temporaire) semble préférable, compte tenu cependant de l'aspect économique du problème. Le maïs reste tête d'assolement, précédant du blé ou d'autres céréales et succédant à lui-même ou à : a prairie temporaire.

2° Sur défriches

a) Les sols des Landes de Gascogne.

L'extension et la transformation complète des techniques de culture du maïs sur le plateau landais n'ont été possibles que par l'expérimentation menée dès 1954 par les pionniers (C. E. T. A. de la Grande Lande), en collaboration avec la Station d'Agronomie, dans les zones de défriche récente en lande humide (J. DELMAS, 1958).

Il s'agit ici de sols sableux acides ($\text{pH} < 5$) de type podzol humoferrugineux ou humique, très pauvres en éléments minéraux des plantes et contenant une matière organique de type mor à C/N très élevé. De très nombreux problèmes se sont posés aux agriculteurs et aux chercheurs pour la mise en valeur de tels sols ; nous ne pouvons ici qu'en résumer brièvement les principaux aspects :

— *Le profil.* — L'existence d'un horizon induré de type « alios » (B des podzols) a nécessité un approfondissement de la couche exploitable par *sous-solage* avec destruction de cet alios et *drainage* concomitant. Ces sols sont en effet gorgés d'eau une partie de l'année. L'abaissement du plan d'eau s'avère nécessaire pour l'évacuation des eaux en excès.

— *La texture et la fertilisation.* — L'absence de colloïdes argileux et de limon rend impossible la rétention de l'eau, entraînant une non-satisfaction des besoins du maïs et imposant l'irrigation (juillet-août). Celle-ci conduit à l'établissement du fractionnement de la fumure, notamment pour N et K, qui doit tenir compte des caractères de la texture et des normes de l'irrigation.

— *Le magnésium et les oligo-éléments.* — Ces sols sont dépourvus de magnésium, de cuivre et sont très pauvres en bore et en molybdène, alors que les taux de fer et d'aluminium sont excessifs, notamment dans les horizons illuviaux. Aucune production valable n'a pu être obtenue en l'absence d'apports cupriques et magnésiens, ceux-ci pouvant être effectués en une fois pour plusieurs années.

La présence, dans l'horizon B, de fer et surtout d'aluminium en très grande quantité s'explique par un double processus de mobilisation chimique (Fe) et biologique (Al) (C. JUSTE, 1965) par l'intermédiaire des complexes organo-métalliques synthétisés dans les sols (Fe) ou dans les plantes (Al).

L'aluminium est présent sous forme échangeable ou mobile à un taux élevé en raison de la forte acidité de ces sols et conduit à une toxicité marquée (C. JUSTE et M. HAMADI, 1963 ; P. DUTIL et C. JUSTE, 1964). La correction de l'acidité par apport d'amendements calciques à doses élevées s'impose donc pour plusieurs raisons. Elle permet de réduire l'acidité et la mobilité de Al et de supprimer les risques de toxicité qui en résultent. Elle assure par ailleurs les besoins en Ca non couverts par les teneurs du sol.

Beaucoup d'autres problèmes concernent ces sols — depuis celui de l'abaissement nécessaire du C/N jusqu'à celui du risque d'érosion éolienne en zones non protégées — mais nous ne pouvons nous étendre davantage.

b) Les sols de défriche de touyas.

Dans l'extrême Sud-Ouest, au-dessus des terres qui fournissent les rendements en maïs les plus élevés (plus de 100 q/ha est courant), il existe des zones de friches,

pâtures communales, anciens bois dégradés, qui occupent 30 à 40 000 ha dans le département des Basses-Pyrénées. Ces friches reposent sur des substrats géologiques divers : flysch crétacé (J. DELMAS et P. DUTIL, 1964) et gneiss au Pays basque, cailloutis du pliocène, alluvions anciennes des gaves en Béarn.

Les sols développés sur ces formations ont été étudiés par la Station de Bordeaux depuis 1961 (J. DELMAS, 1961) et ont fait l'objet de nombreuses recherches qui ont permis de définir leurs caractéristiques et leur potentialité (A. DARTIGUES, J. DELMAS et P. DUTIL, 1963). Ce sont des sols bruns acides, de pH inférieur à 5, très argileux et limoneux, contrairement aux sols des Landes de Gascogne, et riches en matières organiques. Comme les sols de landes, les « touyas » sont riches en Fe et Al et l'on y retrouve, à un niveau plus élevé, la *toxicité* provoquée par ce dernier élément. Cette toxicité a été la cause des échecs de culture du maïs avant sa mise en évidence (C. JUSTE et M. HAMADI, 1963) et jusqu'à ce qu'une technique appropriée de *chaulage* et de fertilisation ait pu être définie et expérimentée par la Station de Bordeaux (C. JUSTE et P. SOLDA, 1964).

Les apports de chaux doivent être importants, en fonction des taux d'argile et de matières organiques (touyas sur flysch : 2 500 kg de CaO/ha — chaux magnésienne — en première année, puis 1 000 kg les années suivantes). Un supplément de rendement de 186 q/ha de maïs en 4 ans a été obtenu avec 4 000 kg de CaO/ha (C. JUSTE et al., 1968). Le chaulage permet une meilleure rétention de Mg et de K (M. CLAIRON, 1969).

Mais les touyas posent d'autres problèmes : carences en éléments majeurs (principalement en P), en Mg et souvent en B, Zn et Cu.

Ce sont des sols très riches en colloïdes mais dont la structure est instable : le travail du sol doit y être très soigné (sous-solage croisé à la mise en culture, labour dressé, sur sol bien ressuyé).

D'autres problèmes se posent pour ces sols argilo-limoneux : rétrogradation de NH_4 (P. DUREAU et al., 1965), nécessité de la rotation maïs-prairie à vérifier, etc... D'ores et déjà, la culture du maïs peut s'y faire d'une façon rentable en suivant les conseils que la Station peut fournir à la suite de ses travaux (J. DELMAS, 1969).

LES MÉTHODES DE DIAGNOSTIC

Les chercheurs de la Station se sont basés sur les techniques d'observation pédologique et du profil cultural ou l'analyse des sols, sur leurs recherches du dynamisme des éléments minéraux et de la matière organique et leurs études sur les complexes organo-minéraux (C. JUSTE, P. DUREAU, 1964 ; F. JACQUIN et al., 1965 ; C. COURPRON, 1967).

Par ailleurs, la Station fait largement appel à la plante (le maïs) comme élément de diagnostic. Une technique W. ROUTCHENKO (J. DELMAS et W. ROUTCHENKO, 1959-1965 ; W. ROUTCHENKO, 1967), portant sur l'analyse du suc de la nervure principale des feuilles d'un étage foliaire convenablement choisi, a permis dès les premiers stades de croissance, de préciser dans de nombreux cas la nature des troubles observés.

Un laboratoire, installé à Pau par la Station d'Agronomie, expérimente cette technique sur un certain nombre d'essais culturaux mis en place par l'A. G. P. M. pour répondre aux problèmes de nutrition qui se posent encore. La recherche du statut

minéral de la plante dans chaque cas et sa comparaison avec des normes de référence établies en fonction des variétés doit permettre d'apprécier la réponse de la plante aux divers traitements.

Son interprétation se fait avec la connaissance des facteurs écologiques. L'intérêt de cette méthode d'analyse dynamique des phénomènes de nutrition réside également dans la possibilité qu'elle fournit d'une intervention correctrice rapide dans un certain nombre de cas.

CONCLUSION

L'élévation des rendements du maïs et l'extension de sa culture à des zones jusque-là déshéritées ont été rendues possibles par la prise en considération des problèmes agronomiques et les recherches que la Station de Bordeaux a entreprises pour leur résolution.

La mise en lumière des particularités pédologiques et agrologiques et de l'existence de carences (Mg, Cu, Zn) et de toxicités naturelles (Al) ou provoquées (NH_4) a contribué au développement de cette culture dans le Sud-Ouest atlantique français.

Bien des problèmes restent à résoudre et il est probable que l'élévation du niveau de technicité, appliquée à des impératifs économiques plus qu'agronomiques, risquera de poser de nouvelles questions dans les prochaines années et de modifier quelque peu l'impact principal de la culture intensive du maïs.

L'irrigation généralisée, la recherche de variétés hybrides à très haut rendement et la mise au point de techniques efficaces de désherbage vont conduire à une évolution rapide du milieu dont les agronomes doivent se préoccuper.

Dès aujourd'hui, la Station est attelée à un problème difficile concernant les causes de la « germination sur pied », consécutive à un cycle climatique défini et liée à un type d'alimentation. Ce phénomène qui se produit en terres calcaires (Charentes) mais aussi en terrain neutre ou acide constitue un des sujets de recherches exigeant le fonctionnement d'une équipe rodée aux problèmes de nutrition du maïs.

Par cette note, nous avons voulu informer nos collègues scientifiques de diverses disciplines de nos problèmes et de ce que nous avons pu réaliser dans une région du globe où le maïs a pris une extension considérable et qui réserve aux chercheurs encore beaucoup de possibilités de réflexion et de travail.

RÉSUMÉ

Le Sud-Ouest aquitain, région traditionnelle de la culture du maïs en France, constitue une zone pilote pour la diffusion de la culture et des techniques de culture de cette céréale. La généralisation de l'utilisation des maïs hybrides, le développement des processus de lutte anti-parasitaire et la mécanisation de la récolte ont fait de la culture du maïs une des spéculations agricoles les plus dynamiques, dont les résultats (rendements, régularité, rentabilité) sont particulièrement remarquables dans la région aquitaine. Cependant, l'extension de la maïsiculture à de vastes zones en friches (landes sableuses, touyas argileux), dans des conditions soit écologiques soit édaphiques parfois assez loin de l'optimum, a posé de nombreux problèmes, notamment dans le domaine de la satisfaction des besoins nutritifs de la plante.

La Station d'Agronomie de Bordeaux (I. N. R. A., C. R. A. S. O., la Grande Ferrade) a été confrontée à ces problèmes, campagne après campagne, et a tenté de les résoudre. Elle a, pour cela, poursuivi des recherches dans le domaine de la détermination des causes d'insuccès, aussi bien sur des sols nouveaux (acidité, toxicité aluminique, carences cuprique et magnésienne) que sur des sols à culture traditionnelle (carence zincique, toxicité ammoniacale, acidité, nutrition azotée et potassique). Pour ce faire, la Station a mis en place un réseau d'expérimentation et recherché -- *in vitro* et *in situ* -- à définir par de nouvelles techniques de diagnostic les besoins nutritifs du maïs et les potentialités des milieux.

L'extension de la monoculture du maïs et de l'irrigation posent de nouveaux problèmes, que la Station d'Agronomie a inscrit à son programme actuel, en liaison avec les organismes professionnels (A. G. P. M.) et d'aménagements régionaux.

L'auteur présente, au nom de l'équipe dont il assume la direction, une vue synthétique du problème du maïs en zone atlantique française (région : Aquitaine). Il indique les techniques mises en œuvre au laboratoire et au champ, ainsi que les résultats obtenus par la Station de Bordeaux, et fournit des éléments d'appréciation susceptibles d'une confrontation avec les recherches d'autres unités spécialisées dans les domaines de la physiologie de la nutrition et de la fertilisation du maïs.

SUMMARY

CORN (Zea Mays) MINERAL NUTRITION PROBLEMS IN FRENCH AQUITANIAN SOUTH-WEST

Aquitanian South-West, a traditional region for corn culture in France, acts as a pilot area for the diffusion of the culture and cultural practices for this cereal. The generalizing of hybrids, the increasing pest and diseases prevention methods and harvest mechanization have made corn culture to be one of the most dynamic agricultural speculations. However, the extension of this crop to wide areas in waste lands (sandy « landes », clayey « touyas »), far sometimes from the optimum, has brought to numerous agronomical problems.

The Station d'Agronomie de Bordeaux (I. N. R. A., C. R. A. S. O., la Grande Ferrade) has faced these problems, and has intended to resolve them : researches in determination of the failure causes on such soils recently devoted to agriculture (acidity, Al toxicity, Cu and Mg deficiencies) as well as on traditional arable soils (Zn deficiency, NH_4 toxicity, acidity, N and K nutrition). For that purpose, the Station established experimental fields and researched -- *in vitro* and *in situ* -- to definite by new diagnosis techniques the nutritive needs of corn and of environment potentialities. The extension of this crop as a monoculture, and the extension of irrigation, creates new problems, which the Station of Agronomy placed on its actual program.

The Author presents, for the staff he assumes the direction, a synthetical view of the corn problems in French Atlantic area. He mentions the methods used in laboratory and field, as well as the obtained results and he gives estimative elements adaptable to a comparison with researches of other workers in different areas, in the field of corn physiology, nutrition and fertilizing.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASSOCIATION GÉNÉRALE DES PRODUCTEURS DE MAÏS. 1969. -- La culture du maïs, février 1969.
- CLAIRON (M.), 1969. -- Etude expérimentale de l'influence du chaulage sur la mobilité du magnésium et du potassium dans deux types de sols acides. Sc. du Sol (en cours d'impression).
- COURPRON (C.), 1966. -- Etude de la mobilité de la potasse appliquée à un sol sablo-humifère des Landes de Gascogne. C. R. Acad. Agr., 5, 10, 66, 958-963.
- COURPRON (C.), 1967. -- Détermination des constantes de stabilité des complexes organo métalliques des sols. Ann. Agron., 18, 6, 1967, 623-638.
- DARTIGUES (A.), DELMAS (J.) et DURU (P.), 1961. -- Les « sols de touyas » des Basses-Pyrénées. Caractères pédologiques, agronomiques et possibilités de mise en valeur. -- Congrès A. F. A. S., Rennes, 1963. *Revue Gén. des Sc.*, t. LXXI, n° 9-10, 1964, 267-284.
- DARTIGUES (A.), 1966. -- Application d'une technique simple pour le dosage chimique du zinc dans les sols et les végétaux. Ann. Agron., 1966, 17 (1.), 75-89.

- DARTIGUES (A.), LUBET (E.), 1967. — Relation entre le pH du sol et la manifestation de la carence en zinc du maïs dans un secteur du Bassin de l'Adour. Possibilités et limites d'un diagnostic par l'analyse du sol. *Ann. Agron.*, 1967, 18 (3), 285-299.
- DARTIGUES (A.), LUBET (E.), 1968. — Résultats d'expérimentations culturales sur la carence et la toxicité du zinc dans quelques sols du Sud-Ouest. *Bull. A. F. E. S.*, n° 5, sept.-oct. 1968, 19-31.
- DELMAS (J.), 1955. — Landes de Gascogne, terres de sable. *Agriculture*, 164, janvier 1955, 3-7.
- DELMAS (J.), 1959. — Recherches sur la mise en valeur des sols sableux des Landes de Gascogne. Congrès Rech. Agron., Rome, mai 1959, 1079-1083.
- DELMAS (J.), ROUTCHENKO (W.), BAUDEL (C.), 1959. — Contrôle de la nutrition des plantes par l'analyse minérale du suc. *C. R. Acad. Agr.*, 25.11.59, 796-802.
- DELMAS (J.), 1961. — Les sols du Bassin de l'Adour et plus particulièrement les sols de landes et de touyas. Journées A. N. P. E. A., 19-20.10.1961.
- DELMAS (J.), DUTIL (P.), 1964. — A propos d'une unité pédologique dans la région des Basses-Pyrénées : les sols de touyas développés sur le flysch crétaé du piémont pyrénéen. Caractères généraux et conditions de mise en valeur. *Sc. du Sol*, n° 2, 1^{er} semestre 1964, 43-52.
- DELMAS (J.), 1969. — La mise en valeur des touyas des Basses-Pyrénées. — Congrès Soc. Savantes, Pau, 8-12.4.1969 (en cours d'impression).
- DUREAU (P.), JUSTE (C.), DUTIL (P.), 1966. — L'importance de l'ammonium rétrogradé dans quelques sols acides du Sud-Ouest atlantique. *Ann. Agron.*, 1966, 17 (2), 189-194.
- DUTIL (P.), JUSTE (C.), 1964. — Phytotoxicité de l'aluminium dans les sols des Landes, en relation avec la présence d'abios à faible profondeur. *C. R. Acad. Agr.*, 11.3.64, 434-441.
- HENIN (S.), FEODOROFF (A.), GRAS (R.), MONNIER (G.), 1960. Le Profil cultural. Principes de physique du sol. Soc. Edit. Ing. Agr., Paris, 1960.
- HENNEQUIN (J. R.), JUSTE (C.), 1967. — Présence d'acides phénols libres dans le sol. Etude de leur influence sur la germination et la croissance des végétaux. *Ann. Agron.*, 1967, 18 (5), 545-569.
- JACQUIN (F.), JUSTE (C.), DUREAU (P.), 1965. — Contribution à l'étude de la matière organique des sols sableux des Landes de Gascogne. *C. R. Acad. Agr.*, 8.12.65, n° 18, 1190-1197.
- JUSTE (C.), HAMADI (M.), 1963. — Quelques observations relatives aux taux d'aluminium échangeable des sols de touyas. *Bull. A. F. E. S.*, n° 10, octobre 1963, 437-441.
- JUSTE (C.), HAMADI (M.). — Acidité et aluminium échangeable de quelques sols du Sud-Ouest atlantique. *C. R. Acad. Agr.*, 23.1.63, 131-138.
- JUSTE (C.), DURFAU (P.), 1964. — Etude par spectroscopie infrarouge de différentes fractions d'acide humiques extraites d'un podzol-humo-ferrugineux développé sur sable quartzeux. *C. R. Acad. Sc.*, t. 259, 612-614.
- JUSTE (C.), SOLDA (P.), 1964. — Influence du chaulage sur la phytotoxicité de l'aluminium mobile d'un sol de défriche riche en colloïdes minéraux. *Ann. Agron.*, 1964, 15 (1), 5-22.
- JUSTE (C.), 1965. — Contribution à l'étude de la dynamique de l'aluminium dans les sols acides du Sud-Ouest atlantique : application à leur mise en valeur. Thèse, Nancy.
- JUSTE (C.), SOLDA (P.), LABORDE (A.), DARRIGRAND (M.), 1968. — Le chaulage et la mise en valeur des sols acides de défriche des Basses-Pyrénées : résultats d'un essai de longue durée. *C. R. Acad. Agr.*, 28.2.68, 290-296.
- ROUTCHENKO (W.), 1961. — Détermination d'une carence en zinc sur maïs. *C. R. Acad. Agr.*, 11.10.61, 739-741.
- ROUTCHENKO (W.), DELMAS (J.), 1962. — Contribution à l'étude des variations de la composition minérale du suc de maïs soumis à deux types d'alimentation azotée (l'une totalement nitrrique, l'autre totalement ammoniacale). *C. R. Acad. Sc.*, t. 254, 13.6.62, 4199-4201.
- ROUTCHENKO (W.), DELMAS (J.), 1963. — Etude de l'action des apports localisés d'engrais sur maïs. *C. R. Acad. Agr.*, 23.1.63, 131-138.
- ROUTCHENKO (W.), 1964. — Problèmes de la fertilisation azotée du maïs dans le Sud-Ouest aquitain. B. T. I., n° 186, janvier 1964.
- ROUTCHENKO (W.), 1964. — Recherche d'une base d'interprétation de l'analyse végétale en vue de l'appréciation de la fourniture par le milieu et de l'utilisation par les plantes des éléments minéraux. Colloque Europ. Contrôle Nutrition Minérale et Fertilisation, Montpellier, 70-78, oct. 1964.
- ROUTCHENKO (W.), 1967. — Appréciation des conditions de la nutrition minérale des plantes basée sur l'analyse des sucres extraits des tissus conducteurs. *Ann. Agron.*, 1967, 361-402.

THE STATUS OF FERTILIZER TRIALS WITH CORN IN JAMAICA

HUGH PAYNE (1)

ABSTRACT

A summary is given of all the fertilizer investigations on corn which have been carried out in Jamaica from 1938 to 1968. A great deal more experimental detail is included than is usual for a review paper, since little published work is available.

Investigations by Government, the University of the West Indies and the Fertilizer Industry are grouped according to soil type, which forms the basis for discussion and evaluation. The majority of corn fertilizer trials have been located on the bauxite soils — St-Ann Clay Loam and Chudleigh Clay. However, information is also given for corn fertilizer trials on Deepdene Clay, Wirefence Clay Loam, Brysons Clay Loam, Newell Loam, Carron Hall Clay, Belfield Clay, Caymanas Sandy Loam and Caymanas Clay Loam.

INTRODUCTION

Little published information is available on the fertilizer requirements of corn grown in Jamaica. What information is available is usually in the form of Annual Reports or bulletins, no single volume of which gives a complete picture of a fertilizer trial or series of trials.

This paper attempts to summarize and discuss all the fertilizer investigations with corn which have been carried out in Jamaica for the period 1938 to 1968. Because of the scarcity of published material, considerably more experimental detail is included than is usual or desirable for a review paper. The majority of investigations have been undertaken by departments of the Ministry of Agriculture and Lands such as the Agricultural Chemistry Division and Agronomy Division. More recently, however, the Faculty of Agriculture of the University of the West Indies and fertilizer industry representatives have also contributed. Since the soil types upon which corn fertilizer trials have been located vary widely in their method of origin, and in their physical and chemical properties, it would appear advisable that the results should be discussed in relation to soil type. Accordingly, regardless of source of material, all

(1) *Agronomist, Antilles Chemical Company, Jamaica.*

investigations on the fertilizer requirements of corn are grouped according to soil type, even though this approach sometimes requires the segmentation of a particular series of investigations involving more than one soil type.

CORN FERTILIZER TRIALS GROUPED ACCORDING TO SOIL TYPE

Fertilizer experiments with corn were first started in Jamaica in 1938, following inception of the Colonial Development Fund Scheme for Fertilizer Investigations with Food Crops. The first information to become available applied to the « red dirt » or bauxite soils of limestone areas.

CHUDLEIGH CLAY LOAM, NO. 73

In experiments conducted at Grove Place in 1938 and 1939, INNES (1) found that only applications of potash gave significant increases in the yield of corn (Appendix 1, Table 1 *a*). The optimum potash application was 2 cwt sulphate of potash per acre, no further increase in yield being given by 4 cwt sulphate of potash per acre.

The influence of potash manuring on yield of corn was partly explained by its effect on increasing the proportion of plants which produced cobs (Appendix 1, Table 1 *b*).

With the decreasing availability of sulphate of potash, interest shifted to the use of muriate of potash. In 1940, an experiment showed that significant increases in yield resulted from an application of 1 cwt muriate of potash per acre (Appendix 1, Table 2). In the same year, sub-treatments of a spacing trial (2) compared sulphate of potash and muriate of potash as sources of potassium. The sub-treatments were (*a*) no manure (*b*) muriate of potash at 200 lb/acre (*c*) sulphate of potash at 240 lb/acre. Statistical analysis (Appendix 1, Table 3) showed that the yield of shelled corn per acre was increased by potassium, but that there was no difference between the effect of muriate of potash and that of sulphate of potash.

No further trials were laid down on this soil type until 1944, when an attempt was made to estimate the effect of farmyard manure (F. Y. M.) applied at different rates and at different times on a Soya Bean — Corn rotation at Grove Place (3). There were 8 main F. Y. M. treatments, each of which was split to test ploughing in against leaving on the surface. Each treatment was again split to test the effect of adding a fertilizer dressing. The trial was continued for two cycles, the first lasting from 1944 to 1947 and the second from 1948 to 1951. Data for the first cycle are shown in Appendix 1, Tables 4 *a* and 4 *b*. Results from the second cycle confirmed those of the first. It was found that the application of F. Y. M. at rates equivalent to 6.8 or 12 tons per acre per year increased the average yields of corn by 100 to 200 %. There was no apparent advantage gained from ploughing in the manure as compared to leaving it on the surface. Yearly applications of F. Y. M. gave better results than 1 1/2 yearly, 2 yearly or 4 yearly applications of the same total dosage. An NPK mixture of fertilizer (consisting of 4 cwt sodium nitrate, 2 cwt 18 % superphosphate and 1 1/2 cwt muriate of

potash per acre annually) gave increases of nearly 200 % in the absence of F. Y. M., and even in the presence of F. Y. M. it gave increases of the order of 50-75 %.

During the period 1951-53, a series of corn fertilizer demonstration experiments was carried out under the supervision of the Agricultural Chemistry Division of the Department of Agriculture (4). There were 5 treatments at each site, as shown in Table 1.

TABLE 1
Treatments used in Corn Fertilizer Demonstration Experiments

Treatment	Nutrients supplied per acre (lb)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0
N ₀ P ₁ K ₁	0	108	176
N ₁ P ₀ K ₁	127	0	176
N ₁ P ₁ K ₀	127	108	0
N ₁ P ₁ K ₁	127	108	176

The number of sites on each soil type represented the number of replicates for that soil.

On Chudleigh Clay Loam there were 23 experimental sites which provided data which were considered reliable (1). Results are shown in Appendix I, Table 5. A seasonal difference in the response to nitrogen was apparent, a significant yield increase being obtained in Spring but not in Fall plantings. The application of phosphate fertilizer decreased the yields in the Fall planting of 1953 and may also have resulted in a slight decrease in yield in Spring 1952. The application of potash resulted in a considerable increase in yield. In 1956-57, in an experiment at Grove Place (2), the yields of sulphate of ammonia plots were higher than those of urea plots (Appendix I, Table 6). A later trial on Bryson Clay Loam, however, showed no difference between urea and sulphate of ammonia (Appendix 3, Table 3 a).

In the Fall of 1963, a comparison was carried out at Grove Place (7) between corn yields from the standard fertilizer recommended by the Agricultural Chemist (2 cwt each of sulphate of ammonia and muriate of potash) and yields from 500 lb of a 12-18-8 fertilizer (to which 20 lb magnesium and 40 lb manganese were added) plus 150 lb sulphate of ammonia and 150 lb muriate of potash per acre. There was no difference in yield resulting from a difference in fertilizer treatments.

During the 1967-68 season, three experiments were carried out on this soil type as part of the University of the West Indies Regional Field experimental Programme (3). The objective of the trials was to assess the response of maize to the application of fertilizers and also to obtain information for the development of soil fertility vs. crop response correlation curves. The variety X304, developed by Pioneer Hi-

(1) Unpublished. C. W. HEWITT, V. A. L. SARGEANT and H. PAYNE. Report on Corn Fertilizer Demonstration Experiments in Jamaica. Department of Agriculture, Jamaica

(2) Unpublished. Department of Agriculture, Jamaica.

(3) Unpublished. G. W. MORGAN. Report on the U. W. I. Maize Soil Fertility Experiments, Jamaica. Regional Field Experimental Programme, Department of Soil Science.

Bred Corn Company was used at all sites. The design was a central composite type with 17 treatments.

The levels of nitrogen, phosphorus and potassium tested are shown in Table 2.

TABLE 2*

Nitrogen		Phosphorus		Potassium	
Level	Lb N/Ac.	Level	Lb P ₂ O ₅ /Ac.	Level	Lb K ₂ O/Ac.
N ₀	0	P ₀	0	K ₀	0
N ₁	10.4	P ₁	7.0	K ₁	14.4
N ₂	40.0	P ₂	27.0	K ₂	55.0
N ₃	69.6	P ₃	47.0	K ₃	95.7
N ₄	80.0	P ₄	54.0	K ₄	110.0

Statistical analyses were only possible for two of the experiments on this soil type. Results of the experiments at Keynsham and at Grove Place are shown in Appendix 1, Table 7.

No real difference in yield could be related to any treatment.

DISCUSSION

The application of potassium appears to be the main requirement for increased yields of corn on the brown bauxite soil, Chudleigh Clay Loam. This conclusion is in agreement with the low levels of extractable potassium usually obtained with this soil. The most economic level of application has not been closely fixed, but would appear to lie between 67 and 134 lb K₂O per acre.

Response to nitrogen is less frequent and more variable. One series of trials indicates that response is influenced by season, increased yields being obtained in Spring but not in Fall plantings.

In no trial has a response been obtained from application of phosphorus, and in one series of trials a significant depression in yield was obtained. Lack of response to applied phosphorus, despite medium-low extractable soil phosphorus levels, may be explained by fixation of the applied phosphorus in the surface soil by iron and aluminium, since in all trials phosphorus was applied to the soil surface usually several weeks after planting. It is difficult, however, to explain a depression in yield, unless the applied phosphorus reacted with another nutrient, for example zinc, to reduce its availability below a critical level. Despite the relatively large number of trials with corn on this soil type, it might be desirable to lay down additional trials involving the placement of phosphate at time of planting.

* Adapted from « Report on the 1967 U. W. I. Maize Fertility Experiments, Jamaica », by G. W. MORGAN.

ST. ANN CLAY LOAM, MAP NO. 78

During the period 1951-53, reliable data were obtained for 60 sites where corn fertilizer demonstration plots were laid down on this red bauxite soil (¹). The treatments used on these plots are shown in Table 1. Appendix 2, Tables 1 *a* and 1 *b* contain yield data tabulations and significant differences for acid and alkaline red bauxite soils respectively. The relationship between the original nutrient status of the soil and response to fertilizer is also indicated in these Tables.

On acid red bauxite soils there was no response to the application of nitrogen. On Alkaline soils, however, nitrogen increased the yield of shelled corn. On acid soils, the application of phosphorus was associated with a highly significant increase in the yield of corn. This yield increase was independent of the initial phosphate status of the soil. On alkaline soils, however, the effect of phosphate fertilizer seemed to be related to the initial phosphate status of the soil. Alkaline soils with extractable phosphorus within the limits 0-30 p. p. m. P_2O_5 (Truog's Method) responded well to applications of phosphate fertilizer. The yield of corn on alkaline soils with a higher phosphate status (30-60 p. p. m. P_2O_5) was not influenced by the application of phosphorus. If the data for all alkaline soils are considered together, the yield of corn is not related to applications of phosphate fertilizer.

Potash fertilization increased the yield of corn on both acid and alkaline red bauxite soils. Regardless of soil reaction, applied potash increased yields to a greater extent on soils containing less than 80 p. p. m. K_2O than on soils with a higher potash status.

In the 1958-59 season, a fertilizer trial was carried out at Goshen on St-Ann Clay Loam, one of the two arable soils present on this farm (6). This experiment was one of a series of trials planned to determine the fertilizer requirements of the farm on which yields were poor despite the use of fertilizer. The design was a 3 (³) NPK factorial one, with plots split for nitrogen applied all at planting or nitrogen applied half at planting and half at the early tasselling stage. Results are contained in Appendix 2, Table 2. The population at reaping for the upper level of application of potash was lower than that of both the control level and the lower level. The number of ears reaped was greater for the upper level of phosphate application than for the nophosphorus level. However, there were no apparent responses in either the weight of ears or the weight of grain to any of the levels of application of the fertilizer used. There was no response in terms of any of the factors measured to the method of application of nitrogen. There was no indication of a significant interaction either between the fertilizers or between the method of application and the fertilizers.

In the Spring of 1959, a trial was laid down at Southampton on land owned by Kaiser Bauxite Company (6). The design was the same as for the Goshen trial. Results are contained in Appendix 2, Table 3. Despite low yields resulting from a severe outbreak of the Fall armyworm, highly significant yield increases were obtained from the application of either 1 or 2 cwt muriate of potash per acre ; however, there was no difference between the yields at these two levels of potash. There was no

(¹) Unpublished. C. W. HEWITT, V. A. L. SARGEANT and H. PAYNE. Report on Corn Fertilizers Demonstration Experiments in Jamaica. Department of Agriculture, Jamaica.

response to applications of nitrogen or phosphate, and there was no yield difference resulting from putting on nitrogen in one or in two applications.

In the Fall of 1967, 3 experiments were laid down on this soil type as part of the U. W. I. Regional Field Experimental Programme (1). The objectives design and treatments used were the same as for Chudleigh Clay Loam. Statistical analyses were only possible for two of the experiments on this soil type (Appendix 2, Table 4) and no real differences could be related to any treatment.

DISCUSSION

Additional potassium appears to be the major nutrient requirement for corn grown on the red bauxite soil, St-Ann Clay Loam. As with brown bauxite soils, the most economic potash application would seem to lie between 67 and 134 lb K₂O per acre.

Yield responses to nitrogen and phosphorus have only been obtained in the corn demonstration series. In the case of nitrogen, response appears to have been restricted to the alkaline sites of this soil type, while in the case of phosphorus, response was largely limited to the acid sites.

The soil is low in extractable phosphorus and symptoms of phosphorus deficiency are often observed in the field especially in the early stages of growth. Lack of consistent yield response to phosphorus is difficult to explain, despite the high phosphate-fixing capacity of the soil, since in some of the trials e. g. those at Goshen and Southampton, the phosphate was placed in a band near the root zone. Other crops on the same soil type have responded greatly to the application of phosphate.

DEEPDENE CLAY, NO. 98

In the Fall of 1966 an experiment was laid down on a soil tentatively mapped as Deepdene Clay as part of a co-operative programme between Trelawny Estates and Antilles Chemical Company.

The design was a 3 (3) NPK factorial. The levels of fertilizer used are shown in Table 3.

TABLE 3

Levels of Nitrogen, Phosphorus and Potassium

Lbs N/Per acre			Lbs P ₂ O ₅ Per acre			Lbs K ₂ O Per acre		
N ₁ 0	N ₂ 50	N ₃ 100	P ₁ 0	P ₂ 50	P ₃ 100	K ₁ 0	K ₂ 67	K ₃ 134

(1) Unpublished. G. W. MORGAN. Report on the 1967 U. W. I. Maize Soil Fertility Experiments, Jamaica. Regional Field Experimental Programme, Department of Soil Science.

The total yields for each factor level (Bushels of shelled corn per acre) are contained in Appendix 3, Table 1 *a*.

Analysis of variance showed that the application of 50 lbs N per acre and 100 lbs N per acre resulted in higher yields than the no-nitrogen level. Yield from the application of 100 lbs P₂O₅ per acre was greater than that from 50 lbs P₂O₅ per acre, which in turn was greater than that from the no-phosphorus level. The upper level of potash was associated with higher yields than the lower potash level. There was a significant interaction between nitrogen and phosphorus.

This trial was followed in the 1967-68 season by another experiment ⁽¹⁾ on an associated soil which appears transitional between Deepdene Clay and Bryson Clay Loam, Map No. 207. The design was a 3 ⁽³⁾ NPK factorial, and the levels of fertilizer used are shown in Table 4.

TABLE 4
Levels of Nitrogen, Phosphorus and Potassium

Lbs N per acre			Lbs P ₂ O ₅ per acre			Lbs K ₂ O per acre		
N ₁ 60	N ₂ 90	N ₃ 120	P ₁ 50	P ₂ 100	P ₃ 150	K ₁ 0	K ₂ 70	K ₃ 140

The results are contained in Appendix 3, Table 1 *b*. The analyses of variance disclosed no significant differences in yield between the levels of nitrogen, phosphorus and potassium, nor between the NP, NK, PK and NPK interactions. Duncans Multiple Range Test was also done for all factors and no significant differences were found.

In this second trial, the mean yields of shelled corn for all treatments were very low, ranging from 23.7 bushels to 33.1 bushels per acre. The low yields and lack of response to treatment may be attributed to severe drought conditions during the 7th to 31st days after planting and again during the 54th to 85th days after planting.

WIREFENCE CLAY LOAM, MAP NO. 32

In the Fall of 1967, two experiments were laid down on Wirefence Clay Loam as part of the U. W. I. Regional Field Experimental Programme ⁽²⁾. The objectives, design and treatments used are the same as for Chudleigh Clay Loam. Statistical analysis was only possible for the site at Harewoods, and the results are contained in Appendix 3, Table 2. No real difference could be related to any treatment.

⁽¹⁾ Unpublished. H. PAYNE. Corn Fertilizer Trials at Trelawny Estates. Antilles Chemical Company Jamaica.

⁽²⁾ Unpublished. G. W. MORGAN. Report on the 1961 U. W. I. Maize Soil Fertility Experiments, Jamaica. Regional Field Experimental Programme, Department of Soil Science.

BRYSON CLAY LOAM, MAP NO. 207

Sow corn yields on this soil type at Goshen, despite the use of fertilizers, led to a fertilizer trial in the 1956-57 season comparing 4 levels on nitrogen and 2 levels of potash. The plots were split for source of nitrogen, urea being compared with sulphate of ammonia.

No differences in yield resulted from differences in fertilizer treatment (Appendix 3, Table 3 *a*). The source of nitrogen did not influence yield, there being no difference in the dry cob weights of the urea and sulphate of ammonia plots.

Continued lack of response to fertilizer led to another trial in the 1957-58 season, testing 3 levels each of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium⁽¹⁾. The calcium was harrowed in before planting, while, N, P, K and Mg were applied at planting in a band a few inches from the plants.

Extremely poor yields and high standard error caused this trial to be most inconclusive, although the yield at the highest nitrogen level was 119 % of that of the control (Appendix 3, Table 3 *b*).

In order to test whether a micronutrient deficiency might be limiting yields on this soil type, a green-house pot culture experiment using corn as the indication plant was laid down in the Fall of 1959⁽²⁾. The subtractive techniques used by Webb in Gambia was adopted. There were 14 treatments each replicated 4 times. The objective of this trial was to determine the potential of the soil type Bryson Clay Loam to supply each of 12 essential mineral elements, so as to make possible the national planning of corn fertilizer field trials at Goshen. The influence of any particular nutrient or yield of corn was tested by the omission of that nutrient from a complete nutrient solution.

The results of statistical analysis are shown in Appendix 3, Table 3 *c*. Phosphorus was the nutrient, the omission of which was associated with the greatest reduction in weight of the whole corn plant. Other nutrients the omission of which appeared to be associated with yield reductions were nitrogen, molybdenum, and possibly also boron, zinc and potassium.

The results of this greenhouse works have not yet been tested in the field. It is suggested that future trials on Bryson Clay Loam should involve the testing of the elements listed.

NEWELL LOAM, MAP NO. 67

In the Spring of 1959, a corn fertilizer trial was laid down on this soil type at Southampton, property of Kaiser Bauxite Company (6). A 3⁽³⁾ N, P, K factorial design was adopted, with plots split for nitrogen applied all at planting or nitrogen applied half at planting and half at the early tasselling stage.

Results of statistical analysis are shown in Appendix 3, Table 4.

⁽¹⁾ Unpublished data. Agricultural Chemistry Division, Ministry of Agriculture and Lands, Jamaica.

⁽²⁾ Unpublished data. H. PAYNE and R. CHEN. Pot Culture Experiment with Corn on Bryson Clay Loam. Agricultural Chemistry Division, Ministry of Agriculture and Lands, Jamaica.

The plant population at reaping was significantly higher in the presence of applied potash, but was not affected by either nitrogen or phosphate. Application of both phosphate and potash increased the number of cobs per acre, the weight of cobs per acre and the weight of shelled corn per acre. There was no advantage in increasing the phosphorus and potassium levels above 1 1/2 cwt of 18 % superphosphate and 1 cwt of muriate of potash respectively. There was no response to the application of nitrogen. However, nitrogen applied in two applications appeared to give a greater number and weight of cobs, as well as weight of grain, than nitrogen applied in one application only at planting. There was no evidence of interaction between any of the treatments.

CARRON HALL CLAY, MPA NO. 94

In the 1951-53 corn fertilizer demonstration series ⁽¹⁾, highly significant increases in the yield of corn were obtained by the application of nitrogen and phosphate fertilizers (Appendix 3, Table 5). There was no response to potash on this soil type, soil analytical data for which indicate a high to medium potash status and a low to medium low phosphate status.

BELFIELD CLAY, MAP NO. 41

In the 1951-53 corn fertilizer demonstration series, the application of phosphate fertilizers resulted in a considerable increase in corn yields (viz. at 1 % Level). An increase in yield was also obtained by the use of nitrogen (viz. at 5 % Level) — Appendix 3 Table 6. There was no response to potash on this soil, analytical data for which indicate a medium high to medium potash status and low to medium phosphate status.

SOIL REGIONS

The 1951-53 corn fertilizer demonstration series also provided information on the fertilizer requirements of soil regions in Jamaica where there was an insufficient number of plots on any particular soil type for statistical analyses to be carried out for each soil. For example, striking responses to application of potash were obtained in the Lower Trelawny regions, in the Duncans — Clarks Town — Duanvale districts (4).

CAYMANAS SANDY LOAM, MAP NO. 128 AND CAYMANAS CLAY LOAM, MAP NO. 127

Until recently, no fertilizer trials with corn had been carried out on irrigated recent alluvial soils. In the Spring of 1965, an experiment with Sweet Corn was laid

⁽¹⁾ Unpublished. C. W. HEWITT, V. A. L. SARGEANT and H. PAYNE. Report on Corn Fertilizer Demonstration Experiments in Jamaica. Department of Agriculture, Jamaica.

down at Twickenham Park on the soil type Caymanas Sandy Loam ⁽²⁾. The design was a 2⁴ factorial, testing Zinc, manganese, magnesium and phosphorus, and a blanket application of nitrogen and potassium was applied. Results are contained in Appendix 3, Table 7. The application of 12 lb. Zinc Sulphate per acre was the only treatment to influence yields, increasing the total number and the total weight of ears obtained at the first reaping.

In the Fall of 1966 and of 1967, two trials were laid down at the Tropical Research Station of Pioneer Hi-Bred Corn Company on the recent alluvial soils Caymanas Sandy Loam and Caymanas Clay Loam respectively ⁽¹⁾. These trials were carried out as a co-operative project between Pioneer Hi-Bred Corn Company and Antilles Chemical Company. The variety of field corn used was the Pioneer hybrid, X304.

In the first trial, three levels each of nitrogen, phosphorus and potassium were tested, each plot being split for the presence and absence of zinc. The levels of each factor are shown in Table 5.

TABLE 5

Lbs N per acre			Lbs P ₂ O ₅ per acre			Lbs K ₂ O per acre			Lbs ZnSO ₄ /ac.	
N ₁ 75	N ₂ 125	N ₃ 175	P ₀ 0	P ₁ 50	P ₂ 100	K ₀ 0	K ₁ 67	K ₂ 134	Zn ₀ 0	Zn ₁ 15

The results of statistical analysis are contained in Appendix 3, Table 8 a.

Higher yields were obtained from the application of 125 lb and 175 lb of nitrogen than from 75 lb of nitrogen. There was no advantage in increasing the nitrogen application above 125 lb N. There were no responses to phosphorus, potassium nor zinc.

The second trial involved the testing of four levels of nitrogen and two each of phosphorus and potassium, each plot being split for two methods of application of fertilizer. The levels of each factor are shown in Table 6.

TABLE 6

Lbs N/acre				Lb P ₂ O ₅ /acre		Lb K ₂ O/acre		Method of Fertilizer Application	
N ₁ 125	N ₂ 150	N ₃ 175	N ₄ 200	P ₁ 0	P ₂ 77	K ₁ 0	K ₂ 67	M ₁ Single Preplant Broadcast of P & K	M ₂ 2 Applications. Preplant Broadcast & in row @ planting

⁽²⁾ Unpublished Report H. PAYNE, Nutritional Studies on Caymanas Sandy Loam. Agricultural Chemistry Division, Ministry of Agriculture and Lands, Jamaica.

⁽¹⁾ Unpublished data. H. PAYNE, Antilles Chemical Company, and S. SENGAJ, Pioneer Hi-Bred Corn Company.

The results of statistical analysis are contained in Appendix 3, Table 8 b.

The analysis of variance showed no significant differences in yield between the levels of nitrogen, phosphorus and potassium, nor between the methods of application of the fertilizer. There was no significant interaction between any of the treatments.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The response of corn to applications of fertilizer has varied greatly according to soil type.

Nitrogen applications as high as 125 lb N per acre may be economic on recent alluvial soils, but 50-75 lb N per acre would appear adequate for the majority of soils. Response to nitrogen varies a great deal, and may depend on a number of factors such as variety of corn, season of planting, period of cultivation and whether land has been in pasture. There may be little or no response to nitrogen under certain conditions.

With the exception of the recent alluvial soils, the majority of soils upon which experiments have been located are low in extractable soil phosphorus and might be expected to respond to phosphorus. Response to phosphate application, however, has been inconsistent.

Although responses have occurred on soils such as Belfield Clay and Carron Hall Clay, there has been no response on the brown bauxite soil and only occasional response on red bauxite soils. It is significant that in the majority of trials, phosphorus has been applied to the soil surface several weeks after planting. Under these conditions, response to phosphorus is unlikely on soils of high phosphate-fixing capacity. It is suggested that additional trials on soils high in iron and aluminium should be carried out, involving the placement of phosphorus near the root zone at time of planting. It is also possible that greater response to nitrogen may be obtained on these soils if phosphate is placed, because of a nitrogen-phosphorus interaction.

Response to potassium has followed the anticipated trend, soils testing low in this nutrient generally respond well.

ACKNOWLEDGMENTS

The writer wishes to express his gratitude to the staff of the Agricultural Economics Division of the Ministry of Agriculture and Lands for statistical analyses of the data for several experiments. He is also grateful to the Ministry of Agriculture and Lands and to the Faculty of Agriculture of the University of the West Indies for permission to include unpublished data.

BIBLIOGRAPHY

1. INNES (R. F.). — Preliminary notes on the manuring of maize on Jamaica « Red Dirt » (Terra Rossa Soils). *Journal, Department of Science and Agriculture, Jamaica, Aug.-Sept., 1940.*
2. — The spacing of maize on Jamaica « Red Dirt » (Terra Rossa Soils). *Journal of the Jamaica Agricultural Society, April, 1941.*
3. HEWITT (C. W.). — The effect of F. Y. M. with and without Fertilizers in a Food Crop Rotation on Terra Rossa Soil. *Bulletin 45, p. 65 and Bulletin 50, p. 60.* Department of Agriculture, Jamaica.

4. — Profitable production of Corn in Jamaica. Extension Circular No. 53, February 1954. Department of Agriculture, Jamaica.
5. MARTIN (E. R. H.). — Observation of Cultural and Fertilizer Treatments on Bauxite soil. *Bulletin 02*, pp. 32-34. Ministry of Agriculture and Lands, Jamaica.
6. — and H. PAYNE. — Fertilizer Trials. *Bulletin 58*, pp. 31-37. Ministry of Agriculture and Lands, Jamaica.

APPENDIX I

Data for Fertilizer Trials on Chudleigh Clay Loam, Map No. 73

TABLE 1 a

Manurial treatment	Yield in Bushels per acre			
	Spring '38	Autumn '38	Spring '39	Total increase over three crops
Control (No Potash)	20.0	12.0	10.5	—
2 cwt Sulphate of Potash/Ac.	26.0	16.6	53.0	53.1
4 cwt — — — — —	25.0	16.4	56.0	54.9
Significant Difference	5.2	3.3	3.7	—

TABLE 1 b

Manurial Treatment	No. of plants/plot		No. of plants produced as % of seed sown	No. of cobs/plot	No. of cobs per plot as % of seed sown
	Theoretical	Actual			
No Potash	506	222	43.8	74	19.5
2 cwt Sulphate of Potash/acre	506	349	68.9	228	60.2
4 cwt — — — — —	506	340	67.1	222	58.6
Significant Difference		24	4.7	23	4.6

TABLE 2

Manurial treatment (cwt Muriate of Potash/acre)	Yield of maize (Bushels per acre)
0	35.8
1	46.1
3	43.1
Significant Difference	6.3

TABLE 3

Manurial treatment	No. of cobs/acre	Net yield of shelled corn (Bushels/acre)
No Manure	9 080	31.6
Muriate of Potash	10 248	41.2
Sulphate of Potash	10 097	42.2
Significant Difference (.05 Level)	629	2.8

TABLE 4 a

F. Y. M. treatment	Yield of corn (lb/acre)
1) 6 Tons/acre each year	2 824
2) 48 Tons/acre every 4 years	2 808
3) 24 Tons/acre every 2 years	2 597
4) 18 Tons/acre every 1 1/2 years	2 540
5) 12 Tons/acre every 1 1/2 years	2 410
6) 24 Tons/acre every 4 years	2 408
7) 12 Tons/acre every 2 years	2 328
8) Control.....	1 918

TABLE 4 b

Fertilizer treatment	Yields (Bushels/acre) Method of applying F. Y. M.		Total
	Ploughed In	Left on Surface	
No Fertilizer	34.09	31.10	32.59
With Fertilizer	50.83	48.61	49.72
Total	42.46	39.86	41.16

Minimum difference for significance between methods of applying farmyard manure = 2.08 bushels.

TABLE 5

Mean Yield of Dry Shelled Corn in Bushels per Acre

Soil group : Potash status 0-90 p. p. m. K ₂ O	N ₀	N ₁	P ₀	P ₁	K ₀	K ₁	Sig. Dif.	
							.05 Level *	.01 Level **
All 3 Seasons	42.80	48.47	48.47	42.99	38.84	52.42**	6.01	8.00
Spring 1952	42.16	52.19**	48.02	46.33	42.83	51.52**	6.62	8.89
Fall 1953	46.38	47.34	53.15	40.58*	40.29	53.43*	11.01	15.23

TABLE 6

Yield in lb/acre		Significant Difference	
Sulphate of ammonia	Urea	.05 Level	.01 Level
3 844	3 436	274	377

TABLE 7

Results of 1967 U. W. I. Maize Soil Fertility Experiments at Keynsham and Grove Place

Treatment NPK Levels	Yield of shelled maize (15.5 % moisture) (lb/acre)	
	Keynsham	Grove place
111	2 596	2 850
113	3 685	2 850
131	3 530	3 920
133	3 703	3 394
311	2 595	3 975
313	3 350	4 501
331	2 487	3 902
333	3 067	3 884
022	3 703	4 138
422	2 813	3 666
202	2 360	4 058
242	3 285	4 257
220	2 565	3 848
224	3 013	3 594
222	2 686	3 503
222	3 503	4 229
222	3 105	3 430

APPENDIX 2

Data for Fertilizer Trials on St. Ann. Clay Loam, Map, N_o 78

TABLE 1 a

Acid Soils-Mean Yield of shelled Corn (Bushels per Acre)

Soil group	N ₀	N ₁	P ₀	P ₁	K ₀	K ₁	Sig. Dif.	
							.05 Level *	.01 Level **
All Acid Soils.....	26.49	25.98	22.95	29.52**	22.40	30.07**	4.14	5.50
Acid Soils with Potash status 35-80 p. p. m. K ₂ O	26.83	25.90	23.53	29.20*	21.04	31.69*	5.53	7.50
Acid Soils with Potash status 80-160 p. p. m. K ₂ O	29.88	32.44	25.87	36.46*	30.21	32.12	7.83	10.82
Acid Soils with Phosphate status 0-30 p. p. m. P ₂ O ₅	24.92	23.85	21.15	27.63*	20.79	27.99**	5.03	6.69
Acid Soils with Phosphate Status 30-60 p. p. m. P ₂ O ₅	25.40	24.04	20.04	29.40*	20.00	29.44**	8.44	11.83

TABLE 1 b

Alkaline Soils-Mean Yield of Shelled Corn (Bushels per Acre)

Soil group	N ₀	N ₁	P ₀	P ₁	K ₀	K ₁	Sig. Dif.	
							.05 Level *	.01 Level **
All Alkaline Soils	27.51	31.25**	29.38	32.38	27.16	34.60**	4.12	5.46
Alkaline Soils with Potash Status 35-80 p. p. m. K ₂ O	27.01	31.23*	27.19	31.05	25.00	33.24**	4.04	5.37
Alkaline soils with Potash Status 80-160 p. p. m. K ₂ O	32.40	50.40*	43.00	39.80	37.08	45.72	16.90	23.70
Alkaline Soils with Phosphate Sta- tus 0-30 p. p. m. P ₂ O ₅	26.86	32.57*	26.54	32.89*	27.39	32.04	4.78	6.38
Alkaline Soils with Phosphate Sta- tus 30-60 p. p. m. P ₂ O ₅	29.56	34.96	34.35	30.17	23.21	41.31*	13.69	19.19

TABLE 2

Corn fertilizer Trial-Goshen

	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂	Sig. Dif.		Sig. Dif.	
										.05 level	.01 level	A ₁	A ₂
Population at reaping Plants/acre.....	17 289	17 276	16 691	17 188	16 805	17 262	17 457	17 316	16 482	720	1 090	16 993	1 099
No of ears reaped per acre	10 332	10 177	9 808	9 579	10 154	10 594	9 774	10 715	9 828	959	1 453	9 931	814
Weight of ears reaped cwt/acre.....	33.76	33.21	32.85	31.95	33.25	34.62	31.45	34.74	33.63	3.30	4.84	32.90	2.12
Weight of grain corrected to 13 % moisture con- tents (cwt/acre).....	22.04	21.73	21.13	20.78	21.38	22.74	20.57	22.42	21.91	2.12	3.21	21.50	1.08
										2.12	3.21		1.47

* Indicate difference significant at .05 level.

TABLE 3

Corn Fertilizer Trial on St-Ann Clay Loam-Southampton

	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂	Sig. Dif.		Sig. Dif.	
										.05 level	.01 level	A ₁	A ₂
Population at reaping plants/acre.....	12 573	12 015	12 139	12 181	12 294	12 251	11 415	12 387	12 926	950	1 439	12 361	904
No of cobs/acre.....	6 266	6 483	6 256	5 883	6 287	6 835	3 185	8 045**	7 776**	2 228	3 375	6 229	1 403
Weight of cobs cwt/acre..	9.47	9.93	8.54	8.10	9.04	10.82	3.15	12.38**	12.42**	2.74	4.15	9.56	2.35
Weight of grain cwt/acre.	7.30	7.88	6.79	6.27	6.93	8.78	2.55	9.51**	9.91**	2.63	3.97	7.37	2.29
										2.63	3.97		1.68

TABLE 4

Results of 1967 U. W. I. Maize soil fertility experiments at Lawrence Park & Cobbla

Treatment NPK Levels	Yield of shelled maize (15.5 % moisture) in lb per acre	
	Lawrence park	Cobbla
111	1 216	653
113	1 144	908
131	1 125	1 343
133	1 851	1 561
311	563	1 924
313	1 144	708
331	998	1 089
333	1 016	1 198
022	799	1 398
422	1 053	1 307
202	962	2 432
242	1 261	1 688
220	1 398	1 615
224	1 397	1 180
222	1 271	1 016
223	599	1 398
222	1 198	1 543

APPENDIX 3

Data For Fertilizer Trials on Miscellaneous Soil Types

TABLE 1 a

Data for Deepdene Clay, Map No. 98
Total Yields for each factor level (Bushels of shelled Corn per acre)

N ₁	N ₂	N ₃	P ₁	P ₂	P ₃	K ₁	K ₂	K ₃	Sig. Dif.	
									.05 *	.01 **
1 281.5	1 710.0**	1 848.6**	1 086.9	1 699.2**	2 054.0**	1 581.1	1 530.8	1 728.2*	154.03	204.28

TABLE 1 b

Data for Deepdene Clay-Bryson Clay Loam (Transition Soil)
Total yields for each factor level (Bushels of shelled corn per acre)

N ₁	N ₂	N ₃	P ₁	P ₂	P ₃	K ₁	K ₂	K ₃	Sig. Dif.	
									.05	.01
1 024.90	986.80	1 055.30	1 008.20	1 017.70	1 041.10	1 010.70	980.80	1 075.50	101.59	134.37

TABLE 2

Data for Wirefence Clay Loam, Map No. 32
Results of 1967 U. W. I. Maize Soil Fertility Experiment at Harewoods

Treatment NPK Levels	Yield of shelled maize (15.5 % moisture) in lb per acre
111	2 015
113	2 559
131	2 105
133	2 015
311	3 539
313	2 233
331	2 759
333	3 176
022	1 634
422	1 978
202	1 035
252	3 412
220	3 158
224	1 797
222	3 322
222	2 142
222	3 322

TABLE 3 a

Data for Bryson Clay Loam, Map. No. 207
Urea vs. Sulphate of Ammonia Trial on Corn
Dry Yield on Cob in lbs per acre

N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	Sig. Dif.		K ₀	K ₁	Sig. Dif.		Sulphate of Amm.	Urea	Sig. Dif.	
				.05	.01			.05	.01			.05	.01
1 908	1 667	1 969	1 754	301	411	1 747	1 902	213	219	1 827	1 822	176	239

TABLE 3 b

Data for Bryson Clay Loam, Map. No. 907
Corn Fertilizer Experiment-Goshen

	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂	Ca ₀	Ca ₁	Ca ₂	Mg ₀	Mg ₁	Mg ₂	Sig. Dif.	
																.05	.01
Yield in cwt/acre (on cob)	2.63	2.93	3.13*	2.90	2.88	2.92	2.89	2.87	2.93	2.93	2.82	2.95	2.85	3.07	2.78	.46	.63
Yield expressed as per- centage of control yield	100	111	119	100	92	101	100	99	101	100	96	101	100	108	98		

TABLE 3 c

Pot Culture Experiment with corn on Bryson Clay Loam

	-S	-Ca	-Cu	-Fe	-Mg	-B	-Zn	-Mo	-K	O (Complete (Nutrient)	-N	W (Water) only	-P	Sig. Dif.	
														.05	.01
Fresh Weight (g/pot)	158.53	150.08	139.10	133.58	133.13	116.50	115.98	109.30	108.23	101.63	73.88	38.33	35.93	45.27	58.61
Oven Dry Wt. (g/pot)	31.05	32.33	28.55	26.83	29.58	23.33	23.95	23.35	21.13	23.20	17.70	8.38	7.65	8.98	11.62

TABLE 4

Corn Fertilizer Trial on Newell Loam-Southampton

	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂	Sig. Dif.		A ₁	A ₂	Sig. Dif.	
										.05	.01**			.05*	.01**
Population at reaping plants/acre	12 863	12 139	11 912	11 808	12 977	12 129	9 771	13 397**	13 545**	1 520	2 316	12 113	12 485	1 042	1 421
No. of cobs/acre	6 752	6 587	5 832	4 353	7 310**	7 507**	2 192	8 954**	8 024**	1 069	1 619	5 670	7 104**	929	1 267
Weight of cobs cwt/acre	9.59	9.89	8.50	5.31	11.44**	11.21**	2.35	13.58**	12.65**	2.37	3.59	8.45	10.20**	1.27	1.74
Weight of grain cwt/acre	7.91	7.90	6.86	4.10	9.66**	8.91**	2.13	11.00**	9.54**	2.35	3.56	6.86	8.23*	1.19	1.63

A₁ Nitrogen put on in one application, i. e. the full amount at time of planting.

A₂ Nitrogen put on in two applications, i. e. half at time of planting and the other half at tasselling.

TABLE 5

Data for Carron Hall Clay, Map. No. 94
Mean Yield of Dry Shelled Corn in Bushels/acre

N ₀	N ₁	P ₀	P ₁	K ₀	K ₁	Significant Difference	
						.05 Level*	.01 Level**
33.00	46.96**	30.79	49.17**	41.78	38.19	7.26	9.72

TABLE 6

Data for Belfield Clay, Map. No. 41

N ₀	N ₁	P ₀	P ₁	K ₀	K ₁	Significant Difference	
						.05 Level*	.01 Level**
25.94	37.90*	25.25	38.60**	35.30	28.55	9.77	13.19

TABLE 7

Data for Caymanas Sandy Loam
Yield of Sweet Corn at two levels each of Zn, Mn, Mg and P

Assessment (Per acre)	Treatments								Sig. Dif.	
	Zn ₀	Zn ₁	Mn ₀	Mn ₁	Mg ₁	Mg ₀	P ₀	P ₁	.05	.01
1. No. of Experimental Plants	41 200	41 110	41 609	40 701	41 200	41 110	41 382	40 928	1 260	1 696
2. No. of Gr. 1 Ears : 1st Reaping . .	9 846	12 478	11 934	10 391	11 934	10 391	12 115	10 209	2 987	4 023
3. No. of Gr. 1 Ears : 2nd Reaping .	1 906	1 588	2 133	1 361	1 770	1 724	1 770	1 724	1 014	1 366
4. No. of Gr. 1 Ears : 1st & 2nd Reaping	11 752	14 066	14 066	11 752	13 703	12 115	13 885	11 934	3 527	4 749
5. Wt. of Gr. 1 Ears (lb) : 1st Reaping	3 653	4 542	4 424	3 771	4 379	3 816	4 474	3 721	1 151	1 551
6. Wt. of Gr. 1 Ears (lb) : 2nd Reaping	707	611	818	500	705	613	616	702	385	519
7. Wt. of Gr. 1 Ears (lb) : 1st & 2nd Reaping	4 360	5 153	5 242	4 271	5 084	4 429	5 090	4 423	1 340	1 805
8. Total No. of Ears : 1st Reaping	15 291	19 194	17 560	16 925	18 740	15 745	17 651	16 834	3 526	4 748
9. Total No. of Ears : 2nd Reaping	7 623	6 942	7 941	6 625	7 623	6 942	7 759	6 806	1 575	2 121
10. Total No. of Ears : 1st & 2nd Reaping	22 914	26 136	25 501	23 550	26 363	22 688	25 410	23 640	4 528	6 098
11. Total Wt. of Ears (lb) : 1st Reaping	5 135	6 443	6 001	5 577	6 318	5 259	6 024	5 554	1 269	1 709
12. Total Wt. of Ears (lb) : 2nd Reaping	2 083	1 962	2 282	1 763	2 183	1 862	2 086	1 959	552	744
13. Total Wt. of Ears (lb) : 1st & 2nd Reaping	7 217	8 405	8 283	7 340	8 501	7 122	8 110	7 514	1 623	2 185

TABLE 8 a

*Data for Caymanas Sandy Loam
Total Yields (lbs Shelled Corn Per Plot)*

N ₁	N ₂	N ₃	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	Zn ₀	Zn ₁
508.36	544.91*	555.12*	527.54	550.42	550.43	538.84	538.81	807.30	801.09

Significant Differences for N, P & K

Significan Differences for Zn

.05 Level* 31.80
.01 Level 48.16

.05 Level 17.38
.01 Level 39.82

TABLE 8 b

*Data for Caymanas Clay Loam
Total Yields (Bushels Shelled Corn per Acre)*

N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	P ₁	P ₂	K ₁	K ₂	M ₁	M ₂
2 009.2	1 912.2	2 131.6	2 026.2	4 006.2	4 073.0	4 125.0	3 954.2	4 021.8	4057.4

EFFECT OF FERTILIZER NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM ON YIELD OF CORN, *ZEA MAYS* VAR. « PIONEER 306 »

H. A. CHESNEY

Although corn has been grown in Guyana for many years, the use of fertilizers was not a common practice. As a result there is little, if any, information on their effects. However, with the introduction of the hybrid variety of corn, Pioneer 306, the use of fertilizers has gained importance. Studies were conducted during the long rainy season of 1968 on Pioneer 306 to determine the yield response of N, P and K and the fate of these nutrients in the soil.

EXPERIMENTAL MATERIALS AND METHODS

Soil. The experiment was carried out on the soil, Onverwagt Silty clay, at the Central Agricultural Station, Mon Repos.

(RAMDIN, 1966). Some of the chemical and physical features of the top 15 cm (six inches) are given in Table I.

TABLE I

*Chemical and mechanical analysis of the top 15 cm
(six inches) onverwagt silty clay*

pH	Truog P (p. p. m.)	P. B. S.	Meq./100 g			C. E. C.	Sand %	Silt %	Clay %
			Exch. K	Exhc. Ca	Exhc. Mg				
5.6	2.5	96	0.47	6.2	10.7	18.08	15	44	41

Experimental design and procedures. The experiment was of a 3³ factorial design replicated twice. Each replicate was divided into three blocks of nine plots each so that the (W) and (X) components of the N, P, K interaction were confounded in replications one and two respectively. The treatments were randomised within

Central Agricultural Station, Guyana.

each block. The three levels of N, P and K applied are given in Table 2. These levels were chosen in relation to the rates that were arbitrarily used at the station ; these were N, 67.2 kg/ha (69 lbs/acre) ; P, 22 kg/ha (20 lbs/acre) ; and K, 112 kg/ha (100 lbs/acre).

TABLE 2
Levels of N, P and K used in the experiment

Levels	kg/ha		
	N	P	K
0	0	0	0
1	51	13	56
2	100	26	112

Plots were 6.7 × 3.9 m (22 × 13 ft) The rows were 60 cm (two feet) apart and the plants 22.5 cm (nine inches) within the row. Two to three seeds were planted by hand to each hole, and after germination the seedlings were thinned out to one plant per hole.

N was applied as urea, P as triple superphosphate and K as muriate of potash. All the P was applied five days after germination along with half of the N and K ; the other half of the N and K was applied 40 days after germination. This procedure of splitting N and K followed normal local practice. The fertilizers were weighed and band applied to the rows.

Cobs were harvested when they were reasonably dry. The husked cobs of each plot were weighed in the field.

Soil sampling and analysis. Soil samples were taken from the top 15 cm of each plot of the first replication before application of fertilizers, at 40 days after germination, and again immediately after harvesting was completed. Samples were taken to the laboratory and a portion immediately extracted with N-K₂SO₄ to remove mineral-N. The extract which was kept frozen, was allowed to thaw out just before distillation for mineral-N by the MgO/Titanous sulphate method (BREMNER and SHAW, 1958). The remainder of the sample was air-dried and passed through a two mm sieve. Available P was then determined according to Truog, and K flame photometrically (JACKSON, 1958). Each determination was done in duplicate.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Yield : Table 3 presents the yields as two-way tables. The analysis of variance, Tables 4 (a) and 4 (b) show the significant effects. Fig. 1 illustrates the overall effects of nitrogen, phosphorus and potassium on yields. The average yields are somewhat lower than those normally obtained. This was probably due to water-logged conditions which resulted from the heavy rainfall that occurred during the two weeks immediately after germination.

Nitrogen. Nitrogen fertilization had a very significant effect on yield ; this response was linear (Table 4 (b) and Fig. 1). Increasing nitrogen from 0 to 100 kg/ha

caused an increase in yield of 3 115 kg/ha with about 60 per cent of this increase being caused by the first 50 kg/ha of nitrogen.

TABLE 3

Two-way Tables of mean yields of husked cobs (kg/ha) ()*

	N ₀	N ₁	N ₂	Mean		P ₀	P ₁	P ₂	Mean
P ₀	725	2 724	3 767	2 405	K ₀	2 305	2 076	2 632	2 338
P ₁	589	3 465	3 563	2 539	K ₁	2 516	1 982	2 590	2 363
P ₂	1 225	2 496	4 554	2 758	K ₂	2 393	3 560	3 054	2 384
K ₀	575	2 404	4 036	2 340					
K ₁	546	2 644	3 898	2 363					
K ₂	1 118	3 637	3 949	3 005					
Mean ..	846	2 895	3 961						

S. E. for means of 6 plots \pm 0.7

S. E. for means of 18 plots \pm 0.5

TABLE 4

(a) *Analysis of Variance*

Factor	df	Mean Square
Blocks	5	11.49
N	2	1 550.39**
P	2	19.70**
K	2	82.75**
N \times P	4	56.53**
N \times K	4	28.79**
P \times K	4	17.32**
N \times P \times K unconf.	4	93.99
Part conf.	4	46.37
Error	22	4.52
Total	53	1 941.85

(b) *Subdivision of part of the treatment SS*

Factor	df	Mean Square
N : L	1	3 001.21**
Q	1	99.57
P : L	1	38.65**
Q	1	0.77
K : L	1	136.50**
Q	1	39.00**
NP : Q \times L	1	26.09*
Q \times Q	1	83.30**
Rest	2	1.83
NK : L \times L	1	24.45*
Q \times L	1	25.33*
Rest	2	2.41
PK : Q \times L	1	51.96**
Q \times Q	1	56.29**
Rest	2	4.32

Phosphorus. There was a comparatively small but significant response of yields to P fertilization ; this response was linear. These results indicate that further responses may be obtained if a higher rate of fertilizer P is applied.

Forty per cent of this increase was due to the first 13 kg/ha of phosphorus.

Potassium. The application of K had a very significant effect on yields ; both the quadratic and linear components of this response were significant. Increasing K from 0-112 kg/ha caused an increase in yield from 2 340 to 3 005 kg/ha with only three per cent of this increase resulting from the first 56 kg/ha. One possible explana-

(*) 1 kg/ha = 0.89 lbs/acre.

tion for this pattern is that most of the K applied in the first 56 kg/ha may have been fixed in the clay lattice and therefore unavailable to the plant, when more K was added this remained available to the plant, and hence increased yields.

NP interaction. The N_0P_L and the N_0P_Q components of the NP interaction were significant. Examination showed that increasing P from 0 to 26 kg/ha did not cause a significant increase in yield when no N was applied.

NK interaction. The N_LK_L and N_0K_L components of the NK interaction were significant. Examination showed that increasing K from 0-112 kg/ha caused a significant increase at all levels of nitrogen except the highest one, and secondly that increasing N from 0-100 kg/ha caused a comparatively greater increase in yield when no K was applied than when 112 kg/ha was applied.

PK interaction. The P_0K_L and P_0K_Q components of this interaction were significant. Examination showed that increasing K from 0-112 kg/ha, caused a significant increase in yield only at the second level of phosphorus fertilization.

These results indicate that on Onverwagt silty clay, nitrogen is the most important fertilizer nutrient for corn and possibly a rate greater than the highest level used in these studies may prove beneficial. Potassium is also an important nutrient but with low levels e. g. 56 kg/ha no yield response will be obtained. Phosphorus does not cause a very great increase in yield and keeping in mind the PK interaction 13 kg/ha of P seems adequate, however, larger levels of P on corn must be tested. From these results a possible fertilizer recommendation for this soil type is nitrogen 100 kg/ha, phosphorus 13 kg/ha and potassium 112 kg/ha.

Soil Analysis. The concentrations of available N, P and K remaining in the soil at 40 days after germination and after harvest are presented in table 5. At 40 days after germination, application of fertilizer phosphorus and potassium had no significant effect on the concentration of available P and K respectively in the soil. The concentration of mineral-N, when 100 kg/ha was applied, was significantly greater than that of the control.

TABLE 5

Concentration of Available N, P and K remaining in the soil 40 days after germination; and after harvest

	Mineral N (p. p. m.)					Truog — P (p. p. m.)					Exch. K (p. p. m.)				
	N_0	N_1	N_2	S. E.	LSD*	P_0	P_1	P_2	S. E.	LSD*	K_0	K_1	K_2	S. E.	LSD*
40 days	34	35	57	6.7	20.1	2.5	2.9	2.2	0.5	1.6	87	82	92	3.4	10.3
Harvest	12	17	20	2.8	8.5	1.9	2.2	2.6	0.4	1.3	120	118	136	8.0	24.3

* At 5 % Level.

After harvest, there was no significant difference in concentrations of available N, P and K between the fertilized and unfertilized plots. The concentration of available K in all treatments of K however is considerably greater than at 40 days after germination; this suggests that fixed K in the soil may have been released during that interval.

SUMMARY

Response of corn (*Zea mays*) Var. Pioneer X-304 to N (0-100 kg/ha), P (0-26 kg/ha) and K (0-112 kg/ha) fertilization was investigated on Onverwagt Silty Clay at the Central Agricultural Station, Guyana. Significant, linear yield responses were obtained by the application of all three fertilizer nutrients. A possible fertilizer recommendation of N (100 kg/ha), P (26 kg/ha) and K (112 kg/ha) was made.

RÉSUMÉ

EFFETS SUR LE MAÏS (VAR. PIONEER X-306) DES APPORTS D'AZOTE, PHOSPHORE ET POTASSE

La réponse du maïs (Var. Pioneer X-306) à l'azote (0-100 kg/ha), au phosphore (0-26 kg/ha) et au potassium (0-112 kg/ha) a été étudiée sur les sols limono-argileux de la Station Centrale agronomique en Guyane britannique.

Des résultats significatifs et des accroissements linéaires des rendements sont obtenus avec chaque élément fertilisant. On a recommandé la fumure suivante : 100 kg/ha N, 26 kg/ha P et 112 kg/ha K.

LITERATURE CITED

- BREMNER (J.) and SHAW (L.), 1958. — Denitrification on soils, I. Methods of investigation.
COCHRANE (W. G.) and (COX), GERTRUDE (M.), 1957. — Experimental Designs. John Wiley and Sons Inc., N. Y.
JACKSON (M. L.), 1958. — Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N. Y.
RAMDIN (H.), 1966. — Soil Survey, Central Agric. Station, C. A. S. Library, Mon Repos, Guyana.

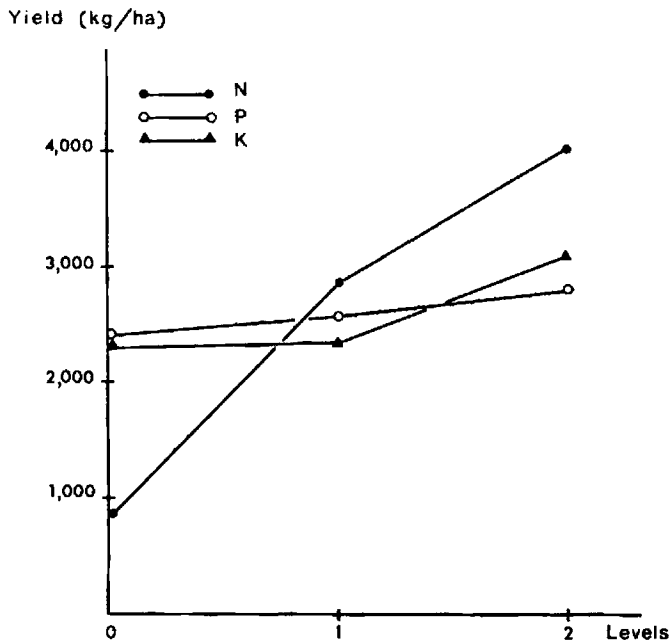


FIG. 1. — Response in yield of corn to increasing levels of N, P and K.

NÉCESSITÉ D'ADAPTATION AU CLIMAT ET DE TOLÉRANCE AUX MALADIES POUR LES VARIÉTÉS DE MAÏS DESTINÉES AUX ANTILLES.

C. M. MESSIAEN, J. B. QUIOT et F. JAILLOUX

La culture en Guadeloupe d'un hybride de maïs sélectionné pour l'Europe (I. N. R. A. 420) permet par son échec presque complet de définir ce que l'on doit exiger du point de vue de l'adaptation physiologique et de la tolérance aux maladies des variétés de maïs destinées aux Antilles.

I. ADAPTATION PHYSIOLOGIQUE

On peut émettre une théorie générale de l'influence de la température et de la longueur du jour, en réunissant les données obtenues aux U. S. A. par SCHAFFNER entre 1920 et 1930, des études hollandaises réalisées il y a 15 ans sur l'influence de la longueur du jour, et les travaux récents de P. MOLOT (station de pathologie végétale du Sud-Ouest — communications personnelles).

1° Plus les jours sont courts, plus une variété donnée se montrera précoce.

2° Les températures fraîches ralentissent beaucoup plus la croissance végétative que l'initiation florale.

Un hybride Nord Américain tel que WF9 × M14 aura ainsi un intervalle semis-floraison de 70 jours en jours de 16 h à 27°, de 80 jours à 19°, les plantes obtenues étant de taille normale (2,20 m environ).

Avec des jours de 8 heures, ce même intervalle sera de 63 jours à 27°, les plantes, de morphologie normale étant de taille réduite (1,50 m). A 19°, en jours de 8 h, l'intervalle semis-floraison est de 75 jours, la taille des plantes encore plus réduite (1,10 m), et une proportion importante des panicules présentent des fleurs mâles et femelles en mélange.

Dans les conditions naturelles de la Guadeloupe, un hybride double de précocité moyenne pour la France, I. N. R. A. 420 fleurit au bout de 40 jours en semis d'octobre, de 50 jours en semis de mars, au lieu de 65 à 70 jours en France, en semis de mai.

I. N. R. A., Station de Pathologie Végétale, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.

La hauteur des plantes est réduite : 1 m en semis d'octobre, 1,50 m en semis de mars, comparé à 2 m-2,20 m en France.

Cette accélération du développement serait une première cause de réduction des rendements, comparé à celui des variétés locales, mais quatre maladies importantes contribuent à réduire la récolte des variétés européennes ou Nord-Américaines quand on les sème en Guadeloupe.

II. MALADIES DU MAÏS EN GUADELOUPE

Semé en octobre, notre hybride Européen montre, 15 à 20 jours après le semis de graves symptômes de Mosaïque sur 80 % des plantes. Ces plantes virosées restent naines, un peu tordues et ne produisent pas d'épis.

Ce virus n'est pas transmissible mécaniquement, c'est probablement le *Maize mosaic virus*, transmis par *Peregrinus Maydis*, cicadelle présente en Guadeloupe.

Les plantes qui échappent au virus sont atteintes par la Rouille tropicale *Puccinia polysora* avant la floraison, et les feuilles sèchent bien avant la maturation normale. L'intensité de l'attaque de Rouille semble d'ailleurs en étroite relation avec l'importance de la fumure azotée.

En semis de mars, on observe seulement 20 % de plantes virosées, et la Rouille apparaît plus tard, ce qui donne l'occasion d'observer deux autres maladies, les Helminthosporioses causées par *H. turcicum* et *H. Maydis*, qui réduisent considérablement la surface foliaire active. *H. Maydis* apparaît précocement, *H. turcicum* juste avant la floraison.

Suivant les travaux de P. MOLOT, les plantes devraient en fait être d'autant plus sensibles à *H. turcicum* que la photopériode est plus courte, mais un effet analogue se produit sans doute sur la Rouille, et l'apparition précoce de celle-ci en culture hivernale empêche probablement *H. turcicum* de se manifester sur les parcelles richement pourvues en azote.

Comparés avec cet hybride européen nous avons semé en mars une population de maïs porto-ricaine, Mayorbela et les hybrides Pioneer X302, X304, X306. Leur comportement a été beaucoup plus satisfaisant, nous n'avons pas observé de virus, de très légers dégâts d'*Helminthosporium*, et une apparition tardive de la Rouille sur les feuilles inférieures.

Les récoltes en grains par plante ont été de 90 à 130 grammes, comparés à 25 g pour I. N. R. A. 420. L'intervalle semis-floraison a été de 58 jours pour Mayorbela, 60 pour X302, 65 pour X304, et 70 pour X306.

Nous avons également cultivé trois variétés de Sorgho d'origine Européenne ou Nord-Américaine. Nous avons observé, exactement comme pour le maïs une précocité accrue, une réduction de la taille des plantes et du tallage. Mais la situation pathologique était bien meilleure que pour le maïs : aucun virus observé, et, sur les feuilles seulement une Rouille, *Puccinia purpurea*, qui n'apparaît que lorsque celles-ci deviennent sénescentes. Il ne semble pas se manifester pour le sorgho contrairement au maïs de nécessités spéciales d'adaptation au climat et aux maladies sévissant aux Antilles.

CORN GROWING IN SURINAM

R. R. HUISWOUD, F. A. del PRADO,
E. W. van BRUSSEL and F. W. van AMSON

Surinam has a yearly rainfall of about 2 000 mm and a temperature of $\pm 25^{\circ}$ C. From the coast to the southern border Surinam can roughly be divided into :

Demerara formation

Young sediments Coropina formation
Zanderij formation

Old cristalline basement.

Until recently the main agricultural activities took place on the clay soils, and in particular on the heavy clay soils of the Demerara formation.

The heavy clay soils have a high chemical level, but water management problems limit optimum yields. Mechanized farm practices are also difficult to realize on these poorly drained soils.

In Surinam up to now corn has been grown as a catchcrop after clearing of the land. At the moment, however, there is an increasing interest in commercial corn growing in mono-culture and agri-silviculture (intercrop in young *Pinus* trees) on the nonbleached cover soils of the Zanderij formation.

These soils (total acreage about 1 000 000 acres) are chemically poor, but have excellent physical properties. Consequently mechanized farm operations can be fully introduced. This is of fundamental importance in a country with a small population and with high labour costs.

It is estimated that about 5 000 tons of corn are imported annually to supply the increasing demand for corn in feeding ratios for local consumption.

It was realized that to make corn growing an economic proposition one should stop planting the old reliable Surinam corn population and use tropical corn hybrids suitable for low land conditions to increase the yield from 1.5 to 5 tons per hectare. The alternative would be to breed a synthetic variety using the Surinam corn population, since the production of local hybrids for 2 000 ha is clearly, too expensive.

As a result of the 6th Annual Meeting of C. F. C. S. it was decided to test some tropical hybrids of the Pioneer Hi-bred Company, Jamaica branch.

The hybrids tested were X302, X304, X306, X332A and X336.

It was seen from this non-replicated trial of 300 plants per variety that X332A

Surinam Agricultural Experiment Station.

RÉFÉRENCES

1. BROWN (W. L.). — *Trop. Agri.*, VXXX, No. 7-9.
2. Annual Report (unpublished) Economic Botany. — Central Experiment Station 59-62.
3. CROSS, LAWRENCE. — Maize-Texaco Food Crop Demonstration. *Farm. Bulletin* No. 6.
4. SARJEANT (V.). — Regional Field Experimental Programme. Proceedings of Caribbean Food Crop Society 1968, Vol. 6.
5. SEGAL (S. M.) and BROWN (W. L.). — Proceeding of the Caribbean Food Crop Society, 1968, Vol. 6.

TABLE 1

*Imports of poultry and maize into Trinidad
and tobago for the period 1960-67*

Year	Poultry Imports lbs	Total Cost \$	Cost per lb	Corn Imports	Total Cost \$	Cost per lb	Total Cost of Poultry & Corn
1960	4 662 669	2 482 944	.53	16 068 937	967 077	.06	3 450 021
1961	6 053 952	3 062 892	.51	18 470 517	1 067 854	.06	4 130 746
1962	6 786 357	3 270 145	.48	21 205 037	1 420 168	.07	4 690 313
1963	6 648 059	3 306 206	.50	28 533 645	2 083 566	.07	5 389 772
1964	4 457 484	2 059 347	.46	43 427 731	3 041 172	.07	5 100 519
1965	1 260 435	583 073	.46	57 760 418	4 319 616	.07	4 902 689
1966	717 070	320 507	.47	66 654 762	3 946 120	.06	4 266 626
1967*	29 449	93 899	3.19	75 869 667	4 086 909	.05	4 180 808

TABLE 2

Summary of production, cost and returns per acre of maize

T. F. C. D. F., 1965-68

Year	Crop	(1) Total Yield		(2)	(3)	(4)	(5)
		Green Corn	Shelled Dry Corn	Cross Value	Total Variable Cost	Cross Margin	Return per labour hour
		Ears per acre	Lbs per acre	Dollars			
1965	I	80	1 645	119.95	121.99	— 2.02	.67
1965-66	II	328	2 374	185.86	147.87	37.99	.85
1966	III	1 452	838	145.78	127.28	18.50	.66
1967	IV	999	3 652	261.58	166.59	94.99	1.07
1968	V		3 408	217.94	236.76	— 18.82	0.78

selections has notentirely been ruled out. The possibility also exist of obtaining in the future hybrids with better performance under local conditions.

Yield per acre is dependent upon yield per plant and the number of plants per acre. The plant population is more important for mechanized maize production than a consideration of spacing. Row width is selected to suite the machinery to be used for planting and harvesting and then the seed spacing is chosen that will give the required stand. Segal for Jamaica recommends a maximum population of 16 500. At the Texaco Food Crops Farm the population used has been between 16 500 and 20 000 plants per acre.

Pest and Disease control

Laphigma or the Fall Army Worm is the only serious pest so far noticed on corn in Trinidad and Tobago. The corn Earworm is relatively unimportant as a pest of grain corn in Trinidad. It will assume greater importance when crops are grown for canning. Control measures should be started as soon as damage is observed in the field. Sevin and/or Dipterex sprayed directly into the spiralled leaf whirl usually produces good control and this operation is repeated as often as necessary. Usually three or four sprays are required throughout the life history of the crop.

Leaf blights and viruses are important diseases of corn but so far have not been observed on local crops.

Harvesting

Harvesting is usually timed to occur in the dry season or during the « Petite Careme ». The main objective is to be able to get into the field with light machinery and also to ensure that the moisture content is reduced to a minimum. Grain at harvest vary between 22-28 moisture. The crop must be harvested as soon as possible and dried to a moisture content of 14-15 1/2 %. Particularly during the rainy season this necessitates the use of drying equipment. At present the corn crop at Texaco Food Crop Demonstration Farm is hand-harvested and shelled by a small husker-sheller. The wet corn after shelling and even on the cob have become mouldy at times and ferment due to inadequate facilities for drying and storing.

Our research so far has led to the conclusion that for maize to be profitably grown in Trinidad and Tobago it will require a high degree of mechanization. It will have to be grown on relatively flat lands (0-5 %). Although work on the feasibility of large-scale production of maize is being pursued with ever-increasing vigour, nevertheless the alternatives for cheap production of starch material for animal fields, e. g. tropical root crops are also being examined.

SUMMARY

The need for growing large quantities of maize for animal feeds is outlined. The present methods of growing the crop is examined and the economics of more of the crops grown at the Texaco Food Crop Demonstration Farm is presented.

Government's efforts to convince farmers of the need to grow the crop and to use improved techniques for greater efficiency are discussed.

Fertilizers

Soil test should be used to determine the amount and kind of fertilizers that should be applied. Maize however have been used widely as a nutrient test crop. At present a series of fertilizer trails with corn on several soil types in Trinidad and Tobago is being run by the Field Experimental Program of the University of the West Indies and Mr. D. MAHABIR, Soil Survey Officer of the Ministry of Agriculture. It is expected that shortly we would have more detailed information on the fertilizer requirements of maize under local conditions. In Nigeria the results of a four year study showed that split applications of nitrogen fertilizer significantly increased maize grain yields by 35 when two equal doses were given one month and two months after planting. Locally we have noticed that by delaying fertilization by as much as one month can cause several deficiency symptoms to appear and seriously reduce yield.

In Jamaica Segal and Brown (5) has recommended the use of a minimum of 120 lbs N, 60 lb P and 60 lb K in three applications, one broadcast before ploughing, one at seeding time and the third when the plants are about 2 feet tall. The third application may be difficult in a mechanized form under local high rainfall conditions. At present in Trinidad a 20.10.10 mixture at the rate of 5 cwt to the acre is recommended as a broad base. This may be applied before rotavating or as a double application — 2/3 before rotavating and 1/3 at planting time three inches to one side and three inches below the seed.

Weed Control

Planting should be done immediately after the last rotavating operation to prevent the regrowth of weeds before the corn has a chance to germinate. Pre-emergence weedicides are applied immediately after seeding. In this way weed competition is prevented for at least the first six weeks of the plant's life. In fact the plant will after this period cover the ground and reduce if not eliminate further weed growth. So far one chemical has been used entirely for weed control in corn. Atrazine or gesaprin at the rate of 3-4 lbs per acre have at times given excellent control. Care has to be taken to ensure that the conditions are ideal for the application of the weedicide. The soil should contain some moisture for the chemical to be effective and the chemical should be applied no more than 48 hours after seeding when the seeds have begun to emerge. Atrazine has the disadvantage of a long residual effect which could be detrimental to broad-leaved crops which may be planted after a crop of corn.

Planting Material

The growing of corn at Texaco Farm began in 1965 with a local selection — St-Augustine selection. Later in 1966 a hybrid, known as Corneilli 54 was tried and this was replaced in 1967 and 1968 by the hybrids X304 from the Pioneer Seed Company in Jamaica and Pt 66 from the Poey Seed Company. The improvement in yield scannot be entirely attributed to the change in the varieties used, but is due to a combination of variety and improved techniques. The use of improved local

RECENT INTRODUCTIONS

With the advent of Tropical hybrids emphasis has shifted from the improvement of Local varieties to the evaluation under our conditions of the various tropical hybrids produced by seed companies. This has increased the yield of corn locally from 2 500 lbs/acre dry shelled to over 3 800 lbs/acre to date (3).

AGRONOMY

Traditionally corn in Trinidad and Tobago is grown on burnt hillsides or small plots as a mixed crop with pigeon peas, cassava and other root crops. Acceptance by the farmer of pure stands at close spacing with one plant per hill is a slow process. Farmers are unaccustomed even to the use of fertilizers. The Ministry of Agriculture have embarked on a program of demonstrating to the farmer the techniques which should be used in the production of maize in the hope that there may be soon widespread interest in the production of the crop. Fertilizer subsidies are also being given to maize farmers. Demonstration plots are being grown throughout the country and a commercial plot of 10 acres is being grown each season, not only to demonstrate the successful production of the crop but to try and improve its profitability. Table (2) shows the cost of production of the maize crops grown at the Texaco Food Crop Demonstration Farm over the last four years. The yields have been improving steadily but the cost of production is still too high.

SYSTEM OF PRODUCTION

Some idea of the system of production presently being employed is necessary for an insight into the reasons for such a high cost of production.

Land Preparation and Drainage

Corn will grow on almost any soil type in Trinidad and Tobago. High yields have been obtained on as heavy a clay as Cunupia clay at El Carmen in Central Trinidad as well as on some of the more fertile soils of the St-Augustine area. For maximum yields good drainage in the season of high rainfall and good water holding capacity during dry weather are needed.

Proper seedbed preparation entails ploughing with either a disc or mold-board plough to a depth of at least 6 inches followed by harrowing or rotovating to chop up clumps and close air spaces. Cambered beds are unsatisfactory for corn since they do not afford enough drainage. Uneven growth results, the corn in the furrow being stunted and yellow in colour. Wide flat-top beds with box drains or internal tile drains are better for the growth of corn. Levelling the field with a float is desirable to prevent « puddling » on heavy soils or for furrow irrigation. The soil type on the Texaco Food Crops Demonstration farm where commercial acreages are Texaco Food Crops Demonstration farm where commercial acreages are grown is River Estate Loan (class 1 soil).

PRODUCTION OF MAIZE IN TRINIDAD AND TOBAGO

Lawrence CROSS

INTRODUCTION

The role of maize in the development of the Agricultural economy of Trinidad and Tobago can easily be appreciated by an examination of the imports of maize over the last decade (Table 1). Trinidad and Tobago have become self-sufficient over this period in poultry and pork and have been striving toward reduction of the imports of milk and other cattle products. During this period, however, the import of grain corn has increased from just over 15 million pounds to over 75 million pounds. There is now widespread concern among the farmer as well as the agriculturist over not only the need to produce a portion of this maize requirement locally, but to find local substitutes for all imported ingredients of stock feeds. The cost of feeds needs to be reduced without affecting the quality of the carcass being produced.

REVIEW OF PAST RESEARCH

Over the period under review, i. e. the last ten years, the Government Research Station at Centeno has been pursuing a programme of research on maize with the aim of improving the economics of production of this crop.

This programme began with the introduction of varieties from all over the Caribbean and as far away as the United States of America and South Africa. None of the varieties tested proved to be adaptable to local conditions (2) and the programme shifted towards increasing the yield of the locally-grown maize. Eight Caribbean races — Maize Chandelle, St-Croix Long Ear, Cylindrical Dent, Haitian Yellow, Cuban Flint, West Indian Semident, Early Caribbean and Coastal Tropical Flint were used with the local variety — St-Augustine selection (S. A. S.) in the production of a Top-cross synthetic, using the techniques proposed by W. L. BROWN (1). The Top-cross produced in this way, Economic Botany Selection (2) (E. B. S.), was multiplied and is being used by farmers. An average yield of 2 500 lbs per acre is usually obtained from this synthetic.

Agronomist, Ministry of Agriculture, Centeno Station, Trinidad.

5. Les *traitements fréquents d'insecticides*, par exemple de *D. D. T.* (3 à 6 traitements à 1 kg/ha), doivent être obligatoirement prévus pour protéger feuillage et épis.

6. La récolte intervient aux environs du 100^e jour, après que le grain ait *moins de 35 %* d'eau et, dans tous les cas, la conservation exigera un séchage et un conditionnement rigoureux (fumigation, container).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- S. A. T. E. C., 1962, del MATTO (J.). — Production et commercialisation des fruits et légumes en Guadeloupe (Rapport de mission).
- I. R. A. T., 1965, DUVERGER et ROUANET. — Recommandations pour les cultures maraichères et vivrières aux Antilles.
- I. N. R. A., 1965, DEGRAS (L.). — Rapport d'activité. Station d'Amélioration des Plantes (C. R. A. A. G.).
- I. R. A. T., 1967, DUVERGER, ROUANET et Coll. — Rapport de synthèse 1965-66. I. R. A. T. Antilles.
- I. N. R. A., 1969, DEGRAS (L.). — Pour le développement de la culture du maïs aux Antilles (Note technique, C. R. A. A. G.).

ont repris à l'I. N. R. A. dès la mise au point par la Pioneer en Jamaïque des nouveaux hybrides X302, X304 et X306.

Un essai, semé le 27 mars 1969, a été entrepris en vue de déterminer par rapport à Mayorbela le niveau de productivité des hybrides jamaïcains. Cet essai, carré latin à 4 répétitions, a été réalisé à la densité effective de 44 200 pl/ha. Il a reçu une fertilisation NPK de 100-60-80, a été désherbé à l'atrazine (2,51 M. A/ha) et a nécessité 8 traitements insecticides. Le tableau joint en donne les résultats.

Résultats de l'essai des maïs hybrides jamaïcains comparés au Mayorbela

(I. N. R. A. ; C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Gpe)

	Mayorbela	X302	X304	X306
Précocité de floraison.....	0 = 57 j	+ 1	+ 3	+ 4
Humidité à trois mois.....	39,3	42,5	45,8	49,4
Humidité à la récolte.....	27,6	30,1	31,1	31,1
Pourcentage de tiges cassées.....	6,7	2,2	4,4	4,4
Hauteur d'insertion de l'épi (cm).....	110	115	112	111
Nombre d'épis pour 100 plantes.....	93	98	87	94
Germination sur pied (pourcentage).....	15	10	20	15
Etat sanitaire des épis (0 à 5), 0, bon, 5, mauvais (fusarium, etc.).....	3,3	1,6	2,7	3,0
Rendement en q/ha (15 % d'eau) p. p. d. s. : 1,6.....	26,9	49,7	41,3	35,2
Rendement en % du témoin.....	100	185	153	131
Poids de 100 grains.....	20,8	25,2	29,1	26,5

On doit admettre que les efforts entrepris dans la région Caraïbe depuis plus d'un demi-siècle n'incluaient pas suffisamment l'élévation de l'aptitude génétique au rendement du maïs et l'organisation du marché intérieur.

Il paraît raisonnable actuellement de proposer les modalités suivantes de développement de la culture du maïs dans nos régions (I. N. R. A., 1969) :

La rentabilité maximale et le démarrage d'une exploitation nouvelle du maïs exigent, une fois donnée la variété hybride :

- la culture pure,
- une surface importante (25 ha en Jamaïque),
- une gestion technique et commerciale sérieuse.

1. La *semence* est essentielle. Avec la variété X304 il faut semer environ 20 kg de graines en saison sèche et 27 kg en saison des pluies.

2. La *structure du sol*, en particulier des dix premiers centimètres, est à travailler et protéger contre l'érosion et l'excès d'eau. Le grain sera placé entre 2 et 7 cm.

Dès le semis commence la protection contre les insectes avec l'*aldrine* (2 kg/ha de matière active).

3. La culture du maïs hybride ne se conçoit pas sans au moins 135 kg/ha d'azote apporté au sol au semis ou, en zone très pluvieuse en 2 fractions (par exemple 100 + 35 peu avant floraison). 7 kg/ha de *potasse* et, peut-être, autant de *phosphore* sont des apports de sécurité.

4. Avant la germination du maïs il est conseillé de prévenir la levée des *mauvaises herbes* par 2 kg/ha d'atrazine (matière active).

LE MAÏS : TRAVAUX RÉALISÉS AUX ANTILLES FRANÇAISES

L. DEGRAS, M. DERIEUX, C. SUARD

La culture du maïs a souvent été encouragée aux Antilles françaises. Non seulement des subventions lui étaient attribuées avant la dernière guerre mondiale, mais après celle-ci, des Services de vulgarisation, comme celui de la Guadeloupe, effectuèrent des cultures de démonstration avec le Mayorbela de Puerto Rico et différents hybrides à grain jaune et à grain blanc de Cuba ou d'Amérique continentale.

Tant que la culture n'a pas cherché à sortir de l'exploitation familiale du petit paysannat local les problèmes de rentabilité et de protection phytosanitaires ont paru peu importants. Mais à partir de 1964 des entreprises industrielles et les organismes de recherche (I. R. A. T., I. N. R. A.) attachés à la diversification des cultures envisagèrent le développement d'une exploitation commerciale du maïs. En Guadeloupe où les cultures vivrières demeurent les plus étendues il n'y avait que 250 ha recensés en 1962 (SATEC, 1962). La Martinique importe entre 6 000 et 7 000 T de maïs par an.

Très vite (I. R. A. T., 1965, I. N. R. A., 1965) les essais montraient que le niveau de productivité des variétés cultivées à cette époque ne justifiait pas économiquement les 5 ou 6 traitements insecticides indispensables. Les rendements maxima obtenus dans les différents essais varient de 25 à 35 q/ha.

Au point de vue variétal, bien que quelques variétés aient donné des rendements supérieurs, Mayorbela restait la variété de base à utiliser.

Les densités de culture à adopter paraissaient être de 40 000 pl/ha en saison sèche et 60 000 pl/ha en saison humide. Quant à la fertilisation, la fumure azotée d'une grande importance, surtout en sol riche, aurait tendance à raccourcir le cycle végétatif sans avoir de répercussion néfaste sur la verse.

L'efficacité d'un traitement du sol à l'aldrine avant le semis (ou d'un enrobage des semences) a été prouvée, 5 à 6 traitements hebdomadaires (endrin + D. D. T. ou alternance D. D. T. — ester phosphorique) assurent un contrôle satisfaisant des chenilles défoliatrices. Par contre aucune protection efficace n'a été obtenue contre les chenilles de l'épi.

Après une pause compréhensible devant la pauvreté génétique du matériel localement adapté et le coût probable des sélections envisageables, les expérimentations

I. N. R. A. ; Station d'Amélioration des Plantes, C. R. A. A. G., Domaine Duclos, Petit-Bourg, Guadeloupe.

lopment of the original line, this variety remains in widespread use where sweet corn is grown in the Tropics.

The most recent comparative trial in Puerto Rico was conducted in early 1969. Improved USDA-34 was grown in a replicated planting with 4 other varieties which grow well in the southern part of the continental U. S. The trial was conducted on an infertile heavy clay soil in the dry (winter) season. The plants were irrigated 7 times. Fertilizer was applied 3 times, to provide a total of 336 lbs/a N, 96 lbs/a P₂O₅, and 240 lbs/a K₂O. Yields are shown in table 1.

TABLE 1

Yield of 5 sweet corn varieties at Mayaguez, Puerto Rico (planted in January, 1969) (1)

Variety	Weight of ears		Marketable ears per plant	Yield per plant	
	Whole	Husked		Whole ears	Husked ears
	(oz.)	(oz.)		(oz.)	(oz.)
Loana	6.8	4.6	.67	4.56	3.08
Florida 104	7.4	5.4	.65	4.81	3.51
White Cross Bantam	7.4	5.45	.76	5.62	4.14
Wintergreen	6.6	5.4	.84	5.54	4.54
U. S. D. A.-34	9.2	6.0	.85	7.82	5.10

(1) Data are means of 5 replicates.

The trial planting from which these data were derived was conducted in an area where corn had not been grown previously. No diseases appeared in the planting. Therefore, the data of table 1 indicate yield potential of the five varieties grown, when diseases are not limiting. In the presence of diseases common to corn in the Tropics, the margin of superiority for improved USDA-34 is often greater.

In the 1950's the Plant Breeding Department of the Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico, Río Piedras developed a sweet-corn variety PR 50. This was an open-pollinated selection that proved superior in color and production to the original USDA-34. Seed of PR 50 was sent to Jamaica and Trinidad, and it was planted commercially for fresh sales and canning (Trinidad). The commercial production of PR 50 seed was suspended in Puerto Rico, but small amounts are being planted to maintain seed for our Agricultural Service Agency.

At present, there is no research going on at our University of Puerto Rico Agricultural Experiment Station for corn. However, there appears to be a need for expanding our sweet-corn production in Puerto Rico to meet the demand by supermarkets and hotels. Field corn production in Puerto Rico will always be limited by the lower costs of imported corn.

Prepared from material submitted by :

1. M. H. GASKINS, Officer in Charge, USDA, ARS, Crops Research Division, Federal Experiment Station.
2. J. VÉLEZ-FORTUÑO, Head of Plant Breeding Department, Agric. Exp. Station, Univ. Puerto Rico, Río Piedras.

CORN RESEARCH IN PUERTO RICO

G. SAMUELS

Puerto Rico is a low user of corn in its native diet by virtue of historical patterns. Rice and such starchy vegetables as yams, taniars, and plantains provide the main source of starch. Legumes are represented by pigeon peas and beans. As an example for 1966-67 when starchy vegetables had a value of \$ 5,964,232 in our seven main wholesale markets and legumes \$ 526,548, corn had a value of only \$ 43,669.

There are large importations of corn into Puerto Rico, but primarily from the United States for use in feeding chickens, hogs, and cattle. The low price of imported corn, plus lack of sufficient low cost, level land for mechanized corn growing has limited corn production for feed purposes to a mere catch crop in some small acreage in the mountains in the tobacco rotation and in the southwest cattle range area.

The first native field corn variety developed by the Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico, Río Piedras was Mayorbela, a flint variety, in 1938-39. This field corn was developed from a top cross of a line by a open pollinated native type from the Isabela Substation. The Mayorbela variety has given up to 35 hundredweights per acre as compared to a general average of 8 hundredweights with former varieties.

SWEET CORN PRODUCTION

The sweet corn variety U S D A-34 was released in 1934 by the Federal Experiment Station, U S D A, at Mayaguez. The original line was replaced in 1956 by a later selection called Improved U S D A-34. The station at Mayaguez now maintains and distributes only the improved line.

This variety has proven itself well adapted to the Tropics in many trials. It is resistant to yellow stripe mosaic disease, *Helminthosporium* leaf spot, and Stewart's disease (*Bacterium stewartii* E. F. Sm.), diseases to which many temperate-zone sweet corn varieties are susceptible. The ears of U S D A-34 have long and heavy husks, which remain tightly closed around the tips of fully developed ears. This provides some protection from the corn earworm (*Heliothis armigera* Hbn.). Infestation occurs if insecticidal treatments are not used, but ears of marketable quality can be produced without spraying.

Improved U S D A-34 has been distributed throughout the world, and excellent crops have been produced in many countries. Thirty-five years after deve-

Agricultural experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

planting in a uniform plot in all countries the more promising materials with wide adaptation were selected. The second phase began with the selection of the apparently outstanding varieties as possible commercial types. Once varieties became recommended for production, a third phase was initiated : the trial of commercial varieties. Thus at the present time we have 3 sets of materials grown in uniform trials (1) The observation plots of totally new materials (2) New experimental varieties and hybrids and (3) Commercial varieties and hybrids. These three types of uniform trials are carried on simultaneously in the several countries.

At the conference each year the data are brought together and summarized. While any one trial may be of relatively little value, the combination of results from many plantings provides very valuable information for all concerned.

To make a long story short, the interest of the workers concerned has continued and the cooperative program (P. C. C. M. C. A.) grown substantially. Countries involved now support all their own delegates from ministries of Agriculture and universities. Workers from U. S. A. I. D., F. A. O., The central American Common Market, private seed companies, fertilizers companies and others now participate. All commercial corn varieties now in production in Central America have come through the P. C. C. M. A. In addition to work on corn, the program now involves beans, rice and sorghum with their respective varietal trials. In a way, what started with corn has now become a focus for all agricultural research in Central America. There is much in common with the operation of the Caribbean Food Crops Society.

It is interesting that the Central American Food Crops Program is strictly voluntary, with no dues, no obligations, no legal basis for existence and has no authority to receive or spend funds. These characteristics obviously impose limitations on this kind of activity, and are currently being studied. One possibility is to some how convert the program into a regional research program for the area. In reality, it is functioning now as such a regional research effort with no structural basis.

Corn regional trials are assembled and distributed from Nicaragua. Sorghum similarly is handled from Mexico, beans from Guatemala and rice from Panama. Modest financial support is provided from outside to cover costs of seed shipments, publication of annual report data analysis, and certain critical items of supply needs that arise from time to time. Such outside support at present in total does not reach \$ 20 000 annually.

Where the program goes from here is an at present unanswered question, but it is apparent that a great deal can be accomplished by a cooperative effort and at a minimal cost.

CENTRAL AMERICAN CORN PROGRAM

Dr E. C. JOHNSON

Corn (maize) is the most important food crop in Latin America. It provides a large proportion of the calorie intake of the people in most of the countries of the area. The tortilla is the most widely used form of preparation, although fresh, or green, use is also common.

In order to improve production of this basic food, it is necessary to overcome a wide range of problems. Most of the really serious difficulties are those related to people rather than to the crop itself. Knowledge of improved production practices, development of higher yielding and better nutritional. Quality varieties, and the establishment in practice in the field of these factors are functions of the human element. The plant breeder knows how to develop better varieties, and the soil scientist determines how to cultivate and fertilize the crop. But, we also must combine these things in such a way that the producer has the information available to him on his farm in an economically advantageous package. If the producer cannot assure himself that thenew practices and or varieties are not economically very worth while, he will not generally apply them. The potential return must clearly outweigh the risks.

To achieve increased production on farms, then, it is obvious that the efforts of many people must be brought together in usable form on the farm land.

In an attempt to accomplish this with the corn crop in Central America, a cooperative program was initiated on a very modest scale in 1955. Two people working on corn research in each country were selected and brought together at a conference. These workers were asked to explain their goals and work programs. It became obvious that they had many problems in common.

The conference was established as an annual event and rotated in location from country to country. Costs of the trips to the delegates in the beginning were paid for by the Rockefeller Foundation. People other than delegates were encouraged to attend. Gradually interest increased and delegates were able to obtain their support from their respective countries.

In order to provide common threads of interest and work, a program of uniform trials were established. Most of these uniform trials were variety tests but fertilizer and insecticide treatments were also begun.

Variety trials have become more or less a routine procedure in three separate phases. The first phase is an unreplicated observation planting of those materials locally available in each country. By combining materials from the six countries and

C. I. M. M. Y. T., Mexico.

SUMMARY

Growing in Guadeloupe a maize hybrid bred for Europe (I. N. R. A. 420) allows to see what is needed as physiological adaptation and disease tolerance for maize varieties grown in West Indies.

1° *Physiological adaptation*

Earliness in maize is enhanced by short photo periods (12 h or less) and temperatures near 20° C. Earliness will be therefore maximum with maize sown in october-november. With I. N. R. A. 420 anthesis is obtained 65-70 days after sowing during summer in Europe, 50 days in Guadeloupe after sowing in march, 40 days after sowing on october 15 th. This increased earliness is linked with a severe reduction of plant size.

2° *Disease occurrence*

On I. N. R. A. 420 sown in october was observed on plants 20 days old a severe attack of a virus disease (probably maize mosaic virus, described in Cuba, Trinidad, Puerto Rico, not transmissible by sap-inoculation) on 80 % of the plants. Virus infested plants yield no ears. On virus free plants a strong contamination by tropical corn rust (*Puccinia polysora*) dried the leaves before maturation of the ears.

When sown in March, only 20 % of the plants were virus diseased, rust infestation was later and less severe. But we have observed on the leaves two kinds of spots, caused by *Helminthosporium turcicum* and *Helminthosporium maydis*.

3° *Compared behavior of I. N. R. A. 420 and of maize varieties better adapted to Caribbean climate*

Sown during march we have compared I. N. R. A. 420 to Mayorbela (population) and Pioneer hybrids X 302, X 304, X 306. These varieties were later than I. N. R. A. 420 (58 days from sowing to anthesis for Mayorbela, 60 days for X 302, 65 days for X 304, 70 days for X 306). Plant size was normal, without any virus symptom, and only slight attacks by rust, and *Helminthosporium*.

A *Sorghum vulgare* variety (Silo King-Asgrow) compared with I. N. R. A. 420 in october and march sowing was able to produce seeds when sown in October. It was virus-free, and Sorghum rust (*Puccinia purpurea*) appeared later and less severely than maize rust (*P. polysora*). Growing Sorghum for seed or forage ought probably to be compared with maize growing for the same purpose.

yielded 2.5 times more than the Surinam corn population on a calculated yield basis of 3.9 tons to 1.5 tons per hectare.

The testing programme will be expanded with tropical hybrids and synthetic varieties from Mexico, Columbia, Ecuador and Peru.

In 1964 inbreeding was started for a synthetic variety. The Surinam corn population is now in the 8th generation. Unfortunately the parent material from the U. S. A. namely Texas 34 and Golden Prolific were discarded because their high susceptibility to rust caused by *Puccinia sorghi* and seed shrinkage defect. Inbreeding with four (4) Central-American varieties was started then with the varieties Compuesto Intervarietal, Compuesto Caribe Amarillo, Compuesto Amarillo Salvadoreño and P D (M S) 6. These varieties are already in the 4th generation.

It is clear from the extensive method of cultivation and the variety used, thus far no fertilizer experiments have been necessary nor have been carried out. The corn programme therefore needs to be expanded with fertilizer trials to secure a yield of 5 tons per hectare. To reduce the cost of production several machines and implements need to be tested.

Several pests are known to attack corn in Surinam. *Laphygma frugiperda* (J. E. SMITH), *Scapteriscus didactylus* (Latr.), *Peregrinus maidis* (Ashm.), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch.), *Dysmicoccus boninsis* (Kuw.), *Diatraea saccharalis* (F.), *Zeadiatraea lineolata* (Wlk.), *Heliothis zea* (Boddie), *Atta cephalotes* (L.) and *Atta sexdens* (L.).

Laphygma frugiperda

The larvae feed on the leaves and penetrate into the top of the plants. When abundant they almost completely defoliate their foodplants.

Several wasp species belonging to the *Polybiidae* and *Polistidae* have been observed preying on the caterpillars. *Apanteles marginiventris* (Cress.), *Meleorus laphygmae* and *Archytas marmoratus* were found endoparasitic on the larvae. The caterpillars can be controlled by a 0.1 % spray of dipterex SP 80.

Scapteriscus didactylus (LATR.)

In Suriname mole crickets, or « Koti-koties », are most abundant in the sandy ridges of the cultivated parts of the coastal plain. They feed underground on young maize plants. The application of 100 grammes of chlordane, or 25-50 grammes of aldrin per 100 m² gives adequate control. If mole cricket activity is observed, the insecticide should be applied as soon as the seedlings emerge or shortly after transplanting.

Peregrinus maidis (ASHM.)

In 1953, colonies of this delphacid were noticed on maize stalks at the Experimental Station at Paramaribo. No injury could be observed. Outside Surinam, this insect is known as a vector of corn mosaic virus (maize stripe virus, *Zea virus 1*).

Rhopalosiphum maidis (FITCH)

Common on maize in Surinam ; injury of importance has however, not been observed. It is reported as a vector of several viruses e. g. sugarcane mosaic.

Dysmicoccus boninsis (KUW.)

Small numbers of this mealybug were once observed on maize stalks at the Experiment Station at Paramaribo. Another species (*D. brevipes*) was also detected on maize where it lives more or less protected in the leaf axils.

Diatraea saccharalis (F.)

The young larvae at first feed on the leaves. Afterwards the larvae bore into the stalks. When the plant is attacked in an early stage, the larvae often destroy the growing tip, producing the symptoms of « deadheart ».

Parasites : *Agathis stigmaterus*, *Leskiopalpus diadema*, *Megaselia* sp. and *Metagonistilum minense*.

Chemical control of this borer is very difficult. Biological control is attempted.

Zeadiatraea lineolata (Wlk.)

See *D. saccharalis*. To reduce the damage, larvae and pupae present in the stubble should be destroyed by burning.

Heliothis zea (BODDIE)

This Noctuid species causes serious damage to maize ears in Surinam. The caterpillars feed especially on the young leaves in the centre of the plant. Control of this pest is a difficult matter.

Atta cephalotes (L.) and *A. sexdens* (L.)

The leaf cutting ants are among the most notorious agricultural pests. Control by means of a Swingfog-apparatus with aldrin emulsion at 2 1/2 % in gas oil. Mirex ant-bait proved to be next best method for controlling *Atta* spp.

With regards to diseases not much damage is being done to corn in Surinam. The diseases most prevalent are caused by *Puccinia sorghi*, *Ustilago maydis*, *Sclerotium rolfsii*, *Gibberella zeae*, *Cochliobolus heterostrophus*.

Of these diseases *Puccinia sorghi*, rust, is in certain cases occurring to some extent as mentioned before in the case of the varieties Golden Prolific and Texas 34. Otherwise it is of minor importance occurring on leaves as yellow to orange postules.

Corn smut caused by *Ustilago maydis* is a disease that is very clearly visible. Vegetative parts of the corn plant are attacked and large galls are being formed. Luckily this disease does not occur on a large scale in Surinam.

Of the leaf blights the one caused by *Cochliobolus heterostrophus* is most commonly found.

One earrot the so-called pink earrot is sometimes found in the rainy season. However not to a large extent. This disease is caused by the fungus *Gibberella zeae*.

Sometimes young corn plants are being attacked by *Sclerotium rolfsii*.

No study was made of virus diseases of corn in Surinam and it is believed that no bacterial diseases of this crop are present.

MAIZE IN JAMAICA : PRESENT STATUS & FUTURE POSSIBILITIES

S. M. SEHGAL

HISTORICAL SKETCH

Maize (*Zea mays* L.) or corn has been grown in Jamaica for centuries. Sloane (*Natural History of Jamaica* 1687-89) records that when he visited the island he found corn growing commonly. Varieties with red, yellow or white grains were grown. During 1918-19, the Government, Jamaica Agricultural Society, and other agencies promoted corn production in the island. The farmers in the parishes of St-Ann and Trelawny planted corn extensively and as a result little, if any, corn was imported into the island in 1919. The increased production led to depressed prices and in subsequent years the area in corn was considerably reduced. To meet its domestic needs, Jamaica kept importing huge quantities of this cereal year after year. In 1939, two important steps were taken by the Government to enable the island to be self-supporting in corn and cornmeal. 1. A cornmeal factory was erected. 2. A corn improvement programme was initiated to evolve a suitable type of corn which would be high yielding and be of a yellow colour for cornmeal. The work was carried out by Mr. L. N. H. LARTER, Botanist of the Agricultural Department. Mr. LARTER isolated a yellow segment from the widely grown and very variable local red corn of that time. The yellow variety thus evolved was named Jamaica Selected Yellow or « J. S. Y. ». The seed of J. S. Y. was increased and distributed to the farmers.

In 1940-41, corn was once more extensively planted and in 1942, Jamaica, after a lapse of 22 years, was once more self-sufficient in this cereal. In subsequent years, the emphasis of the Government shifted to the production of other food crops such as yams, sweet potatoes, etc. and minimum guaranteed prices were fixed for many of these crops. The growing of these crops proved to be more profitable than corn and as a consequence, corn production rapidly declined.

PRESENT STATUS

Local Production and Imports

The island's requirements for corn, at present, are about 65,000 short tons. The local production is estimated to be around 4,000 to 5,000 short tons (Table I). In

Research Station, Pioneer Hi-Bred Corn. Co. Caymanas Estate, Spanish Town, Jamaica.

1968, Jamaica imported 104,983,484 lbs of whole corn at a value of £ 1,402,409 and 11,227,967 lbs of cornmeal at a value of . 351,484. In all, Jamaica spent one and three-quarter million pounds on corn and cornmeal imports (Table 2).

There are, at present, about 12,000 acres in corn. Almost all corn, except a few hundred acres in the lowlands of St-Catherine, Trelawny, and St-Thomas, is grown in small scattered patches on red or brown bauxite soils at altitudes ranging from sea level to 2,500 ft. The principal parishes where maize is grown are St-Elizabeth, Manchester, St-Ann and Trelawny. The average yield for the island is about 12-15 bushels per acre, a few progressive small farmers around 30 bushels per acre, and the large growers approximately 60-65 bushels per acre.

Cultural Practices

There are two planting seasons — « spring » corn is planted in March-April and « fall » corn in August-September. Both planting seasons are patterned after rainfall distribution.

On small holdings, land is prepared either by forking or by « contract » ploughing and harrowing with machinery. Planting distances usually adopted are 3' × 3' or 3' × 4' with 3 to 5 seeds per hole. On « red dirt » soils spacing of 2' × 1' with one seed per hole or 2' × 2' with 2 seeds per hole has been recommended (MITCHELL, 1949). The corn crop is frequently inter-cropped with yams, sweet potatoes, gungo peas, and pumpkins. Manures and fertilizers are not commonly applied but their use is recommended (HEWITT, 1954) and is on the increase. The variety commonly grown is J. S. Y. This is being replaced by hybrid corn developed by the Pioneer Hi-Bred Corn Co. and distributed to the farmers by the Extension Department of the Ministry of Agriculture. The harvesting, shelling, and drying, at small farms, is done by hand. Most of the corn produced is consumed for food and feed at the farms—very little enters commerce.

On large farms mechanized maize production is carried out. There are only half-a-dozen such farms (Caymanas Estate in St-Catherine, Wales and Merrywood in Trelawny, Developments Ltd. and Fred M. Jones Estate in St-Thomas) which produce some corn. The cultural practices recommended are described in detail in a recent paper by SEHGAL and BROWN (1968). A summary of the recommended practices is given below :

1. Prepare a smooth seed bed of a reasonably good tilth. This can be achieved either by ploughing followed by harrowing or by the use of a Rotovator.
2. Soil tests should be used to determine the amount and kind of fertilizer that should be used, but, generally speaking, a minimum of about 120 lb of nitrogen and 60 lb each of phosphate and potash is recommended.
3. Aim for 16, 500 plants per acre. Too heavy or too light a stand is undesirable.
4. Immediately after planting, apply 2 lb Atrazine 80 W herbicide (or Gesaprim) per acre over the rows. This will control weeds in the early stages of plant growth and will eliminate the need for weeding. Mix Atrazine with enough water for spraying so that the chemical is uniformly distributed over the entire area.
5. To control budworms (*Spodoptera frugiperda*), use 1 1/2 lb Sevin 85 W or 1 1/4 lb Dipterex 95 W per acre mixed with water. It is extremely important that the spray is directed into the leaf whorl for effective insect control.

6. Cultivate if necessary. Avoid deep cultivation close to the rows when the plants are more than 6" high.

7. Irrigate if necessary. Do not allow the leaves to wilt at any stage of plant growth. Irrigation at flowering stage is absolutely essential and must be resorted to if there is no adequate rain.

8. Maize will not tolerate water-logged conditions. If water tends to stand in the field, drain it off as quickly as possible.

9. Corn can be harvested mechanically by the ear corn picker, pickersheller, or corn combine. The corn should be properly dried and stored in clean tight bins to reduce damage by storage insects. For fumigation of the grain, phostoxin is recommended.

Economics of Production

The cost of production varies considerably. On irrigated lands, the mechanized maize production cost is around . 30 per acre. This includes machinery depreciation, overheads, cost of hybrid seed, insecticides, herbicides, and fertilizer. On small holdings where minimum inputs (improved seed, no mechanization except implemental tillage, very little fertilizer, no insecticides and herbicides) are used, the production cost is around . £ 12 to . £ 15 per acre.

FUTURE POSSIBILITIES

Research

In the Corn Belt of the United States, maize hybrids are available with a yield potential of 200 bushels per acre. At present such hybrids are unknown in the tropical world. There is a ceiling of around 100 bushels per acre in the currently available tropical hybrids or varieties. A breeding programme by the Pioneer Hi-Bred Corn Co. is under way in Jamaica to develop hybrids with a much higher yield potential than those currently available. The other research objectives are to develop hybrids which are adapted to mechanization, which have improved nutritional qualities, which respond to high fertility and are insensitive to photoperiod, which can withstand high density of plant population per acre without going barren, which are resistant to disease and tolerant to insects (SEHGAL, 1966). Various breeding techniques are being employed to achieve these objectives (SEHGAL, 1965).

The Government Agronomist, Mr. E. R. H. MARTIN, is concentrating his efforts on several things including varietal improvement, yield testing, and understanding of cultural practice alternatives (*). There is a great need to understand the agronomy of the « tropical corn » plant and any research findings on this subject can prove to be extremely useful.

Production

Productivity per unit of land area is dependent on a variety of factors — the three most important ones are : seed, soil and season. The seed should have built-in

(*) MARTIN, E. R. H., 1966 Corn, Sorghum, and Rice. Unpublished.

genetic potential for high yields ; the soil should be neither too acid nor too alkaline, the soil fertility should be properly brought into balance by the application of fertilizers ; the season should be neither too dry nor too wet, if it is dry there should be provision for irrigation, if it is wet there should be means to drain off excess water. Only a large progressive farmer who has the will and resources can effectively control the variables which hinder optimum productivity. Unfortunately, the accepted Government policy in Jamaica is to promote corn production at small holdings and leave the big growers in traditional crops, especially sugar cane. Will small farmers meet the challenge and grow enough corn profitably to meet the needs of the country ? This only time will tell ! However, the Extension Department of the Ministry of Agriculture has full hopes and they expect to raise the local production from 4 000 tons to 30 000 tons by the year 1973 (*).

REFERENCES

- HEWITT (C. W.), 1954. — Profitable Production of Corn in Jamaica. Department of Agriculture Extension Circular No. 55.
 MITCHELL (W. K.), 1949. — Growing Corn on « Red Dirt » Soils. Department of Agriculture Extension Circular, No. 33.
 SEHGAL (S. M.), 1965. — Maize Improvement. A Brief Review. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. Caribbean Region 9 : 224-234.
 SEHGAL (S. M.), 1966. — Inbred-Hybrid Method of Maize Improvement. Proc. Caribbean Food Crops Soc. 4 : 45-51.
 SEHGAL (S. M.) and BROWN (W. L.), 1968. — Mechanized Maize Production. Information 8 : 76-90.

TABLE 1

Local production and imports whole corn, Jamaica

Year	Production '000 lb	Imports '000 lb
1940	13 774	1 938
1941	25 575	324
1942	11 779	—
1943	9 756	2 816
1965	10 720	50 764
1966	11 000	109 376
1967	8 050	103 092
1968	7 736	104 983

TABLE 2

Value of whole corn and cornmeal imports, Jamaica

Year	Whole corn value £ '000	Corn meal value £ '000	Total value £ '000
1965	587	179	766
1966	1 332	125	1 457
1967	1 124	211	1 335
1968	1 402	351	1 753

(* Five Year Agricultural Extension Programme-Corn, Onions, Red Peas, Congo Peas. Unpublished.