

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA FERTILITE DES SOLS DE BANANERAIES DE L'ILE DE TENERIFE

par E. FERNANDEZ CALDAS et V. GARCIA

Centro de Edafología y Biología Aplicada de Tenerife



CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA FERTILITE DES SOLS DE BANANERAIES DE L'ILE DE TENERIFE

par E. FERNANDEZ CALDAS et V. GARCIA

Fruits, Mars 1970, vol. 25, n° 3, p. 175-185.

RESUME - Il s'agit de l'étude des caractéristiques chimiques des sols de bananeraies de Tenerife, déterminant les niveaux de P₂O₅, K₂O, pH, CO₃Ca, matière organique, capacité d'échange, cations échangeables et pourcentages d'humidité de la pâte saturée, dans les différentes zones de l'île

On observe une concentration élevée de P₂O₅ et K₂O dans ces sols, dans toutes les zones étudiées et nous confirmons expérimentalement sa richesse en ces éléments nutritifs au moyen de 2 essais de fertilisation dans lesquels furent supprimés les engrais phosphatés et potassiques pendant 6 et 8 années respectivement.

INTRODUCTION

Dans un travail antérieur (5) sur la fertilisation et sur les techniques de culture du bananier aux Canaries, nous avons exposé différents problèmes liés à cette culture et nous avons étudié les valeurs des éléments nutritifs dans les sols et dans les plantes.

En considérant principalement les niveaux de P₂O₅ et de K₂O, on avait établi des valeurs optimales pour leur concentration dans le sol (excepté pour K₂O qui était toujours élevé) en se référant aux niveaux critiques dans la 3^{ème} feuille du bananier selon la technique de HEWITT (10).

On rencontre en général des valeurs élevées de P₂O₅ et de K₂O dans les sols étudiés, de sorte qu'on pense à la possibilité de supprimer les engrais phosphatés et potassiques dans la fertilisation du bananier.

Dans le présent travail, nous nous proposons de connaître la possibilité de généraliser les conclusions de notre première étude à laquelle on se réfère pour les valeurs de P₂O₅ et K₂O, et d'autre part de présenter un tableau le plus complet possible des caractéristiques physico-chimiques des sols de bananeraies.

Dans ce but, les données incluses dans cette publication sont pratiquement représentatives de la totalité de la superficie cultivée en bananiers, ce qui a été obtenu par l'étude de 3.500 échantillons de sol, approximativement.

Compte tenu de la grande hétérogénéité des sols de Ténérife et de ses zones climatiques, nous avons fractionné cette étude en considérant séparément les différentes zones de production, et en étudiant pour chacune d'elles les valeurs absolues et les répartitions exprimées en pourcentages des pH, K₂O, P₂O₅, CO₃Ca, et matière organique.

De plus, on a interprété séparément les caractéristiques du complexe d'échange, la capacité d'échange, et les niveaux, en pourcentages, de la saturation en humidité, pour compléter nos connaissances sur la fertilité de ces sols, et établir des corrélations qui justifient pour nous l'emploi de certaines de ces techniques.

Enfin, nous confirmons expérimentalement l'abondance des réserves de P₂O₅ et de K₂O dans ces sols, ayant choisi pour ces expériences deux sols qui peuvent être considérés comme représentatifs des niveaux moyens les plus fréquents pour ces éléments nutritifs.

NATURE DES SOLS

Parler de la nature des sols de bananeraies aux îles Canaries est très difficile, sinon impossible, du fait que la quasi totalité des sols cultivés proviennent d'un remaniement du sol en place originellement et de l'apport de terres prises à de grandes distances, généralement en des zones d'altitude supérieure à 300 m, où ne se cultive pas le bananier. Connaissant la grande variété de climats qui existe dans les îles, et sachant qu'il n'y a que de petites étendues avec le même type de roche-mère, on comprend que la nature des terrains varie profondément.

En général, on peut dire qu'au versant sud de l'île, et à l'altitude à laquelle on cultive le bananier, prédomine la terre brune calcaire, alors qu'au versant nord, plus humide, abonde la terre brune méridionale, pauvre en chaux (11).

L'origine des sols varie également d'une zone à l'autre en fonction de la topographie actuelles qui sont survenues au cours de l'histoire géologique de l'île. Pour étudier en détail la logique de l'île. Pour étudier en détail la géologie de Ténérife, consulter l'ouvrage de FUSTER et coll. (7).

On trouvera au tableau 1 les analyses des sols les plus représentatifs des diverses zones.

TABLEAU I
Données analytiques sur les sols
cultivés en bananiers

Localité	pH	P ₂ O ₅ p.p.m.	K ₂ O p. p. m.	M. O. %	CaCO ₃ %
Zone Nord					
Buenavista	8.23	100	1.074	0.76	0.42
Los Silos	7.82	220	1.525	1.45	0.34
Garachico	7.39	340	1.432	1.38	0.22
Icod	8.07	220	1.940	2.22	0.92
La Guancha	8.74	130	2.524	1.84	0.21
San Juan de la Rambla	7.88	320	1.640	2.14	0.20
Realejos	7.43	240	2.110	1.46	-
Puerto Cruz	7.03	205	1.430	5.84	0.21
Orotava	6.95	232	2.035	3.40	0.40
Santa Ursula					
Sauzal	5.69	110	1.036	4.44	0.10
Tejina	7.68	135	904	1.43	0.54
Valle Guerra	6.29	300	1.055	2.39	0.10
Punta Hidalgo	8.42	220	1.790	1.67	1.80
Zone Sud					
Santa Cruz de Tenerife	8.45	150	1.100	1.42	0.50
Iguete de Candelaria	7.55	370	2.050	1.55	0.20
Guimar	6.88	200	1.490	2.26	0.00
Arona	8.74	260	2.210	0.81	2.40
Adeje	8.39	140	2.530	0.93	2.73
Guia de Isora	8.27	140	1.040	1.34	0.41

PRISE DES ECHANTILLONS

La représentativité des échantillons utilisés pour cette étude est satisfaite, d'une part par le grand nombre de ceux qui ont été analysés, en provenance de toutes les zones de production, et d'autre part, par le processus qui a été choisi pour leur prélèvement. Ils proviennent toujours de la partie superficielle du sol comprise entre 0 et 20 cm. Dans cette zone, se situent 70 à 80 p. cent des racines du bananier (3).

A cause de la grande hétérogénéité des sols, conséquence de leur préparation artificielle avec des terres provenant d'endroits différents, nous avons pris les échantillons traités de fa-

TABLEAU 2
Relation entre les superficies
cultivées (ha) et les nombres des
échantillons pris en chaque zone

Localités	Superficie ha	Nombre échantillons
Zone Nord		
Buenavista	127	236
Los Silos	297	233
Garachico	126	87
Icod	287	154
La Guancha	71	101
San Juan de la Rambla	64	125
Realejos	440	206
Puerto de la Cruz	574	360
Orotava	754	551
Santa Ursula - Sauzal	330	140
Valle Guerra, Tejina y Punta Hidalgo	465	495
Zone Sud		
Santa Cruz de Tenerife	110	56
Candelaria-Arafo	30	72
Guimar	93	156
Arona	96	240
Adeje	49	162
Guia de Isora	33	123

Données fournies par la CREP et se référant à l'année 1965.

çon à ce qu'ils représentent toujours des surfaces relativement petites. D'autre part, la dimension des plantations (85 p. cent de moins d'un hectare) a facilité cet échantillonnage dans toutes les zones de culture.

Le tableau 2 indique les superficies de culture bananière par zones et les échantillons pris dans chacune d'elles.

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

La granulométrie de ces sols diffère beaucoup tant dans les horizons superficiels qu'en profondeur. Les terres transportées pour établir les terrasses présentent généralement des textures très distinctes.

Une étude de la composition granulométrique de ces sols ne peut contribuer à établir une caractéristique générale qui nous permettrait de séparer les zones différentes en fonction de la texture. On peut considérer comme un cas exceptionnel la zone de Guimar, où abondent les sols sableux.

Pour cette raison, les caractéristiques de texture des sols sont estimées approximativement à partir des données de pourcentage de saturation de la pâte saturée, que nous utilisons couramment au Centre en d'autres types d'étude. Les valeurs élevées, moyennes ou basses de ce pourcentage de saturation correspondent en ligne générale aux sols argileux, de texture moyenne, ou sableux, respectivement.

Le tableau 8 indique les valeurs les plus fréquentes de ce pourcentage de saturation dans les sols de Ténérife, qui correspondent en général à la classe de texture moyenne.

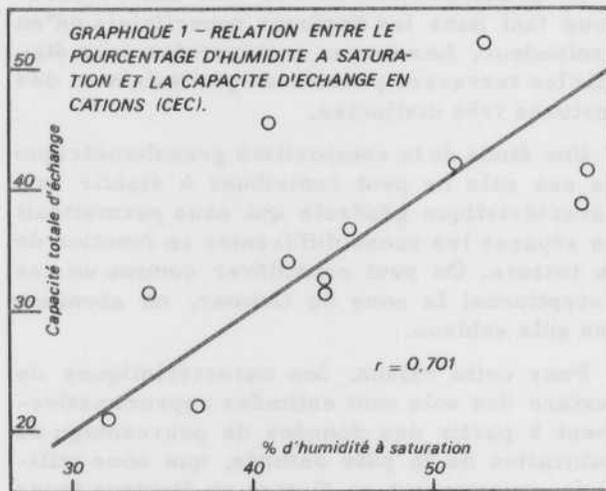
Les déterminations du pourcentage de saturation offrent un grand intérêt du fait des différentes informations que ces données nous apportent dans la connaissance de certaines propriétés du sol.

En plus d'une orientation quant à la texture, elles apportent une bonne information sur les relations eau-sol et l'amplitude de la capacité totale d'échange.

Nous savons que la capacité au champ et la teneur au point de flétrissement correspondent approximativement à 1/2 et 1/4 du pourcentage en humidité du sol saturé. Aux valeurs maximales et minimales du pourcentage de satura-

tion pour les sols de Ténérife correspondent des niveaux de 29 et 17 p. cent pour la capacité au champ, et de 14,5 et 8,5 p. cent pour le point de flétrissement. Ces données nous permettent également de calculer les réserves en eau du sol.

La relation entre le pourcentage de saturation et la capacité totale d'échange apparaît nettement par la corrélation qui existe entre leurs valeurs, puisqu'on obtient un coefficient $r = 0,701$ significatif au niveau de 5 p. cent (graphique 1).



LE pH DES SOLS DE BANANERAIES

Il varie énormément à l'intérieur d'une même zone, avec des valeurs extrêmes comprises entre 4,1 et 9,6. Les valeurs moyennes sont de l'ordre de 7,6. Malgré ces différences, on observe des caractéristiques communes pour la réaction du sol, dans des zones déterminées de l'île (tableau 3).

Nous pouvons discerner en premier lieu deux régions très différenciées pour leur pH, qui correspondent aux versants sud et nord de Ténérife.

Dans la région sud, les valeurs de pH franchement alcalines prédominent, sauf à Guimar, où se rencontrent fréquemment des valeurs inférieures à pH 7,0. Approximativement 69 p. cent des sols de cette région ont des réactions acides, les sols à pH supérieur à 8,0 sont très rares (seulement 6 p. cent).

TABLEAU 3
Pourcentages des diverses valeurs de pH dans le sol

Localités	<5	5-6	6-7	7-8	8-9	>9
Zone Nord						
Buenavista	3	7	16	23	50	1
Los Silos	8	9	15	32	36	-
Garachico	1	5	15	41	38	-
Icod	1	4	16	34	45	-
La Guancha	3	3	7	35	52	-
S. Juan						
Rambla	2	8	17	40	32	-
Realejos	3	13	23	32	32	-
Puerto Cruz	5	22	29	35	9	-
La Orotava	8	28	31	26	7	-
Sta. Ursula						
Sauzal	20	35	22	22	1	-
Tejina	9	15	23	35	18	-
Valle Guerra	15	19	26	27	12	-
Punta Hidalgo	3	10	17	22	47	-
Zone Sud						
Santa Cruz						
de Tenerife	-	15	21	27	37	-
Igüeste de						
Candelaria	2	8	17	29	44	-
Guimar	10	17	42	25	6	-
Arona	-	4	4	9	68	15
Adeje	-	-	6	7	66	21
Guia de Isora	-	3	10	34	49	4

Par contre, la zone comprise entre Arico et Guia de Isora se caractérise par des sols à réaction franchement alcaline. Les sols à pH inférieur à 7,0 sont très rares, et au contraire ceux à pH supérieur à 8,0 très abondants. A Arona et à Adeje, 83 p. cent et 87 p. cent des sols, respectivement, ont des pH supérieurs à 8,0, desquels 15 p. cent et 21 p. cent, respectivement, présentent des pH supérieurs à 9,0.

Les différences que l'on peut observer entre la vallée de Guimar et le reste des sols du sud peuvent être dues aux propriétés granulométriques de la plupart des sols de Guimar, qui se caractérisent par une texture franchement sableuse. Le lessivage intense auquel sont soumis ces sols avec les eaux de faible salinité de la région permet d'expliquer les valeurs de pH observées.

Dans le reste de la zone, les sols sableux ne sont pas fréquents. Les eaux présentent une

meilleure alcalinité avec un carbonate de soude résiduel moyen dans les canaux d'irrigation qui est approximativement de 2,5 meq./litre.

Par ailleurs, les sols de cette zone extrêmement aride sont généralement salino-alcalins, et très saturés en bases échangeables. Toutes ces caractéristiques permettent d'expliquer les hautes valeurs de pH.

Sur le versant nord de l'île, on peut distinguer trois zones en fonction des valeurs moyennes de pH.

La région comprise entre Buenavista et La Guancha a des sols où prédominent des réactions alcalines élevées. 36 à 52 p. cent des sols ont des valeurs de pH supérieures à 8,0. Malgré tout, il n'existe pratiquement pas de sol avec un pH supérieur à 9,0. La vallée de la Orotava, et la région comprise entre Santa Ursula et El Sauzal forment une autre zone où sont très communs les sols à réaction acide.

Dans 60 à 70 p. cent de ces plantations, les pH sont inférieurs à 7,0 et seulement dans 10 p. cent, le pH est supérieur à 8,0.

La zone de Valle Guerra, Punta del Hidalgo et Tejina, située au nord-est de Ténérife, présente un caractère intermédiaire entre les deux régions précédentes. Les valeurs de pH se situent de préférence dans l'intervalle 6,0-8,0.

En tenant compte des caractéristiques climatiques communes à ces trois régions le long du versant nord, et de la similitude des techniques de culture qui y sont pratiquées, l'explication de ces différences de pH pourrait être attribuée principalement aux caractéristiques différentes des eaux d'irrigation dans chacune d'elles.

En effet, comme nous l'avons déjà indiqué dans une publication antérieure sur les caractéristiques chimiques des eaux de Ténérife (6), la zone comprise entre Buenavista et La Guancha se distingue par la prédominance des eaux bicarbonatées sodiques alcalines qui inévitablement tendent à élever le pH. La vallée de La Orotava, et la région Santa Ursula-Sauzal sont irriguées avec des eaux de salinité très basse. Le lessivage que produit dans ce sol ce type d'eau (on apporte 1.200 mm annuellement par l'irrigation), joint aux apports abondants de matière organique et de fertilisants azotés, ont contribué fortement à cette acidification du milieu.

Les sols de Valle Guerra, Punta del Hidalgo et Tejina sont irrigués généralement avec des eaux de puits plus ou moins contaminées par les eaux de mer, ou avec des mélanges d'eaux de puits et d'eaux de galeries de basse salinité. En quantités équivalentes, l'action alcalinisante du bicarbonate sodique est supérieure à celle due aux sels sodiques chlorurés, laquelle reste marquée dans les valeurs de pH qui se rencontrent dans cette zone.

Selon les considérations qui précèdent, on peut conclure que la culture du bananier peut se faire d'une façon satisfaisante entre des limites étendues de valeurs de pH, y compris celles supérieures à 9,0. Sur des sols d'alcalinité très élevée, supérieure à pH 9,0, au sud de Ténérife, on rencontre des plantations ayant un fort développement et une productivité qui dépasse celle des autres zones de l'île.

MATIERE ORGANIQUE

La teneur en M.O. varie fortement d'une plantation à l'autre, sans qu'on puisse établir de différence très caractéristique entre les diverses zones de production.

On observe en général que la teneur augmente avec l'ancienneté de la plantation, et les valeurs les plus élevées sont communément associées à des niveaux acides dans les sols.

Comme on peut le constater au tableau 4, les accumulations les plus fortes se produisent dans les zones les plus acides du nord de Ténérife, où se rencontrent la plupart des plantations les plus vieilles de l'île. A Orotava et à Puerto de la Cruz, 51 et 52 p. cent respectivement des sols ont des concentrations supérieures à 5 p. cent, et dans les autres sols de cette zone de production, les niveaux sont fréquemment compris entre 3 et 5 p. cent.

Au sud, les zones les plus importantes de production bananière, actuellement, correspondent à Arona, Adeje, Guía. Les teneurs en matière organique sont relativement basses, ce qui s'accorde avec la création récente de ces plantations.

Comme zone intermédiaire en niveaux de M.O., on peut citer la région de Buenavista-Icod, où les bananeraies sont relativement anciennes et où l'alcalinité des sols est élevée.

TABLEAU 4
Répartition en pourcentages des
diverses teneurs de la matière
organique

Localités	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	>5%
Zone Nord						
Buenavista	30	39	24	1	3	3
Los Silos	14	42	19	6	5	14
Garachico	11	34	32	2	3	18
Icod	4	22	37	9	6	22
La Guanchara	7	28	38	7	9	11
San Juan						
Rambla	14	24	42	6	7	7
Realejos	6	26	26	5	11	26
Puerto Cruz	-	5	17	10	16	52
La Orotava	4	9	14	7	15	51
Santa Ursula						
Sauzal	12	32	14	12	20	10
Tejina	12	61	20	3	3	1
Valle Guerra	16	44	31	4	2	3
Punta						
Hidalgo	10	70	20	-	-	-
Zone Sud						
Santa Cruz de						
Tenerife	15	36	25	8	7	8
Iguete de						
Candelaria	15	27	17	9	10	22
Guimar	23	30	25	3	3	16
Arona	47	35	12	2	3	1
Adeje	51	35	10	-	4	-
Guia de Isora	30	51	11	-	2	6

Les teneurs limites varient entre 0,48 et 15,3 p. cent, avec des valeurs moyennes plus fréquemment comprises entre 1 et 2 p. cent.

Les apports réguliers de matière organique au sol constituent à Ténérife une pratique culturelle à laquelle les planteurs attribuent une importance majeure. Les matières organiques employées peuvent avoir des origines différentes, dont les caractéristiques et compositions varient beaucoup. S'emploient fréquemment : les aiguilles de pin (*Pinus canariensis*, *P. insignis*), les genêts (*Spartocytisus nubigenus*), le compost des villes, les tourbes ... et les débris végétaux des feuilles et troncs de bananiers.

Jusqu'à ces dernières années, il était absolument nécessaire d'apporter annuellement au sol des quantités considérables de matières

organiques, pour maintenir une haute productivité. A partir de 1960, quand débutèrent les traitements de lutte contre les nématodes avec l'emploi du DBCP, on a pu réduire considérablement les apports organiques, à cause, fondamentalement, du meilleur développement et de la vigueur du système racinaire, du fait de cette désinfection. Actuellement, l'application tous les deux ans d'approximativement 40 tonnes de matières organiques à l'hectare est fréquente.

Nous considérons que son action la plus importante dans cette culture est en relation avec les caractéristiques physiques du sol, en contribuant à une amélioration de sa structure, et en assurant une meilleure aération et une perméabilité hydrique. Le système des racines de bananier exige des sols meubles et un drainage adéquat, d'où l'effet toujours bénéfique des apports de matière organique.

Du point de vue chimique, celle-ci peut jouer un rôle très important dans les zones alcalines décrites, en contribuant à solubiliser certains éléments nutritifs et en facilitant leur assimilation.

LE POTASSIUM

Une des caractéristiques principales des sols de Ténérife est leur haute teneur en cet élément.

Les données figurant au tableau 5 indiquent que pratiquement la totalité des sols de l'île a des concentrations élevées, oscillant entre 800 à 2.400 ppm. Les teneurs moyennes se situent entre 1.200 et 2.000 ppm. Seulement dans les zones de Tejina et Valle Guerra, approximativement 25 p. cent des sols contiennent K₂O en concentrations inférieures à 800 ppm. Au contraire, à Iguete de Candelaria, Arona et Adeje, on rencontre des sols avec des teneurs supérieures à 3.000 ppm.

Pour comprendre la signification quantitative de ces valeurs, qui se réfèrent à la potasse assimilable, nous avons établi une corrélation entre les valeurs obtenues avec notre méthode (acide acétique 0,5 N, relation sol-extract. 1/40), avec les valeurs de potasse échangeable dans les mêmes sols. Elle est hautement significative ($r = 0,965$) (graphique 2).

Les valeurs de potasse échangeable sont toujours supérieures à 1 méq.p.100 g, et la

TABLEAU 5
Répartition en pourcentages des
teneurs de K_2O exprimées en p.p.m.

Localités	< 800	800-1200	1200-1600	1600-2000	2000-2400	> 2400
Zone Nord						
Buena Vista	13	33	23	19	9	3
Los Silos	9	23	30	21	14	3
Garachico	8	30	29	24	7	2
Icod	4	7	15	27	23	24
La Guancha	4	6	14	24	25	27
S. Juan de la Rambla	2	7	29	29	21	12
Realejos	1	15	21	31	18	14
Puerto Cruz	6	23	29	21	10	11
La Orotava	13	25	27	20	10	5
Santa Ursula						
Sauzal	12	23	26	16	14	9
Tejina	24	40	16	10	5	5
Valle Guerra	26	31	26	11	6	-
Punta Hidalgo	2	27	30	30	9	2
Zone Sud						
Santa Cruz de Tenerife	8	34	27	10	14	7
Igüeste de Candelaria	-	3	12	24	25	36
Guimar	6	37	33	14	6	4
Arona	1	6	17	19	19	38
Adeje	-	2	14	28	20	36
Guía Isora	6	29	20	24	14	7

majeure partie des sols en ont de 2 à 5 méq. p. 100 g.

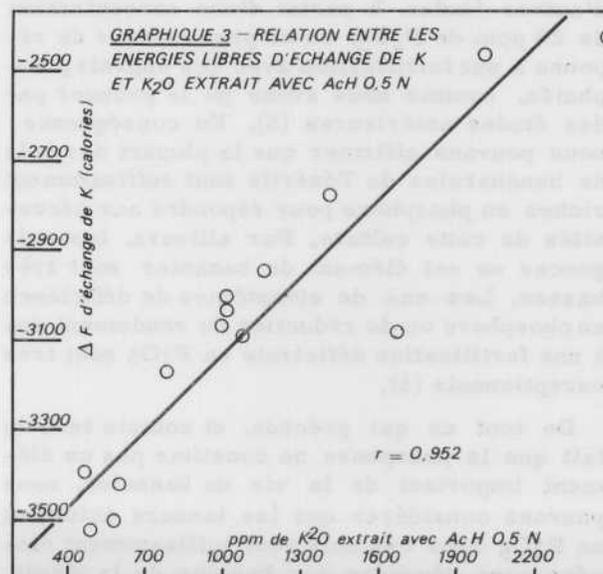
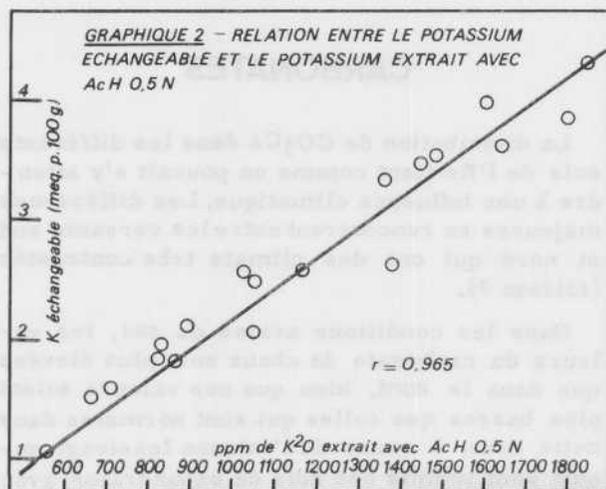
La corrélation antérieure confirmée, il nous intéressait de mieux préciser les disponibilités des formes de potasse présentes dans le sol, et pour cela, nous étudiâmes également la corrélation entre les valeurs données par notre méthode d'extraction et celles d'énergie libre (ΔF) d'échange de potassium (9) qui furent également étudiées à notre Centre.

Nous constatons également que ces valeurs étaient en corrélation élevée (graphique 3). Les valeurs de ΔF pour l'échange de potassium dans le sol et les valeurs obtenues à Ténérife sont seulement comparables aux sols d'une richesse potassique élevée.

Selon CHAMPION (3) "on peut estimer que, dans tous les cas, sauf peut-être celui d'une grande richesse en calcium actif, une teneur de 1 méq. p. 100 g répond largement aux besoins d'une bananeraie établie en bon état de végétation". Ceci est tout à fait en accord avec nos résultats expérimentaux. D'autre part, les sols de Ténérife sont pauvres en chaux.

La richesse de nos sols en potassium a été étudiée par DUGAIN (4), qui, les comparant avec les sols de Guinée et du Cameroun, a trouvé une richesse sensiblement supérieure dans les sols des Canaries.

Ces niveaux élevés se rencontrent non seulement dans les sols cultivés, mais aussi dans les sols vierges (généralement avec des te-



neurs supérieures à 1.000 ppm), ce qui indique de grandes réserves naturelles.

Nous réalisons actuellement une étude de la composition minéralogique des sols de Ténérife, qui devrait nous permettre d'expliquer la nature des fortes réserves en cet élément.

LE PHOSPHORE

Les sols vierges de Ténérife présentent des valeurs très basses de P_2O_5 assimilable. De la même manière que la matière organique, les niveaux de phosphore sont fonction de l'ancienneté de la plantation et de l'acidité des sols. En général, les valeurs les plus fréquentes sont dans les limites de 100 ppm et 500 ppm.

Dans la zone nord, les concentrations les meilleures correspondent à la vallée de l'Orotava, où se rencontre fréquemment des teneurs comprises entre 300 et 500 ppm (tableau 6).

Au sud de l'île, on observe clairement l'influence de l'âge de la culture sur les niveaux de P_2O_5 . Dans les zones de Igueste de Candelaria et de Guimar plus anciennes, se trouvent les niveaux plus élevés, tandis que les plantations de Arona, Adeje, Guia de Isora, plus récentes, ont des valeurs de phosphore sensiblement plus basses.

Selon la méthode de OLSEN, employée pour d'autres études, à partir d'une concentration de 25 ppm de P_2O_5 , on ne peut espérer de réponse à une fertilisation avec des engrais phosphatés, comme nous avons pu le prouver par des études antérieures (5). En conséquence, nous pouvons affirmer que la plupart des sols de bananeraies de Ténérife sont suffisamment riches en phosphore pour répondre aux nécessités de cette culture. Par ailleurs, les exigences en cet élément du bananier sont très basses. Les cas de symptômes de déficience en phosphore ou de réduction du rendement due à une fertilisation déficiente en P_2O_5 sont très exceptionnels (3).

De tout ce qui précède, et compte tenu du fait que le phosphore ne constitue pas un élément important de la vie du bananier, nous pouvons considérer que les teneurs actuelles en P_2O_5 dans ces sols sont suffisamment élevées pour répondre aux besoins de la plante.

TABLEAU 6

Répartition en pourcentages des teneurs de P_2O_5 des sols, exprimées p.p.m.

Localités	< 100	100-200	200-300	300-400	400-500	> 500
Zone Nord						
Buenavista	31	29	24	8	5	3
Los Silos	11	21	22	27	13	6
Garachico	13	10	14	29	22	12
Icod	4	31	21	16	15	13
La Guancha	25	23	26	18	7	1
San Juan						
Rambla	10	15	22	24	14	15
Realejos	5	14	29	20	17	15
Puerto Cruz	3	11	25	22	25	14
La Orotava	6	10	20	23	26	15
Santa Ursula						
Sauzal	19	38	19	11	10	3
Tejina	12	33	29	17	6	3
Valle Guerra	12	17	21	27	15	8
Punta Hidalgo	12	37	25	6	6	12
Zone Sud						
Santa Cruz de Tenerife	15	28	24	24	11	-
Igueste de Candelaria	7	19	26	27	18	3
Guimar	10	32	28	16	8	6
Arona	36	26	15	14	7	2
Adeje	46	35	14	5	-	-
Guia Isora	34	30	12	15	6	3

CARBONATES

La distribution de CO_3Ca dans les différents sols de l'île tient comme on pouvait s'y attendre à une influence climatique. Les différences majeures se rencontrent entre les versants sud et nord qui ont des climats très contrastés (tableau 7).

Dans les conditions arides du sud, les valeurs du carbonate de chaux sont plus élevées que dans le nord, bien que ces valeurs soient plus basses que celles qui sont normales dans cette zone, à cause de l'intense lessivage auquel sont soumis ces sols de bananeraies, avec des irrigations fréquentes et très abondantes.

TABLEAU 7
Répartition en pourcentages
des teneurs en CO₃

Localités	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	>5 %
Zone Nord						
Buenavista	80	11	4	3	2	-
Los Silos	89	8	2	1	-	-
Garachico	93	4	3	-	-	-
Icod	95	5	-	-	-	-
La Guancha	84	10	1	-	-	-
San Juan						
Rambla	95	4	1	-	-	-
Realejos	99	1	-	-	-	-
Puerto Cruz	97	3	-	-	-	-
La Orotava	96	2	2	-	-	-
Santa Ursula						
Sauzal	97	2	1	-	-	-
Tejina	77	13	3	4	2	1
Valle Guerra	85	13	1	1	-	-
Punta Hidalgo	44	16	16	12	7	5
Zone Sud						
Santa Cruz de						
Tenerife	55	18	10	5	2	10
Igüeste de						
Candelaria	60	16	16	8	-	-
Guimar	100	-	-	-	-	-
Arona	43	23	14	9	2	9
Adeje	30	15	17	13	6	19
Guía Isora	85	7	4	1	-	3

Les valeurs les plus élevées sont légèrement supérieures à 5 p. cent. Dans la majorité des sols, tant dans la zone nord que dans la zone sud, les valeurs oscillent entre 0 et 2 p. cent.

Comme on pouvait s'y attendre, les concentrations minimales en CO₃Ca correspondent aux zones plus acides de l'île (vallée de La Orotava, Guimar et région Santa Ursula-Sauzal).

La présence de sodium dans les eaux d'irrigation en proportions variables et la déficience en CO₃Ca du sol peuvent influencer très défavorablement les relations Na/Ca dans le sol, rendant très convenable l'emploi d'amendements calcaires de résidus acide ou alcalin, selon le pH du sol.

CAPACITE D'ÉCHANGE ET CATIONS ÉCHANGEABLES DANS LES SOLS TYPIQUES DE BANANERAIES

Ces sols se caractérisent par une capacité d'échange élevée et sont pratiquement saturés en bases échangeables (tableau 8).

TABLEAU 8
Capacité d'échange et cations
échangeables dans les sols de
bananeraies

C. E. C.	meq/100 g de sol				p. cent humidité pâte saturée
	K	Na	Ca	Mg	
38,3	4,7	2,3	25,6	7,6	58,5
22,0	3,6	1,6	14,9	5,7	35,8
31,4	4,2	2,2	18,7	6,8	40,4
41,5	5,5	1,7	26,7	9,3	51,5
25,2	3,7	2,1	15,4	4,8	34,5
41,3	5,4	1,2	27,3	9,5	58,8
32,4	4,5	5,5	15,2	7,2	43,9
52,1	6,0	1,9	36,1	11,5	53,2
45,5	5,2	1,0	33,7	8,5	41,1
34,0	4,9	1,6	22,7	7,3	41,9

C'est un des traits les plus intéressants des sols de Ténérife, avec le bon équilibre dans les éléments nutritifs du sol et une grande capacité de réserve.

Les concentrations en cations échangeables se présentent en général dans l'ordre suivant : Ca > Mg > K > Na.

Les valeurs pour la capacité totale d'échange oscillent entre 22 et 62 méq. pour 100 g. Les relations Ca/Na sont en général adéquates pour une bonne floculation de la fraction colloïdale du sol, sauf dans quelques cas peu fréquents de salinité, dans cette culture.

Les relations K/Mg se maintiennent entre 0,23 et 0,65, sans arriver jamais aux limites qui permettent l'apparition de la maladie du "bleu" du bananier si fréquente dans certaines zones tropicales déficientes en magnésium.

Les réserves de Mg sont d'ailleurs abondantes dans tous les sols. Le potassium com-

me nous l'avons indiqué précédemment est aussi très abondant.

Les méthodes d'analyse

L'extraction et la détermination de P_2O_5 du sol se fait par la méthode de OLSEN (12).

Le *potassium* s'extrait par une solution 0,5N d'acide acétique par percolation, en employant le rapport sol/extractant 1/40. Il est déterminé au photomètre de flamme Beckmann, modèle Direct Reading Flame Photometer.

Le *calcium* et le *magnésium* se déterminent avec EDTA, le sodium étant mesuré en photométrie de flamme.

Le pH s'obtient à l'électrode de verre d'un appareil Cambridge, en utilisant le rapport sol-eau de 1/2, 5.

On mesure le *carbonate de calcium* au calcimètre Bernard.

La *matière organique* est déterminée par oxydation au bichromate de potasse en milieu sulfurique et dosage de l'excès au sulfate ferreux en présence d'acide phosphorique et de diphénylamine comme indicateur.

Le *pourcentage d'humidité* de la pâte saturée est définie selon la technique de l'U.S. Salinity Laboratory Staff.

Partie expérimentale

Cette reconnaissance minutieuse de quelques caractéristiques importantes de la fertilité des sols de Ténérife nous a permis de connaître avec assez de précision l'état de leurs réserves plus permanentes.

L'importance et la distribution des niveaux de P_2O_5 et de K_2O sont définies pour la totalité des zones de production.

La connaissance de ces données nous permettra d'établir et de généraliser les techniques de fertilisation pour les différentes zones (ce qui aurait été impossible d'une autre manière, vu la grande hétérogénéité de nos sols), après que sera définie la signification de ces niveaux dans le sol.

Une première tentative pour interpréter ces niveaux a été faite dans un travail antérieur (5) où s'étudiaient les relations entre les niveaux d'éléments nutritifs dans les sols et dans les feuilles, ce qui a permis de déterminer les niveaux minima dans le sol pour assurer une nu-

trition adéquate. Ces niveaux purent être fixés seulement pour P_2O_5 . Jamais on n'a rencontré pour K_2O une concentration limite à cause de la grande richesse en cet élément des sols de Ténérife.

Les valeurs que nous connaissons maintenant pour les concentrations maxima et minima de P_2O_5 et de K_2O correspondent à des niveaux suffisants à l'alimentation du bananier, compte tenu de nos conditions d'étude des niveaux critiques.

Malgré tout, dans le but de préciser une fois de plus la nature de ces réserves et leurs disponibilités en forme assimilable, nous avons réalisé une expérience de fertilisation dans deux zones distinctes de production. Les niveaux de P_2O_5 et de K_2O dans ces plantations correspondent aux concentrations les plus fréquentes de ces éléments dans le sol.

Dans cette expérience, on a supprimé les apports d'engrais phosphatés et potassiques, avec seulement une fertilisation avec des produits azotés pendant une période de 8 et 6 années respectivement. Les quantités de N apportées ont été maintenues constantes à la dose de 530 g par plante chaque année.

Les essais débutèrent en 1960 et 1962. Les rendements au cours de la période expérimentale varient entre 36 et 40 tonnes à l'hectare. Les augmentations et diminutions de la production étaient dues uniquement à des facteurs climatiques, car on a constaté un parallélisme avec les exploitations voisines. Ces rendements sont du même ordre de grandeur que dans le reste des exploitations adjacentes, en bon état de production, où s'emploient les formules traditionnelles de fertilisation, dans lesquelles en plus des apports de P et K, on épand des quantités similaires de N.

Le *tableau 9* présente les variations des teneurs de K_2O et de P_2O_5 dans le sol de cet essai et au cours de celui-ci.

On peut remarquer qu'on n'observe pas de variations sensibles des concentrations de K_2O , alors que pour P_2O_5 , on peut discerner de petites variations, mais sans que la diminution puisse faire conseiller la fertilisation phosphatée.

Ces résultats confirment bien la richesse des sols de bananeraies de Ténérife en K_2O et P_2O_5 , et sont en accord avec ceux de BUTLER (1), et des chercheurs de l'IFAC au Cameroun (3) qui n'obtiennent pas de réponse de la culture

TABLEAU 9

Variations des teneurs en P_2O_5 et K_2O du sol, au cours des 7 années de culture, dans deux essais sans apport de ces éléments

Année	Essai n° 1		Essai n° 2	
	K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5
1962	1.100	380	1.540	410
1964	1.200	310	1.500	350
1966	1.030	310	1.600	310
1968	1.050	240	1.500	300

aux apports de potasse quand les sols sont riches en cet élément. Des résultats similaires sont obtenus par GODEFROY et al. (8), qui recommandent de n'utiliser que des engrais azotés dans les plantations de bananiers établies sur sols volcaniques du Cameroun.

Ces conclusions, avec celles données antérieurement, nous permettent de généraliser sur la possibilité de supprimer les engrais phosphatés et potassiques, avec l'économie qui en découle pour la production.

Malgré cela, des expériences sont actuellement implantées, avec des niveaux distincts de fertilisation phosphatée et potassique, pour étudier l'effet de P_2O_5 et de K_2O sur la qualité et la production de la récolte, ce qui nous permettra de connaître avec une meilleure rigueur scientifique la fertilité de nos sols.

BIBLIOGRAPHIE

- BUTLER (A.F.). - 1960. Fertilizer experiments with Gros Michel banana. *Trop. Agric. Trinidad*, vol. 37, n° 1.
- CHAMPION (J.), DUGAIN (F.), MAIGNIEN (R.) et DOMMERGUES (Y.). - 1958. Les sols de bananeraies et leur amélioration en Guinée. *Fruits*, vol. 13, p. 415-462.
- CHAMPION (J.). - 1963. Le bananier. p. 121. Ed. E.G.P. Maisonneuve et Larose, Paris.
- DUGAIN (F.). - 1962. Le bananier aux îles Canaries. III - Etude des sols. *Fruits*, vol. 17 p. 193-205.
- FERNANDEZ CALDAS (E.) y FERNANDEZ-TRUJILLO MARTINEZ (F.). - 1962. Plátanos, fertilización y técnicas de cultivo en Canarias. *Actas Primera Reunion Plenaria de Instituto de Edafologia y Agrobiologia Universidad de Salamanca*.
- FERNANDEZ CALDAS (F.) y PEREZ GARCIA (V.). - 1967. Las aguas subterráneas de Tenerife. *Anales de Edafologia y Agrobiologia*, 26, 293-308.
- FUSTER (J.M.), ARANA (V.), BRANDLE (J.L.), NAVARRO (M.), ALONSO Y APARICIO (U.). - 1968. Geologia y Volcanologia de las Islas Canarias, Tenerife. *Instituto Lucas Mallada C.S.I.C. Madrid*.
- GODEFROY (J.), LECOQ (J.) et LOSOIS (P.). - Evolution des caractéristiques chimiques et structurales d'un sol volcanique sous culture bananière. *Fruits*, vol. 24, n° 5, p. 257-271.
- HAGIN (J.) and DOURAT (A.). - 1963. Methods for determination of available soil potassium. *Empire Jour. of exper. Agric.* 31, 186-188.
- HEWITT (C.W.). - 1953. Leaf Analysis, Bananas. *Department of Agriculture Jamaica. Investigations. Bulletin n° 53*.
- KUBIENA (W.L.). - 1956. Contribution to the pedogenesis of soils in the Western Canary Islands (Gran Canaria included). *VI Congres international de la Science du Sol. Paris, Commission V, p. 241-246*.
- OLSEN (S.R.), COLE (C.V.), WATABLE et DEAN (L.A.). - 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *Circular n° 939. U.S.D.A.*