

Étude de l'absorption et de la localisation du P des superphosphates dans l'ananas, en comparant deux niveaux de N et K et deux techniques d'application

José A. HERRERA ALTUVE*

ETUDE DE L'ABSORPTION ET DE LA LOCALISATION DU P DES SUPERPHOSPHATES DANS L'ANANAS, EN COMPARANT DEUX NIVEAUX DE N ET K ET DEUX TECHNIQUES D'APPLICATION

José A. HERRERA ALTUVE

Fruits, juin 1975, vol. 30, n°6, p. 395-401.

RESUME - On a comparé le superphosphate marqué au ^{32}P , appliqué soit au sol (1 mCi par plante), soit à l'aisselle des basses feuilles (0,5 mCi par plante), en combinaison avec deux niveaux de N et K, et à deux stades : différenciation de l'inflorescence, et début de développement de la deuxième récolte. La radioactivité était déterminée, à 3 ou 4 dates d'échantillonnage avec des répétitions en blocs randomisés, sur les divers organes de plantes entières. L'absorption du ^{32}P s'est montrée plus élevée par la voie foliaire, sans influence des niveaux de N et K.

La nutrition de l'ananas en phosphore présente des caractéristiques intéressantes, en particulier parce que la culture de cette plante nécessite une faible quantité de cet élément malgré son rôle important dans les plantes. Le phosphore entre dans diverses combinaisons organiques telles que les acides nucléiques, la phytine, les phosphasides, les enzymes, etc., et intervient sous forme inorganique dans le métabolisme végétal. Il fait partie de l'acide phosphoglycérique et des sucres phosphorylés. L'acide phosphorique joue un rôle dans le dédoublement de l'amidon en sucres et des sucres en CO_2 pendant la respiration de la fermentation (TEIWES et GRUNEBERG, 1968). MARCHAL (1971) souligne que, dans les feuilles les plus jeunes, le phosphore en tant que constituant de l'ATP, joue un rôle fondamental dans les transferts d'énergie de la respiration et de la photosynthèse.

SU (1969) expose que, sur un sol déficient en P, la fertilisation phosphatée peut améliorer le développement, le rendement et la qualité de l'ananas de la même façon que les deux autres éléments principaux, augmenter la proportion

des fruits ayant une «pulpe saine» et la teneur du jus en acide ascorbique, tout en réduisant son acidité et en élevant son extrait sec (ce qui augmente le rapport extrait sec/acidité).

D'après la revue sur la fertilisation de l'ananas réalisée par TEIWES et GRUNEBERG (1968), les doses élevées de phosphate accélèrent la fructification et la maturation des fruits, quand le fertilisant est appliqué dans une période où les réserves en protéines ou en carbohydrate des plantes ne sont pas suffisantes pour former suffisamment de pulpe. Ces auteurs se réfèrent à d'autres travaux intéressants à citer. Selon eux, DANSMORE mentionne des résultats expérimentaux provenant de Taiwan, suivant lesquels le P_2O_5 facilite la formation de racines secondaires au détriment du développement de la racine principale. Ils mentionnent aussi PAN, qui a trouvé une stimulation par la fertilisation en P de la formation de rejets et du développement du système racinaire.

COLLINS (1960) affirme que la déficience en P diminue la vitalité de la plante aussi bien que le nombre de rejets.

SU déclare que le maintien d'un niveau adéquat de P dans les tissus assure l'apparition précoce des bourgeons floraux et le mûrissage du fruit.

* - Dpto. Suelos y Agroquímica - Escuela de Agronomía Facultad de Ciencias agropecuarias, Universidad de la Habana(Cuba).

PY (1968), dans son livre «L'ananas», signale que le P est essentiel pour le métabolisme des plantes, qui en ont particulièrement besoin au moment de la différenciation de l'inflorescence et de la floraison ; il se réfère à NIGHTINGALE, selon lequel une déficience en P pendant cette période provoque une chute du rendement pouvant être importante.

Des travaux récents en Côte d'Ivoire et en Guadeloupe ont permis à MARCHAL (1961) d'éclaircir encore mieux le rôle de P dans l'ananas. En conditions de carence, l'émission de feuilles à partir de trois mois et demi s'accélère en proportion des apports de P et ceux-ci influent positivement sur le poids de la feuille D ; par contre, la carence en P provoque jusqu'à 50 p. cent de diminution du poids de ces feuilles, à huit mois et demi.

Sur les rendements, les résultats sont variés. Selon TEIWES et GRUNEBERG (1968), bien qu'il se soit agi de sols pauvres en acide phosphorique, PY, HAENDLER, HUET et SILVY n'ont pu obtenir d'effets dignes d'être mentionnés avec la fertilisation phosphatée ; bien plus, SAMUELS et ses collaborateurs ont constaté, après application de 90 à 125 kg/ha de P_2O_5 , une baisse de rendement pouvant être due à un antagonisme avec NO_3 . Les expériences de PAN en Taïwan, de CANNON en Australie et celles réalisées en Malaisie ne relevèrent aucune influence du phosphore sur le rendement.

En général, jusqu'aux travaux ci-dessus mentionnés de Guadeloupe, on n'a trouvé aucun résultat montrant un effet marqué de la fertilisation en phosphore sur les rendements. Les résultats trouvés dans ce pays sont extrêmement intéressants, une dose faible (1,88 g/plante) allait jusqu'à doubler le poids moyen du fruit en comparaison du témoin, mais la plus forte dose (3,75 g/plante) n'augmentait pas la récolte et tendait à manifester une action dépressive.

De tous ces résultats on peut conclure que le rôle de P dans l'ananas est conforme en général à celui signalé pour les diverses cultures par différents auteurs, tels que SANCHELI (1965), GROS (1966), DEMOLON (1967), MILLAR (1967), DINCHEV (1972).

Malgré le rôle multiple que joue le phosphore dans l'ananas, les besoins quantitatifs de cette plante en cet élément ne sont pas en rapport avec ses fonctions, comme on le verra par la suite.

Tous les auteurs sont d'accord pour dire que seules de faibles quantités de P sont nécessaires à l'ananas ; c'est le cas notamment de PY (1968) qui, dans son livre «L'ananas», se réfère aux résultats de HORNER et à ceux de MARTINPREVEL, et de la revue de TEIWES et GRUNEBERG (1968) qui se réfèrent à STEWART et à d'autres : KRAUSS, FOLLET-SMITH et BOURNE, BONAWIE et COWIE. Tous ces auteurs, ainsi que GANDIA DIAZ et SAMUELS (1966), présentent des valeurs diverses pour l'ensemble des éléments mais sont d'accord quant à l'équilibre entre eux. On donne comme équilibre moyen NPK 1 : 0,41/3,7 avec une immobilisation de P faible durant les trois premiers mois puis augmentant jusqu'au douzième mois, où l'on atteint un maximum coïncidant avec la période de production. Les besoins de la deuxième récolte sont inférieurs à ceux de la première, probablement grâce à la capacité de réutilisation des éléments en accord avec leur mobilité (MARCHAL, 1971).

En comparant le rôle du phosphore avec la quantité immobilisée, TEIWES et GRUNEBERG, (1968) suggèrent que l'ananas est à même de tirer la meilleure utilisation du peu de cet élément qu'il absorbe.

D'après certains auteurs, il est possible que le rôle de P se manifeste dans ses rapports avec N et K ; SU (1969) affirme que l'absorption de P par l'ananas dépend moins de la quantité de P présent dans le terrain que de la nature de ce dernier et de la fourniture de N et K.

De plus, l'effet du superphosphate de Ca diminue si l'on procède à une application adéquate de potasse.

A Hawaï, pour déterminer les apports de P, on évalue le rapport K/P dans les feuilles D, qui doit être de 12/1 (PY, 1968, TEIWES et GRUNEBERG, 1968). Par ailleurs, KANAPATHY a trouvé un rapport optimal de 14/1.

DUNSMORE (cité par TEIWES et GRUNEBERG, 1968) mentionne que P favorise l'assimilation de K. PAN est d'accord sur le rôle de N et de K dans l'assimilation de P. Tout cela montre des possibilités d'interaction intéressante entre ces éléments.

L'application des fertilisants phosphorés présente des caractéristiques différentes selon les divers pays ; mais en dehors des endroits où l'on a recours au boom-sprayer ou à des matériels similaires permettant des applications liquides sur le feuillage, P est appliqué sur le sol ou aux aisselles des feuilles (GANDIA DIAZ, 1966, PY, etc.).

L'ananas obtenu par plantation d'un rejet dispose de racines axillaires actives, et de racines secondaires qui sont des ramifications des précédentes, généralement superficielles (PY, 1968) et peu développées (JACOB et VON UEXKULL, 1967). Ces racines axillaires permettent l'application des engrais aux aisselles des basses feuilles ; on évite ainsi les interactions possibles des sols, qui, généralement, sont antagoniques, et l'on ne cause aucun dommage mécanique aux racines, tout en n'exerçant qu'une influence légère sur le contrôle des «cinches» (INRA, 1970). Ce procédé pose des problèmes de main-d'oeuvre dans les pays qui n'ont pas les moyens de mécaniser ce travail ; il peut occasionner des brûlures foliaires si les engrais contiennent des acides libres. SU (1969) recommande de ne pas appliquer le superphosphate aux aisselles après les premières phases du développement, en raison d'un faible degré d'absorption, ce qui n'est pas le cas pour le phosphate d'ammoniacal sur un sol très sec.

L'application au sol permet d'apporter le phosphore en une seule fois pour plusieurs récoltes, avant la plantation. Cette méthode a été utilisée avec succès pour plusieurs cultures (DINCHEV, 1972). TEIWES et GRUNEBERG citent spécialement l'ananas dans les travaux de la Marrochy Exp. Station à partir de 1957, date à laquelle celle-ci a montré que par une seule application d'engrais de fond on obtenait le même résultat qu'avec des applications semestrielles aux aisselles. CANNON recommande une application pour deux récoltes.

Tenant compte des données établies à ce jour et connaissant des travaux sur d'autres cultures tels que ceux de WALMSLEY et TWYFORD (1968) sur la banane, nous avons décidé une expérimentation avec le superphosphate marqué au ^{32}P sur l'ananas. On a ainsi comparé l'application de superphosphate à l'aisselle des basses feuilles à l'application au sol, sur deux fumures de base en N et K, de façon à

connaître la différence entre les résultats obtenus par ces deux méthodes et l'influence de N et K sur l'absorption de P et sur sa localisation au niveau des différentes parties de la plante.

Nous avons choisi deux phases de développement de la culture pour lesquelles il nous paraissait important de connaître les résultats, car la courte demi-période de vie du ^{32}P ne nous permettait pas d'étudier tout le cycle. Nous avons donc travaillé durant la phase de différenciation de l'inflorescence, et au commencement du développement de la seconde récolte.

Ces deux séries se déroulèrent directement sur des parcelles au champ.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'expérience fut donc réalisée, avec la variété Cayenne lisse, à deux stades :

- pendant les mois qui suivirent la cueillette des fruits de la première récolte (série 1),
- pendant la période de différenciation de l'inflorescence (série 2).

C'est dans cet ordre que se fit l'expérience - quoiqu'il fut contraire à l'évolution physiologique - parce que certains ananas se trouvaient au stade de maturation des fruits.

Pour chaque série, on sélectionna 64 plantes d'après leur uniformité apparente à l'intérieur d'une grande parcelle et on leur appliqua les façons culturales habituelles, mais en procédant comme indiqué ci-après pour ce qui est de la fertilisation en macro-éléments.

Dans les deux séries, les traitements étudiés furent les suivants :

- 1) application de superphosphate à l'aisselle de la feuille, avec une dose faible de N et K.
- 2) application de superphosphate au sol, avec une dose faible de N et K.
- 3) application de superphosphate à l'aisselle de la feuille, avec une dose forte de N et K.
- 4) application de superphosphate au sol, avec une dose forte de N et K.

Pour chaque traitement, on appliqua la même dose de superphosphate. Les doses utilisées furent les suivantes :

- N : dose faible - 4 g de N/plante ; dose forte - 8 g de N/plante, sous forme de $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$.
- K : dose faible - 6 g de K_2O /plante ; dose forte - 12 g de K_2O /plante, sous forme de SO_4K_2 .
- P : dose unique - 3 g de P_2O_5 sous forme de superphosphate simple.

Les traitements ont été distribués en répétitions dans un dispositif de blocs au hasard, avec un total de 16 plantes par traitement.

Dans la série 1, on appliqua les fertilisants et le superphosphate marqué le même jour. Tout le P fut appliqué sous forme de superphosphate avec une activité nucléaire totale par plante de 1 mCi pour les traitements au sol et de 0,5 mCi pour les traitements à l'aisselle des feuilles. Ce niveau d'activité fut choisi après un essai préliminaire.

Dans cette série, on a réalisé quatre échantillonnages portant chacun sur quatre répétitions d'une plante entière

par traitement, soit un total de seize plantes par échantillonnage. Ces prélèvements furent réalisés aux 1^{er}, 10^e, 30^e et 60^e jours après l'application d'isotopes.

Dans la série 2, on appliqua les fertilisants, y compris du superphosphate non marqué, au moment indiqué par les normes techniques de culture. Les plantes se sont développées jusqu'à l'époque du traitement de floraison ; un mois après ce dernier, on appliqua 5 g de superphosphate marqué avec une activité totale par plante égale à celle de la première série.

Dans cette série, on réalisa seulement trois échantillonnages, aux 10^e, 30^e et 45^e jours après l'application d'isotopes. On échantillonna cinq répétitions lors des premier et troisième prélèvements, soit vingt plantes chaque fois et six répétitions lors du second prélèvement, soit vingt quatre plantes.

Le prélèvement, qui porta sur la plante entière, fut réalisé le même jour et les plantes furent transportées dans des sacs de polyéthylène au laboratoire des radio-isotopes du CNIC, où elles furent découpées selon les échantillons suivants :

- a) feuilles jeunes
- b) feuilles mûres et actives
- c) partie supérieure de la tige
- d) feuilles sèches et vieilles (seulement pour les traitements au sol)
- e) partie inférieure de la tige (seulement pour les traitements au sol)
- f) racines secondaires (seulement pour les traitements au sol)
- g) racines axillaires (seulement pour les traitements au sol)
- h) bourgeons (dans la série 1)
- i) inflorescences (dans la série 2)
- j) pédoncules (dans la série 2).

On pesa la matière fraîche totale de chaque échantillon et on fit sur chacun un prélèvement représentatif, qu'on dessécha à l'étuve (105°C) et qu'on broya. Dans la série 1, le matériel ainsi obtenu fut collé sur des plaquettes avec de la laque et on y détermina l'activité nucléaire.

L'expérience fut réalisée à la station expérimentale de l'ananas et de la canne à sucre de l'Université de La Havane, à Banta, sur un latosol dont les caractéristiques chimiques sont exposées sur le tableau 1. Les analyses isotopiques et le travail général sur les échantillons ont été exécutés au Département des radio-isotopes du CNIC, à l'aide d'un compteur Beta Matic de la Nuclear Interprise à tube G.P. muni d'une fenêtre terminale de 0,2 mg/cm².

RÉSULTATS

Série 1.

Les données de cette série présentent une telle dispersion qu'elles sont peu validées par l'analyse mathématique, mais les résultats coïncident en général avec ceux de la série 2, où l'on obtient des différences significatives d'un traitement à l'autre pour les principaux paramètres étudiés.

Pour cette série 1, nous mentionnerons les paramètres présentant une signification en ne prenant en considération que trois échantillonnages, car le quatrième présentait une trop grande désintégration du radio-isotope.

On trouve dans le tableau 2 des données concernant les

TABLEAU 1 - Analyse chimique des sols où se déroula l'expérience.

	Série 1 - première étape	Série 2 - deuxième étape
pH Cl K	6,5 (très légèrement acide)	6,1 (légèrement acide)
H ⁺	3,68 meq./100 g (moyen)	1,45 meq./100 g (faible)
T	16,98 meq./100 g (très faible)	16,2 meq./100 g (faible)
S	13,3 meq./100 g (très faible)	14,38 meq./100 g (faible)
M.O.	3,27 p. cent (moyen)	2,42 p. cent (faible)
N	108 kg/ha (moyen)	80 kg/ha (faible)
Ca	256 mg/100 g (moyen)	228 mg/100 g (moyen)
Mg	1,2 mg/100 g (faible)	24 mg/100 g (élevé)
K	11,7 mg/100 g (faible)	32,7 mg/100 g (élevé)
Na	2,3 mg/100 g (très faible)	3,45 mg/100 g (très faible)
P	4,6 mg/100 g (élevé)	4,6 mg/100 g (élevé)

TABLEAU 2 - Série 1 : 32P dans les feuilles mûres et actives (comptages par gramme de matière sèche).

Traitements	Échantillonnages		
	premier (1 jour)	deuxième (10 jours)	troisième (30 jours)
N ₁ K ₁ aisselle	113	3.033	6.897
N ₁ K ₁ sol	188	1.590	2.502
N ₂ K ₂ aisselle	236	1.097	6.466
N ₂ K ₂ sol	191	1.716	2.084

(3^e échantillonnage : différence significative à P = 0,1).

TABLEAU 3 - Série 1 : 32P dans les feuilles jeunes (comptages par gramme de matière sèche).

Traitements	Échantillonnages		
	premier (1 jour)	deuxième (10 jours)	troisième (30 jours)
N ₁ K ₁ aisselle	198	558	7.108
N ₁ K ₁ sol	393	4.086	2.907
N ₂ K ₂ aisselle	252	527	6.965
N ₂ K ₂ sol	423	1.051	2.316

(2^e échantillonnage : significatif à P = 0,01 PPDS = 640).

TABLEAU 4 - Série 1 : 32P dans la partie supérieure de la tige (comptages par gramme de matière sèche).

Traitements	Échantillonnages	
	premier (1 jour)	deuxième (10 jours)
N ₁ K ₁ aisselle	3.211	3.112
N ₁ K ₁ sol	693	1.745
N ₂ K ₂ aisselle	5.139	3.635
N ₂ K ₂ sol	1.622	1.349

TABLEAU 5 - Série 1 : ^{32}P dans les feuilles sèches et vieilles (comptages par gramme de matière sèche).

Traitements	Échantillonnages		
	premier (1 jour)	deuxième (10 jours)	troisième (30 jours)
N ₁ K ₁ sol	6	1.499	2.701
N ₂ K ₂ sol	112	2.071	1.999

TABLEAU 6 - Série 1 : ^{32}P dans les racines (comptages par gramme de matière sèche).

Traitements	Échantillonnages			
	premier (1 jour)	deuxième (10 jours)	troisième (30 jours)	quatrième (60 jours)
N ₁ K ₁ sol	183	3.086	1.665	6.721
N ₂ K ₂ sol	82	3.876	3.934	16.299

TABLEAU 7 - Série 2 : ^{32}P dans les feuilles mûres et actives (comptages par gramme de cendres).

Traitements	Échantillonnages		
	premier (10 jours)	deuxième (30 jours)	troisième (45 jours)
N ₁ K ₁ aisselle	52.360	101.753	98.976
N ₁ K ₁ sol	2.920	8.111	21.756
N ₂ K ₂ aisselle	58.490	126.542	200.635
N ₂ K ₂ sol	1.900	6.555	14.296
PPDS (P = 0,05)	21.098	39.119	89.000

TABLEAU 8 - Série 2 : ^{32}P dans les feuilles jeunes (comptages par gramme de cendres).

Traitements	Échantillonnages		
	premier (10 jours)	deuxième (30 jours)	troisième (45 jours)
N ₁ K ₁ aisselle	29.462	117.002	186.250
N ₁ K ₁ sol	2.480	13.900	27.055
N ₂ K ₂ aisselle	50.220	11.815	152.813
N ₂ K ₂ sol	3.050	6.922	24.611
PPDS (P = 0,05)	21.919	55.382	81.000

TABLEAU 9 - Série 2 : ^{32}P dans la partie supérieure de la tige (comptages par gramme de cendres).

Traitements	Échantillonnages		
	premier (10 jours)	deuxième (30 jours)	troisième (45 jours)
N ₁ K ₁ aisselle	307.219	334.846	378.383
N ₁ K ₁ sol	17.102	52.162	39.628
N ₂ K ₂ aisselle	320.367	447.112	644.470
N ₂ K ₂ sol	8.316	38.462	40.690
PPDS (P = 0,05)	140.000	200.000	221.000

TABLEAU 10 - Série 2 : ^{32}P dans les racines (comptages par gramme de cendres)

Traitements	Echantillonnages		
	premier (10 jours)	deuxième (30 jours)	troisième (45 jours)
N ₁ K ₁ sol	13.994	32.982	36.065
N ₂ K ₂ sol	6.892	30.198	10.439

TABLEAU 11 - Série 2 : ^{32}P dans la partie inférieure de la tige (comptages par gramme de cendres).

Traitements	Echantillonnages		
	premier (10 jours)	deuxième (30 jours)	troisième (45 jours)
N ₁ K ₁ sol	9.850	25.998	21.563
N ₂ K ₂ sol	7.590	9.814	21.652

TABLEAU 12 - Série 2 : ^{32}P dans les feuilles sèches et vieilles (comptages par gramme de cendres).

Traitements	Echantillonnages		
	premier (10 jours)	deuxième (30 jours)	troisième (45 jours)
N ₁ K ₁ sol	1.670	6.068	16.133
N ₂ K ₂ sol	2.224	4.322	13.254

feuilles mûres et actives des trois échantillonnages ; on y remarque une plus grande absorption de P dans les traitements à l'aisselle des feuilles, malgré l'absence de différences importantes entre les doses de N et K.

Nous trouvons une situation similaire dans le tableau 4, pour la partie supérieure de la tige, bien que l'on n'y considère seulement que le premier et le second échantillonnage.

Dans le tableau 3 se présente une situation surprenante, car jusqu'au 10^e jour après l'application du superphosphate, on constate une assimilation plus grande dans les traitements au sol, avec même une différence hautement significative à l'analyse mathématique.

Dans les tableaux 5 et 6 sont exposés les résultats obtenus avec les racines et les feuilles sèches et vieilles ; là non plus on n'observe pas des différences d'absorption de P selon les doses de N et K, malgré les différences observées dans la racine.

Série 2.

Les résultats obtenus sur les feuilles mûres et actives (tableau 7), sur les feuilles jeunes (tableau 8), et sur la partie supérieure de la tige (tableau 9), sont similaires et mathématiquement significatifs pour les trois échantillonnages réalisés.

Dans tous les cas, les résultats de l'application aux aisselles furent supérieurs à ceux de l'application au sol et les niveaux différents de N et K ne se différencièrent pas entre eux.

On en a confirmation dans les tableaux 10, 11 et 12 qui donnent les résultats obtenus sur les racines, sur la partie

inférieure de la tige et sur les feuilles sèches et vieilles ; on n'y constate aucune différence significative entre les traitements.

CONCLUSION

D'après les données des deux séries, il y a peu de doute que, dans les conditions de l'expérience, les plantes aient absorbé plus de P provenant du superphosphate appliqué aux aisselles des feuilles que de P provenant du sol. Les résultats suggèrent que ces différences s'accroissent avec le temps : on le voit par comparaison entre les résultats des échantillonnages successifs, au moins jusqu'aux 45 premiers jours après l'application du fertilisant.

Ces résultats ne concordent pas avec ceux de SU (1969) à Formose, mais ils coïncident avec ceux des normes techniques de l'INRA (1970). Concrètement, nous pouvons affirmer qu'avec l'application aux aisselles, dans les conditions signalées, les résultats obtenus pour élever la teneur en P de l'ananas furent plus rapides qu'avec l'application au sol.

Quelle que soit la partie de la plante étudiée, les résultats ne mettent pas en évidence une influence marquée des doses fortes ou faibles de N et K. Cela est peut-être dû aux niveaux de N et K se trouvant dans le sol. Dans la seconde phase de ce travail, on obtiendra des données d'analyse foliaire qui aideront à expliquer les résultats. Ceux-ci sont à rapprocher de ceux de MARCHAL (1971) qui ne signale aucune influence sur la nutrition en P de N appliqué sous forme de sulfate d'ammonium ou d'urée. Cependant cet

auteur signale qu'au Cameroun on a mis en évidence un véritable antagonisme N-P, le contenu, en P des feuilles D de plants de quatre mois ayant diminué avec une dose croissante d'urée.

Il semble incertain qu'on puisse tirer parti des résultats obtenus pour la fertilisation des parcelles de production, car il est plus difficile de faire une application solide à l'aiselle des feuilles qu'une application au sol. Il paraît donc nécessaire de réaliser des travaux sur les applications foliaires ou au sol pour une longue durée. De plus il convient de contrôler ces résultats sur la variété «Espanola Roja» («Red Spanish»), qui est actuellement dominante dans ce pays. Il serait également intéressant d'étudier si les résultats obtenus ne sont pas influencés par des maladies de racines dans le sol, facteur qui a été signalé par SAMUEL et GANDIA DIAZ (1958).

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos plus vifs remerciements aux professeurs D. DINCHEV, CSc. de l'Institut «Nikola Pushkarov» de Bulgarie et à Mme Magdalena KOVACS de l'Université agricole de Godollo, en Hongrie, pour leurs conseils et leur aide dans l'élaboration de ce travail. Nous remercions de même les ingénieurs et techniciens du Département des radio-isotopes du CNIC et de la station expérimentale de l'ananas de l'Université de La Havane, tout particulièrement les ingénieurs Eolia TRETO et Teodoro LOPEZ, et le technicien Jorge LEON dont l'apport à cette étude est inappréciable.

BIBLIOGRAPHIE

- CHANDER (W.H.).
Frutales de hojas perennes.
Instituto del Libro, La Habana, 1968. Ediciones revolucionarias.
- COLLINS (J.L.). The pineapple. Botany and utilization.
Interscience Publishers Inc. New York 1960, World Crops Books.
- DEMOLON (A.).
Crecimiento de los vegetales cultivados.
Instituto del Libro, La Habana, 1967. Ediciones revolucionarias.
- DINCHEV (D.).
Agroquímica.
Instituto del Libro, Cuba, 1972. Ediciones revolucionarias.
- GANDIA DIAZ (H.) et SAMUELS (G.).
Cultivo y elaboración de la piña en Puerto Rico.
Dirección general de Frutales, Cuba, 1966. Ediciones Fruti-Cuba.
- GROS (A.). Abónos, guía práctica de la fertilización.
Instituto del Libro, La Habana, 1966. Ediciones revolucionarias.
- INRA.
Normas técnicas para el cultivo de la piña.
Instituto del Libro, La Habana, 1970. Editorial Ciencia y Técnica.
- JACOB (A.) et VON UEXKULL (H.).
Fertilización.
Instituto del Libro, La Habana, 1967. Ediciones revolucionarias.
- MARCHAL (J.).
Le phosphore dans l'ananas.
Fruits, vol. 23, n°3, p. 189-206, 1971.
- MILLAR (G.E.).
Fertilidad del suelo.
Instituto del Libro, la Habana, 1967. Ediciones revolucionarias.
- PY (C.).
La piña.
Instituto del Libro, La Habana, 1968. Ediciones revolucionarias.
- PY (C.).
Estudio comparado de la industria de la piña en la Isla Hawaii, en Formosa, en las Filipinas y en Malasia. *Actualidades Técnico Científicas, Edit. por el Centro de Inf. Cient. Téc. de la Universidad de La Habana, Ing. Agronómica n°14, oct. 1969.*
- SAMUELS (G.) et GANDIA DIAZ (H.).
Influence of the number of fertilizer applications on pineapple yields.
The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, vol. 13, n°7, 1958.
- SANCHELLI (V.).
Phosphates in Agriculture.
Reinhold Publishing Corporation, 1965.
- SU (N.R.).
Recomendaciones sobre el regimen nutritivo del ananas en Formosa.
Revista de la Potasa Sec., 27 48 a cont., oct. 1969.
- TEIWES (G.) et GRUNEBERG (F.).
Conocimientos y experiencias en la fertilización de la piña.
U.H. Act. Técnico Científico, Ing. Agronómica, n°4, 1968.
- WALMSLEY (D.) et TWYFORD (T.).
La absorción del ³²P por el plátano Robusta.
U.H. Act. Técnico Científico. Ing. Agronómica, n°17, 1968.
- WALMSLEY (D.) et TWYFORD (T.).
La traslocación del P en un plantón de plátano Robusta.
U.H. Act. Técnico Científico. Ing. Agronómica, n°17, 1968.

