

LES RÉSERVES DE POTASSIUM DANS LES SOLS DE BANANERAIES AUX CANARIES

E. FERNANDEZ CALDAS et A. BORGES PEREZ*

LES RESERVES DE POTASSIUM DANS LES SOLS
DE BANANERAIES AUX CANARIES

E. FERNANDEZ CALDAS et Y. BORGES PEREZ

Fruits, oct. 1971, vol. 26, n° 10, p. 651-656.

RESUME - Eu égard aux besoins potassiques particulièrement élevés du bananier, on a complété la détermination de K assimilable ou échangeable dans divers sols de Ténérife par celle de leurs réserves assimilables totales en potassium, au moyen d'extractions successives par $Cl_{12}Ca$ 0,01 N. Ces réserves, déjà extraordinairement élevées dans deux parcelles ne recevant plus d'engrais potassique depuis 9 ans, proviennent de feldspaths potassiques. Elles sont en général encore supérieures dans les parcelles fertilisées annuellement à la potasse. L'étude selon HAGIN des variations d'énergie libre montre en outre qu'il faut un appauvrissement très poussé pour atteindre le niveau de déficience de K vis-à-vis du bananier.

Aux Canaries, les sols sont spécialement riches en potassium, comme cela a été démontré dans des travaux antérieurs (1, 2, 3, 4), dans lesquels étaient étudiées leur origine minéralogique, l'importance et la nature des réserves.

Nous avons également étudié la potasse assimilable dans ces sols, employant différentes méthodes traditionnelles d'extraction et simultanément des techniques plus récentes qui sont basées sur la variation de l'énergie libre dans l'échange de la potasse (5, 7, 8).

Les valeurs obtenues furent élevées dans tous les cas. Toutes les méthodes anciennes ont l'inconvénient de mesurer uniquement le potassium présent au moment où se fait l'extraction. Ces valeurs en K ont néanmoins un grand intérêt comme indices absolus du niveau de cet élément dans le sol, mais manquent de signification en ce qui concerne la capacité d'un sol de libérer du potassium pendant des périodes

de temps relativement longues. Dans les sols des Canaries, ce dernier aspect a un grand intérêt, spécialement pour les cultures de bananiers, plus exigeants en cet élément.

Nous avons donc complété les données sur le potassium soluble et échangeable par une étude des réserves assimilables, pour laquelle nous avons employé une méthode (6) basée sur l'appauvrissement complet du sol, au moyen d'extractions successives par un électrolyte dilué. Les niveaux de K dans les différentes extractions seront exprimées par les variations d'énergie libre (ΔF) de l'échange de K. L'appauvrissement est étudié par les courbes de coordonnées K mé. p. cent grammes libéré à chaque extraction, et le nombre des extractions.

Les courbes obtenues peuvent se diviser en trois zones qui correspondent (9) à différentes

* Centro de Edafología y Biología aplicada de Tenerife (7-11-70).

formes de K. La zone de pente maxima représente la libération de K soluble et facilement échangeable, la région intermédiaire correspond à K fortement adsorbé et échangeable, et la région plus basse de la courbe montre la lente libération de l'élément par les structures minérales. Ces courbes d'appauvrissement permettent de plus une comparaison qualitative des réserves de K assimilables dans les sols étudiés.

Pour la détermination quantitative de ces réserves, nous employons l'équation de HAGIN (6), qui est :

$$\frac{\Sigma V}{\Sigma K} = \frac{1}{b} \cdot \Sigma V + \frac{1}{A \cdot b}$$

où ΣV représente le volume cumulé des solutions extractives, K le potassium extrait cumulé (en mé. p. cent grammes), A et b sont des constantes. Une transformation de cette équation permet de définir la signification de la constante \underline{b}

$$\Sigma K = \frac{b}{1 + \frac{1}{A \cdot \Sigma V}}$$

Dans cette équation, si on a ΣV qui tend vers l'infini, il en résulte que $\Sigma K = b$. La constante \underline{b} est la quantité maxima de potassium qui peut être potentiellement extraite du sol.

EXPÉRIENCES

Dans ce travail, nous étudions comparative-ment des sols de bananeraies fertilisés ou non avec des engrais potassiques, pendant des périodes de temps relativement longues. Les sols ont été divisés pour cette étude en deux groupes, selon leurs caractéristiques antérieures. Le premier, formé par les échantillons 1 et 2 correspond aux sols de deux plantations où les engrais potassiques ont été supprimés dans les neuf dernières années. Les autres éléments nutritifs furent apportés selon les caractéristiques du sol et les besoins de la plante. Le second groupe (échantillons 3, 4, 5, 6) se réfère à un sol de bananeraie qui a été cultivé selon les procédés traditionnels canariens, comportant annuellement des quantités variables de K, P et N.

Pour les deux groupes de sols, qui se trouvent dans la même zone de production, on obtient toujours des rendements satisfaisants, approximativement du même ordre de grandeur, et de toute évidence une nutrition potassique adéquate dans les sols qui ne reçoivent pas de fertilisant.

Les échantillons, pris dans la couche superficielle du sol, étaient séchés à l'air et tamisés à la maille 2 mm. Le potassium échangeable, la capacité totale d'échange (sur pâte saturée et extrait de la même) furent déterminés selon la technique de RICHARDS (10). Le pH mesuré à l'électrode de verre, dans une suspension sol-eau 1/2, 5.

Le potassium fut analysé en photométrie de flamme ; Ca et Mg par évaluation à l'E.D.T.A.

Le tableau 1 donne quelques caractéristiques des sols étudiés.

Le potassium fut par ailleurs extrait avec une solution de Cl_2Ca 0,01 N, en utilisant un rapport sol-solution 1/10. On employa cette concentration de Cl_2Ca en considérant que sa force ionique se rapproche de celle qu'on rencontre généralement dans la solution du sol (6). L'extraction a lieu par agitation pendant 15 minutes et la solution est séparée par centrifugation. Pour chaque sol, on fait un total de 14 extractions successives.

Les valeurs de K, exprimées en mé. p. cent grammes, correspondant à chaque extraction sont indiquées dans le tableau 2 et sont représentées dans les figures 1 et 2, avec en abscisses le nombre d'extractions et en ordonnées les différentes valeurs de K extrait.

On trouve au tableau 3 les équations de régression obtenues en liant $\frac{\Sigma V}{\Sigma K}$ et ΣV pour chaque échantillon. Dans ces équations, ΣV et $\frac{\Sigma V}{\Sigma K}$ sont respectivement représentées par X et y.

Le même tableau inclut également les coefficients de corrélation correspondant aux précédentes relations, et les valeurs de la constante \underline{b} , c'est-à-dire de la réserve totale en K assimilable, exprimée en mé. p. 100 grammes et en kg/ha. Cette dernière valeur se réfère toujours à un poids défini de la couche superficielle du sol, équivalent à 2500 t/ha.

Les concentrations de K, Ca et Mg correspondant aux différentes extractions nous permettent de calculer la valeur en ΔF pour cha-

Tableau 1

Echantillons	Humidité de la pâte saturée p. cent	pH 1/2, 5	Capacité totale d'échange CTC (mé./100 g)	Potassium échangeable (mé./100 g)	Potassium échangeable calculé sur la capacité totale	$\Delta F (-1)$ calculé dans l'extrait de la pâte saturée (calories)
1	72.2	6.8	55.9	7.20	12.90	2070
2	58.0	8.4	33.6	3.43	10.2	2150
3	60.1	6.8	40.8	7.89	19.3	1810
4	69.0	7.5	47.1	9.51	20.2	1710
5	76.3	8.6	37.7	4.56	12.1	2030
6	74.5	6.8	38.3	3.13	8.2	2080

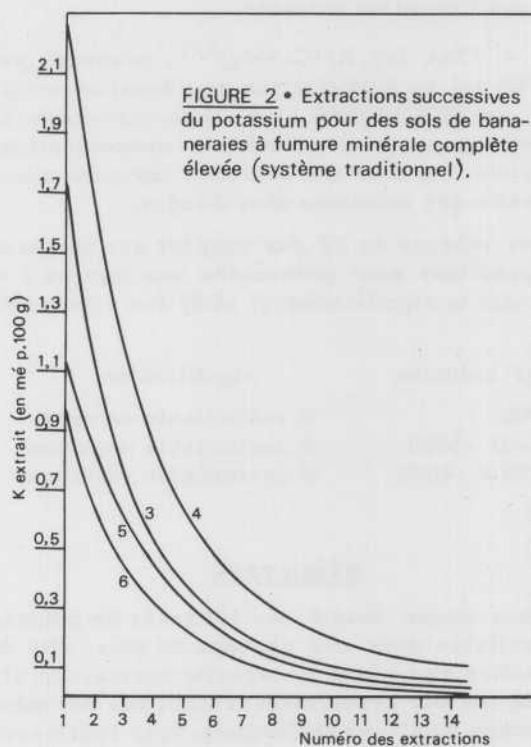
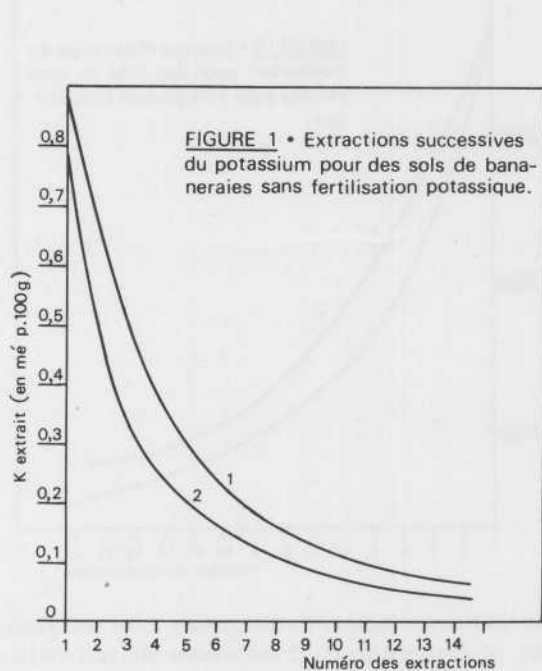


Tableau 2 - Potassium en mé./100 g extrait

Echantillons	Extractions													
	1e	2e	3e	4e	5e	6e	7e	8e	9e	10e	11e	12e	13e	14e
1	0.890	0.670	0.550	0.510	0.320	0.138	0.127	0.114	0.109	0.098	0.091	0.076	0.071	0.068
2	0.770	0.500	0.420	0.290	0.136	0.120	0.101	0.094	0.086	0.080	0.071	0.064	0.060	0.058
3	1.700	1.130	0.840	0.620	0.320	0.130	0.099	0.087	0.066	0.061	0.053	0.045	0.043	0.036
4	2.250	1.300	0.980	0.840	0.630	0.550	0.480	0.410	0.350	0.132	0.119	0.113	0.100	0.098
5	1.130	0.910	0.700	0.580	0.300	0.124	0.108	0.098	0.070	0.055	0.054	0.044	0.038	0.035
6	0.970	0.640	0.460	0.275	0.108	0.084	0.075	0.052	0.046	0.043	0.042	0.040	0.028	0.026

Tableau 3

Echantillons	Equations de régression	Coefficients de corrélation	b	
			mé./100 g de K	kg/ha de K
1	$y = 0.20 x + 18.94$	0.987	5.00	4750
2	$y = 0.28 x + 24.20$	0.999	3.57	3390
3	$y = 0.16 x + 7.68$	0.998	6.25	5930
4	$y = 0.09 x + 8.70$	0.998	11.11	10550
5	$y = 0.19 x + 12.72$	0.995	5.26	4990
6	$y = 0.30 x + 14.38$	0.999	3.33	3160

cune d'elles (tableau 4). Pour ce calcul, on emploie l'équation suivante :

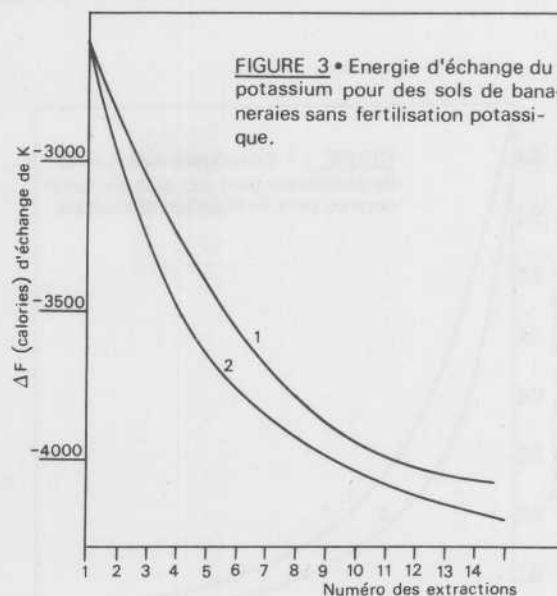
$\Delta F = 1364 \log. K/(Ca+Mg)^{1/2}$, proposée par HAGIN (6) en modification de l'équation originale de WOODRUFF (7,8). Les valeurs de K, Ca et Mg seront exprimées en concentrations molaires (au lieu des activités ioniques quand on traite des solutions plus diluées).

Les valeurs de ΔF par rapport aux nombres d'extractions sont présentées aux figures 3 et 4. Voici la signification (7 et 8) des valeurs de ΔF :

ΔF calories	signification
- 2000	K assimilable en excès
- 2500 à -3000	K assimilable optimum
- 3500 à -4000	K assimilable déficient

RÉSULTATS

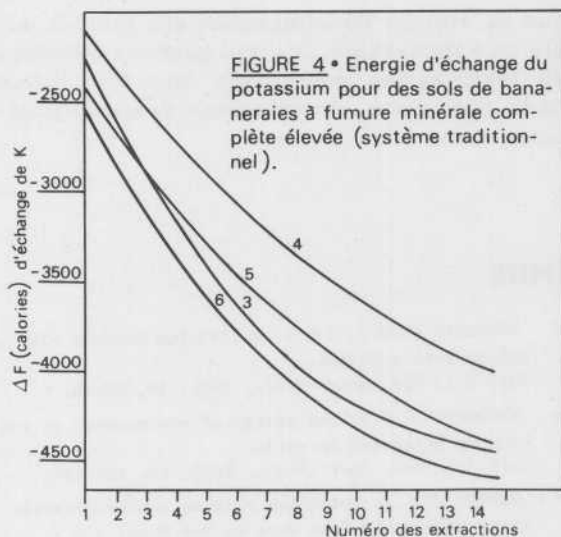
Nous avons étudié les réserves de potasse assimilable dans ces groupes de sols, afin de connaître d'une part la capacité normale qu'ils ont de fournir cet élément pendant des périodes de temps relativement longues, sous l'influence



d'une culture comme le bananier très exigeant en K, et d'autre part, l'influence de la fertilisation sur l'importance de ces réserves. Les résultats expérimentaux nous permettent en définitive de connaître la signification des va-

Tableau 4 - $\Delta F (-)$ d'échange de potassium

Echantillons	Extractions													
	1e	2e	3e	4e	5e	6e	7e	8e	9e	10e	11e	12e	13e	14e
1	2570	2700	2820	2860	3150	3640	3690	3750	3780	3840	3890	3990	4040	4060
2	2580	2870	3000	3210	3660	3730	3840	3880	3940	3980	4050	4120	4140	4170
3	2260	2370	2560	2740	3150	3680	3860	3910	4080	4130	4210	4310	4340	4440
4	2070	2320	2480	2570	2750	2830	2910	3010	3100	3680	3750	3780	3840	3860
5	2450	2520	2680	2790	3170	3710	3790	3840	4050	4180	4210	4320	4400	4460
6	2530	2740	2930	3230	3790	3940	4010	4220	4290	4330	4350	4370	4580	4630



leurs obtenues pour ces réserves.

Pour les deux groupes de sol et dans tous les cas, il se libère des quantités importantes de K, ce qui est visible dans la fin des parties de pente maxima des courbes (figures 1 et 2), indépendamment de toute fertilisation ou non, ce qui nous indique une grande abondance de potasse soluble et facilement échangeable (6). Les valeurs observées pour les réserves sont également fortes dans tous les cas (tableau 3), et supérieures à celles qui sont citées dans la littérature comme hautes valeurs dans d'autres régions (6). (tableau 3b)

Dans les sols sans fertilisation, les réserves de potasse assimilable correspondent à 4750 et 3390 kg/ha par les parcelles 1 et 2, respectivement, en dépit de la culture continue du bananier pendant 9 années.

Dans les sols fertilisés, ces valeurs oscillent entre 3610 et 10550 kg/ha. En général, les réserves dans ce cas sont supérieures à celles rencontrées dans les parcelles sans engrais potassiques (tableau 3), en conséquence d'une fixation de K par les minéraux micacés présents dans ces sols. Néanmoins, on remarquera la grande signification des valeurs correspondant aux réserves naturelles.

De plus, si nous tenons compte des valeurs de réserves rencontrées dans d'autres régions et des niveaux actuels dans les parcelles 1 et 2 d'une culture bananière sans apport potassique depuis 9 ans, nous pouvons conclure que ces valeurs sont extraordinairement élevées.

D'autre part, si nous estimons (CHAMPION,

11) que les besoins du bananier en K sont de 5 kg par tonne de fruits, soit de 0,1 à 0,2 mé. p. cent g de sol, par an, nous pouvons également considérer que ces réserves garantissent une nutrition potassique prolongée.

L'étude minéralogique de ces sols, qui indique la présence en abondance de feldspaths potassiques dans les fractions sable et limon, nous permet de mieux comprendre la richesse en potassium. Les feldspaths potassiques dans les régions chaudes subissent une transformation profonde et irréversible de leurs structures cristallines, qui contribue (12) à maintenir un niveau élevé de K échangeable dans le sol.

Au tableau 1, les valeurs de potasse échangeable, les pourcentages de potassium dans le complexe et ΔF (calculés sur l'extrait de la pâte saturée) indiquent tous de hauts niveaux de K.

HAGIN (13) a étudié les valeurs de ΔF , calculées sur l'extrait de la pâte saturée, pour des cultures bananières en Israël; il a établi une nouvelle limite spécifique de $\Delta F = -3200$ calories, conséquence des grandes exigences de cette culture en potassium.

Dans les sols de Ténérife, on peut constater au tableau 1 que l'on n'atteint jamais ces valeurs limites. De plus, on peut voir également aux figures 3 et 4 que ces sols doivent être soumis à un appauvrissement très poussé pour atteindre une valeur limite en général de l'ordre de $\Delta F = -4000$ calories.

Toutes ces considérations nous confirment une fois de plus la richesse et les réserves élevées en potassium de ces sols de bananeraies.

Les travaux antérieurs nous ont permis de démontrer l'abondance de cet élément, son origine et sa nature dans les sols de Ténérife, ainsi que sa variabilité en fonction des différentes caractéristiques du matériau d'origine.

Par le présent travail, nous avons complété ces données par une étude théorique et expérimentale des réserves de potassium dans les mêmes sols, rencontrant des valeurs extraordinairement élevées pour ces réserves, qui sont plus influencées par la nature du sol que par les engrais apportés.

Les conditions expérimentales réalisées pour cette étude confirment par ailleurs la validité de la méthode employée et son utilité pour étudier les réserves de K dans les sols de bananeraies.

Dans une culture comme celle du bananier, de caractère permanent et qui peut présenter de grands besoins en K à des moments physiologiques déterminés, nous considérons que cette méthode offre de plus grands avantages

que la simple détermination des formes soluble ou échangeable. D'autre part, les techniques de fertilisation pourraient être très influencées par cette connaissance des réserves en potassium.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - FERNANDEZ CALDAS (E.) y GARCIA GARCIA (V.). Contribución al estudio de la fertilidad de los suelos de plátanos de la Isla de Tenerife.
Fruits, vol. 25, n° 3, 1970, p. 175-185.
- 2 - FERNANDEZ CALDAS (E.) y BORGES PEREZ (A.). Reservas de potasio asimilable en suelos de Tenerife (Islas Canarias)
Anales de Edafología y Agrobiología (en prensa).
- 3 - FERNANDEZ CALDAS (E.) y BORGES PEREZ (A.). Reservas de potasio asimilable en la Isla de La Palma. Influencia del material de origen.
Anales de Edafología y Agrobiología (en prensa).
- 4 - RODRIGUEZ PASCUAL (C.), FERNANDEZ CALDAS (E.) y BORGES PEREZ (A.). Mineralogía de arcillas y limos en los suelos volcánicos de Canarias (Tenerife).
Anales de Edafología y Agrobiología (en prensa).
- 5 - FERNANDEZ CALDAS (E.), BORGES PEREZ (A.) y BRAVO RODRIGUEZ (J.J.). Estudio sobre el potasio asimilable en suelos de Tenerife y La Palma (Islas Canarias).
Anales de Edafología y Agrobiología, tomo XXIX, n° 5-6, p. 344-351.
- 6 - HAGIN (J.) et FEIGENBAUM (S.). Estimation of available potassium reserves in soils.
Potassium Symposium, 1962, 219-227.
- 7 - WOODRUFF (C.M.). Ionic equilibrium between clay and dilute soil solution.
Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1955, 19, 30-40.
- 8 - WOODRUFF (C.M.). The energy of replacement of calcium by potassium in soils.
Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1955, 19, 167-171.
- 9 - GARMAN (W.L.). Potassium release characteristics of several soils from Ohio en New York.
Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1957, 21, 52-58.
- 10 - RICHARDS (L.A.). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.
Agricultural Handbook n° 60 USDA 1954.
- 11 - CHAMPION (J.). Le bananier.
Ed. : E.G.P. Maisonneuve et Larose, Paris p. 120.
- 12 - BARBIER (G.). La dynamique du potassium dans le sol.
Potassium symposium, 1962, p. 232-258.
- 13 - HAGIN (J.) et KAFKAFI (U.). Fertilizer Experiment in Israeli Banana Plantation.
Empire Journal of Exper. Agric., vol. 32, n° 128, 1964.



Contre la moisissure des agrumes

SUPER-PENTABOR N



S.A. BORAX FRANÇAIS, 8, rue de Lorraine, 78 - SAINT-GERMAIN-EN-LAYE