

CT 7300 4/6

L'APPARITION D'UNE DÉFICIENCE POTASSIQUE AU COURS DE ROTATIONS COTON/CULTURES VIVRIÈRES SUR UN SOL FERRALLITIQUE EN RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

par

J. DUBERNARD *

RÉSUMÉ

Après quelques années de culture continue coton/cultures vivrières, en l'absence de fumure potassique, on constate une chute des rendements coton-graines.

Des analyses pétiolaires de potassium sur coton, indiquent que les teneurs en cet élément diminuent au cours des assolements successifs et ceci avant que les symptômes visuels de carence potassique apparaissent sur la plante.

Des analyses de sol montrent que la diminution du nombre d'années de jachère provoque un appauvrissement de toutes les bases échangeables. Ces deux phénomènes, outre la présence de jachères, sont aussi atténués par un apport régulier de fumure organique.

1. — DESCRIPTION DES ESSAIS. CONDITIONS DE L'ÉTUDE

Les observations ont pour cadre deux essais pérennes (1):

- l'un mis en place en 1958: essai de durées de jachère;
- l'autre mis en place en 1961: essai d'assolements.

Tous les assolements proposés ont en commun le fait d'associer une culture industrielle (le coton) à un certain nombre de cultures vivrières (l'arachide, le riz, le sésame ou le maïs) dans une rotation sans jachère ou avec 1 à 4 ans de jachère.

L'essai de durées de jachère comporte deux types de fumure:

Fumure A: 20 t/ha de fumier.

Fumure B: fumure minérale
200 kg/ha de sulfate d'ammoniaque;
190 kg/ha de phosphate bicalcique;
30 kg/ha de perlurée.

L'essai d'assolements ne comporte qu'un type de fumure:

Fumure C: 75 kg/ha de sulfate d'ammoniaque;
90 kg/ha de phosphate bicalcique;
40 kg/ha de perlurée.

L'essai de durées de jachère comporte 4 types de rotations:

- I sans jachère.
- II 3 ans de culture - 2 ans de jachère.
- III 3 ans de culture - 3 ans de jachère.
- IV 3 ans de culture - 4 ans de jachère.

Tous les labours sont effectués en culture mécanisée, les façons culturales d'entretien sont effectuées manuellement.

L'essai d'assolements comporte 4 types de rotations:

- I sans jachère.
- II 4 ans de culture - 4 ans de jachère.
- III 2 ans de culture - 2 ans de jachère - 2 ans de culture - 2 ans de jachère.
- IV Coton après longue jachère (7 ans).

Les rendements en coton-graine de chacun des assolements peuvent être comparés aux rendements obtenus sur les parcelles de la rotation IV qui sert de témoin pour l'année. Toutes les façons culturales sont effectuées manuellement.

* Agronome à l'I.R.C.T. Maroua, Cameroun.

II. — RENDEMENTS EN COTON-GRAINE ET RÉSULTATS DES ANALYSES PÉTIOLAIRES

1° Essai de durées de jachère

Les résultats de l'année 1964 (tableau 1), donc après 7 ans de culture, montrent que la supériorité de la fumure organique (fumure A) diminue avec l'augmentation du nombre d'années de jachère :

- sans jachère, la fumure A l'emporte sur la fumure B de 37,6 % ;
- avec 4 ans de jachère, la fumure A l'emporte sur la fumure B de 3,8 %.

Les différences de teneurs en potassium sont également atténuées (de 31,5 à 13,7 %) par la présence de jachère.

Sauf pour la rotation IV, les teneurs en potassium sont faibles (niveau critique 2 %)(2), cependant, aucun symptôme visuel de déficience potassique n'est encore apparu sur la culture.

En 1965, un apport de potassium sous forme de chlorure à la dose de 100 kg/ha est réalisé sur la moitié des parcelles de la rotation I fumure B. Cet apport de fumure potassique n'a aucun effet sur les rendements (tableau 2), mais des symptômes visuels de carence potassique très avancée apparaissent sur

certaines plants des parcelles ayant reçu la fumure B seule, ce qu'explique la chute importante (34,6 %) de la teneur en potassium dans le pétiole (tableau 2).

Les résultats obtenus en présence de jachère confirment la supériorité de la fumure A et une nutrition potassique satisfaisante. Ce classement des résultats s'est confirmé jusqu'en 1969, dernière année de l'étude. Il est plus intéressant à partir de 1966, de suivre uniquement l'évolution des rendements et des teneurs en potassium des cotonniers de la rotation I.

En 1966, l'apport de potassium a un effet très positif sur le rendement en coton-graine (tableau 3), bien que les teneurs en potassium restent faibles. Par contre, à partir de 1967 et jusqu'en 1969, les teneurs en potassium pétiolaire augmentent (de 50 % en 1968, de 10 % en 1969) avec l'apport d'une fumure potassique sans un effet significatif sur l'augmentation du rendement en coton-graine.

2° Essai d'assolements

Après 4 ou 5 ans de culture, la diminution des rendements en coton-graine et des teneurs en potassium dans le pétiole va de pair avec l'intensification du rythme des cultures qui a précédé l'année d'observation (tableaux 4 et 5).

Tableau 1. — Essai durées de jachère ; résultats de la campagne 1964.

	Type de fumure	Rendement en kg/ha de coton-graines	K en % dans le pétiole
I Rotation sans jachère	A	1 612 (100,0 %)	1,66 (100,0 %)
	B	1 006 (62,4 %)	1,14 (68,7 %)
II Rotation avec 2 ans de jachère (1960/61)	A	1 429 (100,0 %)	1,72 (100,0 %)
	B	1 287 (90,0 %)	1,27 (73,8 %)
III Rotation avec 3 ans de jachère (1959/60/61)	A	1 441 (100,0 %)	1,86 (100,0 %)
	B	1 260 (87,4 %)	1,45 (77,9 %)
IV Rotation avec 4 ans de jachère de 1960 à 1963	A	1 650 (100,0 %)	2,34 (100,0 %)
	B	1 534 (94,2 %)	2,02 (86,3 %)

Tableau 2. — Essai durées de jachère ; résultats de la campagne 1965.

	Type de fumure	Rendement en kg/ha de coton-graines	K en % dans le pétiole
I Rotation sans jachère	A	2 239 (100,0 %)	2,18 (100,0 %)
	B	1 799 (80,3 %)	0,99 (45,4 %)
	B + KCI	1 805 (81,0 %)	
II Rotation avec 2 ans de jachère (1961/62)	A	1 938 (100,0 %)	2,42 (100,0 %)
	B	1 800 (92,8 %)	2,18 (90,0 %)
III Rotation avec 3 ans de jachère (1960/61/62)	A	1 629 (100,0 %)	2,42 (100,0 %)
	B	1 403 (86,1 %)	2,08 (90,1 %)

Tableau 3. — *Essai durées de jachère ; résultats de la rotation I.*

Année de culture	Fumure A		Fumure B		Fumure B + KCI	
	Rendement en kg/ha	K en % dans le pétiole	Rendement en kg/ha	K en % dans le pétiole	Rendement en kg/ha	K en % dans le pétiole
1966	1 675	2,20	1 275	1,83	1 568	1,72
1967	1 805	1,82	771	1,64	876	1,80
1968	1 452	3,92	994	1,96	862	3,56
1969	1 409	4,12	895	3,16	1 065	4,12

Tableau 4. — *Essai d'assolement ; résultats de la campagne 1964.*

	Précédents culturaux			Rendement en kg/ha de coton-graines	K en % dans le pétiole
	1961	1962	1963		
I	AM	C	AS	1 207 (81,1 %)	1,81 (76,7 %)
II	AM ou AS	J	J	1 361 (91,5 %)	2,20 (93,2 %)
III	J	C	AS	1 401 (94,2 %)	1,99 (84,3 %)
IV	J	J	J	1 488 (100,0 %)	2,36 (100,0 %)

Tableau 5. — *Essai d'assolement ; résultats de la campagne 1965.*

	Précédents culturaux				Rendement en kg/ha de coton-graines	K en % dans le pétiole
	1961	1962	1963	1964		
I	C	AS	C	AM	1 154 (81,7 %)	1,90 (73,1 %)
II	C	AM	J	J	1 274 (90,3 %)	2,32 (89,2 %)
III	J	J	C	AS	1 230 (87,1 %)	2,28 (87,7 %)
IV	J	J	J	J	1 411 (100,0 %)	2,60 (100,0 %)

AM : arachide et maïs associés en 1^{er} cycle ; C : coton ; AS : arachide ou maïs en 1^{er} cycle sésame ; ou riz en 2^e cycle ; J : jachère naturelle.

Tableau 6. — *Essai d'assolement ; résultats de la campagne 1966.*

	Rendement coton-graines kg/ha	K en % dans le pétiole
I sans KCI	1 519 (70,1 %)	1,77
avec KCI	1 823 (84,1 %)	1,71
II	2 044 (94,3 %)	2,06
III	1 804 (83,2 %)	1,54
IV	2 167 (100,0 %)	2,34

La culture continue (assolement I) après 5 ans conduit à une baisse du niveau de fertilité de 20 % et un niveau de nutrition potassique légèrement en dessous du niveau critique ($-0,1\%$) (tableau 5). Cependant, dès la sixième année de culture, un épandage de potassium est réalisé sous forme de chlorure à la dose de 50 kg/ha, bien qu'aucun symptôme visuel de déficience potassique ne soit apparu.

La fumure potassique est apportée sur la moitié des parcelles de l'assolement I.

La même année, l'action du potassium se mani-

feste sur le rendement en coton-graine en conservant le niveau de fertilité (tableau 6) qui reste à 84,1 % du témoin, alors que sans fumure potassique, le niveau est descendu à 70,1 %.

Au cours des années suivantes (tableau 7), les parcelles ayant reçu du potassium ont toujours un rendement et un niveau de nutrition potassique supérieurs à celui des parcelles sans potassium. L'apport de cet élément permet de ralentir la chute du niveau de fertilité que l'on peut estimer chaque année en exprimant les rendements de l'assolement I en % de ceux de l'assolement IV (tableau 8).

III. — RÉSULTATS DES ANALYSES DE SOL

1° Bilan dans l'espace réalisé en 1967 sur l'essai d'assolements

Les analyses des bases échangeables, par la méthode d'extraction à l'acétate d'ammonium, ont été réalisées sur les échantillons de sol prélevés en fin de campagne. Le dispositif expérimental de l'essai avec répétitions dans l'espace et dans le temps permet de comparer les analyses d'échantillons provenant de parcelles cultivées en coton en 1967, avec les précédents suivants :

Assolement I	6 ans de culture alternée coton-cultures vivrières.
Assolement II	2 ans de jachère-2 ans de culture-2 ans de jachère.
Assolement III a	2 ans de culture-4 ans de jachère.
Assolement III b	4 ans de jachère-2 ans de culture.
Assolement IV	6 ans de jachère.

Les teneurs en bases échangeables dans le sol (tableau 9 (3)) suivent la même évolution que les rende-

ments en coton-graine et les teneurs en potassium dans le pétiole. Pour ces trois groupes d'observation, les assolements se classent dans l'ordre décroissant suivant :

- Assolement IV ;
- Assolement III a ;
- Assolement II ;
- Assolement III b ;
- Assolement I avec KCl ;
- Assolement I sans KCl.

La figure 1 montre bien la tendance à la classification précitée.

2° Bilan dans l'espace réalisé en 1967 sur l'essai de durées de jachère

Les prélèvements furent réalisés dans les mêmes conditions que pour l'essai d'assolements, sur des parcelles ayant les précédents suivants :

Assolement I 10 ans de culture continue alternée coton/cultures vivrières.

Tableau 7. — Essai d'assolement ; résultats de l'assolement I.

Année	Sans KCl		Avec KCl	
	Rendement en kg/ha	K en %	Rendement en kg/ha	K en %
1966	1 519	1,77	1 823	1,71
1967	887	1,48	1 142	1,73
1968	724	2,01	940	2,74
1969	552	2,45	714	3,35

Tableau 8. — Essai d'assolement. Assolement I. Baisse du niveau de fertilité (rendement des parcelles de l'assolement IV égal à 100).

Années	Sans KCl	Avec KCl
1966	70,1 %	84,1 %
1967	61,7 %	69,3 %
1968	44,6 %	58,0 %
1969	37,5 %	61,5 %

Tableaux 9 et 10. — Essai d'assolement. Résultats des analyses de sol - Campagne 1967.

En méq. pour 100 g de sol			
Assolements	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺
I sans KCl	0,82 (35,0 %)	0,40 (33,3 %)	0,25 (51,0 %)
I avec KCl	1,16 (49,6 %)	0,66 (55,0 %)	0,33 (67,3 %)
II	1,69 (72,2 %)	0,96 (80,0 %)	0,84 (171,4) %
III a	2,37 (100,0 %)	1,08 (90,0 %)	0,54 (110,2 %)
III b	1,20 (51,3 %)	0,84 (70,0 %)	0,34 (69,0 %)
IV	2,34 (100,0 %)	1,20 (100,0 %)	0,49 (100,0 %)

Assolements	Mg ⁺⁺	K ⁺
	K ⁺	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺
I sans KCl	1,61	0,24
I avec KCl	2,00	0,18
II	2,43	0,15
IIIa	2,00	0,16
IIIb	2,62	0,16
IV	2,44	0,14

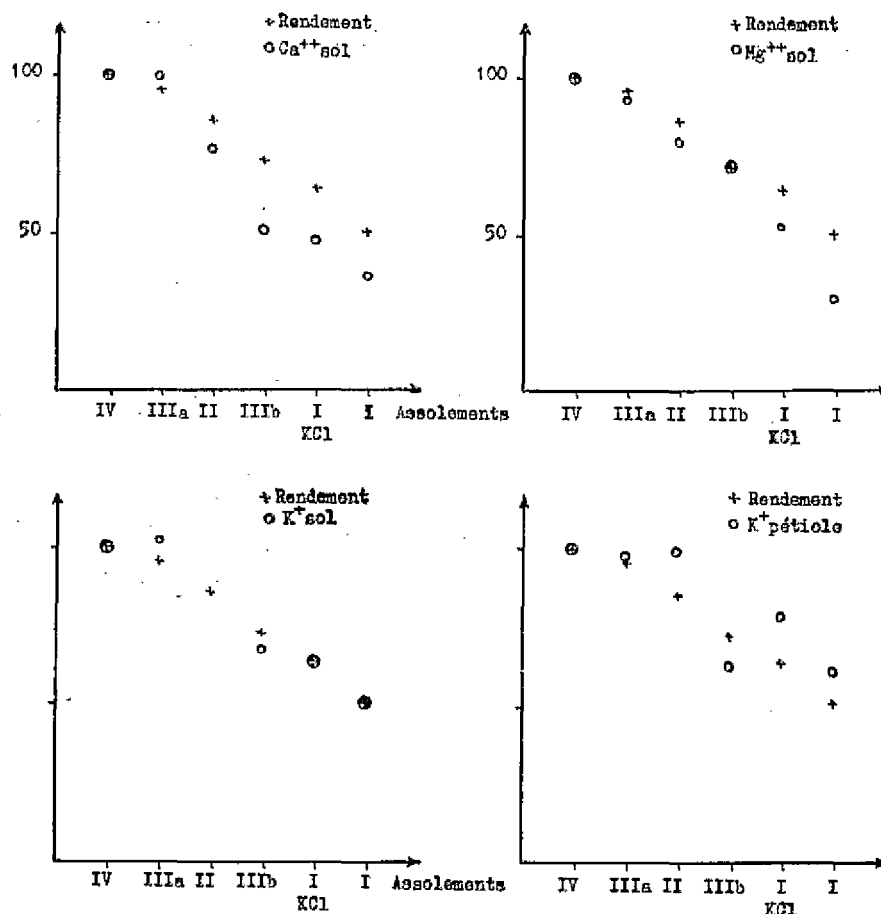


Fig. 1. — Essai d'assolements.

Assolement II 2 ans de culture - 2 ans de jachère -
3 ans de culture - 2 ans de jachère -
1 an de culture.

quatre assolements (en 1967, les assolements III et IV sont en jachère) diminue de beaucoup l'intérêt et la précision des résultats. Il semblerait cependant qu'ici, l'influence du type de fumure l'emporte sur celle de deux ans de jachère (tableaux 11 et 12).

Pour cet essai, l'impossibilité de comparer les

Tableaux 11 et 12. — Essai durées de jachère. Résultats des analyses de sol - Campagne 1967.

Assolements	Még. pour 100 g de sol		
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺
Ia avec fumure organique	2,16 (100,0 %)	1,05 (100,0 %)	0,93 (100,0 %)
Ib avec fumure minérale			
sans KCl	1,47 (61,8 %)	0,84 (80,0 %)	0,93 (100,0 %)
avec KCl	1,33 (61,6 %)	0,88 (83,8 %)	0,36 (38,8 %)
IIa avec fumure organique	1,71	1,11	0,53
IIb avec fumure minérale	1,14	0,72	0,38

Assolements	Mg ⁺⁺	K ⁺
	K ⁺	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺
Ia	1,13	0,29
Ib sans KCl	3,11	0,12
avec KCl	2,44	0,16
IIa	2,09	1,88
IIb	1,89	2,04

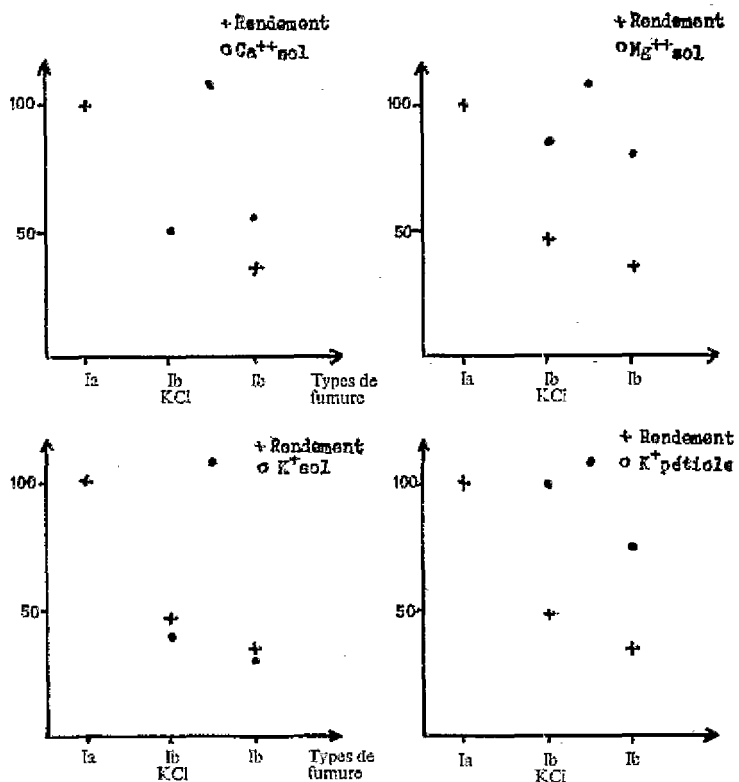


Fig. 2. — Essai de durées de jachère.

L'effet bénéfique de la fumure organique est particulièrement net pour l'assolement I, avec la classification suivante :

- Assolement Ia (avec fumure organique);
- Assolement Ib avec KCl (avec fumure minérale);

Assolement Ib sans KCl (avec fumure minérale).

La figure 2 semble indiquer que seules les teneurs en potassium dans le sol et dans le pétiole peuvent être reliées aux rendements en coton-graine si on adopte cette classification.

IV. — SYNTHÈSE DES BILANS EFFECTUÉS EN 1967

Chaque assolement est caractérisé par une série d'observations analytiques :

- rendement coton-graines;
- teneur en potassium dans le pétiole;
- teneur en potassium dans le sol;
- teneur en calcium dans le sol;
- teneur en magnésium dans le sol.

On peut donc écrire une matrice de résultat dont les lignes correspondent à un assolement et les colonnes aux résultats analytiques définissant cet assolement. Par l'utilisation du système STATPACK (4), il est possible d'effectuer les calculs statistiques permettant de mettre en évidence les relations existant entre les différentes observations.

1° Essai d'assolements

Le calcul des coefficients de corrélation, entre deux observations indiquent les corrélations intéressantes suivantes :

- Le rendement en coton-graine est corrélié avec
 - le calcium dans le sol ($R = + 0,913$),
 - le magnésium dans le sol ($R = + 0,814$),
 - le potassium dans le sol ($R = + 0,764$),
 - le potassium dans le pétiole ($R = + 0,736$).
- Le potassium dans le sol est corrélié avec
 - le calcium dans le sol ($R = + 0,897$),
 - le magnésium dans le sol ($R = + 0,822$),
 - le potassium dans le pétiole ($R = + 0,850$),
 - le rendement coton-graines ($R = + 0,764$).

Le rendement en coton-graine, en utilisant la régression pas à pas, est défini par les teneurs en calcium, magnésium et potassium dans le sol selon la relation :

$$Y = 458 + 362 \frac{\text{Ca}^{++}}{\text{K}^+} + 144 \frac{\text{Mg}^{++}}{\text{K}^+}$$

ou Y = rendement coton-graines en kg/ha

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ca}^{++} \\ \text{Mg}^{++} \\ \text{K}^+ \end{array} \right\} \text{ en méq pour 100 g de sol.}$$

Les coefficients de régression de cette relation sont hautement significatifs à $P = 0,05$.

Une analyse factorielle effectuée sur la matrice des coefficients de corrélation des différentes observations définit un facteur F (5 et 6) avec lequel il existe les corrélations suivantes :

- F avec teneur en calcium dans le sol ($R = + 0,911$),
- F avec teneur en magnésium dans le sol ($R = + 0,909$),
- F avec teneur en potassium dans le sol ($R = + 0,851$),
- F avec teneur en potassium dans le pétiole ($R = + 0,862$),
- F avec le rendement en coton-graine ($R = + 0,940$).

En comparant ces résultats à la figure 1, on peut définir le facteur F comme un indice d'intensification du rythme de culture c'est-à-dire que les cinq caractéristiques précédentes dépendent essentiellement du nombre et de la position des années de jachère au cours de la rotation et de la présence ou non de fumure potassique en l'absence de jachère.

2° Essai de durées de jachère

Les résultats ont été traités selon les méthodes statistiques décrites pour l'essai précédent, mais le trop petit nombre d'observations ne permet pas d'obtenir des résultats suffisamment significatifs.

Cependant, une analyse factorielle met en évidence un facteur F avec lequel il existe des corrélations suivantes :

- F avec teneur en calcium dans le sol ($R = + 0,621$),
- F avec teneur en magnésium dans le sol ($R = + 0,850$),
- F avec teneur en potassium dans le sol ($R = + 0,927$),

mais la corrélation de F avec le rendement est faible ($R = + 0,259$).

Il est probable qu'avec un plus grand nombre d'observations, le facteur F pourrait être assimilé à l'effet des deux types de fumure (organique ou minérale).

V. - CONCLUSION

Lorsqu'une carence potassique se manifeste par des symptômes visuels sur une culture de coton avec des rendements en coton-graine faibles, l'apport d'une fumure potassique ne permet pas une remontée rapide du niveau de fertilité.

Il est, en effet, indispensable de pratiquer la fumure potassique dès que l'analyse pétiolaire du potassium sur coton indique des teneurs voisines du niveau critique, phénomène qui se produit avant l'apparition des symptômes visuels de carence potassique.

REMERCIEMENTS

Nous remercions M. DABIN qui a bien voulu nous accueillir dans son laboratoire de Pédologie Appliquée au SSC-ORSTOM de Bondy, ainsi que MM. LANG et FILLMAN pour leur collaboration technique.

Nous remercions également M. BRAUD qui nous a permis de donner un support statistique à notre étude.

BIBLIOGRAPHIE

1. BRAUD M., J. DUBERNARD et A. FRITZ. — Rapports annuels de la Section d'Agronomie Générale de la station IRCT de Bambari (RCA) de 1964 à 1969. Documents non publiés.
2. BRAUD M., 1967. — Analyses foliaires sur cotonnier. Documents I.R.C.T. non publiés.
3. DABIN B. — Résumé des valeurs caractéristiques de l'analyse des sols tropicaux. Documents ORSTOM non publiés.
4. SERVICE BUREAU IBM. — Programme de statistiques ***STATPACK.
5. THOMSON. — Analyses factorielles des aptitudes humaines.
6. MORRISON D.F. — Multivariate statistical methods.

SUMMARY

After some years of continuous cotton/food crop cultivation in the absence of potash fertilizer, the yields of seed cotton were found to have fallen.

Determination of the potassium content of the petioles of cotton plants indicated that the levels of this element diminished with successive rotations, this occurring before there were any visual symptoms

of potassium deficiency in the plant.

Soil analyses showed that decreasing the number of years during which land lay fallow caused the impoverishment of these soils as regards exchangeable bases. These two processes, besides the existence of fallow period, were attenuated by a regular application of organic fertilizer.

RESUMEN

Después de algunos años de cultivo continuo algodón/cultivos alimenticios, con la ausencia de estercoladura potásica, se comprueba una caída de los rendimientos algodón. Análisis peciolares de potasio en el algodón, indican que los contenidos de ese elemento disminuyen en el curso de las rotaciones de cultivos sucesivos y ello se produce antes que los síntomas visuales de carencia potásica aparezcan en

la planta.

Los análisis del suelo muestran que la disminución del número de años de barbecho provoca un empobrecimiento de todas las bases intercambiables. Esos dos fenómenos, además de la presencia de barbechos, quedan también atenuados por un aporte regular de estercoladura orgánica.