

LA FERTILIZACION DE LA YUCA

R H Howeler \*

//

7479

7479

La yuca en general se considera como una planta rústica que crece bien en suelos pobres sin necesidad de aplicar muchos fertilizantes. Por otra parte muchos agricultores piensan que la yuca es una planta que agota la fertilidad del suelo, y la siembran como el último cultivo en la rotación, en sistemas de agricultura migratorios.

La literatura indica que la yuca es un buen extractor de nutrientes del suelo y el cultivo no responde a fertilización en muchos suelos donde otros cultivos sí responden. Un buen ejemplo es el suelo de la Zapata. La yuca aparentemente no responde a aplicaciones de N P K, mientras que el frijol responde mucho a aplicaciones de P y N. Pero, hay otros suelos, por ejemplo los de Los Llanos Orientales de Colombia, en que la yuca sí responde a aplicaciones de N, P, K, Ca y Mg y posiblemente a elementos menores. Sin fertilización los rendimientos son casi nulos en estos suelos, por lo cual se acostumbra la siembra de yuca únicamente en las vegas ó en corrales viejos en esta zona.

Para mantener la fertilidad del suelo es indispensable fertilizar el suelo por lo menos con la misma cantidad de nutrimentos que se remuevan en la cosecha. La literatura indica que la yuca extrae grandes cantidades de nutrimentos, especialmente el K. Entre los cultivos tropicales la yuca probablemente extrae más K que cualquier otro cultivo. Según los datos de Prevott (22) la yuca tiene la más alta relación K/N de extracción entre todos los cultivos (Fig 1). Otros cultivos con una alta

---

\* Asistente científico de Suelos, Programa de Yuca, Centro Internacional de Agricultura Tropical, ( CIAT )



relación K/N son bananos, palma de aceite, piña, coco y caña de Azúcar, mientras que el maíz, arroz y algodón tienen una relación K/N más baja

Lambourne (14) calculó que la cosecha de raíces de yuca extrae por ha 27 6 Kg N, 6 0 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 35 2 Kg K<sub>2</sub>O, 8 6 Kg CaO y 15 5 Kg Mg

La extracción de nutrimentos en kilos por tonelada de raíces de yuca cosechada según diferentes autores se indica en la siguiente tabla

	<u>N</u>	<u>P</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>Ref</u>
raíces	0 7	0 43	2 8	0 71	0 05	Bonnefoy (2)
tallos	11 9	1 59	4 9	3 9	2 0	Bonnefoy
hojas	7 5	0 34	1 3	2 4	0 15	Bonnefoy
raíces	2 02	0 43	3 02			Kanapathy (11)
tallos	2 11	1 30	2 60			Kanapathy
hojas	2 15	0 16	0 91			Kanapathy
raíces	3	0 5	3 5	0 6	0 1	Cours (6)
tallos	2	0.3	1 5	0 6	0 4	Cours
raíces	1 82	0 36	1 77	0 34	1 08	Velley (25)
raíces	2 0	0 71	7 05			De Geus (8)
raíces	2 12	0 66	5 74	1 32		De Geus

Existe bastante variación entre los datos que se encuentran en la literatura pero es claro que la cosecha de yuca extrae más K que cualquier otro elemento, y que la remoción de nutrimentos del suelo es mucho menor si se devuelven las hojas y tallos al suelo Nyholt ( 19 ) calculó que tres cosechas buenas de yuca pueden agotar todo el K en la superficie (50 cm) del suelo Además del K, la yuca extrae cantidades considerables de N, mientras que la extracción de P, Ca y Mg es relati

vamente baja

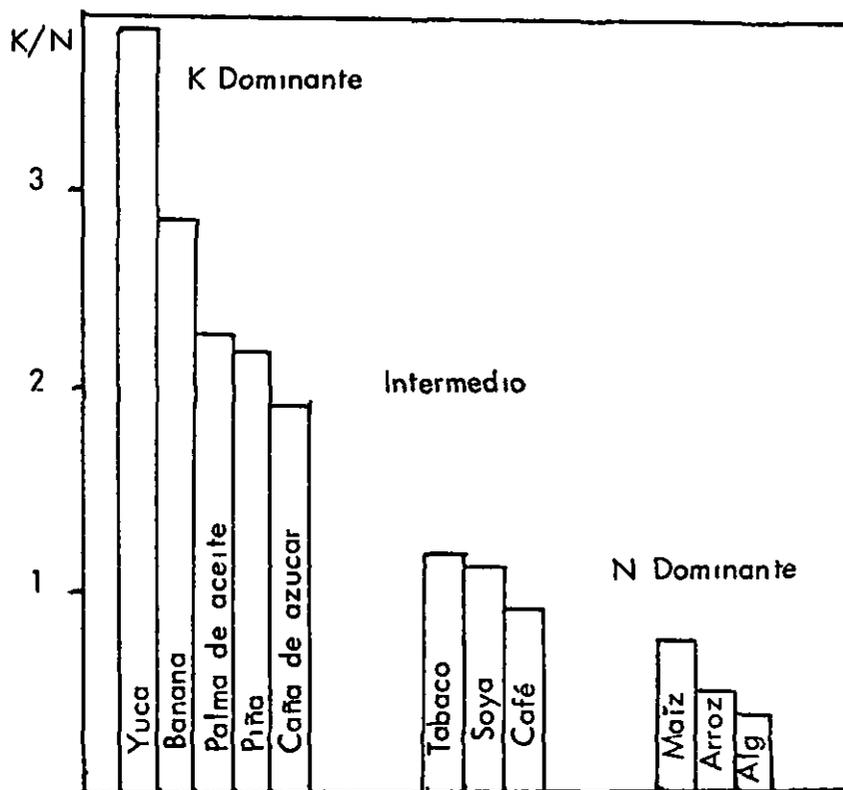
Fig 2 (Nyholt (10)), muestra la acumulación de N, P, K, Ca y Mg en varias partes de la planta durante el ciclo de crecimiento. Esto indica que la absorción de nutrimentos, y especialmente de N, es rápido en las hojas durante los primeros 4 - 6 meses. Después de los seis meses la cantidad de N absorbido en las hojas disminuye a causa de la caída de las hojas inferiores, mientras que el N en los tallos y las raíces sigue aumentando. La cantidad total de N en la planta es más o menos estable después de seis meses ó puede disminuirse en algunos casos. Al contrario, las cantidades de P, K, Ca y Mg absorbido por la planta siguen aumentando durante todo el ciclo.

La gráfica también indica que al tiempo de la cosecha las cantidades de K y P son mayores en las raíces que en los tallos, mientras que las cantidades de N, Ca y Mg son mayores en los tallos que en las raíces. Por lo tanto, la extracción de nutrimentos por la cosecha de raíces es principalmente de K, seguido por P, N, Ca y Mg.

Cours (6) determinó que los contenidos de nutrimentos N P K en general aumentan desde las hojas inferiores hacia las hojas superiores, mientras que los contenidos de Ca y Mg disminuyen. El considera que los contenidos óptimos de estos elementos son los siguientes ( en % de materia seca )

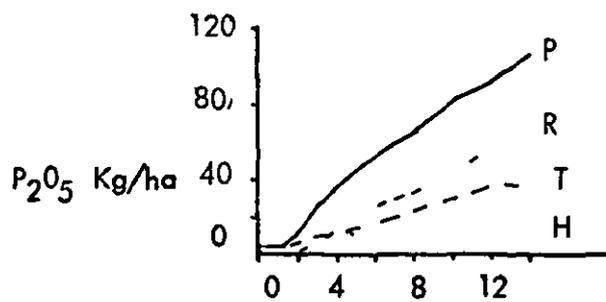
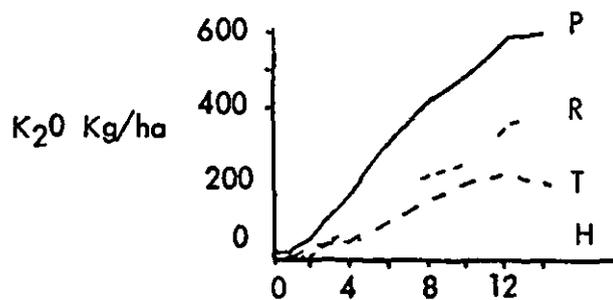
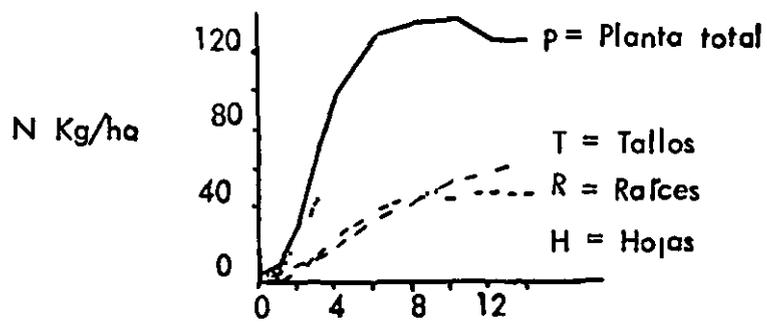
	N	P	K	Ca	Mg
	←————— % —————→				
Hojas jovenes	5.5	0.4	1.2	0.7	0.3
Hojas viejas	5.0	0.3	0.7	1.4	0.4

Estos niveles son muy parecidos a los obtenidos en el CIAT en un ensayo de soluciones nutritivas con arena (Fig 3). Aplicando cinco niveles de N, P y K se observó que los niveles óptimos de los nutrimentos



LA RELACION K/N DE EXTRACCION DE VARIOS CULTIVOS TROPICALES

Fig 1 La relacion K/N de extraccion de varios cultivos Tropicales (Prevott (22))



Meses después de la siembra

Fig 2 Cantidad de Nutrientes en varias partes de la Yuca en diferentes épocas de Crecimiento (Nyholt (19))

en la solución nutritiva son  $>80$  ppm N, 5 ppm P y 40 ppm K. Estos niveles corresponden a contenidos en las hojas (de 4 meses) de  $>4.6\%$  N,  $0.18\%$  P y  $1.14\%$  K. Parece que el nivel de P en las hojas que corresponde con la máxima producción de materia seca en este ensayo, es un poco bajo, y que el contenido óptimo sería entre  $0.2$  y  $0.3\%$  P.

Para mantener el suelo en buen estado de fertilidad, investigadores en Madagascar (7, 17) recomiendan la incorporación de estiércol ó abonos verdes como Mucana utilis, Vigna y Crotolaria. De Geus (8) también indica que la yuca responde bien a aplicaciones de estiércol. En cuanto a fertilización con abonos químicos, el mismo autor recomienda una relación de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O de 1:1:2. Vijayan (26) recomienda una relación N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 2:1, Chadha (3) una relación N-K<sub>2</sub>O de 1:1.75, y Chew (5) una relación N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O de 3:1:2 para suelos de turba.

#### La Fertilización de N

Si se incorporan los tallos y las hojas en el suelo después de la cosecha, la yuca extrae más o menos 2 Kg de N por cada tonelada de raíces cosechadas, de manera que una buena cosecha de 30 toneladas de yuca requiere por lo menos 60 Kg N/ha. Teniendo en cuenta que la eficiencia de absorción de N es, en general, menos de 50%, sería necesario aplicar aproximadamente 120 Kg N/ha.

Chadha (3) reportó respuestas en Kerala, India de 20-54% con la aplicación de 44 Kg de N y respuestas de 23-79% con aplicaciones de 88 Kg N/ha. En la misma región, Vijayan (26) indica que se obtuvieron los mejores rendimientos con 150 Kg N/ha. En Malasia, Chan (4) obtuvo respuestas significativas únicamente con aplicaciones de N y Chew (5) obtuvo una respuesta lineal de 23% para cada 66 Kg N/ha aplicado. En ensayos demostrativos de fertilización de yuca en Colombia, ICA (9) obtuvo respuestas positivas a aplicaciones de 50 o 60 Kg N/ha en 16 de 23 pruebas. Las respuestas más altas se obtuvieron en los suelos volcánicos (con alto contenido de materia orgánica) cerca de Popayán.

1

En un ensayo de niveles x fuentes x tiempo de aplicación de N en Carimagua, en los Llanos Orientales de Colombia, Calvo ( información personal) obtuvo una respuesta a aplicaciones de urea de 100 Kg N/ha, y una pequeña respuesta adicional a 200 Kg N/ha De las dos fuentes en sayadas la urea fué mejor que la urea revestida con azufre ( para reducir la solubilidad) La aplicación fraccionada (25% a los 50, 25% a los 85 y 50% a los 20 días) fué mejor que la aplicación total a los 50 días Es muy probable que con una aplicación al tiempo de la siembra se aumenten aún mas los rendimientos

Samuels (21) obtuvo los mejores resultados con una aplicación fraccionada de N, con la mitad aplicada a la siembra y la otra mitad a los 2 1/2 meses El no observó diferencias significativas entre urea, sulfato de amonio y nitrato de calcio-amonio en Puerto Rico

Mandal (16) tuvo mejores resultados en la India con nitrato de calcio-amonio, seguido por fosfato de amonio y urea La ventaja del nitrato de calcio-amonio podría ser que suministra Ca en suelos ácidos que en general son deficientes de este elemento El mismo autor obtuvo mejores cosechas con la mitad del N aplicado en la siembra y la otra mitad a los dos meses Si se aplica todo el N en una sola aplicación, él recomienda aplicarlo en el momento de la siembra

Normanha (18) reporta que el mejor método de aplicación de fertilizantes es al lado de la estaca, si se aplica en el mismo surco de la siembra se reduce la germinación y la población de plantas, dato que concuerda con las observaciones de Silva (23) en Brazil

Varios investigadores, De Geus (8), Krochmal (12), Malavolta (15) indican que en general la yuca responde positivamente a aplicaciones de N, en cuanto a la altura de planta, peso de raíces y contenido de proteínas También se indica que la aplicación de N aumenta el contenido de HCN y reduce el número de tuberosas y su contenido de almidón

PESO SECO - GM/PLANTA

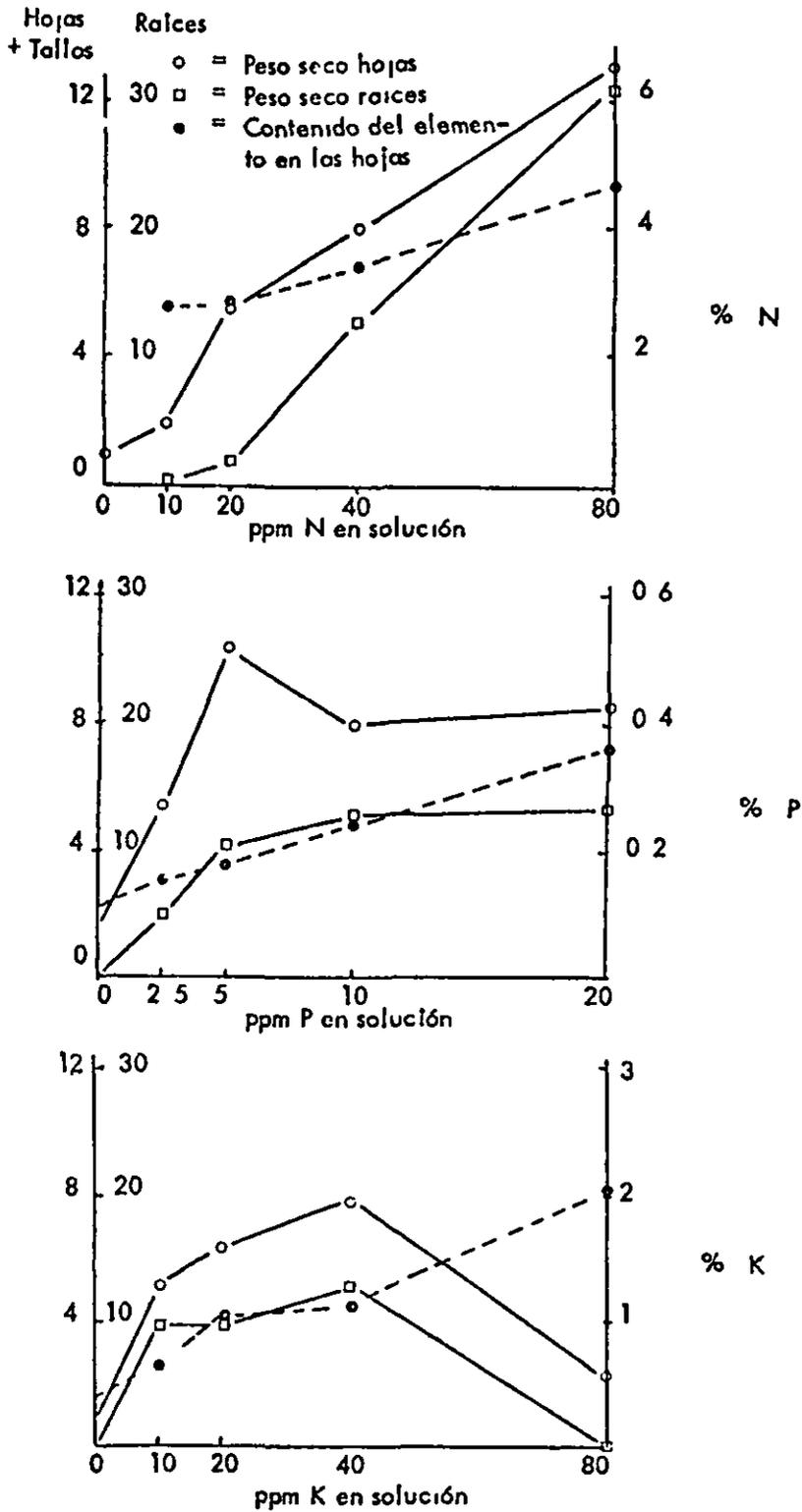


Fig 3 La Produccion de raices y Hojas+Tallos con varios niveles de N, P, K en soluciones nutritivas y los contenidos correspondientes de los elementos en las hojas CIAT-1974

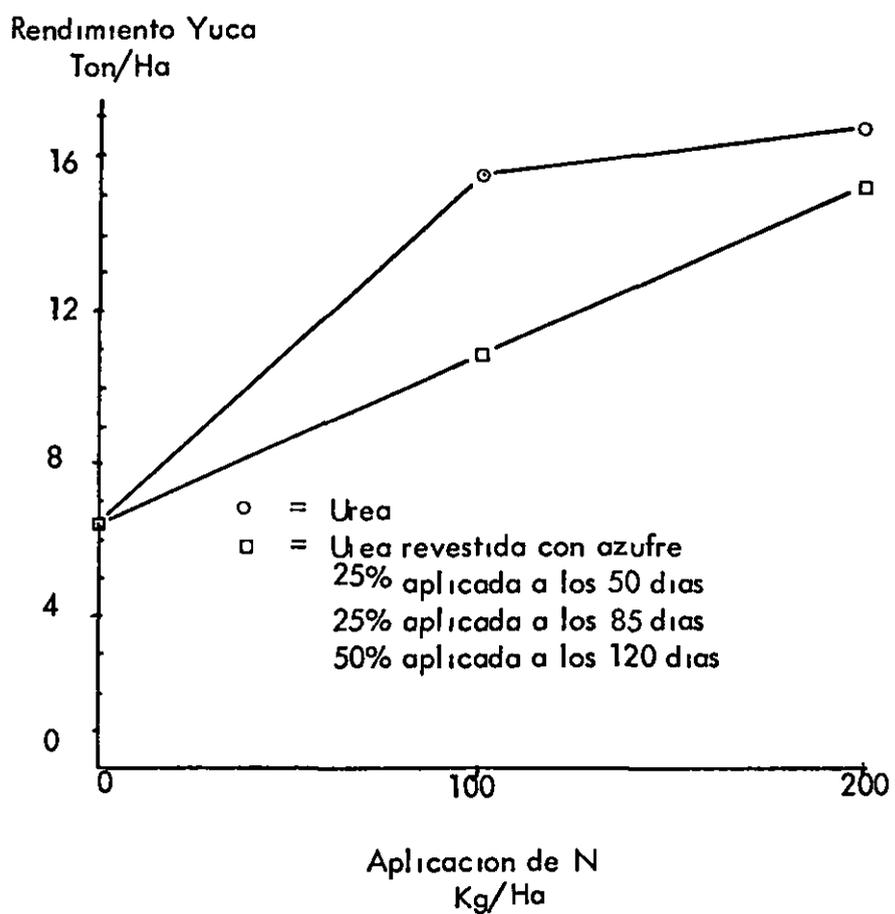


Fig 4 La respuesta de yuca a la aplicacion de tres niveles y dos fuentes de N Carimagua-1973

## La Fertilización de Fosforo

Muchos investigadores han indicado respuestas de la yuca a la fertilización de P, especialmente en suelos con bajo contenido de este elemento. El P es esencial para el proceso de la fosforilación en la síntesis enzimática del almidón. Por esto, un buen suministro de P aumenta la producción de raíces.

Malavolta (15) reportó una reducción en el contenido de almidón de 32 a 25% por falta de P. Él considera que la yuca tiene un alto requerimiento de P, y que en Brasil el P es inicialmente el nutrimento más limitante.

La respuesta al P, depende mucho del tipo de suelo y su contenido de P.

Almeida (1) no observó ninguna respuesta al P en varios ensayos en Brasil, mientras Silva (24) obtuvo solamente aumentos no significativos a aplicaciones de P en el Estado de Sao Paulo.

Chadha (3) obtuvo aumentos en producción de hasta 25% con la aplicación de 88 Kg de  $P_2O_5$  / ha y observó que tal aplicación (conjunta con 150 Kg de N/ha) aumentó el contenido de proteínas y disminuyó el contenido de HCN en las raíces.

Aunque existe poca información sobre el mejor tiempo y método de aplicación del P, parece que sería indicada la aplicación en banda al lado de la estaca al sembrarla. Aplicaciones en el mismo surco ó hueco con la estaca reducen la germinación y la población según Silva (23).

Los estudios del ICA (9), en Colombia indican respuestas positivas a aplicaciones de 300 Kg  $P_2O_5$ / ha en 13 de las 14 fincas de demostración, localizadas principalmente en suelos ácidos y deficientes en P en los departamentos de Cauca y Meta. No hubo mucha correlación entre

respuestas y contenido de P en el suelo, determinado por extracción con la solución Bray II

Hace dos años el CIAT hizo un estudio de la interacción de P por cal en suelos Oxisoles de Carimagua en los Llanos Orientales. El ensayo sufrió mucho de enfermedades dando como resultado rendimientos muy bajos. Sin embargo, se obtuvo una interacción muy marcada entre las aplicaciones de cal y P. Máximos rendimientos se obtuvieron con 0,4 toneladas de cal/ha. Con aplicaciones más altas los rendimientos bajaron, significativamente, probablemente por deficiencia de K y de elementos menores, especialmente Zn y Cu. Con los niveles de cal de 0, 0,4 y 4 ton/ha hubo respuestas muy marcadas a aplicaciones de 50 y 100 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha aplicado en banda al tiempo de sembrar. Es probable que no se alcanzó el máximo con 100 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (Fig. 5)

En un ensayo de potes con suelo de Carimagua se obtuvo respuestas muy marcadas a aplicaciones de 25, 50, 100 y 200 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en términos de peso de raíces y de la parte aérea a los seis meses de edad. Utilizando superfosfato triple hubo una respuesta al P a niveles de 100 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y con Escorias Thojas, 200 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. El SFT fué ligeramente superior a las Escorias Thomas (Fig. 6)

En otro ensayo de potes, recién cosechado, se observó una respuesta al P hasta niveles de 50-100 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Además hubo una respuesta al P-residual, aplicado como SFT ó Escorias Thomas el semestre anterior. El efecto residual de una aplicación de 200 Kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> correspondió a más o menos 25 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> recién aplicado (Fig. 7)

### La Fertilización Potásica

Según Malavolta (15) el K es necesario para la translocación de carbohidratos desde las hojas hasta las raíces. La deficiencia de K aumenta el peso de la parte aérea, reduce el peso de las raíces y su contenido de almidón, y aumenta el contenido de HCN (Jacob (10))

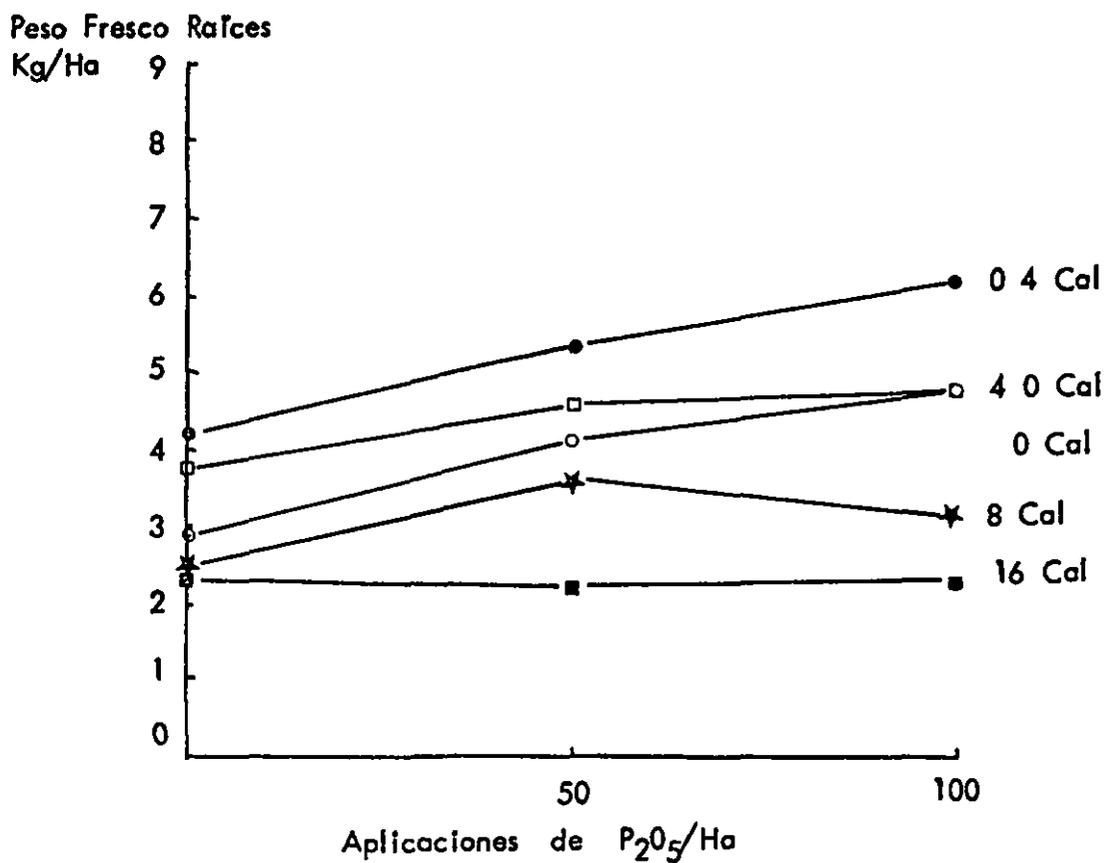


Fig 5 La respuesta de yuca a aplicaciones de P en ban da en parcelas con varios niveles de cal Carimagua 1972

Raíces de la Yuca  
gm/planta

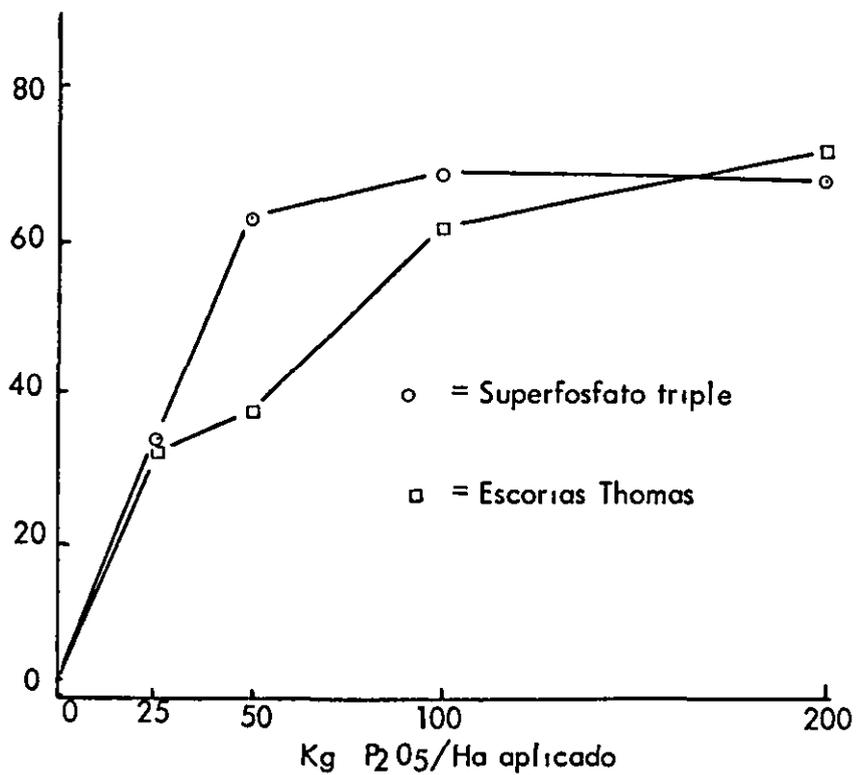


Fig 6 El efecto de aplicaciones de cinco niveles y dos fuentes de P sobre el rendimiento de yuca de seis meses de edad. Ensayo de potes con suelo de Carimagua, CIAT, 1973

Los ensayos demostrativos del ICA (9) en Colombia dieron como resultado respuestas positivas a aplicaciones de 50-60 Kg  $K_2O$ /ha en 11 de las 14 pruebas. No hubo ninguna correlación entre el K extraída del suelo y la respuesta de la yuca a aplicaciones de K. Sin embargo, en Madagascar se considera el suelo deficiente en K si contiene menos de 0.06% de K-intercambiable ó si el contenido de K en las hojas es inferior al 0.7%. Cours (6) recomienda la aplicación de K si el contenido de este elemento en las hojas es inferior al 1.2%.

Kumar recomienda la aplicación de la mitad del K al sembrar y la otra mitad después de un mes. Oke (20) indica que la yuca responde mejor a  $K_2SO_4$  que a KCl, y que la última fuente reduce la acumulación de almidón.

En un ensayo al sur de Cali, D. Wholey (información personal) obtuvo una respuesta muy marcada a aplicaciones de K, y ninguna respuesta a N ni a P aplicados solos. Con aplicaciones de 300 Kg  $K_2O$ /ha, los rendimientos se aumentaron en un 60%. Únicamente en presencia de K se obtuvo una respuesta positiva a aplicaciones de P y N (Fig. 8). Las plantas que recibieron aplicaciones de K tuvieron un contenido de 1.27% K, mientras que aquellas sin aplicaciones de K tuvieron un contenido de 0.7% K.

Como se mencionó anteriormente, la yuca extrae más K del suelo que casi cualquier otro cultivo tropical, Lambourne (14) calculó que se extrae más o menos 75 Kg  $K_2O$ /ha en cada cosecha. Kimar (13) y Samuels (21) consideran como óptima una aplicación de 100 Kg  $K_2O$ /ha. Este nivel corresponde más o menos al nivel de 125-150 Kg KCl/ha recomendado en Madagascar (7) (17). Almeida (1) no obtuvo respuestas significativas a aplicaciones de K.

En un ensayo de interacción de NxK en Carimagua se obtuvo una respuesta significativa a niveles de tales elementos de hasta 200 Kg de N y 300 Kg de  $K_2O$ /ha en la variedad Llanera. Con 0 N esta variedad respon

dió solo hasta 150 Kg  $K_2O$ /ha indicando una interacción significativa entre N y K (Fig 9) En el mismo sitio se observó que la aplicación de cal de 0.5 ton/ha aumentó el contenido de K en las hojas, pero que aplicaciones más altas redujeron significativamente el contenido de K en las hojas (Fig 10), lo cual podría ser la razón que se observe frecuentemente un efecto negativo de cal con altas aplicaciones

En un ensayo de potes con suelo de Carimagua se obtuvo la máxima respuesta al K con 200 Kg  $K_2O$ /ha en cuanto a producción de raíces a los seis meses. El  $K_2SO_4$  dió ligeramente mejores resultados que el KCl. El contenido en las hojas fue de 1.1%K, en los tratamientos de mayor rendimiento

En otro ensayo de potes se observó una respuesta al K a niveles de hasta 200 Kg  $K_2O$ /ha. El K aplicado en el semestre anterior tuvo muy poco efecto residual, aún al nivel de 400 Kg  $K_2O$ /ha

### Resumen

En general, la yuca no responde a fertilización en suelos fértiles, o medianamente fértiles, pero sí responde mucho a fertilización en suelos de baja fertilidad como los suelos oxisoles y suelos volcánicos. En muchos suelos el elemento más limitante es el K debido a la gran exigencia de la yuca por este elemento. En general se recomienda una relación de N- $P_2O_5$ - $K_2O$  de 1:1:2 hasta 3:1:2, con fertilizantes aplicados a la siembra y al lado de la estaca, pero no en contacto directo con ella.

Se puede hacer una aplicación adicional de N y K a los dos meses. El  $K_2SO_4$  parece ser una mejor fuente de K que el KCl.

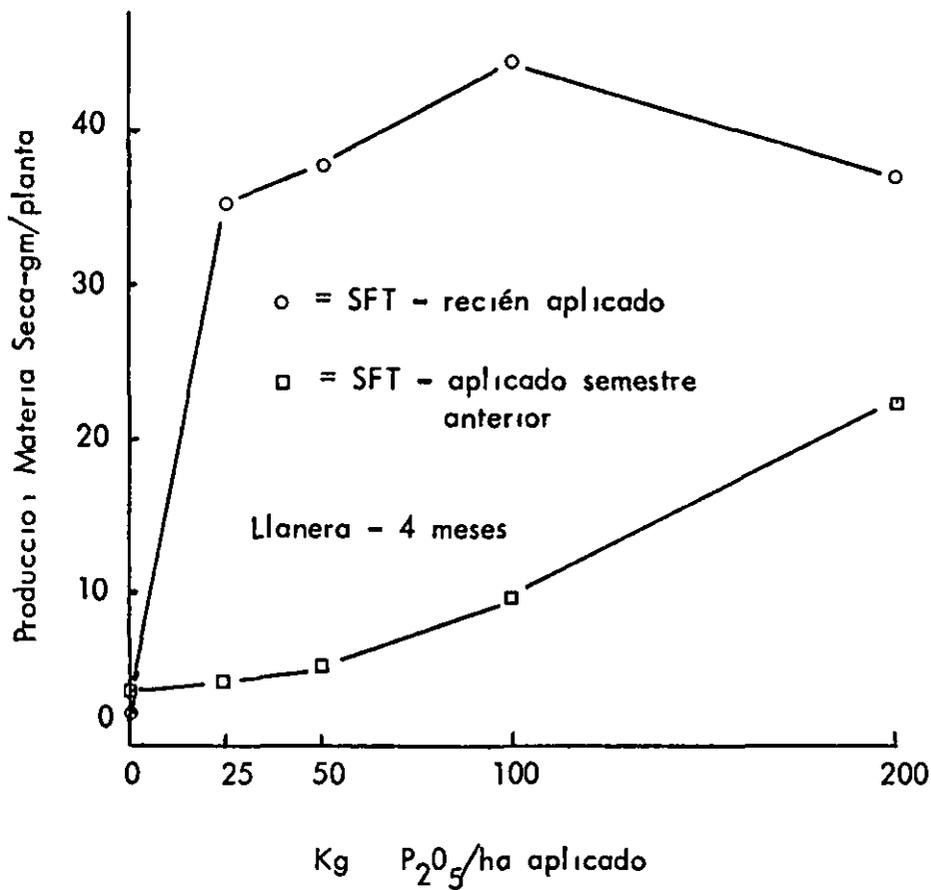


Fig 7 La respuesta de la yuca de cuatro meses de edad a P, aplicado a la siembra o aplicado el semestre anterior  
 Ensayo de potes con suelo de Carimagua CIAT 1974

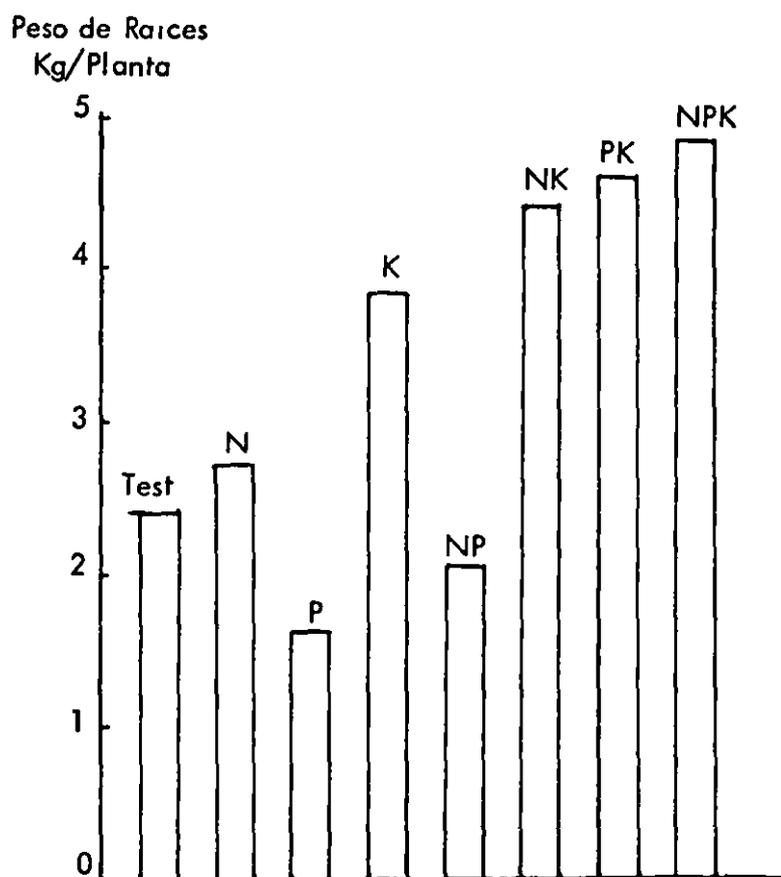


Fig 8 La respuesta de la yuca a aplicaciones de 200 Kg de P y N/ha y de 300 kg  $K_2O$ /ha en Jamundi (D Wholey-CIAT- 1973)

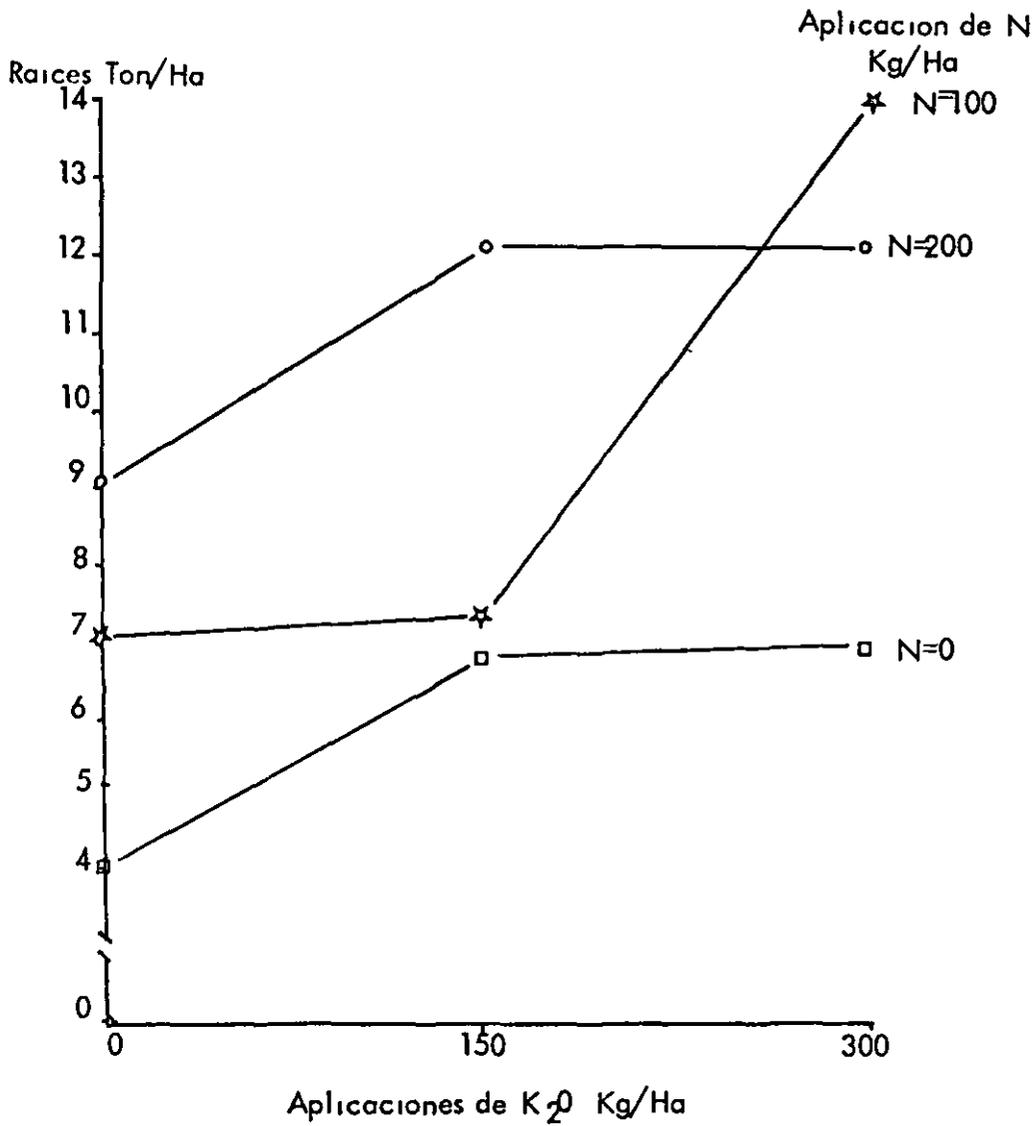


Fig 9 El efecto de aplicaciones de K y N sobre el rendimiento de yuca, Carimagua 1972

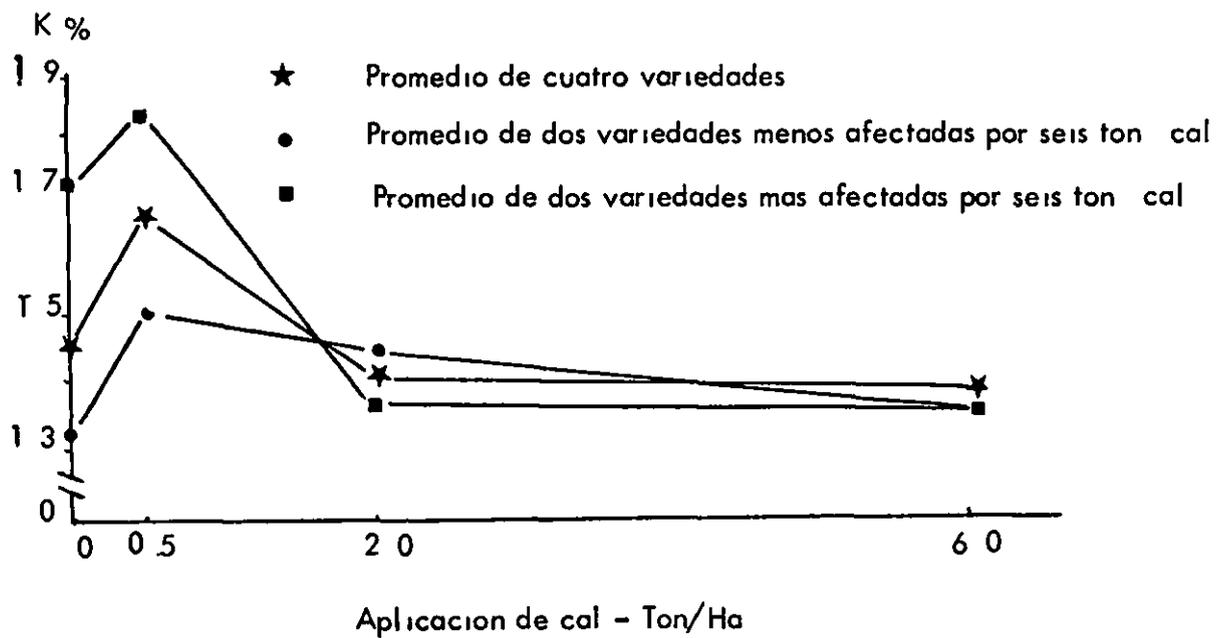


Fig 10 El efecto de aplicaciones de cal sobre el contenido de K en las hojas de yuca de cuatro meses de edad, Carimagua 1972

## References

- 1 - ALMEIDA, F C G DE Pesquisas em mandioca (Cassava research)  
In Reuniao da Comissao Nacional da Mandioca 5a Sete Lagoas, Minas Gerais 1971 Actas Sete Lagoas Instituto de Pesquisas Agropecuarias do Centro-Oeste n d pp 33-40 Mimeo Port
- 2 - BONNEFOY, J V Calcul des éléments fertilisants enlevés au sol par une récolte de manioc (Calculation of the fertilizer elements taken from the soil by a cassava harvest), Bulletin Economique de Madagascar no 83 75 77 1933 Fr
- 3 - CHADHA, T R Fertilizer experiments on tapioca in the Kerala State Journal of the Indian Society of Soil Science 6 (I) 53-63 1958 Engl , Sum Engl 4 refs Illus
- 4 - CHAN, SEAK KHEN Notes on the growing of cassava at Serdang In Blencowe, E K and J W Blencowe Crop diversification in Malaysia Kuala Lumpur, Malaysia, Incorporated Society of Planters, 1970 pp 139-148 Engl , Sum.Engl , 5 Bibl
- 5 - CHEW, W Y Varieties and NPK fertilizers for tapioca (Manihot utilissima Pohl ) on peat Malaysian Agricultural Journal 47(4) 483-491 1970 Engl , Sum Engl
- 6 - COURS, G Le manioc (Cassava) In Recherche Agronomique de Madagascar Inspection Generales des Services Agrícolas Compte rendu no 2 78-88 1953 Fr 3 Refs.
- 7 - ESSAIS DE fumure du manioc (Fertilizer trials with cassava) Recherche Agronomique de Madagascar, Compte Rendu no 2 85 88 1953 Fr 3 Refs
- 8 - DE GEUS, J G Root crops, Cassava In De Geus, J G Fertilizer

guide for tropical and subtropical farming farming Zurich, Centre d'Etude de l'Azote, 1967 pp 181-185 Engl

- 9 - INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO Respuesta de la yuca a la fertilización en parcelas demostrativas (Cassava response to fertilization in demonstrativa plots) Tibaitatá, Colombia, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1971 22p Span , Sum Span 14 Refs
- 10 - JACOB, A and VON UEXKULL Fertilización de los cultivos tropicales y subtropicales, yuca o mandioca ( Fertilization of tropical crops, Cassava or Mandioc) In Jacob, A and H Von Uexkull Fertilización 3 ed Hannover, Kali und Salz 1966 pp 153-159 Esp 14 Bibl
- 11 - KANAPATHY, K and KEAT, G.A Growing maize, sorghum and tapioca on peat soil In Blencowe, E K and J W Blencowe Crop diversification in Malaysia Kuala Lumpur, Malaysia, Incorporated Society of Planters, 1970 pp 25-35 Engl , Sum Engl 6 Refs
- 12 - KROCHMAL, ARNOLD and GEORGE SAMJELS The influence of NPK levels on the growth and tuber development of cassava in tanks Ceiba 16 (2) 35-43, 1970 Engl Sum Engl 8 Bibl Illus
- 13 - KUMAR, B MOHAM, R C MANDAL and M MAGOON Influence of potash on cassava Indian Journal of Agronomy 16 (1) 82-84, 1971 Engl , Sum Engl 6 Bibl
- 14 - LAMBOURNE, J A preliminary report on tapioca as a catch-crop with oil palms Malayan Agricultural Journal 15 104-113 1927 Engl , Sum Engl
- 15 - MALAVOLTA, E, E A GRANER, T COURY, M D C Brasil sobr and J A C PACHECO Studies on the mineral nutrition of cassava (Manihot

- Utilissima Pohl) Plant Physiology. 30 (1) 81-82, 1952 Engl ,  
Sum Engl 5 Bibl
- 16 - MANDAL, R C , SINGH, K D and MAGOON, M.L. Relative efficacy of different sources, levels and split application of nitrogen in - tapioca Indian Journal of Agronomy 16 (4) 449-452 1971 Engl.,  
Sum Engl 4 Refs.
- 17 - LE MANIOC (Cassava) Recherche Agronomique de Madagascar No 1 49-52 1952 Fr Illus
- 18 - NORMANHA, E S , PEREIRA, A S and FREIRE, E S Modo e época de aplicao de abudos minerais em cultura de mandioca Bragantia 27 (12) 143-154 1968 Port , Sum. Port Engl.
- 19 - NIJHOLT, J A Opname van voedingsstoffen uit den boden bij cassave (Absorption of nutrients from the soil by a cassava-crop) Algemeen Proefstation voor den Landbouw Korte Mededeelingen No 15 1935 25p Dutch , Sum Engl 13 Refs Illus
- 20 - OKE Cassava as Food in Nigeria World Rev Nutr Diet 9 227-248 1968
- 21 - DAMUELS, G The influence of fertilizer levels and source on cassa\_va production on a lares clay in Puerto Rico In Annual Meeting C F C S , 7 th, Martinique, Guadeloupe 1969 Proceeding 1970 pp 33-36 Engl , Sum Eng , Fr
- 22 - PREVOT, P and OLLAGNIER, M La fumure potassique dans les regions tropicales et subtropicales (The potassic fertilization in tropical and subtropical regions). In Potassium Symposium, Berne 1958 n p n d pp 277-318 Fr , Sum Span , Germ , Engl , Fr 78 Refs Illus
- 23 - SILVA, JAIRO RIBEIRO DA e E S FREIRE Influencia da aplicao de

- adubos minerais nos sulcos de plantio, sobre os "standas" de culturas de mandioca (Effects of application of some fertilizers - in the furrows, on the stands of cassava fields) Bragantia 27 (26) 291-300, 1968 Port Sum Port , Engl 5 Bibl
- 24 - SILVA, RIBEIRO DA e E S. FREIRE. Efeito de doses crescentes de nitrogenio, fósforo e potassio sobre a producao de mandioca em solos de baixa e alta fertilidade (Rspnses of cassava to increasng doses of nitrogen, phosphorus and potassium) Bragantia 27 (29) 357 - 364, 1968 Port , Sum Port , Engl 5 Bibl
- 25 - VELLY, J Contribution a la determination de la fumure d'entretien, les exportations en elements mineraux de principales cultures (Contributions to the determination of soil maintenance fertilization, the extractions of mineral elements by main crops). Bulletin de Madagascar 19 (282) 872-890 1969 Fr
- 26 - VIJAYAN, M R and AIYER, R S Effect of nitrogen and phosphorus on the yield and quality of cassava Agricultural Research Journal of Kerala 7 (2) 84-90 1969 Engl , Sum Engl 6 Refs