

FERTILIDAD DEL SUELO Y CALIDAD NUTRICIONAL DE ESTACAS DE YUCA
(*Manihot esculenta* Crantz) *

Javier López Molina *

Mabrouk El-Sharkawy **

Yamel López F. ***

COMPENDIO

Se estudió el cambio en el contenido nutricional de los tallos de yuca ocasionado por diferentes niveles de fertilización al suelo y el efecto de las estacas obtenidas de esos tallos sobre el cultivo subsiguiente. Los 9 niveles nutricionales del suelo incidieron en la altura y vigor de las plantas madres. Tanto la concentración como el contenido de N-P-K variaron notablemente según el nivel de fertilización utilizado, siendo más bajos entre más baja fuera la cantidad de cada nutriente aplicada. La germinación más baja ocurrió con potasio o niveles altos de N y de P. La siembra del material en un suelo con o sin fertilizante no incidió en su capacidad de germinación debido al efecto de las reservas nutricionales de la estaca. La mayor producción de follaje y de tallos aptos para usar como material de siembra, el mayor rendimiento de raíces totales y la mayor producción de raíces de tamaño comercial se obtuvieron utilizando estacas provenientes de las parcelas a las cuales se aplicaron los niveles más altos de N-P-K.

ABSTRACT

A study was conducted on the changes in nutritional content of cassava stems as a result of different soil fertilization levels, and on the effect of the stakes obtained from these stems on the subsequent crop. Results showed that the mother plants had different height and vigor depending on the 9 different nutritional levels of fertilizer application to the soils where they were grown. Stems of each of the 9 treatments produced stakes with different weights. Both the concentration and the N-P-K content varied considerably depending on the fertilization treatment. These two parameters were lower when the amount of nutrient applied to the soil was lower. Germination percentage was strongly influenced by the level of K application as well as by its balance with N and P. The lowest germination percentage was registered by the treatment that received no K, but which had received a high level of N and P, which caused an disequilibrium in absorption of the elements. Germination potential was not affected by having planted the stakes in soils with or without fertilizer application, since what is important for this process was the amount of nutritional reserves that the stakes already brought with them. Stakes coming from plots with the highest level of N-P-K application became plants with greater production of foliage and stems that were apt to be used as vegetative seed. These stakes also resulted in plants with greater total rood yield and greater production of commercial size roots.

INTRODUCCION

Se estima que en América Latina el 27% de los suelos destinados a la yuca se clasifican como Ultisoles, el 23% como Alfisoles, 19% como Oxisoles y 13% como Entisoles; casi todos estos suelos son ácidos y se caracterizan por tener de bajos a muy bajos niveles de N, P y K (Howeler, 1982).

Los requerimientos nutricionales externos de la yuca (CIAT, 1979; Howeler 1981; CIAT, 1979; Spear *et al* 1978; Malavolta *et al*, 1955 y Obigeran, 1977) caracterizados como de nivel medio

a alto hacen que para obtener rendimientos máximos en yuca sea necesario aplicar fertilizantes dadas las condiciones de marginalidad o de baja fertilidad de las zonas de cultivo.

Según Arene y Odurukwe (1978) el buen estado nutricional de las plantas permite una mayor resistencia a ataques de plagas y enfermedades. Sorprendentemente, CIAT (1981), un contenido de nutrientes en las estacas mayor que el óptimo inducen disminución en los rendimientos de los cultivos subsiguientes.

* Estudiante postgrado Suelos y Aguas. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

** Investigador. Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, Cali.

*** Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237

FERTILIDAD DEL SUELO Y CALIDAD NUTRICIONAL DE ESTACAS DE YUCA
(*Manihot esculenta* Crantz) *

Javier López Molina *

Mabrouk El-Sharkawy **

Yamel López F. ***

COMPENDIO

Se estudió el cambio en el contenido nutricional de los tallos de yuca ocasionado por diferentes niveles de fertilización al suelo y el efecto de las estacas obtenidas de esos tallos sobre el cultivo subsiguiente. Los 9 niveles nutricionales del suelo incidieron en la altura y vigor de las plantas madres. Tanto la concentración como el contenido de N-P-K variaron notablemente según el nivel de fertilización utilizado, siendo más bajos entre más baja fuera la cantidad de cada nutriente aplicada. La germinación más baja ocurrió con potasio o niveles altos de N y de P. La siembra del material en un suelo con o sin fertilizante no incidió en su capacidad de germinación debido al efecto de las reservas nutricionales de la estaca. La mayor producción de follaje y de tallos aptos para usar como material de siembra, el mayor rendimiento de raíces totales y la mayor producción de raíces de tamaño comercial se obtuvieron utilizando estacas provenientes de las parcelas a las cuales se aplicaron los niveles más altos de N-P-K.

ABSTRACT

A study was conducted on the changes in nutritional content of cassava stems as a result of different soil fertilization levels, and on the effect of the stakes obtained from these stems on the subsequent crop. Results showed that the mother plants had different height and vigor depending on the 9 different nutritional levels of fertilizer application to the soils where they were grown. Stems of each of the 9 treatments produced stakes with different weights. Both the concentration and the N-P-K content varied considerably depending on the fertilization treatment. These two parameters were lower when the amount of nutrient applied to the soil was lower. Germination percentage was strongly influenced by the level of K application as well as by its balance with N and P. The lowest germination percentage was registered by the treatment that received no K, but which had received a high level of N and P, which caused an disequilibrium in absorption of the elements. Germination potential was not affected by having planted the stakes in soils with or without fertilizer application, since what is important for this process was the amount of nutritional reserves that the stakes already brought with them. Stakes coming from plots with the highest level of N-P-K application became plants with greater production of foliage and stems that were apt to be used as vegetative seed. These stakes also resulted in plants with greater total rood yield and greater production of commercial size roots.

INTRODUCCION

Se estima que en América Latina el 27% de los suelos destinados a la yuca se clasifican como Ultisoles, el 23% como Alfisoles, 19% como Oxisoles y 13% como Entisoles; casi todos estos suelos son ácidos y se caracterizan por tener de bajos a muy bajos niveles de N, P y K (Howeler, 1982).

Los requerimientos nutricionales externos de la yuca (CIAT, 1979; Howeler 1981; CIAT, 1979; Spear *et al* 1978; Malavolta *et al*, 1955 y Obigeran, 1977) caracterizados como de nivel medio

a alto hacen que para obtener rendimientos máximos en yuca sea necesario aplicar fertilizantes dadas las condiciones de marginalidad o de baja fertilidad de las zonas de cultivo.

Según Arene y Odurukwe (1978) el buen estado nutricional de las plantas permite una mayor resistencia a ataques de plagas y enfermedades. Sorprendentemente, CIAT (1981), un contenido de nutrientes en las estacas mayor que el óptimo inducen disminución en los rendimientos de los cultivos subsiguientes.

* Estudiante postgrado Suelos y Aguas. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

** Investigador. Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, Cali.

*** Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237

FERTILIDAD DEL SUELO Y CALIDAD NUTRICIONAL DE ESTACAS DE YUCA
(*Manihot esculenta* Crantz) *

Javier López Molina *

Mabrouk El-Sharkawy **

Yamel López F. ***

COMPENDIO

Se estudió el cambio en el contenido nutricional de los tallos de yuca ocasionado por diferentes niveles de fertilización al suelo y el efecto de las estacas obtenidas de esos tallos sobre el cultivo subsiguiente. Los 9 niveles nutricionales del suelo incidieron en la altura y vigor de las plantas madres. Tanto la concentración como el contenido de N-P-K variaron notablemente según el nivel de fertilización utilizado, siendo más bajos entre más baja fuera la cantidad de cada nutriente aplicada. La germinación más baja ocurrió con potasio o niveles altos de N y de P. La siembra del material en un suelo con o sin fertilizante no incidió en su capacidad de germinación debido al efecto de las reservas nutricionales de la estaca. La mayor producción de follaje y de tallos aptos para usar como material de siembra, el mayor rendimiento de raíces totales y la mayor producción de raíces de tamaño comercial se obtuvieron utilizando estacas provenientes de las parcelas a las cuales se aplicaron los niveles más altos de N-P-K.

ABSTRACT

A study was conducted on the changes in nutritional content of cassava stems as a result of different soil fertilization levels, and on the effect of the stakes obtained from these stems on the subsequent crop. Results showed that the mother plants had different height and vigor depending on the 9 different nutritional levels of fertilizer application to the soils where they were grown. Stems of each of the 9 treatments produced stakes with different weights. Both the concentration and the N-P-K content varied considerably depending on the fertilization treatment. These two parameters were lower when the amount of nutrient applied to the soil was lower. Germination percentage was strongly influenced by the level of K application as well as by its balance with N and P. The lowest germination percentage was registered by the treatment that received no K, but which had received a high level of N and P, which caused an disequilibrium in absorption of the elements. Germination potential was not affected by having planted the stakes in soils with or without fertilizer application, since what is important for this process was the amount of nutritional reserves that the stakes already brought with them. Stakes coming from plots with the highest level of N-P-K application became plants with greater production of foliage and stems that were apt to be used as vegetative seed. These stakes also resulted in plants with greater total rood yield and greater production of commercial size roots.

INTRODUCCION

Se estima que en América Latina el 27% de los suelos destinados a la yuca se clasifican como Ultisoles, el 23% como Alfisoles, 19% como Oxisoles y 13% como Entisoles; casi todos estos suelos son ácidos y se caracterizan por tener de bajos a muy bajos niveles de N, P y K (Howeler, 1982).

Los requerimientos nutricionales externos de la yuca (CIAT, 1979; Howeler 1981; CIAT, 1979; Spear *et al* 1978; Malavolta *et al*, 1955 y Obigeran, 1977) caracterizados como de nivel medio

a alto hacen que para obtener rendimientos máximos en yuca sea necesario aplicar fertilizantes dadas las condiciones de marginalidad o de baja fertilidad de las zonas de cultivo.

Según Arene y Odurukwe (1978) el buen estado nutricional de las plantas permite una mayor resistencia a ataques de plagas y enfermedades. Sorprendentemente, CIAT (1981), un contenido de nutrientes en las estacas mayor que el óptimo inducen disminución en los rendimientos de los cultivos subsiguientes.

* Estudiante postgrado Suelos y Aguas. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

** Investigador. Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, Cali.

*** Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237

Por otro lado, CIAT (1983), ha mostrado claramente que el estado nutricional del suelo afecta el estado nutricional de las estacas.

Los bajos rendimientos que la yuca alcanza en estos suelos pobres se pueden considerar aceptables teniendo en cuenta que allí la mayoría de los cultivos no tienen buen comportamiento. Los agricultores que poseen estas tierras no disponen de recursos para aplicar los correctivos y fertilizantes necesarios.

Sin embargo, se tienen indicios de que la baja fertilidad del suelo además de reducir el rendimiento de las plantas directamente afectadas, también reduce en el material de siembra obtenido de ellas la capacidad para expresar el potencial de rendimiento de los genotipos.

En el presente trabajo se estudió, la relación entre el contenido de nutrimentos (N-P-K) del suelo y la cantidad y calidad del material de siembra que se obtiene de las plantas de yuca allí sembradas.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Semilla utilizada

El material objeto de los tratamientos se obtuvo de un experimento a largo plazo que en ese momento completaba su 8° año de siembra consecutiva, incluía 9 tratamientos consistentes en la aplicación anual de 3 niveles de N (urea), P (superfosfato triple) y K (cloruro de potasio) considerados como bajo (0), intermedio (50) y suficiente (100 kg/ha).

En este experimento se observó que la yuca respondió fuertemente a las aplicaciones de potasio y poco a las aplicaciones de nitrógeno mientras que la respuesta al fósforo fue intermedia. Se llegó a la conclusión de que la productividad de la yuca sembrada en el mismo lote durante varios años se puede mantener en un razonable nivel en suelos ácidos altos en materia orgánica, aplicando niveles moderados de potasio. Sin embargo, es posible que en suelos arenosos o pobres en materia orgánica, el nitrógeno y el fósforo también puedan llegar a limitar

la productividad (CIAT, 1992).

Tratamientos

Debido a que la cantidad de un nutrimento que las plantas pueden tomar es proporcional a la disponibilidad de ese nutrimento en la solución del suelo, era de esperar que cada una de las 9 combinaciones en la aplicación de fertilizantes a las parcelas que originaron el material de siembra dieran lugar a 9 clases de semilla que se diferenciaran en el contenido de nutrimentos especialmente N, P y K.

Estas 9 condiciones en el contenido nutricional de las estacas, sembradas en suelos con dos niveles de fertilización (sin, con), constituyeron los 18 tratamientos del ensayo.

Diseño experimental

Se empleó un arreglo de parcelas divididas con 4 repeticiones siendo la parcela principal el nivel de fertilidad del suelo: Bajo (sin aplicación de fertilizante) y alto (con aplicación de fertilizante); las subparcelas fueron los 9 estados nutricionales de la semilla. Como unidad experimental se tomó una parcela de 16 plantas a la cual se dejó su respectivo borde.

Localización

El experimento se realizó en la estación experimental del CIAT ubicada en Santander de Quilichao, Norte del departamento del Cauca a una altitud de 990 m.s.n.m. La precipitación promedio es de 1800 mm anuales distribuidos en dos temporadas generalmente bien definidas de marzo a junio y de septiembre a diciembre. La temperatura media es de 25 °C y la humedad relativa media del 70%.

El suelo es un Orthoxic Palehumult, arcilloso, caolínico, isohipertérmico, bien drenado, con presencia de materiales amorfos y óxidos de hierro y aluminio. El contenido de materia orgánica es alto, pero el suelo es extremadamente bajo en fósforo, moderado en potasio y con niveles bajos de calcio, magnesio y boro.

Además tienen una elevada saturación de aluminio y un rango de pH entre 4 y 4.5 para los primeros 20 cm (CVC, 1977).

Variables Estudiadas

Se analizó el suelo donde se sembraron las plantas madres y de la unidad experimental se tomaron (2 muestras (0-20 cm) por repetición, correspondiendo una a cada subparcela).

Para el análisis químico del material de siembra se utilizaron muestras tomadas de los primeros 20 cm de la parte basal de tallos primarios.

45 días después de la siembra se evaluó el número de estacas brotadas en cada parcela. Se reemplazaron las estacas muertas por estacas brotadas del mismo tratamiento para completar el número de plantas en cada unidad experimental.

Diez meses después de la siembra se cosechó el experimento y utilizando las 16 plantas centrales de cada parcela se evaluaron las siguientes variables:

- Altura de plantas;
- Peso de la biomasa aérea, separada en tallos (primarios y secundarios que se podían utilizar como material de siembra) y follaje (tallos herbáceos, pecíolos y hojas);
- Número y peso de las raíces.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de los niveles de fertilización sobre el estado nutricional del suelo

Después de 8 años de aplicar los fertilizantes en el experimento a largo plazo, los contenidos de N, P y K en el suelo aumentaron a medida que aumentó el nivel de aplicación de cada elemento.

Efecto del estado nutricional del suelo sobre el estado nutricional de los tallos de las plantas madres

Los 9 niveles nutricionales del suelo donde crecieron las plantas madres incidieron en que estas a su vez presentaran diferente altura y vigor. El mayor contraste se observó entre los niveles N_{100} P_{100} K_{100} y N_0 P_0 K_0 , siendo los tallos del primer nivel los más gruesos y las estacas obtenidas de ellos más pesadas, mientras que los tallos del segundo fueron los más delgados y sus estacas las más livianas.

Por su parte, el contenido de N-P-K varió notablemente según el nivel de fertilización utilizado, siendo más bajos entre más baja fuera la cantidad de cada nutriente aplicada al suelo (Cuadro 1).

Efecto del estado nutricional de las estacas sobre el comportamiento de la yuca

Efecto sobre la germinación

El nivel de aplicación de potasio influyó notablemente sobre el porcentaje de germinación lo mismo se pudo observar con el balance de nutrientes.

La germinación más baja ocurrió cuando no se aplicó potasio pero se aplicó el nivel alto de nitrógeno y fósforo, lo cual probablemente ocasionó desbalance de los elementos (Cuadro 2).

Cuando hubo ausencia de fertilización potásica pero también de nitrógeno y fósforo, se presentó un nivel uniformemente bajo de los 3 nutrientes lo cual incidió en que la germinación no fuera tan baja (85%) como en el caso anterior. Cuando se aplicó el nivel intermedio de potasio acompañado de un nivel intermedio o alto de N y P la germinación mejoró ligeramente (88-89%).

En los tratamientos en que se aplicó el nivel alto de potasio (100 kg/ha), la germinación fue alta (96-99 %), sin importar el nivel de fertilización con N y P. Esto lleva a pensar que el potasio

CUADRO 1. Contenido de N-P-K en las estacas según el nivel de fertilización al suelo en que se obtuvieron

Tratamiento	Contenido (mg/est)		
	N	P	K
N ₀ P ₀ K ₀	70 d	10 a	19 d*
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	131 ab	23 a	49 bcd
N ₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	76 d	21 a	54 abcd
N ₅₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	104 c	22 a	62 abc
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	139 ab	25 a	72 ab
N ₁₀₀ P ₀ K ₁₀₀	146 a	14 a	87 a
N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₀₀	135 ab	19 a	77 ab
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₀	117 bc	21 a	28 cd
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₅₀	122 bc	23 a	46 bcd

* Cantidades seguidas por letras iguales no difieren entre si significativamente según la Prueba de Duncan 0,05.

Cuadro 2. Porcentaje de germinación del material de siembra.

Origen del material de siembra			Germinación (%)	
N	P	K		
0	0	0	85	cd *
50	50	50	88	bc
0	100	100	97	a
50	100	100	96	ab
100	100	100	97	a
100	0	100	98	a
100	50	100	96	ab
100	100	0	77	d
100	100	50	89	abc

* Las cantidades seguidas por letras iguales no difieren entre si significativamente según la prueba de Duncan 0,05.

cumple una función fundamental en el proceso de germinación.

El hecho de sembrar el material de siembra en un suelo con o sin fertilizante no incidió en su capacidad de germinación, ya que lo importante para este proceso fue la cantidad de reservas nutricionales del material de siembra.

Efecto sobre la altura de las plantas

La altura de las plantas al momento de la cosecha no tuvo una variación estadísticamente significativa en función del contenido nutricional del material de siembra. Lo que sí afectó significativamente la altura de las plantas fue el estado nutricional del suelo en que se sembró la semilla, de tal manera que al momento de la cosecha las estacas que se habían sembrado en suelo fertilizado tenían una altura promedio de 127.2 cm mientras que las sembradas en suelo sin fertilizar tenían 96.7 cm.

Efecto sobre el peso de la biomasa aérea

En la evaluación del presente trabajo, la biomasa aérea producida por las plantas se dividió en dos fracciones: de un lado, la parte más herbácea que incluyó hojas, pecíolos y la porción apical de los tallos; a esta porción se le denominó follaje. De otro lado, la parte leñosa de las plantas, factible de ser utilizada posteriormente como material de siembra, a la cual se denominó tallos.

Peso del follaje.

El peso del follaje resultó fuertemente influenciado por el nivel de fertilización con potasio en la parcela de producción de la semilla. Sin embargo, el efecto de este nutrimento solo se manifestó en presencia de aplicaciones de nitrógeno y fósforo en niveles de 100 o de 50 kg/ha, lo cual haría pensar en un efecto sinérgico de los 3 nutrimentos.

Por otra parte, los tratamientos que incluyeron el nivel cero de N, P ó K, presentaron los más bajos rendimientos de follaje (Cuadro 3). En adición al tipo de semilla, la producción de

follaje se vio influenciada por la fertilidad del suelo donde ella se sembró, siendo significativamente mayor en las parcelas fertilizadas que en las no fertilizadas.

Peso de los tallos.

El peso de los tallos al momento de la cosecha estuvo muy influenciado por la nutrición de la semilla con nitrógeno y con potasio.

Como ocurrió en el caso de la producción de follaje, la producción de tallos fue significativamente influenciada por la fertilidad del suelo donde se sembró la semilla, siendo en promedio de 5.037 kg/ha cuando se sembró en suelo fertilizado y de 2.683 kg/ha cuando se sembró en suelo no fertilizado.

En un programa de producción de semilla de yuca, donde es importante tanto la cantidad como la calidad del material de siembra que se obtenga, sería necesario utilizar plantas madres con una adecuada nutrición y sembrar en suelo fértil o fertilizado.

Este aspecto reviste especial importancia, si se tiene en cuenta que la baja tasa de multiplicación de la yuca frecuentemente obstaculiza la difusión de las nuevas variedades obtenidas por los mejoradores, así como la rápida expansión de las áreas cultivadas.

Efecto sobre la producción de raíces

Un nivel intermedio (N_{50} P_{50} K_{50}) en la aplicación de fertilizantes a la parcela de semillas resultó en una producción intermedia de raíces (21, 18 ton/ha). El nivel alto N_{100} P_{100} K_{100} condujo al rendimiento más alto (27, 16 ton/ha). La disminución de alguno de los elementos por debajo del nivel más alto resultó en una disminución en el nivel de rendimiento.

Con semilla obtenida en la parcela agotada N_0 P_0 K_0 se obtuvo un rendimiento de solamente 16,26 ton/ha mientras que la ausencia total de uno de los 3 elementos conservando el nivel alto de los otros dos condujo a un rendimiento inferior al obtenido con el nivel intermedio N_{50} P_{50} K_{50} (Cuadro 4).

CUADRO 3. Efecto del estado nutricional de las estacas en la producción promedio de follaje. Variedad M COL 1684. Estación Experimental CIAT- Quilichao.

Origen del material de siembra			Producción promedio* kg/ha (peso fresco)
N	P	K	
		100	1.882 a **
100	100		
100	50	100	1.715 ab
50	100	100	1.682 ab
50	50	50	1.600 bc
100	100	50	1.485 bcd
0	0	0	1.401 cd
100	100	0	1.352 cd
100	0	100	1.280 d
0	100	100	1.276 d

* Incluye parcelas con y sin fertilizante

** Cantidades seguidas por letras iguales no difieren entre si significativamente según la prueba de Duncan 0,05.

CUADRO 4. Efecto del estado nutricional de las estacas en el rendimiento promedio de raíces totales. Variedad M COL 1684. Estación Experimental CIAT-Quilichao.

Origen del material de siembra			Rendimiento promedio * t/ha (peso fresco)
N	P	K	
100	100	100	27,16 a **
100	50	100	24,92 ab
100	100	50	23,76 bc
50	100	100	23,41 bcd
50	50	50	21,18 cde
0	100	100	21,05 cde
100	100	0	20,25 de
100	0	100	19,21 ef
0	0	0	16,26 f

* Incluye parcelas con y sin fertilizante.

** Cantidades seguidas por letras iguales no difieren entre si significativamente según la prueba de Duncan 0,05.

Esto confirma la información que trae la literatura sobre la importancia diferencial de cada uno de los elementos por separado y de la necesidad de un buen balance cuando están en conjunto.

La siembra de las estacas en un suelo fertilizado permitió obtener un rendimiento de raíces significativamente mayor que cuando se sembró en un suelo no fertilizado.

Al comparar la semilla proveniente de las parcelas donde se aplicaron niveles altos de nutrientes ($N_{100} P_{100} K_{100}$) con la semilla proveniente de parcelas agotadas ($N_0 P_0 K_0$) se encuentra que al sembrarlas en un suelo sin aplicación de fertili-

zantes, con la primera se obtuvieron 10,68 t/ha más de raíces que con la segunda (diferencia debida al tipo de semilla), y que al sembrarla en un suelo fertilizado se produjeron 6,02 t/ha adicionales (diferencia debida a la aplicación de fertilizante) (Cuadro 5).

Por lo tanto, si se compara la semilla de alto nivel nutricional ($N_{100} P_{100} K_{100}$) con la producida en suelos de baja fertilidad natural y agotados ($N_0 P_0 K_0$), se observa que el incremento en producción de raíces atribuible a la nutrición de la semilla utilizada fue en promedio 88% mayor que el aumento de raíces atribuible a la fertilización del suelo.

CUADRO 5. Peso de raíces totales (ton/ha) obtenido con dos tipos de semilla de la variedad M COL 1684 en la Estación Experimental CIAT - Quilichao.

	Suelo de la plantación		Diferencia	
	Con aplicac de Fertilizante	Sin aplicac de Fertilizante		
Tipo de semilla				
	$N_{100} P_{100} K_{100}$	30,17 a	24,15 a *	6,02
	$N_0 P_0 K_0$	19,04 d	13,47 d	5,57
	Diferencia	11,13	10,68	

* Cantidades seguidas por letras iguales no difieren entre si significativamente según la prueba de Duncan 0,05.

BIBLIOGRAFIA

ADENIJI, M.O. y G. O. OBIGBESAN. 1976. The effect of potassium nutrition on the Bacterial wilt of cassava. Niger. J. Plant. 2:1-3

ALGUACIL, J.L. y D.E. LEIHNER. 1983. Efecto de la edad de la planta sobre calidad y cantidad de material de siembra de yuca producido en un período de 10 meses. Informe Entrenamiento Posgrado. CIAT, Agosto 1983. Cali, Colombia, 23 p.

ARENE, O.B. y S. O. ODURUKWE. 1978. The role of N-P-K fertilization in inducing resistance in cassava to bacterial blight. 8th annual conference of the Nigerian Society for Plant Protection. University of Benin, Benin city.

CADAVID, L. F. 1988. Efecto de fertilización y humedad relativa sobre la absorción y distribución de nutrientes en yuca. Tesis M. Sc. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, 269 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1978. Beef Program, Annual Report 1977. Cali, Colombia.

_____. 1979. Informe Anual 1978. Cali, Colombia.

_____. 1981. Informe Anual, Programa de Yuca. Cali, Colombia.

- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL - CIAT. 1983. Informe Anual, Programa de Yuca. Cali, Colombia.
- _____. 1985. Cassava Program Annual Report 1984. Cali, Colombia, p. 99-120.
- _____. 1992. Cassava Program 1987- 1991. p. 197.
- COCK, J. H. 1982. Aspectos fisiológicos del crecimiento y desarrollo de la planta de yuca. En Yuca: Investigación, producción y utilización. Compilado por C. Domínguez. Cali, Colombia. Ed. XYZ, p. 51-74.
- _____. 1989. La yuca, nuevo potencial para un cultivo tradicional. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 240 p.
- CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA (CVC). 1977. Estudio detallado de suelos de la hacienda Bachán. Departamento Agropecuario, Sección Suelos, 55 p.
- ENYI, B. A. C. 1970. The effect of age on the establishment and yield of cassava setts. *Beilage Zur Tropischen und Subtropischen land wirtschaft und Tropen veterinar medizin* 8(1):71-75
- FAO. 1992. Anuario Producción. Vol 45. Colección FAO estadística N° 104. p. 94-95. Roma.
- GARCIA, M. y S. RODRIGUEZ. 1983. Estudio comparativo de estacas de yuca procedentes de diferentes partes de la planta. *Cienc. Tec. Agric. Viandas Tropicales*. 6(1-2):39-44. La Habana, Cuba.
- GURITNO, B. 1985. Influence of planting material on plant performance in cassava. University of Brawijaya, Malang Indonesia. 158 p.
- GURNAH, A. M. 1974. Effects of method of planting and the length and types of cuttings on yield and some yield components of cassava grown in the forest zone of Ghana. *Ghana J. Agric. Sci.* 7(2):103-108.
- HOWELER, R. H. 1981. Nutrición mineral y fertilización de la yuca. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Serie 09SC-4, 55 p.
- _____. 1982. Nutrición mineral y fertilización de la yuca. *En Yuca: Investigación, Producción y Utilización*. Compilado por C. Domínguez. Cali, Colombia. Ed. XYZ, p. 317-357.
- _____. and L. F. Cadavid. 1983. Accumulation and distribution of dry matter and nutrients during a Vol. 7. p. 123-139.
- HUNT, L. A. et al. 1977. Growth physiology of cassava. *Field Crop Abstracts* 30 (2) :77-91
- KEATING, B. A., J. P. EVENSON and D. G. EDWARDS. 1982. Effect of pre-harvest fertilization of cassava, prior to cutting for planting material on subsequent establishment and root yield. 5th International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops. Los Baños, Filipinas, p. 301-306.
- LEIHNER, D. E. 1986. Physiological problems in the production of cassava planting material. In: Global Workshop on Root and Tuber Crops Propagation. Proceedings of a Regional workshop held in Cali, Colombia, 13-16 September, 1983. James H. Cock (Tech. ed.) Cali, Colombia, p. 57-72.
- LOPEZ, J. 1990. Producción comercial de semilla de yuca. Unidad de Semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia, 33p.
- MALAVOLTA, E. et al. 1955. Studies on the mineral nutrition of cassava. *Plant Physiology* 30(1):81-82.
- OBIGBESAN, G. O. 1977. Investigation on Nigerian root and tuber crops: Reponse of cassava cultivars to potassium fertilizer in western Nigeria. *J. Agric. Sci.* 89:23-27.
- OKA, M. et al. 1987. Relationship between characteristics and germination ability of cuttings in cassava. *Japan Agricultural Research Quarterly* 21(1):70-75. Ibaraki, Japan.
- PRIMAVESI, A. 1980. Manejo ecológico del suelo. Trad. de la 5^a ed. en Ingles por S. Leraudegui Ed. El Ateneo. Buenos Aires, 499 p.
- SPEAR, S. N., C. J. ASHER y D. G. EDWARDS. 1978. Response of cassava, sunflower and maize to potassium concentration in solution. I. Growth and plant potassium concentration. *Field Crops Research* 1:347-361.
- WHOLEY, D. W. 1980. Fertilize cassava to produce better quality planting material? In: Tropical root and tuber crops newsletter. Ramón S. de la Peña, editor. University of Hawaii. Hawaii, U.S.A. p. 17-20.