

FERTILIZACION DEL ÑAME (*DIOSCOREA ALATA* L.) EN SUELOS DE TURIPANÁ Y CARMEN DE BOLÍVAR

Claudio Acosta S, Agrólogo, M S, Rodolfo Cepeda V, I A, M S*

RESUMEN

Con el objeto de obtener información acerca del grado, cantidad, método de colocación y efecto económico de la aplicación de fertilizantes al suelo en el cultivo del ñame *Dioscorea alata* L., se hicieron seis (6) experimentos en el Centro de Investigación Turipaná Cereté (Córdoba), y dos (2) en el Centro de Investigación El Carmen de Bolívar (Bolívar) con N, P₂O₅ y K₂O, durante 1980, 1981 y 1982. Para tal propósito, se trabajó en un suelo inceptisol de Turipana y en un vertisol de El Carmen de Bolívar. La información obtenida sobre rendimiento, no mostró significancia estadísticas en los modelos de regresión planteados. El coeficiente de variación estuvo comprendido entre 13% y 15%. El análisis de la información determinó que en Turipaná la producción decreció en 3,6% y en el Carmen de Bolívar 9,2%, cuando se hicieron aplicaciones al suelo de 120 kg/ha de N en combinación con 90-60 kg/ha de P₂O₅ y K₂O. En Turipaná, la producción de ñame disminuyó en 20,8% y en El Carmen de Bolívar 10,2%, cuando se hicieron aplicaciones al suelo de 120 kg/ha de K₂O en combinación con 60-90 kg/ha de N y P₂O₅ respectivamente. Por otra parte, aplicaciones hasta de 180 kg/ha de P₂O₅ en combinación con 60-60 kg/ha de N y K₂O incrementaron la producción hasta 67% en los sitios estudiados. El método de fertilización a chuzo fue el más eficiente. Utilizando la técnica de presupuesto parcial se halló que el mayor beneficio neto parcial para Turipana fue de \$2 632 600,00 y una tasa de retorno marginal de 115%, cuando se hicieron aplicaciones al suelo de 120-0-120 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O. En El Carmen de Bolívar mediante la misma técnica y aplicando al suelo 60-180-60 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O el mayor beneficio neto parcial fue de \$3 311 400,00 y una tasa de retorno marginal de 612%.

Palabras claves adicionales: Ñame (*Dioscorea alata* L.) Métodos de fertilización Nitrogeno Fosforo Potasio, Efecto económico

ABSTRACT

Effect of Soil Fertilization Practice on Yam (*Dioscorea alata* L.) Grown in Turipana and Carmen of Bolivar Areas

This research was carried out in order to evaluate the economic effect of some soil fertilization procedures and to quantify the yield of yam *Dioscorea alata* L. grown under different fertilizer formulations. Four experiments were performed in "Turipana", Cereté (Córdoba department) and two in "El Carmen de Bolívar" (Bolívar department) using different levels of Nitrogen (N), Phosphorus (P₂O₅) and Potassium (K₂O) from 1980 to 1982. The soil of Turipana was classified as *inceptisol* whereas that from El Carmen area as *vertisol*. No statistical difference among treatments was found in the experiments with the exception of Turipana experiment which was conducted in 1981. The variation coefficient ranged from 13 to 15%. The results showed that using 120 kg/ha of N, 90 kg/ha of P₂O₅ and 60 kg/ha of K₂O the yield decreased 3,6% and 9,2% in Turipana and El Carmen respectively. Additionally, using 120 kg/ha of K₂O, 60 kg/ha of N and 90 kg/ha of P₂O₅, the yam yield decreased in 20,8% in Turipaná and 10,2% in El Carmen. On the other hand, the application of 180 kg/ha of P₂O₅, 60 kg/ha of N, and 60 kg/ha of K₂O showed a yield increase of 67% in both places. The spacing ("Chuzo") fertilization practice was found as the most efficient method. Partial analysis shows that the higher net profit and the best internal rate of return (US\$ 3 291/ha and 115% respectively) was found in the Turipana experiment with 120-0-120 kg/ha of N, P₂O₅, K₂O treatment. On the other hand in the Carmen of Bolívar experiment, the best results

* CI Turipaná, AA 206 Montería y CI Caribia, AA 654 Santa Marta Colombia

was found for 60-180-60 Kg/ha of N,P₂O₅, K₂O treatment, which shows US \$4.139 of net profit/ha and 612% of internal rate of return

Additional Index Words: Yam (*Dioscorea alata* L.) Fertilization methods Phosphorus, Potassium, marginal rate return

Los resultados de los trabajos de investigación en fertilización de cultivos en las diferentes regiones naturales del país proporcionan información técnica sobre las necesidades de fertilizantes de un terreno específico o finca y de este modo genera información para el agricultor, con el fin de obtener rendimientos más económicos con cosechas de mejor calidad.

Cuando a través del tiempo se han hecho suficientes pruebas regionales, los resultados por unidades agroecológicas proporcionan al gobierno y a la industria, información básica indispensable para elaborar planes de producción y mercadeo de los fertilizantes químicos.

En el municipio de El Carmen de Bolívar, zona típica, de las 254.150 hectáreas de los suelos de Sabana de Bolívar, las cuales representan el 20.8% del total de esos suelos en la Llanura Caribe y en el Valle medio del Sinú con un potencial de 360.000 hectáreas, la mayor parte de la producción de ñame se realiza en áreas de minifundio, donde no se cuenta con la tecnología adecuada para obtener alta productividad.

El ñame (*Dioscorea alata* L.), a pesar de ser uno de los productos agrícolas de subsistencia por tradición entre los agricultores costeños no cuenta con tecnología adecuada, debido a que la propiedad de la tierra en el sector rural de la zona de estudio, muestra una estructura predominantemente latifundista, que trae consigo una deficiente tecnología en cultivos de pancoger, cultivados en mono cultivos o en cultivos asociados, con niveles de producción por unidad de superficie bastante bajos. Uno de los factores que más incide sobre la producción por unidad de superficie de los cultivos, es precisamente el

estado de la fertilidad del suelo y el manejo a que ha sido sometido.

Una de las herramientas para conocer las necesidades de fertilizantes de una zona determinada son las pruebas regionales y los análisis de suelos. Estos últimos por sí solos dan información más rápida y menos costosa del estado de fertilidad de los suelos y pueden utilizarse como una aproximación para recomendar fertilizantes. Para dar recomendaciones más precisas sobre cada región en particular, los trabajos realizados en pruebas regionales han tenido un éxito considerable en el país, según Marín *et al.* (1982).

Trabajos realizados por Cross (1968), en Trinidad, en suelos de textura liviana y fertilidad moderada, encontró que al aplicar al suelo 200 Kg/ha. de cloruro de potasio se obtuvieron los rendimientos más altos en el cultivo del ñame.

Estudiando el efecto de las aplicaciones al suelo de Nitrógeno, Fósforo y Potasio junto con abonos orgánicos Ferguson y Haynes (1970), encontraron un efecto positivo a la aplicación de bajos niveles de Nitrógeno y abono orgánico. También determinaron una diferencia varietal a la aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos en el cultivo del ñame.

Teniendo en cuenta esto se establecieron experimentos con los siguientes objetivos:

- Determinar las dosis recomendables de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.
- Evaluar el efecto de los métodos de colocación de los fertilizantes en el suelo.

- Definir la dosis más económica de fertilización con elementos mayores para ambas regiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron ocho experimentos de fertilización del ñame entre 1980 y 1982 a saber: cinco sobre niveles variables de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y tres sobre métodos de fertilización en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "TURIPANA", del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, localizado a una altura de 15 msnm, con una temperatura media de 28°C, pluviosidad de 1.200 mm anuales y una humedad relativa del 83% y en el Centro Regional de Investigación El Carmen de Bolívar, del mismo Instituto, localizado a una altura de 154 m.s.n.m., temperatura media de 28°C, pluviosidad de 1.100 m.m. anuales y humedad relativa del 76%, según Cepeda y Acosta (1983).

Los suelos donde se llevaron a cabo los trabajos corresponden en Turipaná a un Inceptisol Morales (1971) y en El Carmen de Bolívar a un Vertisol Cepeda y Acosta (1983), cuya característica Físico-química se pueden ver en la Tabla 1. Los métodos de análisis de las muestras de suelos fueron los usualmente seguidos por el ICA Marín (1966).

Para los experimentos con N, P₂O₅ y K₂O se escogió un diseño central compuesto con tres variables y dos repeticiones; su comparación permitió 15 tratamientos, las dosis de N, P₂O₅ y K₂O, variaron entre 0-120; 0-180 y 0-120 Kg/ha respectivamente.

Para los experimentos sobre métodos de colocación del fertilizante se escogió un diseño de tratamiento en parcelas divididas, partiendo de uno de los mejores tratamientos de N, P₂O₅ y K₂O obtenidos mediante los trabajos realizados a partir de 1980; a este tratamiento se le combinó con cuatro sistemas de colocación del fertilizante, a saber: en corona, media corona, chuzo e incorporado.

TABLA 1. Propiedades Físico-químicas de los suelos en Turipaná y Carmen de Bolívar.

Determinación	Turipaná		Carmen de Bolívar		
	1980	1981	1982	1980	1981
Profundidad cm	00-20	00-20	00-20	00-20	00-20
Textura	F Ar	Ar	Ar A	Ar	Ar
pH	6.6	6.6	6.7	6.8	7.8
Materia orgánica %	3.4	3.1	3.3	4.8	5.0
Fósforo/ppm (Bray II)	27.0	24.9	17.8	17.0	27.0
Calcio m e/100 g	10.6	13.4	12.0	34.0	55.0
Magnesio m e/100 g	7.8	9.6	9.0	11.0	9.0
Potasio m e/100 g	0.46	0.53	1.08	0.70	0.70
Sodio m e/100 g	0.05	0.60	0.20	0.1	0.9
C I C m e/100 g	18.96	24.13	22.3	46	64
C E mmhos/cm	1.35		0.90	0.5	0.5
% de Sodio	0.26	0.83	0.90	0.22	1.41

Como fuente de N se utilizó urea del 46% de N, la cual se aplicó tres meses después de la siembra. La fuente de Fósforo fue el superfosfato triple del 46% de P₂O₅, la de Potasio, el Cloruro de Potasio con 60% de K₂O. Tanto el P₂O₅ como el K₂O se aplicaron al momento de la siembra.

Se utilizó la variedad criolla del ñame (*Dioscorea alata* L.), denominada peludo. Al inicio de las lluvias se sembraron las semillas a un metro en cuadro en la cresta del camellón; las parcelas estuvieron constituidas por cuatro surcos de diez (10) metros de longitud.

El control de malezas se hizo en forma manual y la cosecha se realizó diez meses después de la siembra. No se presentaron problemas de plagas ni de enfermedades y no se utilizó riego adicional.

La evaluación económica de los tratamientos se hizo mediante el método, de presupuesto parcial y análisis marginal, Lopera y Lopera (1986). De acuerdo con la experiencia y a la evidencia empírica que se tiene en las zonas productoras de ñame,

se tomó como tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor el 100%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en la caracterización de alguna de las propiedades físicas y químicas de las muestras de suelos Tabla 1, se determinó para los sitios en estudio que la textura varó de Arcillosa a Franco Arcillosa y el pH fluctuó entre ligeramente ácido a ligeramente alcalino (6.6 a 7.3).

El contenido de materia orgánica osciló entre 3.3 y 4.5%, valores que pueden considerarse altos para las zonas en estudio. De acuerdo con los niveles críticos establecidos por el ICA los contenidos de fósforo fueron medios, y el potasio intercambiable fue alto para ambos sitios.

Los contenidos de calcio y magnesio fueron altos, pero su relación varió de 1:1 hasta 4:1 como se puede apreciar en la misma Tabla. No se presentaron problemas de sales ni de sodio y la capacidad de intercambio catiónico fue alta.

De acuerdo con los resultados anteriores, los suelos presentan una fertilidad alta, por lo cual es muy poco probable encontrar teóricamente respuesta a la aplicación de fertilizantes. Esto coincide con los trabajos realizados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1977), los cuales indican que en el perfil de los suelos de sabanas por estar localizados en las regiones donde se presentan épocas de sequía prolongadas, se acumulan elementos solubles ocasionando una alta saturación de bases.

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO SOBRE EL RENDIMIENTO DEL ÑAME

Los rendimientos de ñame en Ton/ha. durante 1980, 1981 y 1982, se pueden ver en la Tabla 2. Por medio del análisis de regresión múltiple se planteó una ecuación polinomial cuadrática, en cada una de estas localidades y años que permitiera modelar el rendimiento del ñame en función

del contenido de N, P, K, no encontrándose significancia estadística ($P > 0.05$) en sus coeficientes de regresión (Tablas 3 y 4). De igual forma, se plantearon ecuaciones polinomiales de primer orden que no presentaron significancia estadística, con coeficientes de determinación (R^2), más bajos que la primera.

Aunque no se observa un efecto significativo de los niveles de N, P, K sobre el rendimiento en ninguna de las localidades y año, en las Figuras 1 y 2 se muestran las variaciones de tres niveles de N, P_2O_5 y K_2O , donde se puede apreciar que los incrementos en los niveles de N y K_2O disminuyeron la producción de ñame para ambos sitios, así: Para aplicaciones de 120 Kg/ha. de N en combinación con 90-60 Kg/ha. de P_2O_5 y K_2O , la producción decreció en Turipaná 3.6%, mientras que en El Carmen de Bolívar para el mismo nutriente fue de 9.2%. La aplicación de Potasio mostró una tendencia similar al N, es decir, en El Carmen de Bolívar la producción bajó 10.2% cuando se aplicó 120 Kg/ha. de K_2O en combinación con 60-90 Kg/ha. de N y P_2O_5 y en Turipaná para ese mismo nivel de fertilización el valor fue de 20.8%. La causa de este descenso en la producción fue originado por la aplicación de Nitrógeno y Potasio en suelos con alto contenido de materia orgánica y altas concentraciones de Potasio intercambiable en el suelo (Tabla 1). Por su parte, aplicaciones crecientes de varios niveles de fósforo incrementaron la producción hasta en un 67% cuando se aplicaron 60-180-60 Kg/ha. de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente, tanto en Turipaná como en El Carmen de Bolívar. El incremento en la producción se debió a que en ambos sitios las concentraciones de Fósforo están comprendidas en el rango medio, de acuerdo con los niveles críticos establecidos por el ICA. Por lo anterior, se puede establecer, que el rango medio en fósforo extraído por Bray II aún se puede considerar como bajo para el cultivo del ñame (Tabla 5).

TABLA 2. Rendimiento de Ñame (*Dioscorea alata* L.) en Turipaná (Córdoba) y Carmen de Bolívar (Bolívar), entre 1980 Y 1982.

Tratamiento (kg/ha)	Producción (ton/ha)						
	Turipaná			Carmen de Bolívar			
	1980	1981	1982	1980	1981	1982	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O					
0	0	0	7.5	14.2	17.2	9.2	16.5
60	90	0	9.7	10.0	16.4	8.7	18.7
60	90	60	9.9	6.8	10.4	9.4	18.5
60	90	120	6.5	10.9	11.2	9.5	15.1
120	180	0	12.1	7.9	9.2	7.3	17.1
120	180	60	11.1	7.0	12.6	8.8	17.2
120	180	120	11.0	11.4	9.4	9.5	23.3
60	0	60	8.8	5.4	7.5	9.8	20.9
60	180	60	11.2	12.5	12.3	12.8	22.1
120	0	120	11.5	12.0	18.2	8.6	14.6
120	90	120	12.0	9.6	13.8	9.5	21.0
0	90	60	6.7	12.5	14.4	9.0	19.3
120	90	60	10.3	13.5	8.7	8.9	14.8
0	180	120	10.6	9.3	5.5	10.6	16.7
60	180	120	7.6	9.7	9.8	10.8	17.8

TABLA 3. Coeficientes de regresión para la ecuación polinomial cuadrática en Nitrógeno, Fósforo y Potasio en Turipaná entre 1980 y 1982.

X1	Coeficientes de regresión	1980	1981	1982
		β_0	8.26666**	12.20000**
N	β_1	-0.00020 NS	-0.07802 NS	-0.01895 NS
P	β_2	-0.00902 NS	-0.01687 NS	-0.00430 NS
K	β_3	-0.00187 NS	-0.02552 NS	-0.08062 NS
N ²	β_4	0.00021 NS	0.00053 NS	0.00020 NS
P ²	β_5	0.00007 NS	-0.00011 NS	-0.00010 NS
K ²	β_6	-0.00002 NS	0.00022 NS	0.00050 NS
R ²		0.58	0.28	0.35

Modelo polinomial cuadrático
 $Y_1 = \beta_0 + \beta_1 N + \beta_2 P + \beta_3 K + \beta_4 N^2 + \beta_5 P^2 + \beta_6 K^2$
 ** Significativo P < 0.01, NS No significativo

TABLA 4. Coeficientes de regresión para la ecuación polinomial cuadrática en Nitrógeno, Fósforo y Potasio en Carmen de Bolívar en 1980 y 1982.

K1	Coeficiente de regresión	1980	1981
		b_0	8.53333 **
N	b_1	0.02302 NS	0.03614 NS
P	b_2	-0.01131 NS	-0.00479 NS
K	b_3	0.03385 NS	0.03531 NS
N ²	b_4	-0.00027 NS	0.00028 NS
P ²	b_5	0.00008 NS	0.00007 NS
K ²	b_6	-0.00018 NS	0.00026 NS
R ²		0.66	0.15

Modelo polinomial cuadrático
 $Y_1 = \beta_0 + \beta_1 N + \beta_2 P + \beta_3 K + \beta_4 N^2 + \beta_5 P^2 + \beta_6 K^2$
 ** Significativo P < 0.01 NS No significativo

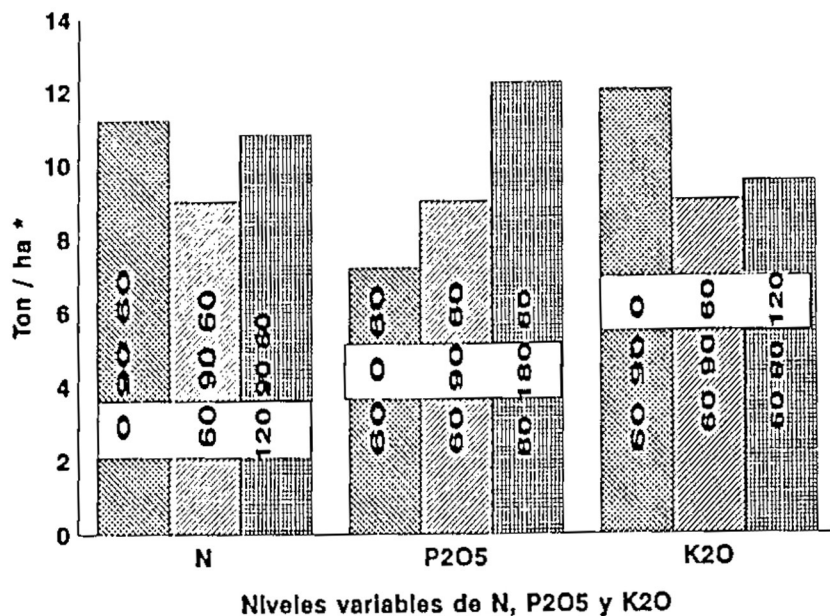
TABLA 5. Guía de recomendaciones para la fertilización del ñame (*Dioscorea alata* L.) en la Costa Atlántica.

Resultados del analisis de suelo		Fertilizantes recomendados kg/ha*			
M.O. %	P ppm	K m.e/ 100g			
		N	P2O5	K2O	
< 2	< 30	< 0.30	75-100	100-125	75 100
2-3	30-60	0.30-0.60	50-75	75 100	50-75
> 3	> 60	> 0.60	0-50	0-75	0-50

* Todo el P y la mitad del K se deben aplicar en el momento de la siembra y todo el N y el resto del K se deben aplicar entre los 60 y los 75 días después de la brotación

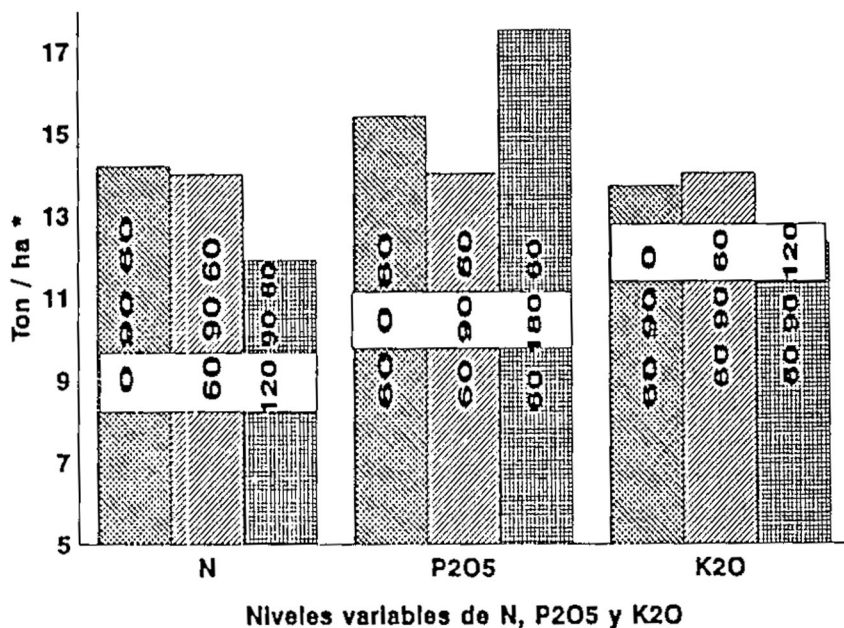
EFFECTO DE LA COLOCACIÓN DE FERTILIZANTE SOBRE EL RENDIMIENTO DEL ÑAME

En la Figura 3, se presentan las formas de colocación del fertilizante 60-90-60 de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente, en suelos de Turipaná, a pesar de que no se encontró diferencias estadísticas entre tratamientos en ninguna de las tres cosechas realizadas, los datos obtenidos permiten observar que el método de colocación del fertilizante a chuzo supero a todos los métodos estudiados.



* Promedio de tres cosechas

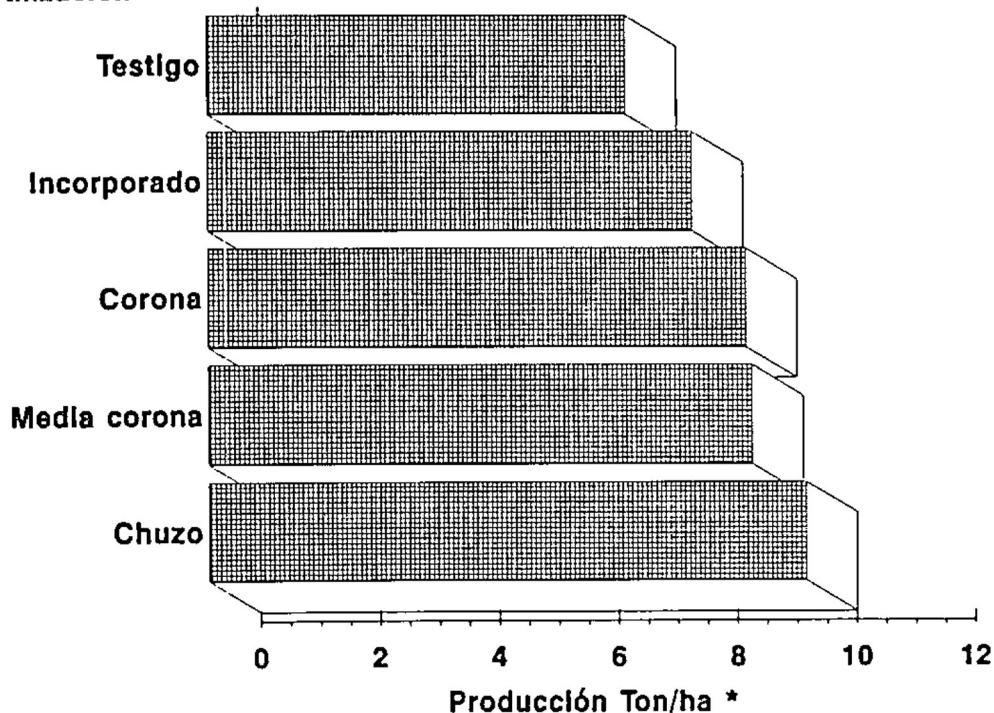
FIGURA 1. Influencia de las aplicaciones de N, P₂O₅ y K₂O sobre rendimiento del ñame en el C.I. Turipaná.



* Promedio de dos cosechas

FIGURA 2. Influencia de las aplicaciones de N, P₂O₅ y K₂O sobre rendimiento del ñame en el C.I. Carmen de Boívar.

Método de fertilización



* Promedio de tres cosechas.

FIGURA 3. Influencia del método de fertilización con N, P₂O₅ y K₂O sobre producción de ñame en el C.I. Turipaná.

La fertilización incorporada al suelo fue inferior en 1.800 Kg/ha. de ñame, en comparación con el método más eficiente, debido probablemente al escaso sistema radicular del cultivo de ñame, que no permite explorar grandes volúmenes de suelo.

ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL DE LA FERTILIZACIÓN DEL ÑAME EN TURIPANÁ Y CARMEN DE BOLÍVAR

Mediante la técnica de presupuesto parcial se encontró que el mayor beneficio neto parcial para Turipaná fue de \$2.632.600.00, el cual se alcanzó cuando se hicieron aplicaciones al suelo de 120-0-120 Kg/ha. de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente, tal como se puede observar en

la Tabla 6. Dicho tratamiento domina a todos los demás excepto al testigo, el cual presenta costos variables menores (Tabla 7). A través del análisis marginal (Tabla 8), se determinó una tasa de retorno marginal del 115%.

Los resultados del presupuesto parcial para los datos de fertilización del ñame en suelos de El Carmen de Bolívar, se presentan en la Tabla 9, aquí se encontró que el mayor beneficio neto parcial (\$3 311 400.00), se obtuvo con la aplicación al suelo de 60-180-60 Kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente. En la Tabla 10 se muestra que de las 15 alternativas evaluadas solo dos no resultaron dominadas por el testigo.

En Carmen de Bolívar, para pasar de la práctica actual del productor (testigo) a la alternativa de aplicar 60-0-60 Kg/ha. de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente, es necesario aumentar la inversión en \$42 400.00/ha., esta adición en la inversión presenta a su vez un incremento marginal en el beneficio neto de \$446.300.00/ha. Esta alternativa presenta una tasa de retorno marginal de 1053% (Tabla 8). Al examinar la posibilidad de pasar del tratamiento (60-0-60) al tratamiento (60-180-60) se obtiene un beneficio neto marginal de \$352.900.00/ha., a cambio de un incremento en los costos de \$57 700.00/ha. En este caso la tasa de retorno marginal es de 612% (Tabla 8), la cual está por encima de la tasa de re-

torno mínima estimada (100%). Si no hay restricción de capital, este último tratamiento es el más ventajoso para el productor, pues presenta el mejor beneficio neto parcial. Puesto que el incremento en los rendimientos no es significativo en presencia de incremento de costos, se hace necesario evaluar los posibles riesgos para el productor. En general, se puede decir que la tecnología de uso de fertilizantes en condiciones edafológicas conocidas, siguiendo las recomendaciones técnicas, es una práctica relativamente segura para el productor; esto hace que los riesgos sean mínimos y haga aceptable la recomendación en los niveles arriba mencionados.

TABLA 6. Análisis de presupuesto parcial de datos de fertilización de ñame (*Dioscorea alata* L.) en Turipaná.

Parametros	Niveles de fertilización con N, P ₂ O ₅ y K ₂ en kg/ha															
	N	0	0	60	120	0	60	120	60	60	120	120	60	60	120	120
	P ₂ O ₅ d	0	90	90	90	180	180	180	0	180	0	90	90	90	180	180
	K ₂ O	0	60	60	60	120	120	60	60	60	120	120	0	120	0	60
Rend promedio (ton/ha)		13.0	12.0	9.0	9.5	9.7	10.2	10.6	7.2	12.0	13.9	11.8	11.2	10.8	8.5	8.9
Rend ajustado (ton/ha)*		11.0	10.2	7.7	8.1	8.3	8.7	9.0	6.1	10.2	11.8	10.0	9.5	9.2	7.2	7.6
Beneficio bruto (\$000/ha.)**		2535.0	2352.5	1766.0	1863.8	1902.9	2000.6	2072.3	1414.1	2346.0	2717.5	2306.9	2189.6	2117.9	1655.2	1740.0
Costos Variables (\$000/ha)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Precio fert en campo (\$000/ha) °2		0.0	49.2	65.5	81.8	98.3	114.7	139.0	39.3	91.7	78.6	104.8	42.5	88.5	85.0	108.0
Costo mano de obra (\$000/ha) ††		0.0	4.4	5.8	7.1	8.8	10.2	11.5	3.1	8.4	6.2	8.9	4.0	7.5	8.0	9.7
Total costos v/bles (\$000/ha)		0.0	53.6	71.2	88.9	107.1	124.8	150.5	42.4	100.1	84.8	113.7	46.5	96.0	93.0	117.7
Beneficio neto parcial (\$000/ha)		2535.0	2298.9	1694.8	1774.9	1795.7	1875.8	1921.8	1371.7	2245.9	2632.6	2193.3	2143.1	2021.9	1562.2	1622.2

* Los rendimientos se ajustaron en un 15%

** Se asume un precio de campo del ñame a \$230 oo/kg °2 Precio de campo` N = \$383 oo/kg P₂O₅ = \$291 oo/kg K₂O = \$272 oo/kg

†† Valor del jornal \$2 700 oo

TABLA 7. Análisis de dominancia de datos de fertilización de ñame (*Dioscorea alata* L.) en Turipaná

Niveles de fertilización kg/ha			Beneficio neto parcial (\$000/ha)	Costo variable (\$000.000)
N	P2O5	K2		
120	-	0	2632 6	84 8
0	-	0	2535 0	0 0
0	90	60*	2298 9	53 6
60	180	60*	2245 9	100 1
120	90	120*	2193 3	113 7
60	90	0*	2143 1	46 5
60	90	120*	2021 9	96 0
120	180	60*	1921 8	150 5
60	180	120*	1875 8	124 8
0	180	120*	1795 7	107 1
120	90	60*	1774 9	89 9
60	90	60*	1694 8	71 2
120	180	60*	1622 2	117 7
120	180	0*	1562 2	93 0
60	0	60*	1371 7	42 4

* Tratamientos dominados

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

No se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos de fertilización en las localidades estudiadas.

Relaciones inadecuadas de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio disminuyeron los rendimientos de ñame en un 10.2% en el Carmen de Bolívar y en un 20.8% en Turipaná, cuando se aplicó al suelo la proporción de 1.1,5.2 de N, P2O5 y K2O respectivamente.

Fertilizaciones crecientes, hasta 180 Kg/ha de P2O5, en combinación con 60 Kg/ha. de N y K2O incrementaron la producción hasta 67% tanto en Turipaná como en El Carmen de Bolívar

La aplicación del fertilizante al cultivo del ñame a chuzo fue el método más eficiente de los estudiados. Siguiendo en forma decreciente los métodos en media corona y corona.

En Carmen de Bolívar se recomienda aplicar 60-0-60 Kg/ha de N, P2O5 y K2O respectivamente, lo cual a pesar de incrementar la inversión en \$57.700.00/ha., presenta a su

TABLA 8. Análisis marginal de tratamientos de fertilización de ñame (*Dioscorea alata* L.) en Turipaná y Carmen de Bolívar.*

Niveles de fertilización (kg/ha)			Beneficio neto parcial (\$000)	Costo variable (\$000)	Cambio con respecto al tratamiento próximo inferior			
N	P2O5	K2O			Incremento marginal en \$000		Tasa de retorno marginal (%)	
					Beneficio neto	Costo variable		
A Turipaná								
120	-	0	2632 6	84 8	97 6	84 8	115	
0	-	0	2535 0	0 0	—	—	—	
B Carmen de Bolívar								
60	-	180	3311 4	100 1	352 9	57 7	612	
60	-	0	2958 5	42 4	446 3	42 4	1053	
0	-	0	2512 2	0 0	—	—	—	

* Solo se tuvo en cuenta los tratamiento no dominados. Precios y costos ajustados a 1993

TABLA 9. Análisis de presupuesto parcial de datos de fertilización de ñame (*Dioscorea alata* L.) en El Carmen de Bolívar.

Parámetros	Niveles de fertilización con N, P ₂ O ₅ y K ₂ O en kg/ha															
	N	0	0	60	120	0	60	120	60	60	120	120	60	60	120	120
	P ₂ O ₅	0	90	90	90	180	180	180	0	180	0	90	90	90	180	180
K ₂	0	60	60	60	120	120	60	60	60	120	120	0	120	0	60	
Rend promedio (ton/ha)	12.9	13.7	14.0	12.3	12.2	13.0	16.4	15.4	17.5	11.6	15.3	14.2	11.9	13.7	14.3	
Rend ajustado* (ton/ha)	10.9	11.6	11.9	10.5	10.4	11.1	13.9	13.0	14.8	9.9	13.0	12.0	10.1	11.6	12.2	
Beneficio bruto (\$000/ha)	2512.2	2678.4	2727.2	2404.7	2385.1	2541.5	3206.2	3000.9	3411.5	2267.8	2981.4	2766.3	2316.7	2668.6	2795.7	
Precio fert en campo (\$000/ha)**	0.0	49.2	65.5	81.8	98.3	114.7	139.0	39.3	91.7	78.6	104.8	42.5	88.5	85.0	108.0	
Costo mano de obra (\$000/ha) ††	0.0	4.4	5.8	7.1	8.8	10.2	11.5	3.1	8.4	6.2	8.9	4.0	7.5	8.0	9.7	
Total costos vbles (\$000/ha)	0.0	53.6	71.2	88.9	107.1	124.8	150.5	42.4	100.1	84.8	113.7	46.5	96.0	93.0	117.7	
Beneficio neto parcial (\$000/ha)	2512.2	2624.8	2656.0	2315.7	2278.0	2416.7	3055.7	2958.5	3311.4	2183.0	2867.7	2719.8	2220.7	2575.6	2677.9	

* Los rendimientos se ajustaron en un 15%

** Se asume un precio de campo del ñame a \$230.00 / kg

† Precio de campo N = \$383.00/kg P₂O₅ = \$291/Kg K₂O = \$272.00/kg

†† Valor del jornal \$2700.00

TABLA 10. Análisis de dominancia de datos de fertilización de ñame (*Dioscorea alata* L.) en Carmen de Bolívar.

Niveles de fertilización (kg/ha)			Beneficio neto parcial (\$000/ha)	Costo variable (000.000)
N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
60	180	60	3311.4	100.1
120	180	60*	3055.7	150.5
60	0	60	2958.5	42.4
120	90	120	2867.7	113.7
60	90	0*	2719.8	46.5
120	180	60*	2677.9	117.7
60	90	60*	2656.0	71.2
0	90	60*	2624.8	53.6
120	180	0*	2575.6	93.0
0	0	0	2512.2	0.0
60	180	120*	2416.7	124.8
120	90	60*	2315.7	88.9
0	180	120*	2278.0	107.1
60	90	120*	2220.7	96.0
120	0	120*	2183.0	84.8

* Tratamientos dominados

vez un incremento marginal en el beneficio neto parcial de \$352.900.00/ha y origina una tasa de retorno marginal de 612%, la cual supera la tasa mínima de retorno estimada para la zona de 100%

Para Tunpaná al utilizar la alternativa de aplicar al suelo 120- 0-120 Kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente, se obtiene un beneficio neto marginal de \$97.600.00/ha. a cambio de un incremento adicional en la inversión de \$84.800.00/ha. En este caso la tasa de retorno marginal es de 115%, la cual está por encima de la tasa de retorno mínima en la zona estimada de 100%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Cepeda, V. R.; Acosta, S. C. 1983 Fertilización de la yuca (*Manihot esculenta* C.) en suelos del Centro Regional de Investigación El Carmen de Bolívar Revista ICA 18 (1) pp 9-17
- 2 Cross, L. 1968 Yams and sweet potatoes. Central Expenment Station Trinidad Farm Bulletin (4) 4 p

ACOSTA S., C.; CEPEDA V., R. Fertilización del ñame.

3. **Ferguson, T. U. and H. Haynes.** 1970 The response of yams (*Dioscorea* sp) to nitrogen, phosphorus, potassium and organic fertilizers In International Symposium on Tropical Root Crops, 2nd, Honolulu Hawaii Proceedings University of Hawaii 1.93 - 96
4. **Instituto Geográfico Agustín Codazzi** 1977 Aspectos geográficos del departamento de Boyacá Bogotá 19 p
5. **Lopera, P. J.; Lopera, R. H.** 1986 Manual de análisis socioeconómico de resultados de ajuste de tecnología Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Medellín, Manual de Asistencia Técnica No 37 99 p
6. **Marín, G.** 1966 Algunos aspectos del análisis de suelo II Tipos de análisis y procedimiento Agríc Trop 22 (4-8) 15-22
7. **Marín, G.; Navas, J.; Henao, J.** 1982 La fertilización de los suelos colombianos y las necesidades de fertilizantes Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá (Boletín Técnico No 95) pp 18-26
8. **Morales, J. M** 1971 Reconocimiento detallado de los suelos del C N I A "Tunpaná" Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Programa Nacional de Suelos Estudios Agrológicos 219 p