

19631

**EFEECTO DE DIFERENTES NIVELES DE N.P.K.
SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCION DE
PLATANO (Musa AAB, Simmonds).**

1963)

Key 802

D. CAYÓN S.
Jun/97

ACORBAT

1994

MEMORIAS

PROCEEDINGS

COMPTES RENDUES

XI

REUNION

MEETING

REUNION



SAN JOSE, COSTA RICA

Efecto de diferentes niveles de N.P.K. sobre el crecimiento y la producción de plátano (*Musa AAB SIMMONDS*)

orge Alberto Valencia M.; Luis Ernesto Castillo; Sylvio Belalcázar
Carvajal; María Isabel Arcila Pulgarín
CA-CORPOICA. A.A. 1069. Armenia, Quindío, Colombia.

Resumen

Una de las prácticas agrícolas más importantes en los cultivos es la fertilización, con la cual se obtienen frecuentemente incrementos notables en la producción. Sin embargo para el caso del plátano, bajo las condiciones de la zona central cafetera, los resultados de la aplicación de esta práctica son inconsistentes y en la mayoría de los casos no aportan los resultados esperados. Para tratar de esclarecer esta situación y determinar las dosis más apropiadas de N.P.K. se realizó un ensayo en el C.I. El Agrado. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 18 tratamientos, repetidos tres veces, evaluando los tratamientos con el modelo de superficie de respuesta del diseño Plan Puebla II. El estudio abarcó cuatro ciclos de producción a través de los cuales se midieron las variables de crecimiento, desarrollo y producción por ciclo. El análisis de la información registrada no muestra diferencias significativas para cada una de las variables consideradas, incluyendo el peso del racimo. La carencia de respuesta en las condiciones del presente estudio, probablemente obedece a que los suelos poseen condiciones adecuadas de fertilidad natural suficiente para proveer a esta especie los requerimientos de N.P.K. necesarios para su desarrollo y producción, durante los ciclos incluidos en el estudio. El presente trabajo se llevó a cabo con la cooperación del CIID (Canaadá), Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, INPOFOS, Monómeros Colombo Venezolanos e INIBAP.

Summary

One of the most important crop practices is fertilization, through which, it is possible to obtain remarkable production increases. Nevertheless, in the case of plantain, under the conditions of the central coffee area, the results of this practice are rather contradictory. In order to clarify this situation and to determine the most suitable N, P and K doses, an experiment was conducted at the El Agrado Research Center. For this purpose a complete random blocks design employing surface performance to Puebla II Plan treatments were utilized. There were 18 treatments with three replicates. This research involved four production cycles, through which growth, development and yield variables were measured for each cycle. The analysis of the collected information, does not show any significant differences for the variables evaluated, including

bunch weight. The above results indicate that this species, under the stated research conditions, is little demanding and that the most important aspect would be to determine the reason of it as well as its minimum nutritional requirements. This research was conducted with the support of IDRC (Canada), the Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, INPOFOS, Monómeros Colombo-Venezolanos and INIBAP.

Resume

Une des pratiques agricoles la plus importante est la fertilisation, ceci permettant d'obtenir fréquemment une augmentation notable de la production. Cependant dans le cas plantain, dans les conditions de la zone centrale caféière, les résultats de l'application de cette pratique sont assez contradictoires. Pour essayer d'éclaircir cette situation et de déterminer les doses les plus appropriées de N, P et K, cette étude a été réalisée dans le C. 1. El Agrado. Le dessin expérimental correspondait à des blocs complets au hasard, utilisant un schéma de traitements des surfaces de réponse à plan Puebla II. Le nombre de niveaux à évaluer ont été de 18 traitements, répétés trois fois. L'étude a duré pendant quatre cycles de production pendant lesquels ont été mesurées les variables de croissance, le développement et la production par cycle. L'analyse des informations enregistrées n'a pas montré de différences significatives pour chacune des variables considérées même celle concernant le poids du régime. Ce qui indique que cette espèce, dans les conditions de l'étude, est peu exigeante, au regard des intrants étudiés et que le plus important serait de déterminer le pourquoi de cette situation ainsi que les besoins nutritifs minimaux. Cette étude a pu être menée à bien grâce à la collaboration du CIID (Canada), le Comité Départemental des Caféculteurs de Quindío, INPOFOS, Monómeros Colombo-Venezolanos et l'INIBAP.

Introducción

En Colombia se cultivan aproximadamente 400.000 hectáreas de plátano, *Musa AAB* Simmonds, con una producción aproximada de 2'700.000 toneladas, lo cual es un índice de la importancia del cultivo en el sector agrícola, como un producto de primer orden desde el punto de vista de la producción y el consumo.

Una de las prácticas agrícolas de mayor importancia, considerando su costo y efecto sobre la producción, es la relacionada con la fertilización edáfica del cultivo. Al respecto y teniendo en cuenta la variabilidad de los suelos en los cuales se produce plátano en Colombia, se hace necesario evaluar a nivel local el efecto de la fertilización edáfica para establecer desde un punto de vista económico, los requerimientos de nutrientes para obtener una buena producción.

Teniendo en cuenta el desarrollo de nuevas tecnologías para la siembra y explotación del cultivo del plátano, en que se hace un uso más intensivo del recurso suelo mediante el establecimiento de monocultivo de plátano, es necesario evaluar el efecto de la aplicación de diferentes niveles de N, P, y K, que suplan los requerimientos incrementales por unidad de superficie.

En tal sentido Simmonds (1973), considera que desde el punto de vista físico, la estructura y la profundidad de los suelos son dos factores, que tienen gran importancia en la producción de musáceas. En cuanto al aspecto químico el mismo autor sugiere que los plátanos se pueden cultivar satisfactoriamente en suelos de una amplia diversidad del pH, e infiere que el cultivo estable, a un nivel satisfactorio de productividad, solo puede alcanzarse o bien por métodos de utilización en extremo conservadores o bien reintegrando los nutrientes extraídos. Al respecto, Summerville, citado por Simmonds (1973), opina que parecía recomendable asegurarse de que en el momento de la siembra y en el de la iniciación de los retoños, se disponga de una abundante provisión de minerales. En tal sentido Lahav y Turner (1989) indican que el crecimiento y la producción de fruta del banano requiere de altas cantidades de nutrientes minerales, los cuales a menudo son suministrados solamente en forma parcial por el suelo, de esta forma grandes cantidades de nutrientes deben ser reemplazados para mantener la fertilidad del suelo y para permitir la continua producción de rendimientos altos. Esto se logra aplicando materia orgánica y/o más eficientemente fertilizantes minerales, los cuales suministran nutrientes en forma concentrada y fácilmente disponible.

En cuanto a la importancia de los elementos mayores, se tiene por ejemplo el caso del nitrógeno, el cual según Murray citado por Lahav y Turner (1989) tiene un efecto marcado sobre el crecimiento. En concordancia con lo anterior, Martín-Prevel y Montanut, establecieron la importancia del nitrógeno y el crecimiento de la planta de banano y demostraron la relación entre la absorción de nitrógeno y la producción de materia seca. En cuanto al contenido de nitrógeno en los suelos de Colombia, este varía en proporción directa a la altura sobre el nivel del mar o en proporción inversa a la temperatura, Marín y Christensen (1975).

Al respecto, García (1970) y Echeverry y García (1974), indican que en la zona cafetera colombiana no se ha presentado respuesta a la aplicación de nitrógeno, cuando se aplicaron dosis entre 50 y 200 kg/ha en suelos con materia orgánica mayor del 6%, los rendimientos más altos se lograron con la dosis más baja de nitrógeno; con tendencia a la baja de la producción cuando se incrementa sucesivamente la dosis.

En lo referente a los requerimientos de fósforo por parte de la planta, éstos de acuerdo con Herrera (1974) y Twiford (1967), son relativamente bajos. Por su parte Jurado y Vargas (1983), establecen que la disponibilidad de fósforo puede ser determinante en el desarrollo de la planta. Echeverry y García (1974) y García y Echeverry (1983), indican que en suelos de la zona cafetera en Colombia con contenidos de P/(Bray II) de 6 ppm, es muy probable obtener respuesta positiva en plátano a la fertilización fosfórica.

Las deficiencias de fósforo en los suelos colombianos han sido localizados principalmente en las regiones altas, y medias, así como en los Llanos Orientales y en general en aquellas áreas donde los suelos se caracterizan por su extrema acidez, Marín y Christensen (1975).

En lo concerniente al Potasio Lahav y Turner (1989), opinan que el suplemento insuficiente reduce la producción total de materia seca de las plantas de banano y la distribución de la materia seca dentro de la planta. El órgano más afectado es el racimo, de aquí la importancia del potasio en el cultivo del banano.

Las deficiencias de potasio en los suelos colombianos han sido relativamente variables. En general es bastante común encontrar poca respuesta inicial al potasio, pero cuando se continúa el cultivo, el potasio del suelo se disminuye y si la producción se aumenta a través del uso de otros fertilizantes, la necesidad del potasio usualmente llega a ser más pronunciada, como en el caso de los Llanos Orientales, Marín y Christensen (1975).

El plátano y el banano son dos plantas semipermanentes que extraen del suelo alrededor de 110, 30 y 275 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente, siendo necesario aplicar para suplir estos requerimientos entre 80 y 160 kg de nitrógeno/ha, entre 72 y 112 kg. de P_2O_5 y entre 200 y 450 kg de K_2O /ha. Muñoz (1988), Osborne y Hewitt y Twyford (1967).

De acuerdo con García y Echeverry (1983), en la zona cafetera encontraron que una aplicación de 100 kg/ha de nitrógeno es la más adecuada para obtener racimos de buen peso y tamaño. Los mismos autores indican que en suelos de la zona cafetera en Colombia con contenidos de 0.23 mg de k/100 gramos de suelo, es muy probable obtener respuesta positiva en plátano a la fertilización con potasio. Al respecto, Hernández *et al* (1977), afirma que incrementos de potasio en el suelo, producen pequeños aumentos significativos en el rendimiento; los incrementos obtenidos al aplicar 200 kg/ha, son mayores a los obtenidos con dosis superiores.

En relación con el Potasio, Echeverry y García (1974), establecen que dosis altas de este elemento se traducen en un desarrollo de plantas anormales. Los mismos autores, registran que dosis altas de potasio, dejando constantes el nitrógeno y el fósforo, 50 kg/ha, se traducen en el desarrollo de plantas anormales, con disminución en el peso del racimo. Las dosis de potasio con mejor comportamiento fueron las de 200 y 300 kg/ha.

Al respecto, Muñoz (1989), encontró que aplicaciones de 112 kg de K_2O /ha en presencia de dosis equilibradas de nitrógeno y fósforo, logran efectos positivos en los caracteres morfológicos de la planta y del racimo, obteniéndose un incremento altamente significativo en la producción. El mismo autor indica que bajo las condiciones del ensayo, el fósforo fue más limitante que el potasio en la producción y en el desarrollo de la planta. Aplicaciones de 38 kg de P_2O_5 /ha en presencia de dosis equilibradas de nitrógeno y potasio, permiten obtener buenas producciones y también hacen que las plantas mantengan un mayor número de hojas sanas, al momento de la aparición de la inflorescencia.

En ensayos efectuados por Caro (1991), se encontró que la fertilización del plátano en la zona de Chinchiná se debe hacer utilizando dosis media-alta de potasio, 200-400 kg/ha de K_2O y dosis media de Nitrógeno, 75 kg/ha. Considera además que la Interacción nitrógeno-potasio es muy importante en el cultivo de plátano, debido a que la mejor respuesta a la aplicación de nitrógeno, se consigue combinando con adecuados niveles de potasio, mediante las relaciones N-K, 1-1, 1-2 y 1-3.

En tal sentido Figueroa (1962), sostiene que manteniendo constante los niveles de nitrógeno y fósforo e incrementando los niveles de potasio, se registra un aumento en la producción; el potasio tiene efectos positivos, especialmente cuando se considera su relación con el fósforo, observando que la mejor relación entre ellas es 1:2, N:K,

Son muchos los conceptos y criterios emitidos sobre la fertilización en musáceas. Simmonds (1975), considera que para la formulación de un programa de fertilización, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos: Análisis del suelo, experimentación factorial en la región productora, formulación de un programa, revisión a la luz de nuevos análisis y si es necesario, efectuar nueva experimentación.

De acuerdo con lo anterior es necesario definir, en una primera aproximación, para las condiciones de la zona central cafetera, cuales son los niveles de fertilización de nitrógeno, fósforo y potasio, para el plátano, considerando el sistema de explotación en monocultivo.

Materiales y métodos

El estudio se efectúa en un lote ubicado en la Estación Experimental El Agrado, ubicada en el corregimiento de Pueblo Tapao, municipio de Montenegro, departamento del Quindío, perteneciente al Comité de Cafeteros del Quindío. Dicha estación está localizada a una altura de 1520 msnm, temperatura media de 22 °C y precipitación anual de 2000 mm. Según la clasificación de Holdridge su ecosistema corresponde a bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST). Los suelos son derivados de cenizas volcánicas, con capa orgánica de gran espesor, de textura media a gruesa, baja capacidad de retención de humedad, lixiviabiles y susceptibles a la erosión.

En el ensayo se utilizó como material de siembra, cormos del clon Dominico Hartón, *Musa* AAB Simmonds, con un peso promedio de 3 kg. El establecimiento se efectuó en junio de 1988, empleando una distancia de 5.0 m entre surcos y 2.0 m entre sitios. El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar con 18 tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron diferentes combinaciones de nitrógeno, fósforo y potasio, utilizando el concepto de Superficies de Respuesta, mediante la aplicación de la Matriz Experimental Plan Fiebia II.

Los rangos considerados y las dosis evaluadas fueron:

Nutrientes	Rango kg/ha	Dosis kg/ha
N	0 - 160	8,56,80,104,152
P_2O_5	0 - 80	4,28,40,52,76
K_2O	0 - 640	32,224,320,416,608

Las combinaciones propuestas por la Matriz Experimental y los testigos adicionales conforman los siguientes tratamientos:

Tratamientos	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	OTROS
1	56	28	224	
2	56	28	416	
3	56	52	224	
4	56	52	416	
5	104	28	224	
6	104	28	416	
7	104	52	224	
8	104	52	416	
9	80	40	320	
10	8	28	224	
11	152	52	416	
12	56	4	224	
13	104	76	416	
14	56	28	32	
15	104	52	668	
16	0	0	0	
17	0	0	0	M.O. (3t/ha)
18	80	40	320	M.O. (3t/ha)

M.O. Materia Orgánica (gallinaza)

Las fuentes portadoras de los nutrientes utilizados fueron: Para nitrógeno, úrea con el 46% de nitrógeno; para fósforo, superfosfato triple con el 45% de P₂O₅; para potasio, cloruro de potasio con el 60% de K₂O. El área experimental cubrió una superficie total de 13,500 metros cuadrados. La parcela experimental estuvo conformada por 25 plantas, de las cuales nueve plantas correspondieron a la unidad experimental.

La fertilización se fraccionó aplicando un 30% de la dosis total en la fase de hoja cinco, un 50% en la fase de hoja 16, que corresponde al inicio del proceso de diferenciación floral y el 20% restante en la época cercana al belloteo, fase hoja 32.

Los datos relacionados con las características iniciales del suelo en donde se efectuó el experimento son los siguientes:

Tex	pH	MO %	P (ppm) Bray II	Meg/100 gramos de suelo			
				Ca	Mg	K	CIC
FA	6.4	5.67	30.2	6.24	1.36	0.63	8.29

La información obtenida en el experimento hace referencia a parámetros de crecimiento, como: Altura de la planta, perímetro del pseudotallo, número de hojas emitidas y funcionales al momento de la floración y los períodos de siembra a floración, floración a cosecha y siembra a cosecha.

Las variables de producción evaluadas fueron: Peso promedio del racimo, número de manos y número de dedos por racimo. Los registros obtenidos comprenden cuatro ciclos de producción.

El análisis estadístico de los resultados se efectuó mediante el análisis de varianza de los parámetros de crecimiento y producción. La comparación de las medias de los tratamientos en las variables estudiadas, se realizó mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey a un nivel de significancia de P = 0.05.

Resultados

Parámetro de crecimiento

Los resultados obtenidos en cuatro ciclos de producción, en cuanto a las variables de crecimiento, muestran que no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, Tabla 1 y 2.

La altura promedio en el primer ciclo es menor a la alcanzada en los ciclos posteriores. Los registros varían entre un mínimo de 3.22 m y un máximo de 5.56 m, Tabla 1. El incremento observado en la altura promedio de las plantas a partir del segundo ciclo productivo, se debe probablemente a la competencia por luz, generada por la planta madre. Los valores alcanzados a partir del segundo ciclo superaron los 4.24 m alcanzando valores máximos en el cuarto ciclo productivo con 4.89 m, Tabla 1.

TABLA 1.
EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE N, P y K, SOBRE PARAMETROS
DE CRECIMIENTO DEL CLON DE PLATANO DOMINICO HARTON
(Musa AAB, Simmonds), EN CUATRO CICLOS DE PRODUCCION

Tratamientos	Altura de la planta (m)				Perimetro del seudotallo (cm)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	3.28	4.24	4.56	4.73	46.6	61.0	71.7	76.1
2	3.41	4.34	4.68	4.82	48.0	63.0	73.8	66.3
3	3.37	4.41	4.76	4.76	48.5	66.0	77.7	78.0
4	3.41	4.39	4.63	4.82	49.5	63.5	72.2	78.1
5	3.34	4.25	4.57	4.67	49.7	61.0	71.9	73.9
6	3.38	4.26	4.69	4.75	49.1	61.7	74.6	77.0
7	3.28	4.42	4.76	4.79	49.2	65.2	76.6	78.1
8	3.36	4.32	4.60	4.89	48.4	62.9	71.1	77.0
9	3.44	4.56	4.84	4.82	51.8	65.6	77.6	73.7
10	3.22	4.24	4.66	4.80	45.0	60.6	70.8	75.9
11	3.48	4.52	4.65	4.75	49.7	64.3	75.2	74.5
12	3.29	4.40	4.63	4.71	47.6	63.9	71.9	74.1
13	3.46	4.55	4.82	4.88	50.9	66.5	77.5	79.8
14	3.34	4.44	4.61	4.71	50.0	65.2	73.6	75.5
15	3.56	4.57	4.72	4.83	51.6	63.9	76.0	77.0
16	3.39	4.24	4.61	4.71	49.1	62.5	72.7	74.6
17	3.34	4.34	4.39	4.57	48.5	63.3	70.6	75.2
18	3.44	4.50	4.77	4.72	50.9	67.1	75.2	74.7
CV (%)	4.0	4.2	2.4	2.1	4.4	5.2	4.2	5.8
DMS (5%)	0.4	0.6	0.4	0.3	6.7	10.1	9.6	13.6

A Primer ciclo
B Segundo ciclo
C Tercer ciclo
D Cuarto ciclo

TABLA 2.
EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE N, P y K, SOBRE PARAMETROS
DE CRECIMIENTO DEL CLON DE PLATANO DOMINICO HARTON
(Musa AAB), EN CUATRO CICLOS DE PRODUCCION

Tratamientos	Número hojas floración				Número hojas emitidas			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	10.6	10.4	10.4	10.2	38.5	36.8	37.3	37.5
2	10.3	9.8	10.5	10.2	39.2	37.3	37.8	37.2
3	10.8	9.8	10.6	10.3	38.0	36.0	38.1	37.9
4	10.5	9.9	10.2	10.2	39.6	37.1	38.0	37.6
5	10.9	10.3	10.1	10.4	38.4	36.7	37.9	37.5
6	10.7	9.9	10.6	10.3	38.8	36.7	37.7	37.5
7	11.3	9.8	10.1	10.0	37.9	36.7	37.6	37.6
8	11.4	10.5	10.6	10.2	39.3	36.6	37.6	37.4
9	10.3	9.8	10.2	10.5	38.8	36.9	37.9	38.1
10	10.8	10.1	10.3	10.4	38.3	36.8	37.5	37.7
11	10.6	9.7	9.8	10.2	38.9	37.2	37.9	37.3
12	10.9	10.1	10.8	10.6	39.2	37.0	37.5	37.9
13	10.4	10.0	10.0	10.2	38.5	37.2	38.2	37.5
14	10.1	10.6	9.8	10.3	38.2	36.9	38.1	37.8
15	10.9	9.7	10.7	10.2	38.9	36.0	37.9	37.7
16	10.9	10.7	9.8	10.3	39.6	36.9	37.7	37.9
17	11.4	10.4	10.0	10.3	38.0	36.9	37.6	37.5
18	10.9	10.0	10.1	10.2	37.9	36.8	37.9	38.0
CV (%)	5.0	5.4	4.8	2.8	1.8	1.5	1.2	1.2
DMS (5%)	1.6	1.7	1.5	0.9	2.1	1.7	1.4	1.4

A Primer ciclo
B Segundo ciclo
C Tercer ciclo
D Cuarto ciclo

El perímetro del pseudotallo, medido a un metro de altura, registra igualmente incrementos en los valores promedios entre los ciclos sucesivos de producción. En el primer ciclo el menor valor fue de 45 cm y el mayor de 51.8 cm. Los valores registrados en los ciclos posteriores variaron entre un mínimo de 60.8 cm en el segundo ciclo y un máximo de 79.8 cm en el cuarto, Tabla 1.

En cuanto al número de hojas funcionales en floración, los resultados obtenidos permiten establecer que entre los diferentes tratamientos no se presentaron diferencias estadísticas significativas. Los valores alcanzados en los cuatro ciclos productivos fluctuaron entre un mínimo de 9.8 y un máximo de 11.4 hojas, Tabla 2.

Los resultados relacionados con el número de hojas emitidas, tampoco presentan a nivel estadístico, diferencias significativas. Los registros obtenidos varían entre un mínimo de 36 y un máximo de 39.6 hojas, Tabla 2.

Las variables de crecimiento consideradas, como son altura, perímetro, número de hojas en floración y número de hojas emitidas, presentaron valores que se pueden considerar como característicos de la variedad Dominico-Hartón. Al respecto, los análisis estadísticos efectuados entre éstos, no establecieron diferencias significativas, que pudiesen ser atribuidos a los diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio evaluados. De allí que la expresión de estas características, se deba probablemente a otros factores genéticos y/o ambientales.

Parámetros de desarrollo

En cuanto a los diferentes períodos de desarrollo evaluados a través de cuatro ciclos de producción, no se presentaron diferencias estadísticas significativas, lo que indica que los tratamientos considerados no influyeron en forma diferencial sobre estas variables.

La floración promedio para los cuatro ciclos evaluados, ocurrió respectivamente a los 12.26, 20.39, 28.41 y 35.74 meses después de la siembra.

En cuanto a la cosecha, ésta se efectuó, en promedio para cada uno de los ciclos considerados, a los 16.67, 24.77, 32.63 y 39.65 meses después de la siembra.

En lo referente al período de llenado del racimo, éste presenta un mínimo de 3.7 meses y un máximo de 4.6 meses en los cuatro ciclos evaluados, Tabla 3.

Parámetros de producción

Entre las variables de producción analizadas, se encuentran el número de dedos por racimo, el peso promedio del racimo y la producción en toneladas por hectárea.

Los registros obtenidos en los cuatro ciclos productivos para la variable número de dedos por racimo, no presentaron entre los tratamientos evaluados diferencias estadísticas significativas.

El número de dedos por racimo presenta un mayor valor a partir del segundo ciclo, en comparación a los rangos obtenidos en el primer ciclo, cuyo registro mínimo fue de 43.8 dedos y máximo de 48.8 dedos. En los ciclos posteriores los valores registrados estuvieron entre un mínimo de 54.8 dedos y un máximo de 68.4 dedos, Tabla 4.

Con relación a la respuesta del cultivo a los tratamientos con diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, sobre el peso promedio del racimo y a la producción en t/ha, se encontró que en forma similar a lo observado en las otras variables analizadas, no existen diferencias estadísticas significativas en cada uno de los cuatro ciclos evaluados y en el promedio calculado a partir de éstas. Al respecto, los valores promedios observados en el primer ciclo, son menores a los alcanzados a partir del segundo ciclo productivo, Tabla 4.

El comportamiento del nitrógeno, fósforo y potasio, en relación al peso del racimo y a la producción en t/ha, tanto para el primer ciclo productivo como para el promedio obtenido en los cuatro ciclos cosechados, se observa en las figuras 1, 2 y 3, respectivamente.

En relación al efecto de las dosis de nitrógeno, al establecer una comparación entre las combinaciones N-P-K, correspondientes a los niveles N-52-224 y N-52-416, se puede observar que el primero de ellos, registra un mejor comportamiento, el cual se traduce en un mayor nivel productivo, tanto en el primer ciclo como en el promedio de cuatro ciclos. En el caso del primer ciclo se observa un incremento en el peso del racimo, 16.97 a 17.54 kg, cuando se aumenta el Nitrógeno de 56 a 104 kg/ha, Figura 1.

Aquí es importante tener en cuenta que el peso promedio del testigo sin fertilización, supera o es similar al obtenido por un gran número de tratamientos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Al respecto, en el primer ciclo productivo, la Figura 1 muestra como el testigo supera a las combinaciones, N-28-224 y a las combinaciones 104-28-416, 104-52-416 y 104-52-608.

En lo referente a la producción promedio de cuatro ciclos de producción, la Tabla 4, muestra como el testigo sin fertilización, 19.58 kg/racimo, es superado por los tratamientos correspondientes a las siguientes combinaciones 56-52-224, 104-523-224, 56-28-32 y a la dosis central más gallinaza, 80-40-320 + gallinaza. En este último caso, la dosis correspondiente al Tratamiento 14, 56-28-32, presentó el mayor peso promedio del racimo con 20.37 kg.

La respuesta del cultivo a las dosis incrementales del fósforo, muestra para el primer ciclo productivo como el nivel de 52 kg/ha en la combinación 104-52-24, presentó un peso promedio de 17.54 kg/racimo, superado por los Tratamientos 12 y 18, correspondientes a los niveles 56-4-224 y 80-40-320 más gallinaza, con pesos promedios de 17.64 y 17.88 kg, respectivamente, Figura 2.

TABLA 3.
EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE N, P y K, SOBRE LOS PERIODOS DE DESARROLLO DEL CLON DE PLATANO DOMINICO HARTON (Musa AAB), EN CUATRO CICLOS DE PRODUCCION

Tratamientos	Número hojas floración				Número hojas emitidas				Número hojas emitidas			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	12.5	21.1	29.4	36.0	4.6	4.2	4.4	4.0	17.0	25.3	33.7	40.5
2	12.7	20.4	28.5	34.9	4.6	4.5	4.4	3.9	17.2	24.9	33.0	38.9
3	12.1	20.5	28.5	36.1	4.3	4.5	4.5	4.0	16.4	25.0	32.6	40.1
4	12.8	20.5	28.9	36.5	4.4	4.3	4.2	4.0	17.2	24.8	33.1	40.4
5	12.0	19.8	27.9	34.4	4.2	4.5	4.3	4.0	16.2	24.4	32.2	38.7
6	12.4	20.1	28.0	35.6	4.3	4.5	4.4	4.2	16.7	24.6	32.4	40.4
7	11.7	20.1	27.5	34.8	4.5	4.5	4.3	4.0	16.2	24.6	31.8	39.0
8	12.4	20.4	28.6	36.0	4.4	4.5	4.5	4.0	16.7	24.9	33.0	38.2
9	12.4	19.8	27.7	36.6	4.2	4.4	4.2	3.9	16.6	24.3	31.9	41.4
10	12.8	21.2	28.7	35.4	4.3	4.5	4.4	4.0	17.0	25.5	33.2	39.7
11	12.2	20.1	27.5	35.2	4.6	4.3	4.2	3.9	16.8	24.3	31.6	39.2
12	12.2	20.5	28.5	35.9	4.3	4.3	4.2	4.1	16.5	24.9	32.8	39.7
13	11.9	20.4	28.2	35.5	4.4	4.2	4.3	4.1	16.3	24.6	32.5	39.7
14	12.1	20.0	28.8	36.0	4.5	4.4	4.3	4.3	16.5	24.4	33.1	40.0
15	12.7	20.1	28.7	35.9	4.5	4.1	4.2	4.0	17.0	24.2	32.8	39.7
16	12.5	20.3	28.5	36.2	4.3	4.5	4.3	3.7	16.8	24.8	32.7	39.5
17	12.1	21.5	30.0	37.4	4.4	4.2	3.9	3.9	16.5	25.7	33.9	41.3
18	11.4	20.1	27.7	34.7	4.6	4.4	4.1	3.8	16.0	24.5	31.8	38.5
CV (%)	4.3	4.2	4.0	3.4	4.4	4.9	3.6	5.5	3.6	3.3	4.0	4.0
DMS (5%)	1.6	2.6	3.5	3.8	0.6	0.6	0.5	0.7	1.9	2.5	4.1	4.9

A Primer ciclo

B Segundo ciclo

C Tercer ciclo

D Cuarto ciclo

TABLA 4.
EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE N, P y K, SOBRE PARAMETROS DE PRODUCCION DEL CLON DE PLATANO DOMINICO HARTON (Musa AAB Simmonds), EN CUATRO CICLOS DE PRODUCCION

Tratamientos	Número de dedos/racimo				Peso del racimo (kg)				Rendimiento total (t/ha) (Densidad 1000 plantas/ha)					
	A	B	C	D	A	B	C	D	X	A	B	C	D	X
1	44.7	56.0	63.2	55.7	16.04	20.25	19.16	19.30	18.68	16.04	20.25	19.16	19.30	18.68
2	46.1	54.8	60.9	61.7	16.36	31.34	19.91	18.27	18.96	16.36	31.34	19.91	18.27	18.96
3	46.2	59.1	68.4	60.4	16.97	21.49	21.19	19.57	19.80	16.97	21.49	21.19	19.57	19.80
4	44.7	55.3	58.8	58.8	16.21	19.88	19.08	18.87	18.31	16.21	19.88	19.08	18.87	18.51
5	45.4	57.8	66.0	59.8	16.01	21.01	21.18	19.00	19.30	16.01	21.01	21.18	19.00	19.30
6	47.7	58.4	62.2	61.5	16.10	20.91	19.44	18.95	18.85	16.10	20.91	19.44	18.93	18.85
7	48.8	56.0	62.5	60.4	17.54	21.20	20.74	19.77	19.81	17.54	21.20	20.74	19.77	19.81
8	47.2	62.9	57.0	58.8	15.95	21.81	21.11	19.50	19.59	15.95	21.81	21.11	19.50	19.59
9	48.2	55.7	66.1	57.0	17.41	20.54	19.10	18.70	18.94	17.41	20.54	19.10	18.70	18.94
10	44.1	57.4	62.3	58.5	15.47	21.38	21.09	17.57	18.88	15.47	21.38	21.09	17.57	18.88
11	45.7	56.7	65.3	55.2	17.11	20.10	20.50	20.07	19.44	17.11	20.10	20.50	20.07	19.44
12	43.8	55.3	64.5	63.1	17.64	20.47	20.07	18.70	19.22	17.64	20.47	20.07	18.70	19.22
13	48.7	55.8	64.5	63.1	16.15	20.16	20.43	19.77	19.13	16.15	20.16	20.43	19.77	19.13
14	47.2	58.8	63.1	64.9	16.95	21.63	21.32	21.57	20.37	16.95	21.63	21.32	21.57	20.37
15	47.5	55.3	60.8	61.8	16.10	19.39	20.30	18.43	18.56	16.10	19.39	20.30	18.43	18.56
16	46.4	57.0	65.7	61.0	16.07	21.37	21.79	19.10	19.58	16.07	21.37	21.79	19.10	19.58
17	46.4	58.3	63.4	58.3	17.00	20.78	20.08	18.83	19.17	17.00	20.78	20.08	18.83	19.17
18	48.4	58.2	60.9	64.0	17.88	21.10	20.61	20.33	19.98	17.88	21.10	20.61	20.33	19.98
CV (%)	5.3	7.0	6.1	7.6	6.9	6.6	6.9	7.4	4.3	6.9	6.6	6.9	7.4	4.3
DMS (5%)	7.6	12.4	12.0	14.0	3.5	4.2	4.3	4.4	2.6	3.5	4.2	4.3	4.4	2.6

A Primer ciclo

B Segundo ciclo

C Tercer ciclo

D Cuarto ciclo

X Promedio de cuatro ciclos

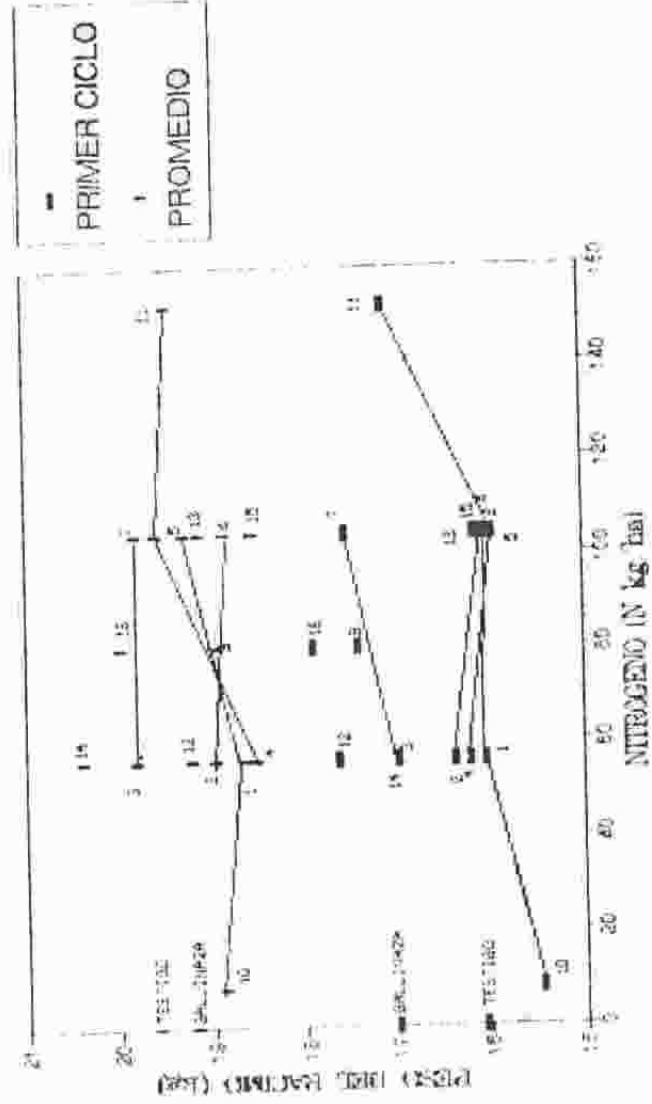
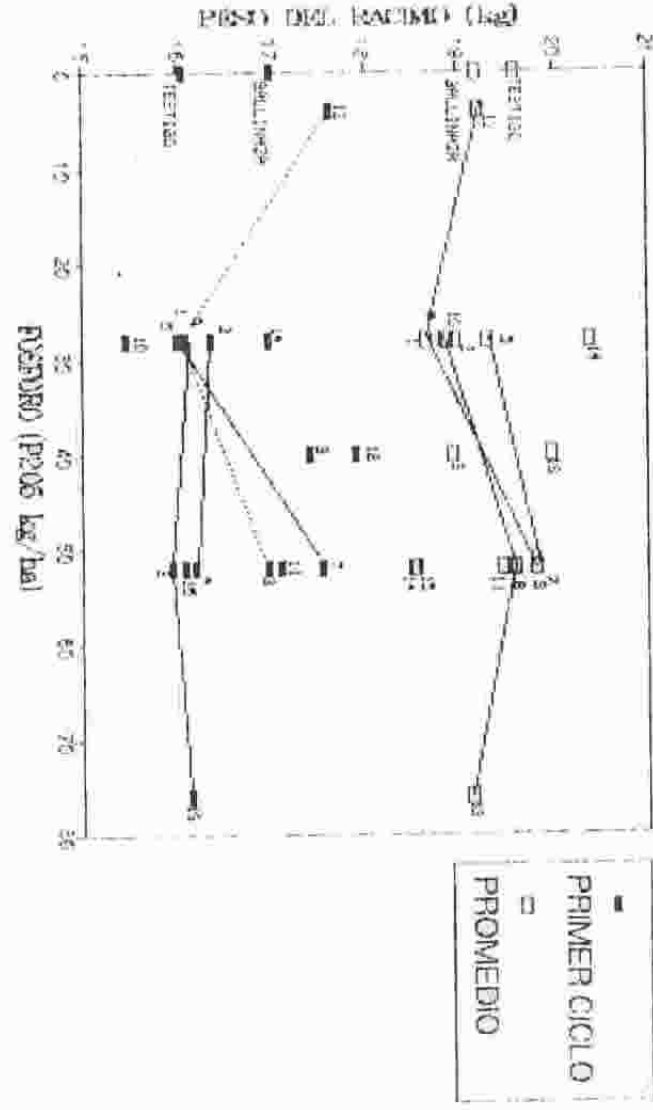


Figura 1. Efecto de los niveles de Nitrogeno sobre el peso promedio del racimo.

Figura 2. Efecto de los niveles de Fosforo sobre el peso promedio del racimo.



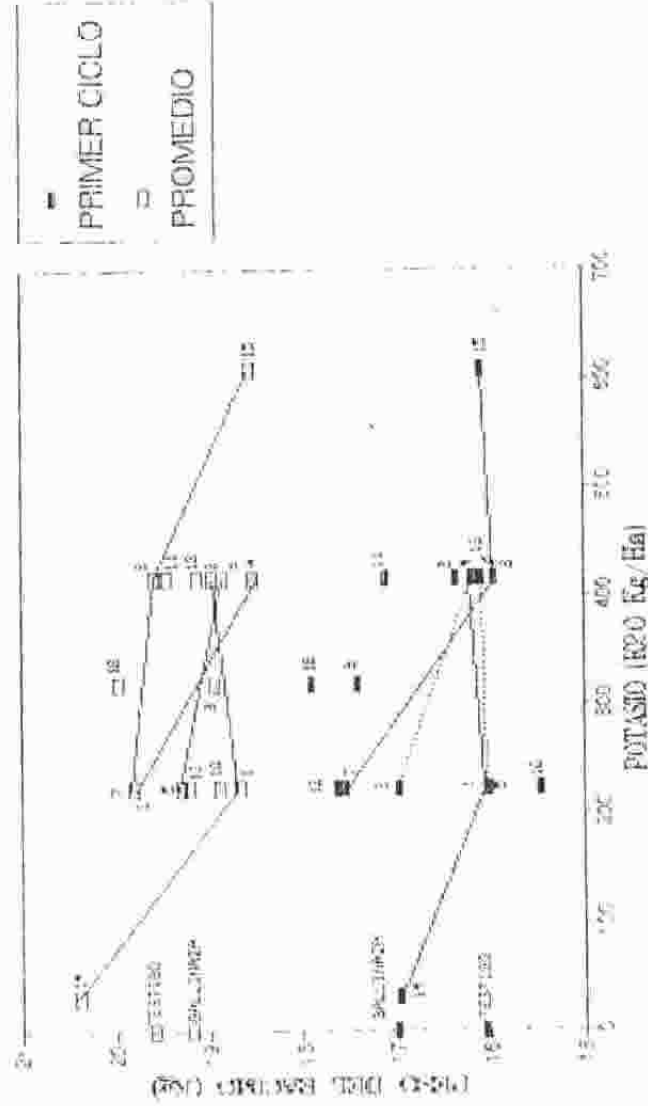


Figura 3. Efecto de los niveles de Potasio sobre el peso promedio del racimo.

La tendencia general observada al promediar los cuatro ciclos productivos, muestra cómo el nivel de fósforo de 52 kg/ha en sus diferentes combinaciones, supera el resultado obtenido con la combinación equivalente a la dosis de 28 kg/ha, Figura 2.

Se debe hacer resaltar la respuesta obtenida en el Tratamiento 14, con la combinación 56-28-32, que supera a los demás tratamientos promediados en los cuatro ciclos de producción, con un peso promedio de 20.37 kg/racimo, Figura 2.

Las dosis incrementales de potasio, muestran para el primer ciclo y para el promedio de los cuatro ciclos evaluados una disminución en el peso promedio del racimo, al variar el nivel de 224 a 416 kg/ha, en las combinaciones que alcanzaron los mayores pesos promedios, tales como 104-52-K y 56-52-K, Figura 3.

Se debe destacar en este análisis el comportamiento de la dosis correspondiente al Tratamiento 14, 56-28-32, la cual presentó el mayor peso promedio en los cuatro ciclos productivos, con 20.37 kg/racimo.

Los resultados anteriores permiten definir en una primera aproximación los niveles de N.P.K. que se traducen en una similar o mayor producción en comparación al testigo sin fertilización. En este caso y basados en el peso promedio obtenido con cuatro ciclos productivos, los tratamientos correspondientes serían: El Tratamiento 14, 56-28-32, con 20.37 kg/racimo; el 18, 80-40-320 más Gallinaza, con 19.98 kg/racimo; el 7, 104-52-224, con 19.81 kg/racimo; el 3, 56-52-224 con 19.80 kg/racimo, los cuales se compararían con el testigo sin fertilización, que registró un peso de 19.58 kg/racimo, Tabla 4.

Análisis económico

Con los datos de producción se efectuó un análisis de presupuesto parcial, para definir los tratamientos más convenientes desde el punto de vista económico. En la Tabla 5, se observa los cálculos efectuados, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- El rendimiento ajustado se obtuvo al restar del rendimiento promedio el 10% correspondiente al peso del raquis.
- El beneficio bruto de campo se calculó considerando un precio para el plátano de \$ 90/kg.
- Para el cálculo de los costos monetarios variables se tuvo en cuenta un precio para la vida de \$ 151.0/kg, Superfosfato triple \$ 199.8/kg, Cloruro de Potasio \$ 153.8/kg y Gallinaza \$ 45000/ton.
- El costo variable de oportunidad hace referencia al valor de la mano de obra requerida que se estimó en \$ 3400/jornal.
- El cálculo del beneficio neto se realizó restando el costo total variable del beneficio bruto del campo.

774 TABLA 5
PRESUPUESTO PARCIAL DE RENDIMIENTOS EN KG/HA DE PLÁTANO DOMINICO HARTON.
C.I. EL AGRADO, COMITECAFE QUINDIO, COLOMBIA

Tratamiento Kg/ha/ciclo	Rendimiento promedio Kg/ha	Rendimiento ajustado Kg/ha	Beneficio Bruto de campo \$90/Kg	Costos monetarios variables \$/ha			Costo Variable de Oportunidad \$/ha	Total Costo variable \$/ha	Beneficio Neto \$/ha	
				Nitrógeno	Fósforo	Potasio				
56	224	18.680	1.513.090	18.376.7	12.427.6	57.413.5	88.217.8	3.400	91.617.8	1.421.462.2
56	416	18.960	1.535.760	18.376.7	12.427.6	106.629.5	137.433.8	6.800	144.233.8	1.391.526.2
56	224	19.800	1.603.800	18.376.7	23.096.9	57.413.5	98.887.1	3.400	102.287.1	1.501.512.9
56	416	18.510	1.499.310	18.376.7	23.096.9	106.629.5	148.103.1	6.800	154.903.1	1.344.406.9
104	224	19.300	1.565.300	34.141.1	12.427.6	57.413.5	105.982.2	3.400	107.382.2	1.455.917.8
104	416	19.350	1.526.850	34.141.1	12.427.6	106.629.5	153.198.2	6.800	159.998.2	1.366.851.8
104	224	19.810	1.604.810	34.141.1	23.096.9	57.413.5	114.651.5	6.800	121.451.5	1.483.158.5
104	416	19.590	1.586.790	34.141.1	23.096.9	106.629.5	165.867.5	6.800	170.667.5	1.416.122.5
80	320	18.948	1.534.140	26.183.4	17.762.2	82.021.5	125.967.1	6.800	132.767.1	1.401.372.9
8	224	18.880	1.520.280	2.627.4	12.427.6	57.413.5	72.466.5	3.400	75.868.5	1.453.411.5
152	416	19.440	1.574.640	49.890.4	23.096.9	106.629.5	179.616.8	6.800	186.416.8	1.388.223.2
56	4	19.220	1.556.820	18.376.7	1.778.2	57.413.5	77.568.4	3.400	80.968.4	1.475.851.6
104	416	19.150	1.549.530	34.141.1	33.746.2	106.629.5	174.516.8	6.800	181.316.8	1.363.213.2
56	32	20.370	1.640.970	18.376.7	12.427.6	8.197.5	39.001.8	3.400	50.599.3	1.599.370.7
104	52	18.560	1.503.360	34.141.1	23.096.9	155.845.5	213.083.5	10.200	223.283.5	1.280.076.5
0	0	19.580	1.585.980	-	-	-	0	0	0	1.585.980.0
0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
+M.G.	3	19.170	1.552.770	-	-	-	135.080.0	6.800	141.880.0	1.410.970.0
80	40	320	-	-	-	-	-	-	-	-
+M.O.	5	19.980	1.618.380	26.183.4	17.762.2	82.021.5	260.967.1	13.600	274.567.1	1.343.812.9

Tasa de cambio 1 US \$ = 817.25 Pesos colombianos
M.O. = Gallinaza

De acuerdo con los resultados se puede observar que para la cosecha promedio de cuatro ciclos de producción, el mejor tratamiento fue el 14, 56-28-32, con un beneficio neto de \$ 1'599370.7 y un costo variable de \$ 50599.3. Le sigue el Tratamiento Testigo, 0-0-0, con un beneficio neto de \$ 1'585980 y un costo variable de \$ 0. En la Tabla 5 y Figura 4, se puede observar la curva de beneficio neto en donde se representa la relación entre los costos variables de cada alternativa y los beneficios netos promedios obtenidos. En el eje horizontal se ubicaron los costos variables o sea el costo de los fertilizantes y en el eje vertical los beneficios netos obtenidos por hectárea.

El análisis de dicha curva muestra que los Tratamientos 16 y 14 conforman la curva de beneficio neto, mientras que los otros tratamientos evaluados se consideran como alternativas dominadas, puesto que para ellas existen alternativas con un mayor beneficio neto y un menor costo variable.

En el análisis marginal se muestra cómo los beneficios netos varían al incrementarse la cantidad invertida. En este caso en la Tabla 6, se observa como la tasa de retorno marginal es del 26.46%, lo cual en primera estancia no justificará el uso del tratamiento de beneficio neto.

Conclusiones

- No se presentaron diferencias estadísticas en los parámetros de crecimiento y producción como efecto de la aplicación de diferentes dosis de N.P.K.
- La fertilidad natural del suelo en la zona permite un adecuado desarrollo y producción del cultivo del plátano.
- Los mejores tratamientos por su producción en cuatro ciclos productivos corresponden en su orden a las dosis N.P.K. 56-28-32, 80-40-320 más gallinaza, 104-52-224, 56-52-224 y el Testigo sin fertilización.
- Desde el punto de vista económico, el mejor tratamiento es Testigo sin fertilización y las dosis de 56-28-32 N.P.K.

Reconocimientos

Este trabajo fue realizado por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA en cooperación con el Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID-IDRC), la Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (INIBAP), el Instituto del Fósforo y la Potasa (INPOFOS), Monómeros Colombo-Venezolanos y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).

TABLA 6
ANÁLISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NO DOMINADOS

Beneficio Neto	Tratamiento	Costo Variable	Incremento Marginal Rendimiento Neto	Incremento Marginal Costo Variable	Tasa retorno
1.599.370.7	56-28-32	50.599.3	13.3090.7	50.599.3	26.462.0
1.585.598.0	0	0			

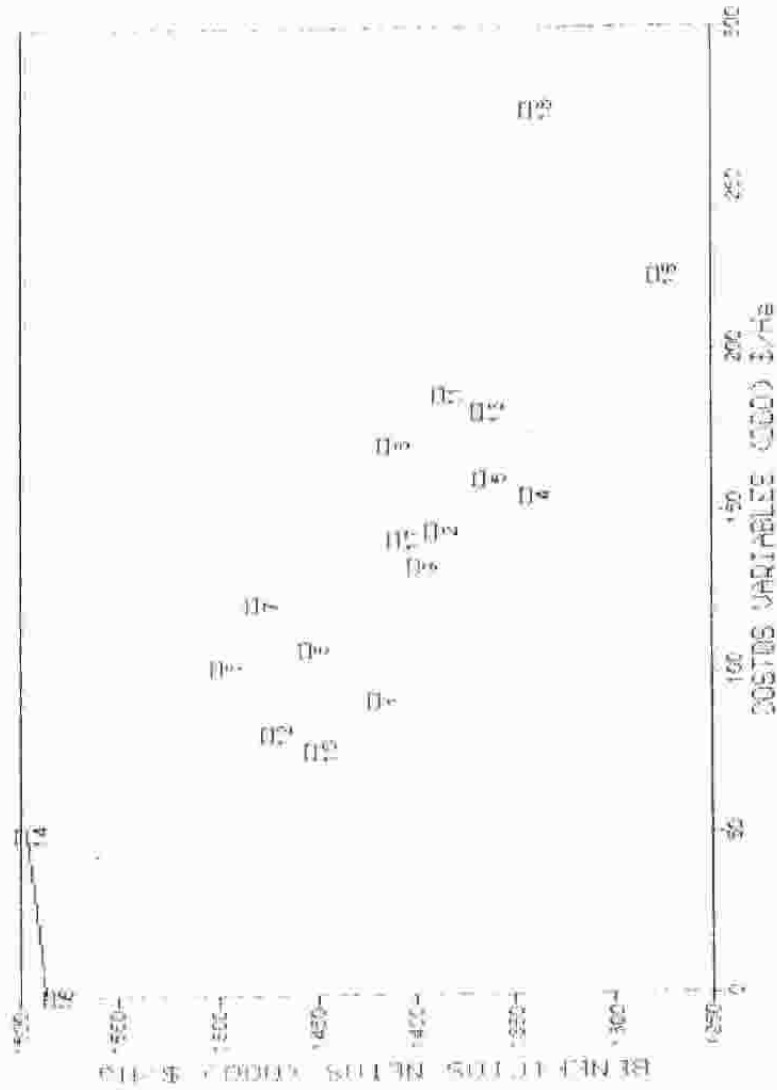


Figura 4. Curva de beneficio neto y costos variables en diferentes niveles de N, P y K.

Bibliografía

- Caro L., H. Respuesta del cultivo de plátano en la zona de Caldas a la aplicación edáfica del Nitrógeno y Potasio; fraccionamiento en N y K; aplicación edáfica de Boro; In Seminario de actualización sobre la investigación en el cultivo del plátano. Memorias. Colombia Fondo Cultural Cafetero p. 60-78.
- Echeverry L. M.; García R., F. Efecto del Potasio. corrección del amarillamiento prematuro y la producción del plátano. *Cenicafé* 25: 95-103. 1974.
- Escobar Acevedo, C. J. Respuesta del plátano (*Musa AAB* Simmonds), Variedad Hartón, a la fertilización en suelos aluviales del Caquetá en: Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá (Colombia). Informe de progreso 1983 - 1984. Programa Nacional de Suelos, Bogotá (Colombia), 1987 p. 301-304.
- Figueroa, A. Algunos aspectos de la fertilización en plátano (*Musa paradisiaca*). *Acta agronómica*, Colombia, Vol. 12 N° 2 (1982). p. 125-139.
- García R., F. Corrección del amarillamiento prematuro de las hojas de plátano. *Cenicafé* 21: 72-80 (1970).
- García R., F. Echeverry L. M. Fertilización del plátano (*Musa AAB*) en algunos suelos de la zona cafetera colombiana. Memorias In: Primer seminario Internacional sobre plátano. Manizales, Colombia. Universidad de Caldas. 1983. p. 237-247.
- Hernández E.; Casanova A. y Braemg G. Efecto de la fertilización en plátano sobre la composición de hojas y frutos y sobre el rendimiento en: *Revista de la Facultad de Agronomía U.Z. Maracaibo*, Vol. 3 N° 4 (1977). p. 49-64.
- Herrera C. In: *analyse des rols comme base des recommandations pour la fertilization des bananeraies* Fruit 29, 121-125, 1974.
- Marín G. y Christensen, J. Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Suelos y fertilizantes. *Boletín didáctico* N° 1. 1975. p. 9-36.
- Jurado, R. y Vargas, A. Discusión de los resultados de análisis de algunos suelos de las zonas bananeras de Urbabá, Augura, Colombia, Vol. 9 N° 2, 1985. p. 21-31.
- Lahav, F. and Turner, D.W. Fertilización del banano para rendimientos altos. *Nutrición del banano*. En: *Boletín* N° 7 IPI (1989); p. 65.
- Muñoz, R. Respuesta plátano (*Musa spp* grupo AAB), variedad Dominico, a la fertilización de clima medio en Antioquia. Bogotá. Sociedad Colombiana de Ciencia del Suelo. Vol XVIII, N° 1 (1988), p. 215-219.
- Osborne R.; Hewitt, C.W. The effect of frequency of application of nitrogen, phosphate and potash fertilizers on location banana in Jamaica. *Tropical Agriculture* 40: 1-8.
- Simmonds, N.W. Clima y suelos In: *Los plátanos*, Blume, 1973. Cap. VI, p. 143-169.
- Twyford, I.T. *Banana Nutrition: A review of principles and practice*. *Journal of Science of Food and agriculture*. 18, 177-193. 1967.