

5642

AGRIINTER/1985.

PLANTIA

Analizado PAOT/RURAL

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

30 ENE 1984

PROGRAMA DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS EN CIENCIAS AGRARIAS-UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA

TRABAJO ESPECIAL

RESPUESTA DE LA PAPA (Solanum tuberosum L.) A LA FERTILIZACION QUIMICA

Y ORGANICA

POR

Heberto Bonilla Soto

Bogotá, Diciembre de 1983

## CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	2
3. MATERIALES Y METODOS	8
3.1 Localización	8
3.1.2 Características climáticas	8
3.1.3 Suelos	8
3.1.4 Material vegetativo	10
3.1.5 Fuentes de fertilizantes	10
3.2 Métodos	10
3.2.1 Diseño experimental	10
3.2.2 Selección y codificación	10
3.2.3 Tamaño de la parcela o unidad experimental	14
3.2.4 Aplicación de los abonos	14
3.2.5 Siembra	14
3.2.6 Análisis de suelo	14
3.2.7 Prácticas culturales	15
3.2.8 Toma de datos	15
3.2.9 Análisis estadístico	15

	Página
4. RESULTADOS Y DISCUSION	16
4.1 Las propiedades de los suelos	16
4.2 Análisis químico del abono orgánico	16
4.3 Análisis estadístico	17
4.3.1 Análisis estadístico para el ensayo sembrado en 1980B Potreritos	17
4.3.2 Análisis estadístico para el ensayo sembrado en 1981B Potreritos	18
4.3.3 Análisis estadístico para el ensayo sembrado en 1981A Robles	19
4.3.4 Análisis combinado	20
4.3.5 Análisis de regresión	21
4.3.6 Determinación de los niveles óptimos económicos del abono orgánico y fertilizante químico	23
4.3.7 Análisis de presupuestos parciales	24
4.3.8 Análisis de dominancia	29
4.3.9 Análisis gráfico	30
5. CONCLUSIONES	36
6. RESUMEN	39

	página
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	42
ANEXOS	45

## LISTA DE TABLAS

TABLA No.		Página
1	Textura, pH, contenido de materia orgánica fósforo y bases de los suelos utilizados	9
2	Composición química del abono orgánico utilizado en los ensayos	11
3	Lista de los tratamientos de la matriz P.P. II para dos factores	13
4	Coefficientes de regresión, valor del coeficiente de determinación y de variación, niveles de significancia para los coeficientes y el modelo de regresión lineal múltiple para los nutrientes aplicados en cada uno de los sitios experimentales	22
5	Fertilización de papa Fosca (Robles) 1981A. Análisis de presupuestos parciales	25
6	Análisis de dominancia de los tratamientos vereda Robles 1981A	26
7	Fertilización de papa Fosca (Potreritos) 1980B-1981B. Análisis de presupuestos parciales	27

TABLA

Página

No.

8 Análisis de dominancia de los tratamientos vereda  
Potreritos 1980B-1981B.

28

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA No.		Página
1	Selección de los cinco niveles de los dos factores dentro del espacio de exploración fijado para la matriz Plan Puebla II	12
2	Respuesta de la variedad de papa ICA-Puracé al fertilizante químico y al abono orgánico Fosca (Robles) 1981A	33
3	Respuesta de la variedad de papa pastusa al fertilizante químico y al abono orgánico Fosca (Potreritos) 1980B.	34
4	Respuesta de la variedad de papa pastusa al fertilizante químico y al abono orgánico Fosca (Potreritos) 1981B	35

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO		Página
No.		
1	Datos de rendimientos en kg/parc. variedad Pastusa en la cosecha 1980B (Potreritos) ANOVA	46
2	Prueba de rango múltiple de Duncan para la variable producción Potreritos (1980B)	47
3	Datos de rendimiento en kg/parcela variedad Pastusa en la cosecha de 1981B (Potreritos) ANOVA	48
4	Prueba de rango múltiple de Duncan para la va- riable producción Potreritos 1981B	49
5	Prueba de rango múltiple de Duncan para el aná- lisis combinado de la variable producción. Po- treritos (1980B-1981B)	50
6	Datos de rendimiento en kg/parcela variedad ICA Puracé en la cosecha 1981A (Robles) ANOVA	51
7	Prueba de rango múltiple de Duncan para la varia- ble producción. Robles (1981A).	52

## I. INTRODUCCION

En el distrito de Cáqueza se siembran más de dos mil hectáreas de papa, constituyendo en esta forma una de las principales fuentes de empleo y generación de ingresos para los agricultores de la zona.

La pobreza de los suelos cultivados es uno de los factores que determina bajos rendimientos, generalmente no mayores de 12 ton/ha, inferior al promedio nacional. Este factor asociado con el costo de los insumos y el alto riesgo del cultivo se refleja en una disminución de ingresos de los cultivadores con reducida utilidad y una baja rentabilidad. Actualmente no existe a nivel del distrito una recomendación confiable sobre el nivel óptimo de fertilización química y orgánica (gallinaza) recurso que en la zona presenta una buena disponibilidad y que podría en un momento dado incrementar la fertilidad de los suelos contribuyendo en esta forma a elevar los ingresos y la rentabilidad del cultivo.

## 2. REVISION DE LITERATURA

Martínez (15) señala que la respuesta clásica de los cultivos a las adiciones de fertilizantes u otros insumos sigue la ley de los rendimientos decrecientes llamada por otros autores "Ley de las proporciones variables". Esta ley dice que a dosis bajas de los insumos incrementos en las dosis producen incrementos mayores en los rendimientos, e inversamente, a dosis altas en los insumos, incremento en las dosis producen incrementos menores en los rendimientos.

Higuera (9) afirma que se obtienen mejores resultados con la aplicación conjunta de fertilizantes y materia orgánica descompuesta antes o al tiempo de trasplante. Este investigador en un trabajo realizado en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias obtuvo un aumento del 8.33 por ciento cuando se abono el terreno con 150 kg de 10-30-10 y 10 toneladas de abono orgánico proveniente de basuras urbanas.

Berrios y Miranda (4) reportan que una tonelada métrica de estiércol de gallina, caballos, vacas y cerdos, contiene aproximadamente 10 kg de N.; 5 kg de ácido fosfórico y 10 kg de potasa y destacan que las deyecciones de gallina son más ricas en elementos nutritivos que las de otros animales domésticos, esto se debe en parte a la mayor concentración de las raciones que consumen las aves y principalmente a

su menor contenido de agua.

Bradfield (5) sostiene que la materia orgánica afecta la mayoría de los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo y que estos a su vez tienen influencia sobre los cultivos que crecen en esos suelos.

Fao (7). Los estiercoles de origen animal no deben aplicarse al suelo con la esperanza de mantener en el un elevado contenido de materia orgánica.

Gross (8) le atribuye gran importancia a la materia orgánica en cuanto a que contribuye a mejorar las condiciones físicas del suelo y mantiene ciertos nutrimentos en forma rápida y disponible. El autor dice que desde el punto de vista químico el valor de la materia orgánica depende de su origen, del cuidado que se le de en su almacenamiento y en su utilización.

Lora (10 y 11) reporta que el ICA ha realizado numerosos ensayos que han demostrado la eficiencia de los abonos orgánicos. La mayoría de los abonos orgánicos contienen varios elementos nutrientes particularmente N y P y además K; y micronutrientes en menor proporción cuya concentración es más baja que la de los fertilizantes minerales. Resulta que a pesar de ello los abonos orgánicos deben valorarse además por su benéfico efecto al suelo ya que la materia orgánica activa los procesos microbiales, mejora la estructura y simultáneamente fomen-

ta la aireación y capacidad de retención de humedad actuando como regulador de la temperatura edáfica, retarda la fijación del ácido fosfórico mineral y suministra productos de descomposición orgánica que incrementa el crecimiento de la planta. Así mismo constituye una fuente de suministro lento y uniforme de N con lo cual ejerce favorable influencia sobre el contenido proteico de la planta.

En virtud de estas propiedades los abonos orgánicos crean frecuentemente las condiciones necesarias para que el empleo del fertilizante mineral sea eficaz.

Marín (12) afirma que el estiércol comparado con los fertilizantes comerciales es pobre en nutrimentos para las plantas, de ahí que se aplique en cantidades de 50-100 veces mayor que los abonos químicos.

Muñoz (17) dice que de acuerdo a investigaciones realizadas en varias regiones de Antioquia, existe en los suelos estudiados una interacción positiva entre el nitrógeno y el fósforo y entre la materia orgánica y el fósforo. Esta interacción indica la necesidad de aplicar conjuntamente estos dos fertilizantes ya que mejoran los rendimientos y los contenidos de nutrientes aprovechables en el suelo especialmente el fósforo. Esta relación es muy evidente entre el fósforo y la materia orgánica aplicados.

Muñoz y Alvarado (18) reportan que la aplicación de una to-

nelada de gallinaza por hectárea aumenta la producción en 3 de 5 sitios estudiados.

El incremento promedio en producción por efecto de la tonelada de gallinaza fue de 1.7 toneladas de papa por hectárea. Si se asigna un valor de \$3.500,00 por tonelada de gallinaza y de \$10.000,00 por tonelada de papa se tiene una relación beneficio-costo de 4.8 : 1 (17.000 : 3.500); es decir cada peso invertido en gallinaza produce un incremento adicional en papa de \$48.00.

Primo y Carrasco (19) anotan que la materia orgánica del suelo procede de los residuos de plantas y animales continuamente transformados y del desarrollo de microorganismos que se nutren de dichos residuos.

Quintero (20) sostiene que las aplicaciones de abono de establo, aumenta los contenidos de materia orgánica, fósforo aprovechable y potasio intercambiable del suelo y que el Ph del suelo permanece casi invariable.

Rodríguez (21) reporta que la incorporación de residuos orgánicos al suelo es una práctica muy antigua. Materiales orgánicos de diferentes orígenes pueden ser aplicados con el fin de mejorar sus condiciones.

Los efectos benéficos de la aplicación de estiércol han sido ampliamente reconocidos. En Colombia se han registrado notorios incrementos en el rendimiento de diversos cultivos por la aplicación de estercoles,

aún en suelos con alto contenido de materia orgánica y en presencia de fertilizantes minerales.

Russell y Russell (22) afirman que aplicaciones abundantes y regulares de estiércol pueden tener efectos benéficos sobre la estructura del suelo.

Salcedo y Barreto (23) informan que la aplicación de cuatro toneladas de abono orgánico por hectárea, además de abono químico, aumentó la producción en 3.8 toneladas de papa por hectárea.

Sánchez (24) sostiene que cuando se aplican al suelo abonos orgánicos se está agregando al suelo una cierta cantidad de nutrimentos pero en forma insuficiente para suministrar la totalidad de los elementos necesarios para el desarrollo normal de las plantas, limitándose así el incremento en la producción de los cultivos. Por otra parte el sistema de aplicar solamente abonos químicos tampoco favorece el crecimiento rápido, ya que ellos no pueden sustituir todas las funciones de los abonos orgánicos.

Tisdale y Nelson (26) anotan que cuando se suministran residuos de animales o vegetales al suelo, las demandas de nitrógeno de la población microbiana durante la descomposición son de gran importancia práctica .

El carbohidrato suplido aumenta dicha población y los microorganismos

utilizan el  $\text{NH}_4$  ó el  $\text{NO}_3$  presentes en el suelo, prefiriendo el amonio al nitrato.

Thompson (27) considera que más o menos la mitad del nitrógeno y el fósforo y el 95 por ciento del potasio del estiércol son solubles en el agua.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización

Los experimentos de campo fueron ubicados en el municipio de Fosca situado al sur-oriente del departamento de Cundinamarca.

##### 3.1.2 Características climáticas

La zona está ubicada a 2.400 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 14 grados centígrados y una precipitación de 1.800 m.m. al año. Normalmente hay un período de invierno que comprende desde mayo hasta noviembre y un período seco que va de diciembre a abril.

##### 3.1.3 Suelos

Seguendo la clasificación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi para la región, se distinguen cuatro clases de suelos a saber: Clase III- IV- V y VII, ocupando la clase VII un 70 por ciento del área.

De acuerdo con los datos presentados en la tabla 1 los suelos utilizados en esta experimentación son de textura franco limosa, contenido de materia orgánica, medio, bajo contenido de fósforo y potasio, con una alta relación calcio/magnesio y con un bajo contenido de calcio y magnesio.

TABLA 1. Textura, pH, contenido de materia orgánica fósforo, potasio y bases de los suelos utilizados.

	Vereda Potreritos	Vereda Robles
Profundidad	0.20 cms	0.20 cms
Textura	Franco-limosa	Franco-limosa
pH	5.0	5.8
M.O (%)	15.4	13.4
P (ppm)	30.0	11.4
Al (m.e/100 gr suelo)	2.10	1.40
Ca	1.50	3.70
Mg	0.10	0.50
K	0.19	0.40
Na	0.04	0.20

### 3.1.4 Material vegetativo

Se sembró semilla de la variedad ICA puracé y pastusa, que son las de mayor utilización en la zona.

### 3.1.5 Fuentes de fertilizantes

Para el desarrollo de los experimentos se utilizó como fuente de abono químico un fertilizante de grado (10-30-10). El abono orgánico utilizado provenía de galpones de la región donde permaneció por más de un año, lo que le dió buena calidad y finura y de un contenido de nutrientes que puede apreciarse en la Tabla 2.

## 3.2 Métodos

### 3.2.1 Diseño experimental

Se usó como diseño experimental la matriz Plan Puebla II en un diseño básico de bloques al azar, con tres repeticiones.

### 3.2.2 Selección y codificación

Los cinco niveles de cada uno de los factores incluidos en el diseño de la matriz Plan Puebla II, se muestran en la Figura 1.

TABLA 2. Composición química del abono orgánico utilizado en los ensayos.

Elemento	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
N	%	1.99	2.03	2.89
P	%	1.55	3.37	3.53
K	%	3.44	2.28	3.53
Ca	%	6.20	7.10	5.40
Mg	%	0.75	0.65	0.78
Mn	ppm	6.40	887	640
Zn	ppm	300	273	405
Cu	ppm	48	47	72
Fe	ppm	1275	4412	2050
B	ppm	51	59	54

## ABONO ORGANICO TON/HA

-0.9	-0.3	0	+0.3	+0.9
<hr/>				
0.6	3.8	5.0	7.0	10.2

## FERTILIZANTE QUIMICO KG / HA

-0.9	-0.3	0	+0.3	+0.9
<hr/>				
490	878	1066	1258	1641 kg.

FIGURA 1. Selección de los cinco niveles de los dos factores dentro del espacio de exploración fijado para la matriz Plan Puebla II.

En la Figura 1 se muestra la manera como se seleccionaron los cinco niveles de materia orgánica y fertilizante químico.

En la Tabla 3 se presenta el ordenamiento y codificación de los nueve tratamientos que contempla la matriz Plan Puebla II; para dos factores se incluye un testigo.

TABLA 3. Lista de los tratamientos de la matriz P.P. II para dos factores.

Tratamiento	CÓDIGO		NIVELES DE LOS FACTORES	
	Factor 1	Factor 2	Fertilizante químico (10-30-10)kg/ha	Abono orgánico ton/ha
1	-0.3	-0.3	874	3.8
2	-0.3	+0.3	874	7.0
3	+0.3	-0.3	1258	3.8
4	+0.3	+0.3	1258	7.0
5	0	0	1066	5.4
6	-0.9	-0.3	490	3.8
7	+0.9	+0.3	1641	7.0
8	-0.3	-0.9	874	0.6
9	+0.3	+0.9	1258	10.2
10			1066	0

Donde puede verse que el espacio de exploración para el abono orgánico está comprendido entre 0.6 y 10.2 toneladas por hectárea y de 490 a 1641 kg por hectárea para el fertilizante químico grado 10-30-10.

### 3.2.3 Tamaño de la parcela o unidad experimental

El tamaño de la parcela utilizada en los experimentos fue de 2.6 mt de ancho por 5 mt de largo.

### 3.2.4 Aplicación de los abonos

Los abonos fueron aplicados al momento de la siembra utilizándose para ello medidas que previamente habían sido aforadas, con el objeto de aplicar a cada mata la cantidad exacta de abono orgánico y químico.

### 3.2.5 Siembra

Las semillas fueron sembradas en el fondo del hoyo y el fertilizante aplicado en corona y luego tapado. Las distancias de siembra utilizadas fueron 1.20 mt entre surcos y 0.40 mt entre plantas.

### 3.2.6 Análisis de suelo

Al instalar cada experimento se tomaron muestras de suelo a profundidad de 0.20 cm. Los análisis se hicieron en el laboratorio de suelos del ICA en Tibaitatá, de acuerdo con los siguientes métodos: textura al tacto, pH, usando el electrodo de vidrio con una relación suelo: agua por volumen 1:1, materia orgánica por Walkley y Black; fósforo aprovechable, por Bray II y las bases intercambiables se extrajeron usando una solución normal y neutra de acetato de amonio.

### 3.2.7 Prácticas culturales

Las prácticas culturales como control de malezas, plagas y enfermedades se realizaron de acuerdo con el agricultor siguiendo las recomendaciones del Programa de Tuberosas del ICA.

### 3.2.8 Toma de datos

Al final del ciclo vegetativo se tomaron las producciones por parcelas, contando el número de plantas cosechadas y los rendimientos de primera y segunda clase.

### 3.2.9 Análisis estadístico

Los análisis de varianza se hicieron por cosecha en cada uno de los ensayos realizados con el objeto de determinar diferencias entre los tratamientos aplicados.

Además se hicieron las correspondientes pruebas de Duncan para detectar las diferencias entre las producciones medias.

Se corrió el análisis de regresión múltiple con el objeto de determinar la correspondiente función de producción.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Las propiedades de los suelos

De acuerdo con los datos presentados en la Tabla 1 los suelos utilizados para la investigación son de textura franco-limosa con una acidez que varía entre muy ligeramente ácida y ligeramente ácida; con contenidos de fósforo y potasio aprovechables bajos y con contenido medio de materia orgánica.

En cuanto al contenido de bases intercambiables, se observa un bajo contenido de calcio, magnesio y de potasio. Una relación Ca/Mg alta, además, los suelos de la vereda Potreritos presentan un mayor contenido de aluminio, 2.1 miliequivalentes por 100 gramos de suelo, que los suelos de la vereda Robles, 1.4 miliequivalente por 100 gramos de suelo.

### 4.2 Análisis químico del abono orgánico

El abono orgánico utilizado en los experimentos presenta las características químicas incluidas en la Tabla 2. De acuerdo a esas características puede decirse que el análisis arroja unos resultados muy similares a los reportados para este tipo de abono orgánico en otros análisis de laboratorio.

El mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio lo dió la muestra de gallinaza utilizada para fertilizar el ensayo con papa ICA-Puracé.

Se observa que las muestras presentan un alto contenido total de hierro, manganeso y zinc y que en general presentan un buen contenido de calcio y magnesio.

Según Aguirre (1) el estiércol varía ampliamente en su composición, influyendo en ello la edad, la clase de ganado, el régimen de explotación, las características particulares de los alimentos que se le suministran, el manejo al cual se le someta una vez recolectado, etc. Esto expresa en parte la variación en el contenido de nutrientes de la gallinaza utilizada.

#### 4.3 Análisis estadístico

##### 4.3.1 Análisis estadístico para el ensayo sembrado en 1980B, Potreritos

En el anexo 1 aparece el análisis de varianza correspondiente a la variable dependiente de producción y en él se observa que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Se destaca que el análisis de varianza presenta un coeficiente de variación 8.35 para la variable producción lo que indica un buen manejo del ensayo y un coeficiente de determinación  $R^2 = 0.67$ .

La prueba de rango múltiple de Duncan para la variable producción, anexo 2, nos muestra que hay tres grupos de tratamientos. Un primer grupo compuesto por los tratamientos 7, 9, 4, 2, 5 y 3.

Un segundo grupo compuesto por los tratamientos 4, 2, 5, 3, 1 y 6, destacándose que hay diferencias significativas entre los tratamientos 7 y 9 con respecto al 1 y al 6.

Un tercer grupo conformado por los tratamientos 5, 3, 1, 6 y 8 destacándose que al comparar este grupo con el segundo se observa que hay diferencias significativas entre las medias de los tratamientos 4 y 2 y el tratamiento 8.

Comparando el tratamiento de mayor producción tenemos que el tratamiento siete produce un 25 por ciento más que el tratamiento ocho.

#### 4.3.2 Análisis estadístico para el ensayo sembrado en 1981B Potreritos

En el anexo 3 aparece el análisis de varianza correspondiente a la variable dependiente producción y en el se observa que hay diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

El análisis estadístico presenta un coeficiente de variación de 11.41 lo cual refleja el buen manejo del ensayo, además presenta un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.685 y una desviación estandar de 3.66.

El anexo 4 muestra el resultado de la prueba de Duncan, la cual permite concluir que los tratamientos 7, 3, 5, 2, 9, 4 y 6, son estadísti-

camente superiores al nivel del 5 por ciento de significancia al tratamiento 8. Además los tratamientos 5, 9, 4, 6, 1 y 8 son estadísticamente diferentes al nivel del 5 por ciento al tratamiento 10.

Luego, los mejores tratamientos en base a la prueba de rango múltiple de Duncan son los tratamientos 7, 3 y 2. Comparando el tratamiento de mayor producción siete con el de menor producción diez se tiene que el tratamiento siete produce un 25 por ciento más que el tratamiento diez.

#### 4.3.3 Análisis estadístico para el ensayo sembrado 1981A (Robles)

En el anexo 6 aparece el análisis de varianza correspondiente y según este se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

La prueba de Duncan, anexo 7, revela que los mejores tratamientos son 4, 7, 9, 5, 3, 2, 1 y 6; no presenta diferencias significativas al nivel de significancia del 5 por ciento, entre ellos los tratamientos 6 y 8 conforman un grupo igual estadísticamente al nivel del 5 por ciento.

Se concluye además que al comparar las medidas de estos dos grupos se tiene diferencias significativas entre el grupo de tratamientos 4, 7, 9, 5, 3, 2 y 1 y el tratamiento 8. Además se observa que el tratamiento 10 es significativamente diferentes al tratamiento 6. Se destaca

que entre el mejor tratamiento (4) cuya producción es 56.08 kg/parcela y el tratamiento más bajo (10) con 36.82 kg/parcela, se presenta una diferencia en producción de un 52.28.

El análisis estadístico de esta variable se presenta un coeficiente de variación de 8.22 que refleja el buen manejo del ensayo, así mismo se tiene un coeficiente de determinación de 0.90.

#### 4.3.4 Análisis combinado

El análisis de varianza combinado para los experimentos desarrollados en la vereda Potreritos durante los años 1980B y 1981B dió los siguientes resultados:

1. Para la variable dependiente producción la prueba de rango múltiple de Duncan no presenta diferencias significativas entre las medias de los tratamientos en los dos años.
2. La prueba de rango múltiple de Duncan presenta los siguientes resultados para las medias de los tratamientos de la variable dependiente producción. Hay cinco grupos de medias y de estos el tratamiento siete es significativamente diferente al tratamiento seis. El tratamiento nueve es significativamente diferente al tratamiento uno.

Los tratamientos 9, 2, 3, 4, 5, 6 y 1 son significativamente diferentes a los tratamientos 8 y 10.

Comparando la media en producción del tratamiento de mayor producción siete, 36.55 kg/parcela con el de menor producción diez 23.43 kg/parcela, tenemos que el tratamiento siete produce un 35.8 por ciento más que el tratamiento diez.

#### 4.3.5 Análisis de regresión

Con el ánimo de encontrar un modelo estadístico que permitiera encontrar los óptimos físicos y económicos se determinó la regresión múltiple incluyendo los parámetros cuadráticos y la interacción entre la materia orgánica (gallinaza) y el fertilizante químico (grado 10-30-10).

En la Tabla 4 se puede observar el valor de los coeficientes de determinación y de variación y niveles de significancia para los coeficientes y el modelo de regresión lineal múltiple para los nutrientes aplicados en cada uno de los sitios experimentales.

Los valores de  $R^2$  indican que en el ensayo realizado en 1981A la variación en el rendimiento era explicada en promedio en un 85.8 por ciento por los términos fertilizantes seleccionados en la regresión.

En los dos sitios restantes el valor de  $R^2$  fue inferior. Así para el ensayo realizado en 1980B se presenta variabilidad a la respuesta de los fertilizantes.

La respuesta al abono orgánico en los tres ensayos fue positiva y alta-

TABLA 4. Coeficientes de regresión, valor del coeficiente de determinación y de variación, niveles de significancia para los coeficientes y el modelo de regresión lineal múltiple para los nutrientes aplicados en cada uno de los sitios experimentados.

Parámetro	S I T I O S		
	Potreritos	Potreritos	Robles
	1980B	1981B	1981A
Intercepto	26.51599903	42.47368801	10.15287367
Abono orgánico	1.51761063	4.47319256	6.82854404
Fertilizante químico			0.03171823
Abono orgánico cuadrado	0.04880321	-0.28961563	-0.46548062
Fertilizante cuadrado			-1.744149 E-0.5
R <sup>2</sup>	0.495546	0.473833	0.858061
F	11.79	12.16	37.78
C.V. %	8.5167	11.199	8.3241

mente significativa y estuvo asociada con el efecto cuadrático del abono orgánico negativo, siendo significativo en los ensayos 1981B y 1981A y no significativo en 1980B. Reflejando que la adición de abono orgánico incrementó el rendimiento de la papa a tasas decrecientes.

El efecto lineal del fertilizante fue positivo y altamente significativo al nivel del 1%, solo en el ensayo sembrado en 1981A. El efecto cuadrático fue negativo y significativo al nivel del 7% reflejando rendimientos decrecientes a la aplicación del fertilizante químico.

#### 4.3.6 Determinación de los niveles óptimos económicos del abono orgánico y fertilizante químico.

Para establecer los niveles óptimos de abono orgánico y fertilizante químico a aplicar en el cultivo de la papa la ecuación de predicción de la producción; se evaluó para las condiciones medias experimentales del cultivo.

Para el ensayo efectuado en la vereda Robles (1981A) la ecuación es:

$$Y = 10.1528 + 0.0031718 \text{ FERT} + 6.8285 \text{ Gall} - 0.4654 \text{ Gall}^2 - 0.000011741 \text{ Fert}^2.$$

Derivando esta ecuación con respecto al factor abono orgánico y fertilizante químico tenemos :

$$\frac{dy}{dgall} = 6.8285 - 0.9308 \text{ Gall}.$$

$$\frac{dy}{dfer} = 0.03171 - 0.0000234$$

Igualando a cero la primera derivada y resolviendo la ecuación se obtienen los niveles de gallinaza y fertilizante que maximizan la producción física así :

$$\frac{dy}{dgall.} = 6.8285 - 0.9309 \text{ Gall.} = 0$$

$$\text{Gall} = \frac{6.8285}{0.9308} = 7.3 \text{ ton/ha}$$

$$\frac{dy}{dfer} = 0.031718 - 0.0000234 \text{ Fer} = 0$$

$$\text{Fert.} = \frac{0.031718}{0.0000234} = 1355.1 \text{ kg/ha.}$$

#### 4.3.7 Análisis de presupuestos parciales

En la Tabla 5 y 7 se dan los resultados obtenidos por este análisis y se da el orden de los tratamientos de acuerdo a los beneficios netos dados para cada tratamiento, en las dos zonas donde se llevaron a cabo los ensayos.

Para el ensayo realizado en la vereda Robles (1981A) sobresale el tratamiento cuatro (1.258 kg de fertilizante químico y 7.0 toneladas de abono orgánico) con un beneficio neto por hectárea de \$343.500 y un costo por hectárea de \$59.659, seguido por el tratamiento cinco (1066

TABLA 5. Fertilización de papa fosca (Robies) 1981A

Análisis de presupuestos parciales

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Químico kg/ha	874	874	1258	1258	1066	490	1641	874	1258	1066
Gallinaza ton/ha	3.8	7.0	3.8	7.0	5.4	3.8	7.0	0.6	10.2	0
Producción bruta	48.6	52.6	52.7	56.0	53.0	42.1	54.9	33.5	53.5	29.0
Producción neta (1)	43.7	47.3	47.3	50.4	47.7	38.1	49.4	30.1	48.1	26.1
Precio campo(2) \$ ton- 8,000 beneficio bruto \$/ha	349600	378400	378400	403200	381600	304800	395200	240800	384800	208800
Costos variables :										
Fertilizante \$23.4 kg	24550	20450	29437	29437	24944	11944	38399	20452	29437	24944
Aplicación	500	500	750	750	1000	250	1000	500	750	1000
Gallinaza \$4000/ton	15200	28000	15200	28000	21600	15200	28000	2400	40800	0
Aplicación	750	1500	750	1500	1000	750	1500	250	2200	0
Total costo variables/ha	36900	50450	46137	59687	48544	27666	68889	23600	73187	25944
Beneficio neto \$/ha	312700	327950	332263	343513	333056	277134	326301	217200	311613	182856
N. orden	6	4	3	1	2	8	5	9	7	10

TABLA 6. Análisis de dominancia de los tratamientos. Vereda Robles 1981A.

Orden	B. neto	No.	Tratamiento			cambios marginales		
			Químico kg/ha	Gallinaza ton/ha	Costos variab.	B.neto	CV	TMR
1	343513	4	1258	7.0	59687	10457	11143	93%
2	333056	5	1066	5.4	48544	793	2407	33%
3	332263	3	1258	3.8	46137			
4	327950	2	874	7.0	50450	+		
5	326301	7	1641	7.0	68889	19563	+9237	8%
6	312700	1	874	3.8	36900			
7	311613	9	1258	10.2	73187	+55129	18471	298%
8	277134	6	490	3.8	27666	59934	4066	1774%
9	217200	8	874	0.6	23600			
10	182856	10	1066	0	25944	+		

+ = puntos dominados.

TABLA 7. Fertilización de papa fosca (Potreritos) 1980B-1981B

Análisis de presupuestos parciales

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Químico kg/ha	874	874	1258	1258	1066	490	1641	874	1258	1066
Gallinaza ton/ha	3.8	7.0	3.8	7.0	5.4	3.8	7.0	0.6	10.2	0
Producec. bruta ton/ha	30.64	34.27	34.25	33.69	33.47	31.10	36.55	27.61	35.37	23.43
Producec. neta (1)	27.57	30.84	30.82	30.32	30.36	27.99	32.89	24.85	31.83	21.08
Precio campo \$/ton (1) \$ 8.000										
Beneficio bruto \$/ha	220560	246720	246560	242560	242880	223920	263120	198800	254640	168696
Costos variables:										
Fertilizantes \$/kg 23.40	20450	20450	29437	29437	24944	11466	38399	15309	29437	24944
Aplicación	500	500	750	750	400	2.500	1.000	500	750	800
Gallinaza \$3500/ton	13300	24500	13300	24500	18900	13300	24500	2100	35700	
Aplicación	750	1.500	750	1.500	800	7.500	1.500	250	2.200	
Total costos variab. \$/ha	35000	46950	44237	56187	45244	25766	65399	18159	68087	25744
Beneficio neto \$/ha	185560	199770	202323	186373	197636	198154	197721	180641	186553	142952
Orden	8	2	1	7	5	3	4	9	6	10

TABLA 8. Análisis de dominancia de los tratamientos vereda Potreritos  
1980B-1981B.

Orden	B.Netto	No.	TRATAMIENTO		Costo Var.	CAMBIOS MARGINALES		
			Químico kg/ha	Gallinaza ton/ha		B.Netto	C.V	TMR
1	202323	3	1258	3.8	44237	4169	18471	22.5%
2	199770	2	874	7.0	46950 +			
3	198154	6	490	3.8	75766	17513	7607	230%
4	197721	7	1641	7.0	65399 +			
5	197636	5	1066	5.4	45244 +			
6	186553	9	1258	10.2	68087 +			
7	186373	4	1258	7.0	56187 +			
8	185560	1	874	3.8	35000 +			
9	180641	8	874	0.6	18159			
10	142952	10	1066	-	75744 +			

+ = Tratamientos dominados.

kg de fertilizante químico y 5.4 toneladas de abono orgánico) con un beneficio neto por hectárea de \$333.000 y un costo por hectárea de \$48.500 y en último lugar el tratamiento diez (1066 kg de fertilizante químico) con un beneficio neto por hectárea de \$182.850 y un costo por hectárea de \$25.900, que representa el menor beneficio neto y el menor costo por hectárea.

Los ensayos realizados en la vereda potreritos muestran que el tratamiento tres (1258 kg de fertilizante químico y 3.8 toneladas de abono orgánico) ocupa el primer puesto en cuanto a beneficio neto por hectárea con \$202.323 y un costo por hectárea de \$44.237 y el último lugar es ocupado por el tratamiento diez (1066 kg de fertilizante químico) con un ingreso neto por hectárea de \$142.950 y un costo por hectárea de \$25.744.

#### 4.3.8 Análisis de dominancia

En la Tabla 6 y 8 se da el resultado del análisis de dominancia, para ello los tratamientos se ordenaron de mayor a menor beneficio neto por hectárea y se denominan alternativas dominadas porque para cada una de ellas existe otra alternativa con un mayor beneficio neto y un menor costo variable.

Además el análisis se complementó con el análisis de las tasas de retorno marginal, siendo el propósito revelar la forma en que los bene-

ficios netos de una inversión aumentan conforme la cantidad invertida crece.

De acuerdo a estos análisis tenemos :

Para el ensayo realizado en la vereda Robles 1981A se tiene que los tratamientos dos, siete, nueve y diez son alternativas dominadas por otros tratamientos que muestran un mayor beneficio neto y un menor costo por hectárea.

El tratamiento que mayor tasa de retorno marginal presenta; es el seis (490 kg de fertilizante químico y 3.8 toneladas de abono orgánico por hectárea) con un 1474%, seguido por el tratamiento 1 (874 kg de fertilizante químico y 3.8 toneladas de abono orgánico por hectárea), con un 298%, siendo el tratamiento tres el de menor tasa de retorno marginal, apenas un 33% .

Los ensayos ejecutados en la vereda Potreritos, muestran que los tratamientos dos, siete, cinco, nueve, cuatro, uno y diez son alternativas dominadas.

Se observa que el tratamiento seis (490 kg de fertilizante químico y 3.8 toneladas de abono orgánico por hectárea) da una tasa de retorno marginal de un 230%.

#### 4.3.9 Análisis gráfico

En las figuras 2, 3 y 4, se presenta la respuesta del culti

tivo de papa . A la aplicación del fertilizante químico y el abono orgánico y de ellas podemos sacar las siguientes conclusiones:

Para el ensayo realizado en Robles 1981A, gráfica 2 se tiene que la respuesta al fertilizante químico es creciente con los dos niveles de abono orgánico y definitivamente concava hacia abajo, indicando que nos encontramos en la zona superior de la curva-función.

La respuesta al abono orgánico es definitivamente creciente y cóncava hacia abajo pero muestra una mayor diferencia entre los dos niveles del fertilizante químico, la observada con los dos niveles de abono orgánico en la curva del fertilizante químico.

En la figura 3 se muestra la respuesta obtenida en el ensayo sembrado en la vereda Potreritos en 1980B y de ella se puede concluir que la respuesta de la variedad de papa pastusa a la aplicación de abono orgánico es creciente pero cóncava hacia abajo, lo que indica un nivel que muestra rendimientos decrecientes, confirmando la buena elección del espacio de exploraciones para este factor.

La respuesta al fertilizante químico es creciente en los dos principales niveles de abono orgánico, indicando que con el nivel superior de abono orgánico (7.0 toneladas por hectárea) será posible mayores rendimientos.

En la gráfica 4 se muestra los resultados obtenidos en el ensayo sem-

brado en la vereda Potreritos en 1981B y el análisis gráfico no es tan claro como el obtenido en los ensayos anteriores, dificultándose el poder dar conclusiones respecto del cultivo de papa a cada uno de los factores.

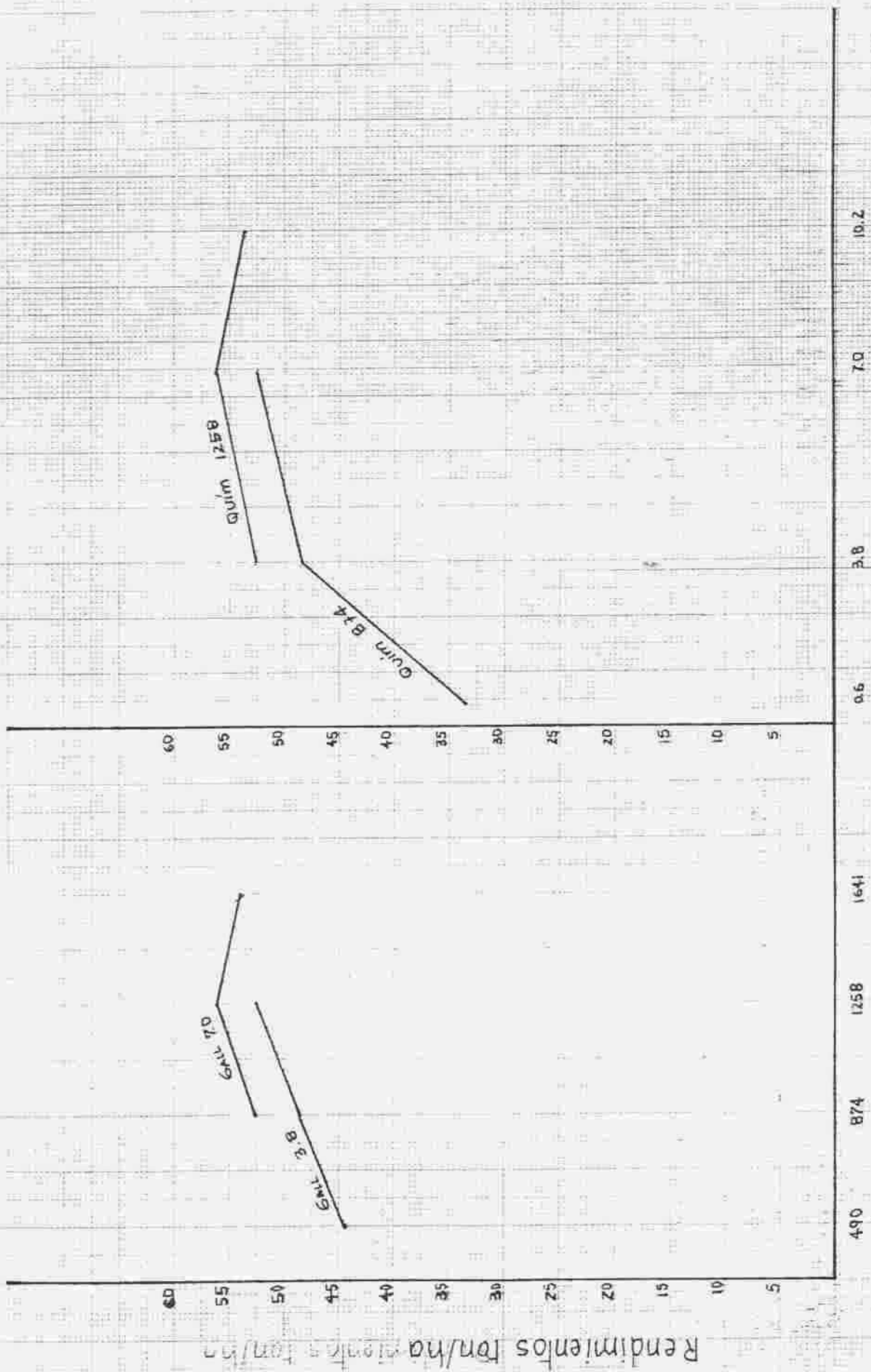


Figura 2. Respuesta de la variedad de papa ICA Puracé al fertilizante químico y al abono orgánico.. Fosca (Robles) 1981 A

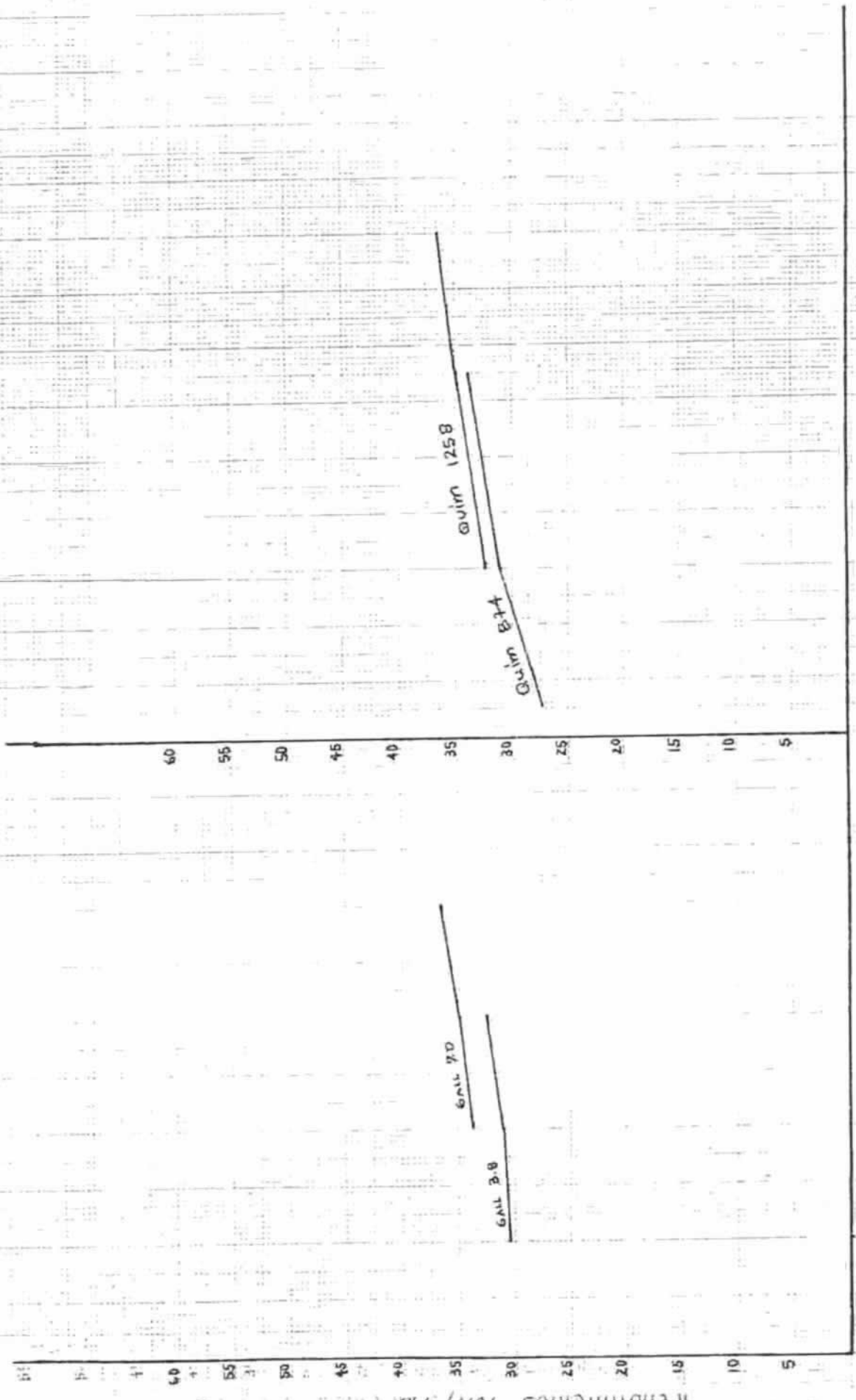


Figura 3. Respuesta de la variedad de papa Pastusa al fertilizante químico y al abono orgánico. Fosca (Potreritos) 1980 B

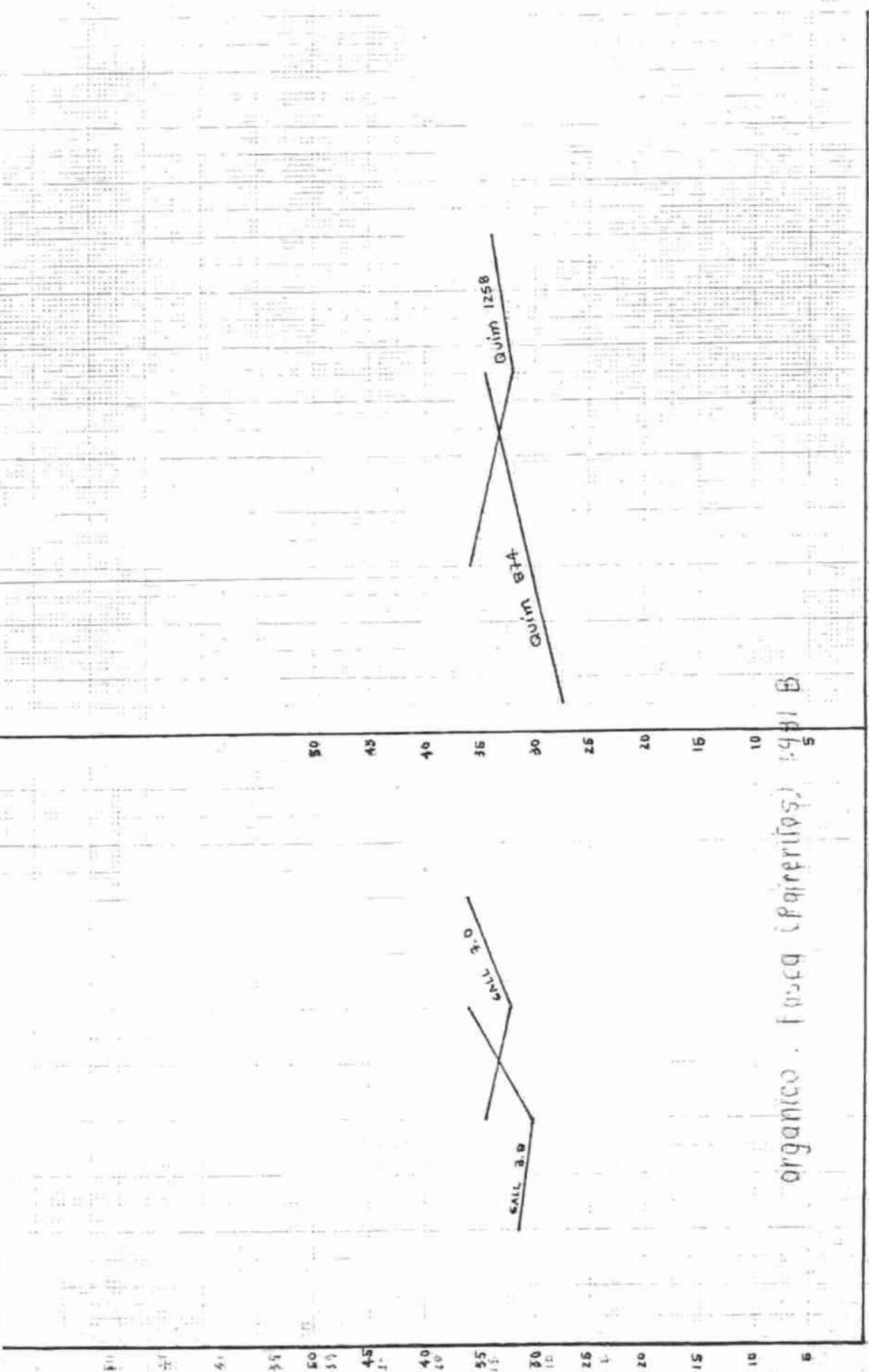


Figura 4. Respuesta de la variedad de papa Pastusa al fertilizante químico y al abono orgánico. Fosca (Potreritos) 1981 B

## 5. CONCLUSIONES

1. La variable dependiente producción fue afectada por los tratamientos en forma altamente significativa y al uno por ciento de significación.
2. Las respuestas al abono orgánico en los tres ensayos fue positiva y altamente significativa y estuvo asociada con el efecto cuadrático negativo, siendo significativo el efecto para los ensayos realizados 1981A y 1981B y no significativo en 1980B.
3. El efecto lineal del fertilizante fue positivo y altamente significativo al nivel del uno por ciento para el ensayo sembrado en 1981A; (Robles); el efecto cuadrático para este ensayo fue negativo y significativo al nivel del 7 por ciento, reflejando rendimientos decrecientes a la aplicación del fertilizante químico.
4. De acuerdo al análisis de regresión, la variación en la producción fue explicada en un 85.8 por ciento por los términos fertilizantes seleccionados en la regresión para el ensayo realizado en 1981A (Robles).  
En los ensayos realizados en la vereda Potreritos en 1980B u 1981B la variación en la producción fue explicada en un 47.38 por ciento respectivamente, por los términos fertilizantes seleccionados en la regresión.

5. De acuerdo a las pruebas de rango múltiple de Duncan los mejores tratamientos estadísticamente al nivel del 0.05 por ciento fueron: para el ensayo realizado en la vereda Robles (1981A) los tratamientos 4, 7, 9, 3, 5 y 2 en el ensayo realizado en Potreritos 1980B fueron: 7, 9, 4, 2, 5 y 3 y para el ensayo de Potreritos (1981B) fueron: 7, 3, 2, 5, 9, 4, 6 y 1.
6. Los óptimos calculos a partir de las ecuaciones de predicción de la producción para el ensayo realizado en la vereda Robles fueron: para el abono orgánico 5.18 ton/ha y para el fertilizante químico 1321.7 kg.
7. El análisis económico basado en la técnica de análisis de presupuestos parciales y análisis marginal dan como mejores opciones las siguientes:
  - a) Para el ensayo realizado en la vereda Robles con la variedad ICA Puracé se presentan tres alternativas que dan buenas tasas de retorno marginal así: en caso de escasez de capital se puede recomendar el tratamiento No. 6 (490 kg/ha de fertilizante y 3.8 ton/ha) de abono orgánico que presenta una tasa marginal de retorno de 1474 por ciento, un costo variable de \$27.666 y un beneficio neto de \$277.134/ha para un precio de campo de \$8.000 tonelada/papa. Para el caso de disponer de más recursos económicos puede recomendarse el tratamiento No. 1 (874 kg de fertilizante grado 10-30-10 y 3.8 ton de abono orgánico) que presenta una tasa marginal de retorno

de 298 por ciento.

El tratamiento No. 3 (1258 kg de fertilizante grado 10-30-10 y 3.8 ton/abono orgánico muestra una tasa marginal de retorno de 211.8 por ciento que indicaría una buena recomendación para el caso de que se tenga capital disponible, y tiene un costo variable de \$46.137/ha, para un beneficio neto de \$332.263/ha.

Para el caso de capital ilimitado se podría recomendar el tratamiento 4 (1258 kg de fertilizante 10-30-10 y 7.0 ton/ha de abono orgánico que tiene un costo variable de \$59.687/ha y con un beneficio neto de \$343.513 por ha. y una tasa marginal de retorno del 93 por ciento.

b) Para los ensayos realizados en la vereda Potreritos (1980A)(1981B) y tomando el análisis combinado de los tratamientos se tiene que la mejor opción es el tratamiento 6 (490 kg/ha de fertilizante 10-30-10 y 3.8 ton/ha de abono orgánico, con una tasa marginal de retorno de 230 por ciento, un costo variable de \$25.766/ha y un beneficio neto de \$198.154/ha para un precio de campo de \$8.000 tonelada de papa.

8. De acuerdo al análisis gráfico y al análisis de regresión múltiple, puede decirse que no hay interacción entre el factor fertilizante químico y abono orgánico.

## 6. RESUMEN

En las veredas Potreritos y Robles del municipio de Fosca (Cundinamarca) situadas a una altura de 2.400 metros sobre el nivel del mar con una temperatura media de 14 grados C. y una precipitación media de 1.600 m.m. se realizaron ensayos sobre fertilización con las variedades de papa ICA Puracé y Pastusa. El estudio se realizó entre el mes de agosto de 1980 y el mes de febrero de 1982. Durante este tiempo se hizo la siembra de tres ensayos de fertilización con materia orgánica (gallinaza) y fertilizante químico (grado 10-30-10). Los objetivos considerados fueron:

1. Evaluar la respuesta de las variedades de papa a la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico y fertilizante químico.
2. Determinar los niveles óptimos de abono orgánico y fertilizante químico utilizado.

Como diseño experimental se utilizó la matriz Plan Puebla II en un diseño básico de bloques completos al azar, con tres repeticiones.

Los factores variables fueron abono orgánico con un espacio de exploración de 0.6 a 10.2 toneladas por ha. y el fertilizante químico (grado 10-30-10) con espacios de exploración entre los 490 y los 1641 kg

por hectárea.

El abono orgánico y el fertilizante químico fueron aplicados al momento de la siembra.

La distancia de siembra fue de 1.20 mts entre surcos y 0.40 mts entre plantas.

De acuerdo a los resultados se tienen diferencias altamente significativas entre los medios de los tratamientos para la variable producción en los tres ensayos realizados, destacandose para el ensayo sembrado en la vereda Robles los tratamientos cuatro (1258 kg de fertilizante químico y 7.0 toneladas de abono orgánico), el siete (1641 kg de fertilizante químico y 7.0 toneladas de abono orgánico), y el nueve (1258 kg de fertilizante químico y 10.2 toneladas de abono orgánico).

En los ensayos sembrados en la vereda Potreritos se destacan los tratamientos siete (1641 kg de fertilizante químico y 7.0 toneladas de abono orgánico) y el nueve (1258 kg de fertilizante químico y 10.2 toneladas de abono orgánico).

La respuesta al abono orgánico en todos los ensayos fue positiva y altamente significativa y está asociada con el efecto cuadrático negativo, para los ensayos realizados en la vereda Robles (1981A) y Potreritos 1981B.

El efecto lineal del fertilizante químico fue positivo y altamente significativo para el ensayo sembrado en la vereda Robles (1981A) siendo su efecto cuadrático negativo y solo significativo al nivel del 7%.

De acuerdo al análisis de los costos variables, dominancia y tasas de retorno marginal, el mejor tratamiento para el ensayo realizado en Potreritos fue de 490 kg/ha de fertilizante grado 10-30-10 y 3.8 ton/ha de abono orgánico con una tasa marginal de retorno de un 230%.

En el ensayo realizado en la vereda Robles el tratamiento 490 kg/ha de fertilizante 10-30-10 y 3.8 ton/ha de abono orgánico es una buena opción para el caso de capital escaso y en caso de disponibilidad ilimitada de capital el tratamiento 1258 kg/ha de fertilizante 10-30-10 y 7.0 ton/ha de abono orgánico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUIRRE, A.J. Suelos, abonos y enmiendas. Madrid, Dosat, 1963, p.134.
2. BEANBLOSSON, F.Z.; MILLER, M. M.; BENNETT, W. F. Como aplicar eficientemente el estiércol de las aves. La hacienda. (Estados Unidos). vol. 61, no.4, p. 28-30. 1966.
3. BERRIOS, A. T. Importancia de la materia orgánica en los suelos. Agricultura de las Américas. (Estados Unidos) v. 14, no. 7, p. 56-57. 1965.
4. \_\_\_\_\_; MIRANDA, S. F. Aumente sus cosechas con aplicación de estiércol al suelo. La Hacienda (Estados Unidos). v. 61, no.8, p. 46-47. 1966.
5. BRADFIELD, R. The role organic matter in soil fertility. (Italia). Pontificiae Academic Scientiarum Scripta varia. no. 32, p.1-21. 1968.
6. EL ESTIÉRCOL. Vale mucho y debe utilizarse bien. Agricultura de las Américas. (Estados Unidos). v. 12, no. 7, p.98-102. 1963.
7. FAO. El uso de fertilizantes: Punta de lanza del desarrollo agrícola. (Roma). Squarce, 1963. 65p.
8. GROSS, A. El humus base de la fertilidad de los suelos y sostén de su vida microbiana. (Perú). Boletín de la Corporación Nacional de los Fertilizantes. v. 4. no. 11, p. 36-46. 1966.
9. HIGUITA, F. Respuesta de la coliflor, la cebolla y la remolacha al abonamiento químico y orgánico. Bogotá, UN-ICA, 1973. 74p. (Tesis M.S.).
10. LORA, S. R. Abonos o fertilizantes químicos y orgánicos. En: Nuevo agricultura tropical. Bogotá (Colombia). v.31 no. 9, p.13-24. 1972.
11. \_\_\_\_\_. La materia orgánica del suelo. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Suelos. 17p. 1972.
12. MARIN, M.G.; CHRISTENSEN, J. Suelos y fertilizantes En: Instituto Colombiano Agropecuario. Programa Nacional de Suelos. Bogotá (Colombia). Boletín didáctico no. 2, 92p. 1972.

13. McCORMICK, A.; GALIANO, P. Efecto del abono orgánico de basuras urbanas en la asimilación de fósforo. Tecnología. Bogotá (Colombia). v. 6 no. 27, p.17-26. 1964.
14. \_\_\_\_\_.; ORTIZ, R. G.; LORA, S.R.; OWEN, E. El análisis de los suelos y las recomendaciones de fertilizantes y cal. Tercera aproximación. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Suelos. Bogotá (Colombia). Boletín técnico no. 34, 26p. 1975.
15. MARTINEZ, G.A. Aspectos económicos del diseño y análisis de experimentos. Chapingo. Escuela Vocacional de Agricultura. (Méjico). 134p. 1972.
16. MORENO, S. M. Análisis de la productividad de la papa en Cundinamarca, Boyacá y Nariño. Bogotá (Colombia) UN-ICA, 1970.; 82p. (Tesis M.S.).
17. MUÑOZ, A.R. Fertilización y manejo de suelos cultivados con papa en Antioquia. En: El cultivo de la papa. Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Tuberosas. Medellín (Colombia). Compendio no. 24. p. 330. 1978.
18. \_\_\_\_\_.; ALVARADO, E. Respuesta de la papa (Solanum tuberosum L.) A la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio, gallinaza y cal en suelos de los municipios de San Pedro y Belmira, en el departamento de Antioquia En: Instituto Colombiano Agropecuario. Programa Nacional de Suelos. Bogotá (Colombia). Informe Anual de Progreso p.206-210. 1980.
19. PRIMO, E.; CARRASCO, J. M. Química Agrícola a Suelos y fertilizantes. Madrid, Alhambra, 1973. 472p.
20. QUINTERO, R. Respuesta de la coliflor (Brassica oleraceae var. Bothytis) al nitrógeno, fósforo y abono de estable y su efecto residual. Bogotá (Colombia), UN-ICA, 1975. 83p. (Tesis M.S.).
21. RODRIGUEZ, J. M. Fertilización de la rotación papa avena en suelos volcánicos. Revista ICA (Colombia) v.7, p. 305-328, 1972.
22. RUSSELL, E. J.; RUSSELL, E. W. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Madrid. Aguilar, 1968. 698p.
23. SALCEDO, S.C.; BARRETO, R.J.R. Abonos orgánicos naturales y reforzados. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín didáctico no. 15. 59p. 1982.

24. SANCHEZ, M. L. La materia orgánica del suelo. Panagra (Méjico). no. 19. p. 16-18. 1968.
25. STEVENSON, F. J. Behavior of nitrogen in soil. Department of Agronomy. University of Illinois (Estados Unidos) p. 4 1978.
26. TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. Soil Fertility and fertilizers. New York, McMillan, 196. 649p.
27. THOMPSON, H.C. ; KELLY, W.C. Vegetable crop sed. New York. Mc Graw Hill. 1957. 611p.

A N E X O S

ANEXO 1. Datos de rendimientos en kg/parcela. Variedad Pastusa en la cosecha  
1980B (Potreritos) ANOVA.

TRATAMIENTO	R E P L I C A C I O N E S					ORDEN
	I	II	III	TOTAL	MEDIA	
1	37.5	32.5	37.0	107.0	35.6	4
2	38.5	39.5	39.5	117.5	39.1	7
3	35.5	40.0	35.0	112.0	37.3	6
4	46.0	37.5	38.0	121.5	40.5	3
5	35.0	39.5	38.0	112.5	37.5	5
6	35.0	37.0	33.5	105.5	35.1	8
7	48.5	43.0	35.5	127.0	42.3	1
8	32.5	34.5	29.0	96.0	32.0	9
9	46.0	41.5	38.5	126.0	42.0	2
Total	356.0	345.0	324.0	1.025.0		
Media	39.55	38.33	36.0			

Area por parcela 7.0 metros cuadrados, la media 32.95, el CV 8.35 y un  $R^2$  0.676.

ANALISIS DE VARIANZA

Variable dependiente : Producción

Origen	DF	SC	CM	F	PRF
Modelo	10	253.317	25.351	3.35	0.0155
Error	16	121.257	7.578		
Correc.total	26				
Origen	DF	Anova SS			
Tratamiento	8	209.152		3.45	0.0168
Replicación	2	44.365		2.93	0.0825

ANEXO 2. Prueba de rango múltiple de Duncan para la variable producción  
Potrerito (1980B).

MEDIA	N	TRATAMIENTO
36.74	3	7
36.45	3	9
35.15	3	4
33.99	3	2
32.55	3	5
32.41	3	3
30.96	3	1
32.52	3	6
27.77	3	8

Nivel de significancia 0.05

DF = 16

MS = 7.57

ANEXO 3. Datos de rendimiento en kg/parcela variedad Pastusa en la cosecha de 1981B (Potreritos) Anova.

TRATAMIENTO	R E P L I C A C I O N E S					
	I	II	III	TOTAL	MEDIA	ORDEN
1	55.0	52.0	47.0	145.0	51.33	1
2	62.0	58.1	59.0	179.1	59.7	3
3	72.5	57.6	57.0	187.1	62.37	2
4	58.6	57.0	51.5	167.1	55.7	5
5	60.0	65.8	52.5	178.3	59.43	4
6	62.7	52.0	49.5	164.2	54.73	6
7	54.0	69.5	65.0	188.5	62.83	1
8	53.0	50.9	43.5	147.4	49.12	8
9	51.0	63.5	63.8	178.3	59.43	4
10	48.5	44.5	28.5	121.5	40.5	10
Total	622.8	618.2	555.3	1.796.3		
Media	56.62	55.74	50.48	54.43		

Area por parcela 14 metros cuadrados, Media, 32.08 kg/ha, CV 11.41  $R^2$  0.685.

ANALISIS DE VARIANZA

VARIABLES dependiente : Producción

Origen	DF	SC	CM	F	PRF
Modelo	11	525.568	47.778	3.56	0.0084
Error	18	241.606	13.422		
Correc. total	29	767.175			
Origen	DF	Anova SS			
Tratamientos	9	450.727		3.73	0.0084
Replicaciones	2	74.841		2.79	0.0882

ANEXO 4. Prueba de rango múltiple de Duncan para la variable producción.  
Potreritos 1981B.

MEDIA	N	TRATAMIENTO
36.36	3	7
36.09	3	3
34.55	3	2
34.39	3	5
34.28	3	9
32.23	3	4
31.68	3	6
30.33	3	1
27.44	3	8
27.43	3	10

Nivel de significancia 0.05

DF = 18

MS = 13.4226

ANEXO 5. Prueba de rango múltiple de Duncan para el análisis combinado de la variable producción. Petreritos (1980B-1981B).

MEDIA	N	TRATAMIENTO
36.55	6	7
35.37	6	9
34.27	6	2
34.25	6	3
33.69	6	4
33.47	6	5
31.10	6	6
30.64	6	1
27.61	6	8
23.43	6	10

Nivel de significancia 0.05 por ciento

DF = 34

MS = 10.67

ANEXO 6. Datos de rendimiento en kg/parcela variedad ICA Puracé en la cosecha 1981A (Robles) Anova

TRATAMIENTO	R E P L I C A C I O N E S					
	I	II	III	TOTAL	MEDIA	ORDEN
1	55.0	52.0	47.0	154.0	51.3	8
2	62.0	56.5	59.0	177.5	59.1	3
3	70.5	56.0	57.0	183.5	61.1	2
4	57.0	57.0	51.5	165.5	55.1	6
5	60.0	64.0	52.5	176.5	58.8	4
6	61.0	52.0	49.5	162.5	54.1	7
7	52.5	69.5	65.0	187.0	62.3	1
8	53.0	44.5	43.5	141.0	47.0	9
9	51.0	63.5	61.5	176.0	58.6	5
10	48.5	44.5	28.5	121.5	40.5	10
Total	570.5	449.5	456.0			
Media	190.16	186.5	152.0			

Area por parcela 7.0 metros cuadrados, media 47.69 kg/parcela,  $CV8.32 R^2 0.858$

#### ANALISIS DE VARIANZA

Variabes dependiente : Producción

Origen	DF	SC	CM	F	PRF
Modelo	11	2.499.383	227.216	14.77	0.0001
Error	18	276.859	15.381		
Correc. total	29	2.776.262			
Origen	DF	Anovas SS			
Tratamiento	9	2.413.314		17.43	0.0001
Replicación	2	86.888		2.80	0.0875

ANEXO 7. Prueba de rango múltiple de Duncan para la variable producción. Robles (1981A).

MEDIA	N	TRATAMIENTO
56.08	3	4
54.98	3	7
53.58	3	9
53.01	3	5
52.76	3	3
52.26	3	2
48.58	3	1
42.41	3	6
33.51	3	8
29.32	3	10

Nivel de significancia 0.05

DF = 8

MS = 15.38