Evaluación Económica de la respuesta de Maíz Dulce en jilotillo a la aplicación de diferentes Niveles de Fertilización Nitrogenada y Fosforada en la Escuela Agrícola Panamericana

MICROSIS: 1492
FECHA: 22/01/91
ENCARGADO: VARGAS

POR

Juan Carlos Flores Mejía.

TESIS

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

El Zamorano, Honduras
Abril, 1990

EVALUACION ECONOMICA DE LA RESPUESTA DE MAIZ DULCE EN JILOTILLO A LA APLICACION DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA Y FOSFORADA EN LA ESCUELA AGRICOLA PANAMERICA.

Por
Juan Carlos Flores Mejia

El autor concede a la Escuela Agricola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesario. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos de autor.

Juan Carlos Flores Mejia.

Abril - 1990

DEDICATORIA

El presente estudio lo dedico con todo mi amor a mi hija Fabiola Dessireé, a mi esposa Marleny, por haber sido ellas la inspiración para superarme.

A mis padres, Manuel y Delmy, a mis hermanos, José Manuel, José Luis, Delmy Yolanda, Javier Antonio, por todo su apoyo y esfuerzo para educarme.

A mis abuelos, Juan e Isaura, a mis tios, a mis primos, por su aliento en todos los momentos difíciles.

A la memoria de mis abuelos, Manuel y Josefina.

A Dios, por permitirme tener una vida feliz y serena.

A mi querida patria **HONDURAS.**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la USAID/Honduras por otorgarme la beca de estudios por este año.

Al Dr. Juan José Allán, al Ing. Orlando Muñoz, al Ing. Mariano Jiménez, al Ing. Carlos Aceituno, a Manuel Rodriguez, por la desinteresada colaboración en el diseño, montaje y conducción del ensayo.

A todos mis profesores, compañeros, que me transmitieron sus conocimientos, y, todos los momentos que disfrutamos en este último año.

A mis suegros Gustavo y Olga, por su apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCION.....1
A.- Objetivos.....3
1.- General.....3
2.- Especificos.....3

II. REVISION DE LITERATURA.....4
A.- Aspectos técnicos.....4
B.- Aspectos económicos.....8

III. MATERIALES Y METODOS.....13
A.- Area experimental.....13
1.- Localización.....13
2.- Caracteristicas.....14
B.- Trabajo experimental.....14
1.- Manejo de experimento.....14
a.- Area experimental.....14
b.- Siembra.....14
c.- Fertilización.....15
(1) Nitrógeno.....15
(2) Fósforo.....16
d.- Combate de malezas.....16
e.- Combate de plagas.....16
f.- Riego.....17
g.- Cosecha.....17
2.- Diseño experimental.....17
3.- Tratamientos.....17
C.- Recolección de los datos.....17
1.- Agronómicos.....17
a.- Rendimiento.....17
2.- Económicos.....18
a.- Costos fijos.....18
b.- Costos variables.....19
c.- Precios de insumos y producto.....19
D.- Evaluacion de los datos.....19
1.- Agronómicos.....19
a.- Análisis de varianza.....19
b.- Análisis de suelo.....19
2.- Económicos.....20

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....22
A.- Análisis de varianza.....22
B.- Análisis de regresión: Ajuste de la función...23
C.- Respuesta a nitrógeno.....23
D.- Respuesta a fósforo.....24
E.- Interacción de nitrógeno y fósforo.....24
F.- Precio de insumos y productos.....24

V. DETERMINACION DE LAS DOSIS OPTIMAS.....28
A.- Optima producción fisica sin restricción.....28
B.- Optima producción económica sin restricción...29
C.- Niveles óptimos de nitrógeno para máxima

producción física dados diferentes niveles fijos de fósforo.....31
D.- Niveles óptimos de fósforo para máxima producción física dados diferentes niveles fijos de nitrógeno.....32
E.- Niveles óptimos de nitrógeno para máxima producción económica dados diferentes niveles fijos de fósforo.....33
F.- Niveles óptimos de fósforo para máxima producción económica dados diferentes niveles fijos de nitrógeno.....34
G.- Determinación de los niveles de nitrógeno y fósforo para maximizar producción con restricción de presupuesto o capital.....35
1.- Senda de expansión.....35
2.- Presupuesto.....37
3.- Maximización de producción con restricción de presupuesto.....37
4.- Cantidad a producir.....39
5.- Minimización de costos con una restricción de cantidad a producir.....40

VI. ANALISIS DE SENSIBILIDAD.....44

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....46
A.- Conclusiones.....46
B.- Recomendaciones.....47

VIII. RESUMEN.....48

IX. BIBLIOGRAFIA.....51

X. ANEXOS.....55

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de semilla de maíz dulce var. Pajimaca. Ensayo EAP, 1990.....15

Cuadro 2. Nineles de nitrógeno y fósforo evaluados. Ensayo EAP, 1990.....18

Cuadro 3. Tratamientos que se utilizaron en el Ensayo EAP, 1990.....18

Cuadro 4. Esquema del análisis de varianza usado. Ensayo EAP, 1990.....20

Cuadro 5. Resultados obtenidos del análisis de suelo del potrero 3 de ganando de leche. Ensayo EAP, 1990.....20

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable rendimiento. Ensayo EAP, 1990.....22

Cuadro 7. Costos fijos de producción en Lps./há para el cultivo de maíz dulce en jilotillo, a un nivel tecnificado.....25

Cuadro 8. Costos variables de producción en Lps./há para el cultivo de maíz dulce en jilotillo, a un nivel tecnificado y a un nivel de cero aplicación de N y P.....26

Cuadro 9. Resumen de costos totales de producción en Lps./há para el cultivo de maíz dulce en jilotillo, a un nivel tecnificado y a un nivel de cero aplicación de N y P.....26

Cuadro 10. Precio del jilotillo en Lps./Kg para la temporada 1990, mes de marzo de 1990, para la zona de la EAP.....26

Cuadro 11. Producción, ingresos y costos por hectárea del cultivo de maíz dulce en jilotillo, a a un nivel de aplicación de 133.60 Kg de N y un nivel de 60.41 Kg de P. (Máximo de producción física).....30

Cuadro 12. Producción, ingresos y costos por hectárea del cultivo de maíz dulce en jilotillo, a a un nivel de aplicación de 133.42 Kg de N y un nivel de 60.17 Kgs. de P (Máximo de producción Económica).....31

Cuadro 13. Producción, ingresos y costos en Lps./há a determinados niveles de N encontrados a

niveles fijos de P para alcanzar máxima producción física. Ensayo EAP, 1990.....32

Cuadro 14. Producción, ingresos y costos en Lps./há a determinados niveles de P encontrados a niveles fijos de N para alcanzar máxima producción física. Ensayo EAP, 1990.....33

Cuadro 15. Producción, ingresos y costos en Lps./há a determinados niveles de N encontrdos a niveles fijos de P para alcanzar el óptimo de producción económica. Ensayo EAP, 1990...34

Cuadro 16. Producción, ingresos y costos en Lps./há a determinados niveles de P encontrados a niveles fijos de N para alcanzar el óptimo de producción económica. Ensayo EAP, 1990...35

Cuadro 17. Resumen de la producción, ingresos y costos en Lps./há obtenidos dado un M = 150. Ensayo EAP, 1990.....43

Cuadro 18. Análisis de sensibilidad para cambios en los precios de los insumos y del producto. Ensayo EAP, 1990.....45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Superficie de respuesta del cultivo de maíz dulce en jilotillo a niveles de N y P.....27

Figura 2. Senda de expansión y líneas frontera para la función de producción.....36

Figura 3. Línea de isocosto para un presupuesto de 150 Lps./ha.....38

Figura 4. Resolución gráfica para determinar los niveles óptimos de N y P dado un presupuesto.....39

Figura 5. Curva de Isocuanta para la producción de 11,931 Kg/ha.....41

Figura 6. Resolución gráfica para encontrar N y P para una Producción determinada.....42

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Precipitación, temperaturas mínimas y máximas mensuales registradas durante el ensayo. Estación meteorológica del Zamorano.....56

Anexo 2. Distribución en el campo de los tratamientos usados en el ensayo, EAP, 1990.....57

Anexo 3. Resultados obtenidos para la variable rendimiento en la repetición I. Ensayo EAP, 1990.....58

Anexo 4. Resultados obtenidos para la variable rendimiento en la repetición II. Ensayo EAP, 1990.....59

Anexo 5. Resultados obtenidos para la variable rendimiento en la repetición III. Ensayo EAP, 1990.....60

Anexo 6. Resultados obtenidos para la variable rendimiento en la repetición IV. Ensayo EAP, 1990.....61

Anexo 7. Respuesta de cultivo de maíz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de N y a un nivel de aplicación de 0 Kg de P.....62

Anexo 8. Respuesta del cultivo de maíz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de N y a un nivel de aplicación de 75 Kg de P.....62

Anexo 9. Respuesta del cultivo de maíz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de N y a un nivel de aplicación de 100 Kg de P.....63

Anexo 10. Respuesta del cultivo de maíz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de N y a un nivel de aplicación de 125 Kg de P.....63

Anexo 11. Respuesta del cultivo de maíz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de P y a un nivel de aplicación de 0 Kg de N.....64

Anexo 12. Respuesta del cultivo de maíz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de P y a un nivel de aplicación de 100 Kg de N.....64

Anexo 13. Respuesta del cultivo de maíz dulce en jilotillo a diferntes niveles de aplicación de P y a un nivel de aplicación de 150 Kg de N.....65

Anexo 14. Respuesta del cultivo de maíz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de P y a un nivel de aplicación de 200 Kg de N.....65

I. INTRODUCCION

Actualmente el crecimiento demográfico es bien marcado en la mayoría de los países latinoamericanos por lo que la demanda de alimentos es cada día mayor.

Por otra parte, es necesario presentar alternativas de producción de cultivos para cubrir parcial o totalmente las necesidades alimenticias del agricultor. Entre estas tenemos recomendaciones tanto técnicas como económicas sobre los niveles de fertilización que puede usar.

Considerando que el jilotillo es un cultivo en el cual la parte aprovechable es el maíz en su primeras etapas de formación que es utilizado para consumo fresco y para la industrialización (como encurtido), en el presente estudio se desea demostrar cual es la mejor manera de fertilizar en jilotillo. Como se mencinó anteriormente el jilotillo es el cultivo de maíz dulce en sus primeras etapas de desarrollo, por lo tanto de aquí en adelante nos referiremos a maíz y jilotillo indistintamente.

Debido a que Honduras posee pocas tierras con vocación agrícola, existe la necesidad de incrementar la producción y la productividad y una de las formas de hacerlo a corto plazo es con el uso racional de fertilizantes (IICA, 1985, Llanos, 1984, Cooke, 1982).

Durante el año 1989, la mayoría de los fertilizantes

sufrieron un incremento en el precio, lo que hace aplicar la dosis óptima para lograr un rendimiento significativo y que al mismo tiempo sea económico, de ésta manera todo agricultor que desee aplicar fertilizantes en el jilotillo depende en gran medida del margen de beneficio de su aplicación. Cooke (1982) y FAO (1966) definen la dosis óptima de aplicación de fertilizantes como aquella cantidad de fertilizante que, dados sus costos y precios, produce los mayores beneficios netos por hectárea, ambos coinciden en que ésta no necesariamente es la que produce mayor producción física.

No solo la fertilización incide directamente en el incremento de rendimiento en jilotillo, existen otras variaciones como el clima, contenido de nutrimentos en el suelo, época de siembra, densidad de siembra, incidencia de plagas, uso de variedades mejoradas etc. Cooke (1982) FAO (1980) Obando (1980) González (1977) Green (1974).

De un año a otro las principales limitaciones las constituyen las variaciones mencionadas anteriormente. Estas limitaciones estuvieron presentes en el estudio realizado, pero su efecto se verá reducido si se continúan las investigaciones sobre el mismo tópico en años venideros.

El presente estudio pretende determinar el incremento que experimenta el valor de el producto por el costo de cada unidad adicional de fertilizante que se utiliza.

A.- OBJETIVOS

1.- General

a.- Determinar la superficie de respuesta del maíz dulce en jilotillo a la fertilización nitrogenada y fosforada bajo las condiciones agroecológicas de la Escuela Agrícola Panamericana (E.A.P.).

2.- Específicos

a.- Determinar la función matemática que mejor se ajuste a la respuesta de el maíz dulce en jilotillo a la fertilización nitrogenada y fosforada.

b.- Determinar la dosis para máxima producción física de aplicación de fertilizantes nitrogenados y fosforados.

c.- Determinar la dosis óptima económica de la aplicación de fertilizantes nitrogenados y fosforados.

d.- Mostrar las diferentes alternativas económicas de producción a los diferentes niveles de fertilización evaluados.

e.- A partir de los resultados obtenidos con base en los objetivos anteriores, formular una recomendación de fertilización nitrogenada y fosforada para las condiciones de la Escuela Agrícola Panamericana (E.A.P.).

II. REVISION DE LITERATURA

A.- Aspectos Técnicos

Uno de los medios técnicos más eficaces para aumentar la producción y la productividad agrícola es propagar el uso de fertilizantes (Sen, 1966).

Los incrementos en la producción de maíz en el mundo han sido posibles por el aumento de la densidad de siembra, aumento en los niveles de fertilización y mejores híbridos. Tanto Luchsinger (1975) como Moyle y Col.(1962) llegaron a la conclusión de que la aplicación de fertilizantes contribuye más al incremento de la producción que el uso de agua o semillas mejoradas.

Llanos (1964) dice que el empleo racional de los fertilizantes ocupa un lugar destacado entre los medios para incrementar los rendimientos, y asi explotar los grandes potenciales de las variedades del maíz híbrido. Por el contrario, la FAO (1980) sostiene que si bien los fertilizantes son uno de los medios más importantes que pueden incrementar la productividad, no se resuelven por si solos los problemas de la producción agrícola.

Broom y Selznick (s.f.) sostienen que el crecimiento en la dependencia en los fertilizantes químicos, se obtiene como resultado un incremento del rendimiento por unidad de

área, pero además da como resultado " oculto " una mayor tensión ecológica debido a sus indeseables funciones de contaminación.

Cooke (1962) cita dos importantes razones para aumentar el uso de fertilizantes y así aumentar la producción:

1.- Incrementar la producción de comida para una población creciente.

2.- Incrementar los beneficios de los agricultores.

Además afirma que se deben realizar experimentos que sean " Recientes ", pues experimentos de más de treinta años son obsoletos. Usualmente estos experimentos eran realizados para identificar las necesidades de un nutrimento específico, sin estudiar la interacción que existe entre los mismos fertilizantes, o entre éstos y otros factores, sostiene el mismo autor que solo los experimentos de campo que prueben muchos niveles de cada nutrimento pueden mostrar como los fertilizantes afectan los rendimientos y que estos experimentos forman la base para decidir la cantidad exacta de fertilizantes a usar.

Cooke (1987) cita estudios realizados en Gran Bretaña donde se afirma que la dosificación del N es la primera que hay que seleccionar, pués este nutrimento da en su aplicación las mayores ganancias por unidad que las logradas por el Potasio (K) y el Fósforo (P). Además experimentalmente se ha demostrado que el N puede contribuir
al incremento de la eficiencia en el uso del agua (National

Plant Institute, 1974).

En cuanto a las épocas de aplicación en experimentos realizados en Estados Unidos, se ha encontrado más provechoso aplicar el N fraccionado a la siembra y el aporque, obteniendo resultados satisfactorios (Krantz 1974, Olson y Col., 1964).

Vitosh y Col. (1974) sostienen que la mejor forma de aplicación de N para un 100% de eficiencia es por medio de aplicaciones en banda a una profundidad media de 5 cm.

En publicación de la National Plant Food Institute (1974) se afirma que la cantidad de nutrimentos que la planta toma al principio es pequeña, pero es importante que cuente con la cantidad apropiada para que el futuro desarrollo no sea limitado.

En diferentes suelos de Managua, Nicaragua no se encontrarón diferencias significativas al comparar diferentes épocas de aplicación complementarias de N en maiz (Green, 1974).

En experimentos conducidos en el norte y este de los Estados Unidos se afirma que los mejores rendimientos del maiz se obtienen aplicando todo el P al momento de la siembra (American Society of Agronomy, 1966, Lugo, 1967, Mebersky, 1965).

Por su parte, el P es considerado en la literatura, como el ejemplo clásico de un nutriente ineficente. Solo en un 10 a 30 % del P aplicado es usado por la planta, el resto

fácilmente es fijado al suelo, volviéndose no soluble (Cooke, 1982, National Plant Food Institute, 1974).

Diversos autores recomiendan la aplicación total del P a la siembra (Cooke, 1962, Gudiel, 1987). Llanos (1984) sostiene que es necesario que la planta encuentre suficientes cantidades de P en los primeros estados, pues sino, pueden ocurrir daños irreversibles.

González (1977) Espinoza (1973) y Cajar (1972) después de realizar varios experimentos, afirman que en promedio las densidades de siembra que van de 40,000 a 60,000 plantas /ha no muestra diferencias significativas aún cuando se combinan con niveles de N.

En ensayos realizados en El Salvador con cultivares para jilotillo y de densidades de siembra, se confirma la habilidad de las plantas de producir más de un jilotillo por planta. Se comprobó que según avanza la madurez se reduce la calidad de los jilotillos. Como resultado de estos ensayos recomienda sembrar 120,000 plantas/há en la época de verano, en surcos separados a 0.75 m. (Poey, 1988).

Yodpetch (1983) evaluó 4 cultivares de jilotillo y determinó que la fecha óptima para la cosecha para el consumo fresco es cuando los estigmas tienen 4 días de haber aparecido sobre las brácteas, en cambio para procesamiento industrial esto ocurre cuando los estigmas tienen 2 días de haber sobresalido de las brácteas que cubren el jilotillo.

Moss y Mack (1979) dicen que cultivares de jilotillo

con poblaciones menores de 109,800 plantas/há no alcanzan una producción aceptable comercialmente.

Durán (1990) recomienda sembrar a una población de 111,111 a 166,666 plantas/há a una distancia entre surcos de 0.75 m y entre plantas entre 0.08 a 0.12 m ; y cosechar a 60 días después de la siembra.

En cuanto a la profundidad de siembra Llanos (1984) Gudiel (1987) recomiendan una profundidad promedio de 3 cm.

B.- Aspectos Económicos

Para aumentar tanto la superficie cultivada como su productividad, es necesario demostrar al agricultor que el maíz es un cultivo rentable.

La cantidad de fertilizante que produce la mayor ganancia por unidad de área, se conoce como fertilización óptima económica (FAO, 1966); ésta depende de la reacción en rendimiento esperado debido a la humedad, el agua, el aire, tipo de suelo, cultivos y fertilizaciones anteriores, aireación del suelo, costo del fertilizante, del financiamiento y de la magnitud del riesgo que el agricultor pueda correr (Gudiel, 1987, Cooke, 1982).

Cooke (1982) sostiene que una de las restricciones que impiden el uso de los fertilizantes en los paises en vías de desarrollo, es el poco conocimiento sobre los aspectos básicos de la respuesta de los cultivos a los

fertilizantes y que la verdadera prueba de que los fertilizantes son benéficos, por dar rendimientos mayores que sus costos de aplicación, sólo puede probarse por experimentos de campo.

La forma usual de encontrar la dosificación de fertilizantes para un cultivo, se basa en experimentos de campo donde se prueban diferentes cantidades de nutrimentos. Estos ensayos de abonamiento correctamente planeados, ejecutados y evaluados proporcionan una base muy segura para las recomendaciones de fertilización (Cooke, 1987, Instituto de la Potasa, s.f., Gudiel, 1987.)

Científicamente la producción objetivo es la máxima producción que el cultivo está en capacidad de lograr en un sitio determinado; pero la máxima producción técnica, no es siempre la que rinda el mayor beneficio económico. (Cooke, 1982, FAO, 1980, 1966).

Para obtener el máximo beneficio por unidad de área, debería aplicarse una cantidad determinada, de tal modo que el beneficio económico del último incremento de la cantidad de nutrimentos aplicados sea igual al costo añadido al aplicarse esa cantidad. Para esto es necesario hacer ensayos que determinen la superficie de respuesta del cultivo (FAO, 1980).

Una función de producción es la relación matemática que describe en que forma la cantidad de un producto depende de las cantidades de insumos utilizados, informándonos

acerca de la cantidad de producto que podemos esperar a determinados niveles de insumos (Bishop y Toussaint, 1982, FAO, 1966).

Correctamente diseñado el experimento, se espera que los incrementos que se obtengan en rendimiento sigan la ley de los rendimientos decrecientes (ley de Mitscherlich) o la ley del minimo (ley de Liebig). Una vez conducido el experimento, el problema consiste en encontrar la función que mejor se ajuste a los resultados obtenidos (Rodríguez y Laird, 1977).

Existen varias funciones de superficie de respuesta (Little y Hills, 1976, FAO, 1966, Heady, 1961, Munson y Doll, 1959, Heady y Col, 1955) entre ellas :

1.- Superficie Cuadrática de Respuesta.

2.- Fórmula de la raíz cuadrada.

3.- Fórmula de Coob-Douglas.

4.- Función de Mitscherlich-Baule.

Las relaciones estadisticas, comparaciones gráficas, el criterio y experiencia del investigador, son la base o guías de solución de las funciones de mejor ajuste, (Heady y Dillon, 1961). Little y Hills (1976) apoyan lo anterior al afirmar que " algunas veces el conocimiento cabal y la experiencia con las variables estudiadas nos capacita para elegir un tipo de curva mas lógica que las demás ".

Por su parte, Rodríguez y Laird (1977) afirman que cuando se comparan varios modelos con el propósito de

seleccionar estadísticamente la función que mejor se ajuste a los datos, aún cuando el coeficiente de determinación (r^2) y la suma de cuadrados de la regresión (SCDR), son expresiones que están relacionadas, las diferencias para tomar la decisión se aprecian mejor en la SCDR.

Heady y Col. (1955) en experimentos de maíz y trébol rojo , seleccionan la fórmula de raíz cuadrada como el mejor modelo basado en varias relaciones estadísticas y comparaciones gráficas. Munson y Doll (1959) utilizando los mismos datos seleccionan el modelo cuadrático sin dar ninguna explicación. El mismo Heady (1961) utiliza el modelo cuadrático para ilustrar con los mismos datos, la metodología del análisis económico. Dillon y Orazem (1984) utilizan también un modelo cuadrático con interacción, basados en un estudio empírico de fertilización con N y P en maíz, para describir la misma metodología.

Smith y Parks (s. f.) proponen modelos de simulación para incorporar el tiempo en las funciones de producción y además sostienen que en un experimento por ellos conducido, se probaron diferentes modelos de funciones pero determinaron la cuadrática como la que mejor se ajustaba.

Obando (1980) en un experimento conducido en ultisoles de Nicaragua para respuesta a N y P de la asociación maíz-frijol concluye que los mejores resultados del ajuste lo logra con una función de respuesta cuadrática; a la misma conclusión llegaron Rodríguez y Laird (1977) y

Bondavalli y Col. (1970) conduciendo sus propios experimentos en diferentes lugares.

Por otra parte, Gandarillas (1970) Colyer y Kroth (1968) Johnson y Finley (s.f.) afirman que el mejor modelo de ajuste dependerá de los factores de clima y suelo que prevalezcan en la zona.

El CIMMYT (1988) propone un " análisis de retorno marginal ", poniendo énfasis en la comparación de los costos con sus beneficios, pues sostiene que el agricultor le interesa saber el aumento en costos que se requiere para obtener un determinado aumento en los beneficios.

III. MATERIALES Y METODOS

A.- Area experimental

1.- Localización

Se llevó a cabo un ensayo en los terrenos conocidos como Potrero 3 de Ganado de Leche del Departamento de zootecnia de la EAP, ubicada en el valle del rio yeguare a 35 Km. al oeste de Tegucigalpa, departamento de Francisco Morazán, Honduras, a 14 grados latitud norte y 87 grados con 2 minutos longitud oeste.

Se utilizaron un total de 2394 m^2 de tierra que corresponden a parcelas experimentales, bordes y calles.

Cada parcela media 15 m^2 , formada por a 4 surcos de 5 metros de largo, con una distancia entre surcos de 0.75 metros. Un surco de 0.75 metros separaba a cada linea de parcelas. A cada lado de las parcelas de las orillas había un espacio de 2 metros. Cada fila de parcelas estaba separada por un espacio de 2 metros; cada bloque o repetición estaba separado por un espacio de 4 metros, al principio y al final de el ensayo habia un espacio de 2 metros.

La parcela útil consistió de los 2 surcos centrales, a los cuales se les elimino 0.5 metros de borde en cada extremo, para un total de 6 m^2.

2.- Características

El sitio experimental se encuentra a una altitud aproximada de 800 msnm, con una temperatura media anual que oscila entre los 19 y 29 grados centígrados y con una precipitación que varía entre los 1,100 y 1,250 mm por año, la mayor parte distribuidos en seis meses (mayo a octubre).

Los datos de precipitación y temperatura se presentan en el anexo 1. El análisis de suelo se realizó en el laboratorio de suelos del Departamento de Agronomía de la EAP (ver anexo 2).

B.- Trabajo experimental

1.- Manejo del experimento

Area experimental

a.- Siembra

Al área experimental se le dió un pase de arado y dos pases de rastra y se sembró a máquina.

Se utilizó semilla certificada del maíz dulce Pajimaca, el análisis de la semilla fue realizado en el laboratorio de Semillas del Departamento de Agronomía de la EAP, el cuadro 1 muestra el resultado de dichos análisis.

La siembra fue realizada el 23 de diciembre de 1989.

La semilla fue sembrada a una distancia de 0.75 cm entre surcos y 10 cm entre plantas. La densidad utilizada

fue de 133,333 plantas/hectárea. Se sembró a máquina a una profundidad media de 3 cm, se hizo una aplicación de Furadan 10 G a razón de 7 Kg/ha aplicado en bandas al surco al momento de la siembra, para la prevención de plagas del suelo. La germinación se produjo a los 6 días de sembrada la semilla. A los 15 días después de la siembra se realizó la resiembra para mantener la población deseada, a los 25 días de sembrado el cultivo se realizó un raleo para alcanzar así la población deseada de 133,333 plantas/ha.

Cuadro 1. Análisis de maíz dulce Pajimaca.

Ensayo EAP, 1990.

Variedad	Pajimaca
Productor	EAP
Fecha de Cosecha	Sep-89
Lote #	1
Pureza	99.85 %
Materia Inerte	0.15 %
Otros Cultivos	0.00 %
Maleza	0.00 %
Germinación	89.99 %
Fecha de Prueba	Dic.-89

Fuente : Laboratorio de Semillas del Departamento de Agronomía de la EAP.

b.- Fertilización

La aplicación de los fertilizantes se realizó de la siguiente manera :

(1) Nitrógeno

Cuatro dosis. La primera (25 %) al momento de la siembra en bandas a 10 cm de la semilla; la segunda, tercera y cuarta (25 % cada una), se realizó con 12 días de

intervalo después de la primera en bandas a 10 cm de la hilera de la planta.

(2) Fósforo

Una sola aplicación al momento de la siembra en bandas a 10 cm de la semilla.

Como fuente de N se uso urea (46 % de N) y como fuente de P se uso super fosfato triple (46 % de P2O5).

c.- Combate de Malezas

Se realizó un control químico de malezas al momento de la siembra. Se usó el herbicida gesaprin a una dósis de 2.23 Kg/ha al momento de las siguientes fertilizaciones se realizaron controles manuales.

d.- Combate de plagas

Se hizo una aplicación de Furadan 10 G al momento de la siembra con lo que se previno posibles ataques de plagas del suelo. A los 12 días después de la siembra fue necesario una aplicación de Lorsban a razón de 1 L/ha, debido a un ataque con infestación critica de Spodoptera frugiperda S.. Para controles posteriores del mismo insecto se hicierón varias aplicaciones, distribuidos en la siguiente forma : a los 20 días después de la siembra se aplicó Lannate a razón de 0.4 Kg/ha, a los 26 días se aplico Dippel a razón de 0.5 Kg/ha, a los 33 días se aplicó Lorsban a razón de 1 L/ha, a los 50 días se aplicó Lorsban 2.5 % a razón de 8.93 Kg/ha,

aplicado al cogollo, a los 60 días se aplico Lorsban 2.5 % a razón de 8.93 Kg/ha, aplicado al cogollo.

e.- Riego

El riego se realizó con una frecuencia media de 10 días.

f.- Cosecha

La cosecha se realizó los días comprendidos entre el 16 al 28 de Marzo. Se cosecharon todos los jilotillos que se encontraron dentro de la parcela útil.

2.- Diseño experimental

Se utilizo un diseño de bloques completamente aleatorizados (BCA) con un arreglo factorial de 4 X 4 X 4 (16 tratamientos y 4 repeticiones). La distribución en el campo se muestra en el anexo 2.

3.- Tratamientos

Se evaluaron 4 niveles de fertilización nitrogenada y 4 niveles de fertilización fosforada (Cuadro 2).

De la combinación de ellos resultaron 16 tratamientos descritos en el cuadro 3.

C.- Recolección de los datos

1.- Agronómicos

a.- Rendimiento

Como ya se mencionó, se cosecharon los jilotes de las plantas de maíz que se encontraban dentro del área considerada como parcela útil. Los jilotes fueron contados y pesados después de cada día de cosecha.

Cuadro 2. Niveles de Nitrógeno y Fósforo Evaluados. Ensayo EAP, 1990

Elemento	Dosis, Kg/ha			
Nitrógeno	0	100	150	200
Fósforo	0	75	100	125

Cuadro 3. Tratamientos que se utilizaron en el Ensayo. EAP, 1990.

No. de Tratamiento	Factores	Tratamiento (kg/ha)
1	N - P	0 - 0
2	N - P	0 - 75
3	N - P	0 - 100
4	N - P	0 - 125
5	N - P	100 - 0
6	N - P	100 - 75
7	N - P	100 - 100
8	N - P	100 - 125
9	N - P	150 - 0
10	N - P	150 - 75
11	N - P	150 - 100
12	N - P	150 - 125
13	N - P	200 - 0
14	N - P	200 - 75
15	N - P	200 - 100
16	N - P	200 - 125

2.- Económicos

a.- Costos Fijos

Consideramos todos aquellos que no estuvieron afectados

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

por los cambios en la fertilización o la producción.

b.- Costos Variables

Consideramos aquellos que variaron con los distintos niveles de fertilización o producción.

c.- Precios de insumos y producto

Se utilizaron precios de mercado al momento de compra (en el caso de los insumos) o de cosecha (en el caso del producto) en la zona de la EAP.

Todos los costos y productos fueron determinados para el cultivo del maíz dulce en jilotillo a un nivel tecnificado y comparable con el de la EAP.

D.- Evaluación de los datos

1.- Agronómicos

a.- Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico (Programa MSTATC v 5.0), por medio de un análisis de varianza para los diferentes niveles de N y P, tomando como variable, rendimiento por hectárea. El esquema del análisis de varianza se muestra en cuadro 4.

b.- Análisis de suelo

Los resultados del análisis de suelo del Potrero 3 se

muestran en el cuadro 5. Se puede observar que el suelo tiene textura Arcillosa, con un contenido de N medio y de P bajo (0.18 % y 13.63 ppm respectivamente) por lo que se pueden esperar respuestas positivas a estos elementos. El contenido de materia orgánica (2.8 %) puede ser coniderado bajo. El pH (KcI) determinado (4.60) es ácido. El suelo mostró un contenido de Potasio (K) alto (559.1 ppm).

Cuadro 4. Esquema del análisis de varianza usado.

Ensayo EAP, 1990.

Factor de Variación	Grados de Libertad Asociados	
Bloques		3
Tratamientos		15
Nitrógeno	3	
Fósforo	3	
N X P	9	
Error		30
Total		63

Cuadro 5. Resultados del análisis de suelo del potrero 3 . Ensayo EAP. 1990.

Textura	
Arena	22 %
Limo	34 %
Arcilla	44 %
Contenido de N	0.18 %
Contenido de P	13.62 ppm
Contenido de K	559.1 ppm
Contenido de M.O	2.8 %
pH en Kcl	4.60

Fuente: Laboratorio de suelos del Departamento de Agronomía de la EAP.

2.- Económicos

Se determinó la función de mejor ajuste apropiada a los

datos resultantes, con el programa estadistico MSTATC v 5.0., usando como criterio de decisión el r^2 (escogiendo aquella función que presentara el r^2 mas alto), así como diferentes comparaciones gráficas, (con ayuda de los programas LOTUS 123 v 2.01 y 3d).

Una vez determinada la función, se procedió a efectuar una derivación parcial de la misma, igualandola a cero para obtener la dosis de máxima producción física, luego se igualó a la relación de precios para obtener la dosis óptima económica de producción. Usando los mismos criterios se determinaron las dosis óptimas de producción física y económica para niveles dados de N y P. También se determinaron los niveles de N y P para máxima producción económica dado un nivel de presupuesto, y los niveles de N y P para producir a un costo minimo una determinada producción.

Por medio de un análisis comparativo se muestran las diferentes alternativas de producción dadas para los diferentes niveles de aplicación de N y P. Además, se realizó un análisis de sensibilidad a cambios de precio tanto de los insumos (N y P) como del producto (jilotillo).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A.- Análisis de varianza

A partir de los datos de rendimiento (anexo 3 a 6), obtenido de cada uno de los tratamientos estudiados en el ensayo, se realizó un análisis de varianza (cuadro 6), el que nos muestra que para los factores N y P, hay una respuesta significativa, lo mismo para su interacción.

No resultó estadisticamente significativa la variación debida a repeticiones, por lo que no se justifica el uso del diseño de BCA.

El coeficiente de variación alcanzado fue de 17.71 %, el cual puede ser considerado normal para este tipo de experimentos, por lo que se estima que hubo una buena conducción del mismo.

Cuadro 6. Análisis de varianza para rendimiento. Ensayo EAP. 1990.

Fuente	g.l.	S.C.	C.M.	F	Signif.
Bloques	3	5652919.08	1884306.35	0.6131	n.s.
Factor A	3	313960922.25	104653640.75	34.0442	**
Factor B	3	41432527.46	13810842.49	4.4927	**
Inter. AB	9	54393724.40	6043747.16	1.9661	*
Error	45	138332344.64	3074052.10		

C.V. = 17.71 %.
* = Significativo al 5 %.
** = Significativo al 1 %.

B.- Análisis de Regresión : Ajuste de la función

Con los datos de rendimiento obtenidos (anexos 3 a 6), se estimó la función de superficie de respuesta de mejor ajuste.

Se seleccionó una función cuadrática de superficie de respuesta, usándose como variables independientes N y P, sus efectos cuadráticos y la interacción NP. La variable dependiente fue Rendimiento por hectárea.

La función encontrada fue :

$$Y=6325.599+79.042N-0.31908N^2+58.131P-0.56652P^2+0.091818NP$$
$$(19.76)\ (0.08836)\ (32.79)\ (0.24638)\ (0.113190)$$
$$n.s.\qquad n.s.$$

$r^2= 0.801$, n=16

Donde :

Y= Rendimiento de jilote en Kgs./há..

N= Kgs./há. aplicados de N.

P= Kgs./há. aplicados de P_2O_5.

Los valores entre parentesis son los errores estandar.

C.- Respuesta a Nitrógeno

La respuesta a N fue positiva y significativa en el presente ensayo, concordando con la ley de rendimientos decrecientes. A medida que se incrementan las unidades de N, el incremento en la producción fué cada vez menor, hasta llegar al punto de máxima producción física, en donde la adición de N no aumenta la producción, sino por el contrario la reduce.

Esto se aprecia en los anexos 7 a 10, que son las curvas de producción para diferentes niveles de P.

D.- Respuesta a Fósforo

La respuesta a P resulto positiva y también se presenta acorde a la ley de rendimientos decrecientes (anexos 11 a 14), aunque la reducción en rendimientos después de sobrepasar el óptimo de producción física es menos pronunciada que la producida por el N, y se produce a menores cantidades de P que de N.

E.- Interacción de Nitrógeno y Fósforo

La interacción de N y P resultó positiva, la superficie de respuesta se presenta en la figura 1. En ella se puede observar que a medida se aumentan dosis de N como las de P, se producen aumentos en el rendimiento hasta llegar a un máximo de ambos factores después del cual la producción comienza a decrecer.

F.- Precios de Insumos y Productos

El Cuadro 7 muestra el esquema de costos fijos determinados, el Cuadro 8 presenta el esquema de los costos variables y el Cuadro 9 muestra el resumen de los costos fijos y variables a un nivel de cero aplicación de fertilizantes. El Cuadro 10 muestra el precio de venta del producto (jilotes).

Cuadro 7. Costos fijos de producción en Lps./há para el cultivo de maiz Dulce en jilotillo a un nivel tecnificado bajo riego.

INSUMOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/UN.	TOTAL	%
COSTOS FIJOS					
MAQUINARIA	Hrs/Maq.			1358.527	61.58
Arada		1.80	43.18	77.72	
Rastreada		1.45	43.18	62.61	
Siembra		1.22	19.27	23.51	
Asperjada		2.00	19.27	38.54	
Fertilizada		1.00	19.27	19.27	
Bombeo		52.56	21.63	1136.87	
SEMILLA	Kg	15.59	0.88	13.72	0.62
HERBICIDA	Kg				
Gesaprin		2.23	15.42	34.39	1.56
INSECTICIDAS				291.635	13.22
MTD	L	0.50	19.17	9.59	
Lorsban	L	2.00	101.44	202.88	
Lannate	Kg	0.41	70.00	28.70	
Dippel	Kg	0.50	30.00	15.00	
Lorsban 2.5%	Kg	11.00	2.97	32.67	
Adherente	L	0.35	8.00	2.80	
MANO DE OBRA	Días/hombre			408.00	18.49
Asperción		20.00	8.00	160.00	
Deshierba y Aporque		15.00	8.00	120.00	
Cosecha		16.00	8.00	128.00	
Asist. Téc.	Hrs./H.	20.00	5.00	100.00	4.53
COSTO FIJO TOTAL				2206.27	100.00

Cuadro 8. Costos variables de producción en Lps./ha para el cultivo de maíz dulce en jilotillo a un nivel tecnificado y a un nivel de cero aplicación de N y P.

COSTOS VARIABL	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/UN.	TOTAL	%
Transporte	Kg/jil.	6235.59	0.01	62.36	100.00
Fertilizantes	Kg				
Urea		0.00	0.65	0	
Super Fosfato Triple		0.00	0.63	0	
COSTO VARIABLE TOTAL				62.36	100.00

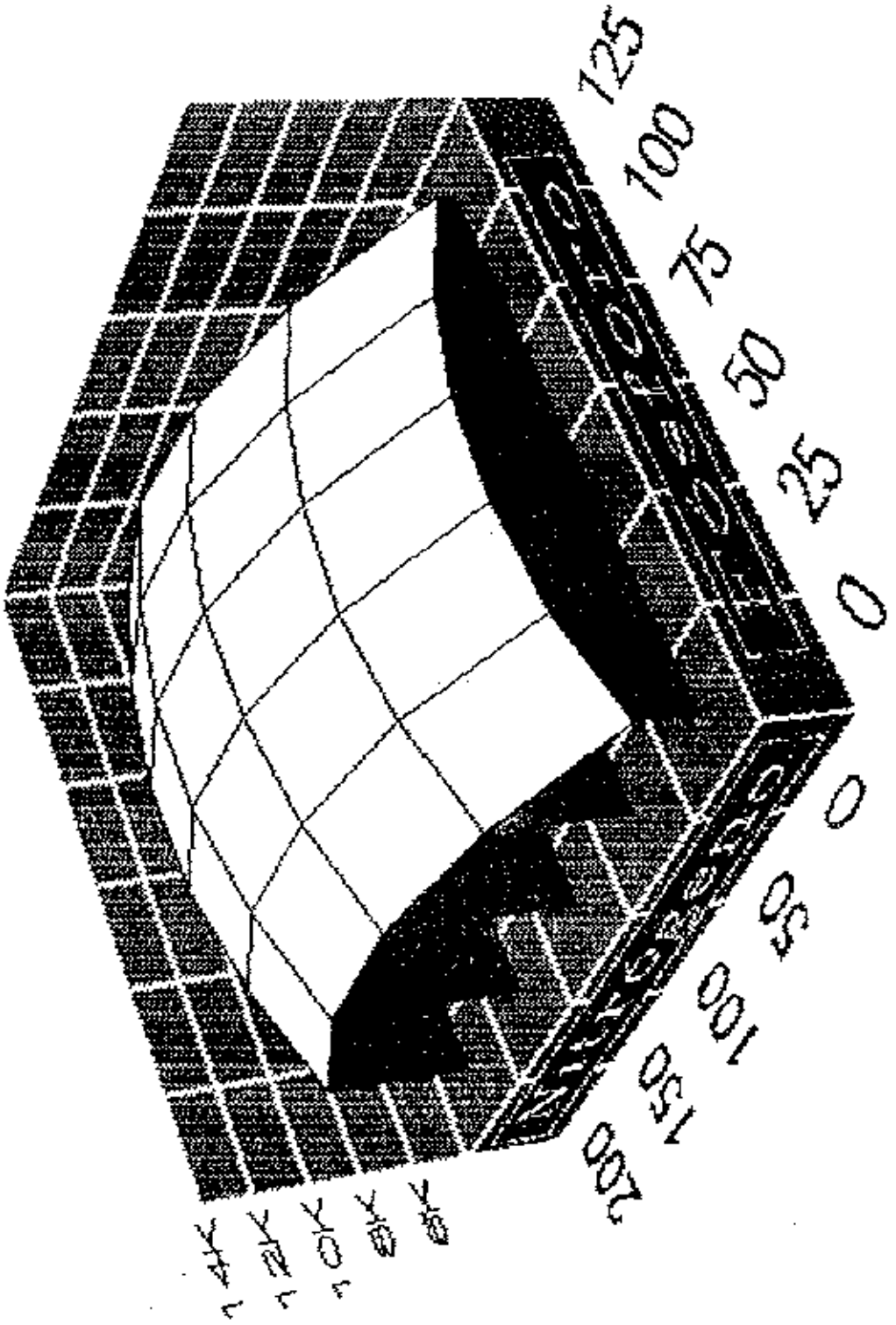
Cuadro 9. Resumen de costos totales de producción en Lps./ha para el cultivo de maíz en jilotillo a un nivel tecnificado y a un nivel de cero aplicación de N y P.

CONCEPTO	CANTIDAD EN Lps.	%
COSTO FIJO TOTAL	2206.27	97.25
COSTO VARIABLE TOTAL	62.36	2.75
COSTO TOTAL	2268.63	100.00

Cuadro 10. Precio del jilotillo en Lps./Kg para el mes de marzo de 1990, para la zona de la EAP.

PRODUCTO	UNIDAD	PRECIO, Lps.
Jilotillo	Kg	1.10

Figura 1. Superficie de respuesta del cultivo de maíz dulce en jilotillo, a niveles de N y P.



V. DETERMINACION DE LAS DOSIS OPTIMAS

A.- Optima producción física sin restricción

Para determinar este valor, matemáticamente se obtiene donde la función encontrada alcanza su punto máximo, para lo cual es necesario que exista la siguiente condición:

$$\frac{\delta Y}{\delta N} = 0 \quad ; \quad \text{y} \quad \frac{\delta Y}{\delta P} = 0$$

donde $\frac{\delta Y}{\delta N}$ y $\frac{\delta Y}{\delta P}$ son la primera derivada parcial de la función de producción con respecto a N y P. En ambos casos tanto la primera derivada parcial de la función de producción con respecto a N como la derivada parcial de la con respecto a P, igualadas son :

$$\frac{\delta Y}{\delta N} = 79.042 - 0.633816N + 0.091818P$$

$$\frac{\delta Y}{\delta Y} = 58.131 - 1.133040P + 0.091818N$$

$$79.041 - 0.633816N + 0.091818P = 0$$

$$58.131 - 1.133040P + 0.091818N = 0$$

Luego se procede a resolver simultáneamente las dos ecuaciones, con lo que se obtiene los niveles de N y P con

los cuales la función alcanza el máximo, siendo este el óptimo de producción física para dicha función.

El Cuadro 11 muestra los niveles encontrados, además de la producción alcanzada en ellos, costos incurridos e ingresos obtenidos a ese nivel de producción.

B.- Optima producción económica sin restricción

Para la obtención de los niveles óptimos de aplicación de N y P, y lograr el máximo rendimiento económico, se obtiene matemáticamente el punto donde el valor del producto marginal del N (VPM_N) y el valor del producto marginal de P (VPM_P) se igualan a los precios de sus respectivos insumos. Esto quiere decir que :

$VPM_N = P_N$ y $VPM_P = P_P$

$VPM_N = (\delta Y/\delta N) P_Y$ y $VPM_P = (\delta Y/\delta P) P_Y$, donde P_Y, P_N, y P_P son el precio, en Lps./Kg de la producción, del N y del P, respectivamente.

A partir de lo anterior obtenemos lo siguiente :

$VPM_N = (79.042 - 0.63381N + 0.091818P) 1.10 = 1.394$
$= 86.946 - 0.69720N + 0.101000P = 1.394$

$VPM_P = (58.131 - 1.33040P + 0.091818N) 1.10 = 1.341$
$63.944 - 1.46344P + 0.101000N = 1.341$

Resolviendo simultáneamente ambas ecuaciones se encuentran los niveles de N y P para alcanzar el punto óptimo de producción económica sin restricción de capital.

El cuadro 12 muestra los niveles encontrados, además de la producción, costos e ingresos obtenidos a ese nivel

de producción.

Cuadro 11. Producción, ingresos y costos por hectárea del cultivo de maíz dulce en jilotillo, a un nivel de aplicación de 133.71 Kg de N y un nivel de 61.41 Kgs. de P (Máximo de Producción Física).

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR/UN.	TOTAL	%
INGRESOS					
Producción	Kg	13287.03	1.10	14615.73	100.00
TOTAL INGRESOS				14615.73	100.00
COSTOS					
COSTOS FIJOS TOTALES				2206.27	100.00
COSTOS VARIABLES					
Transporte	Kg	13287.03	0.01	132.87	33.08
Fertilizantes:					
Urea	Kg	290.67	0.64	186.03	46.31
Super fosfato Triple	Kg	133.50	0.62	82.77	20.61
COSTO VARIABLE TOTAL				401.67	100.00
COSTOS TOTALES				2607.94	100.00
MARGEN BRUTO					
Ingresos totales menos costos totales				12007.79	100.00
TOTAL MARGEN				12007.79	100.00

Cuadro 12. Producción, ingresos y costos por hectárea del cultivo de maíz dulce en jilotillo, a un nivel de aplicación de 133.42 Kg de N y un nivel de 60.17 Kgs. de P (Máximo de Producción Económica).

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR/UN.	TOTAL	%
INGRESOS					
Producción	Kg	13285.26	1.10	14613.78	100.00
TOTAL INGRESOS				14613.78	100.00
COSTOS					
COSTOS FIJOS TOTALES				2206.27	100.00
COSTOS VARIABLES					
Transporte	Kg	13227.07	0.01	132.27	33.15
Fertilizantes:					
Urea	Kg	290.05	0.64	185.63	46.52
Super fosfato Triple	Kg	130.8	0.62	81.10	20.32
COSTO VARIABLE TOTAL				399.00	100.00
COSTOS TOTALES				2605.27	100.00
MARGEN BRUTO					
Ingresos totales menos costos totales				12008.51	100.00
TOTAL MARGEN				12008.51	100.00

C.- Niveles óptimos de nitrógeno para máxima producción física dados diferentes Niveles de Fósforo

Para determinar los niveles de N necesarios para maximizar la producción física, dados diferentes niveles fijos de P, se obtiene matemáticamente el punto máximo de la

función de producción para lo cual es necesario que exista la condición :

$$\frac{\delta Y}{\delta N} = 0$$

O sea que la primera derivada parcial de la función con respecto a N sea igual a cero.

$79.042 - 0.633816N + 0.091818P = 0$, por lo que

$N = 124.70812 + 0.14487P$

Con esta ecuación podemos determinar los niveles necesarios de N, para alcanzar la óptima producción física para diferentes niveles de P. En el cuadro 13 se presentan la producción, costos e ingresos respectivos para 4 niveles de P (0, 75, 100, 125 Kg/há de P).

Cuadro 13. Producción, Ingresos y Costos (Lps./ha.) a Determinados Niveles de N Encontrados a Niveles Fijos de P para Alcanzar Máxima Producción Física, Ensayo EAP. 1990.

NIVELES P	N	PRODUCCION HECTAREA	INGRESOS HECTAREA	COSTOS FIJOS	TRANSPORTE	COSTOS FERT.	COSTOS TOTALES	MARGEN
0	124.71	11130.39	12243.42	2206.27	111.30	173.85	2491.42	9752.01
75	135.57	13193.60	14512.96	2206.27	131.94	289.56	2627.77	11885.19
100	139.20	12481.55	13729.70	2206.27	124.82	328.15	2659.23	11070.47
125	142.82	11069.59	12176.54	2206.27	110.69	366.72	2683.68	9492.87

D.- Niveles óptimos de fósforo para máxima producción física dados diferentes niveles fijos de nitrógeno

De manera similar al cálculo del inciso anterior, para determinar los niveles de P para alcanzar los máximos de

producción física dados niveles fijos de N, es necesario que exista la condición :

$$\frac{\delta Y}{\delta P} = 0$$

Esto significa que la primera derivada parcial de la función con respecto a P sea igual a cero.

$$58.131 + 0.091818N - 1.3304P = 0$$

$$P = 43.694 + 0.06902N$$

Dada la anterior ecuación se determinaron los niveles de aplicación de P considerando diferentes niveles fijos de N (0, 100, 150, 200 Kg/há), los cuales se presentan en el Cuadro 14 junto a su producción, ingresos y costos.

Cuadro 14. Producción, ingresos y costos (Lps./ha) a determinados niveles de P encontrados a niveles fijos de N para alcanzar máxima producción física, Ensayo EAP. 1990.

NIVELES N	P	PRODUCCION HECTAREA	INGRESOS HECTAREA	COSTOS FIJOS	TRANSPORTE COSTOS FERT.	COSTOS TOTALES	MARGEN
0	43.69	11069.59	12176.54	2206.27	110.70	58.59	2375.55	9800.99
100	50.59	12904.42	14194.86	2206.27	129.04	207.24	2542.56	11652.31
150	54.05	13143.95	14458.34	2206.27	131.44	281.58	2619.29	11839.05
200	57.50	11806.17	12986.78	2206.27	118.06	355.91	2680.24	10306.55

E.- Niveles óptimos de nitrógeno para máxima producción económica dados diferentes niveles fijos de fósforo

Para determinar estos niveles es necesario que el VPM_N sea igualado al precio del N. Es decir que

$$VPM_N = P_N$$

Lo anterior corresponde a :

$86.9462 - 0.6972N + 0.101P = 1.394$

$N = 122.70826 + 0.14487P$

Con esta ecuación se obtuvieron los niveles de N presentados en el Cuadro 15. Además, en el mismo cuadro se presenta la producción, ingresos y costos asociados con esos niveles de producción usando diferentes niveles de P (0, 75, 100 y 125 Kg/há de P).

Cuadro 15. Producción, ingresos y costos (Lps./ha) a determinados niveles de N encontrados a niveles fijos de P para alcanzar máxima producción económica, Ensayo ESP. 1990.

NIVELES P	N	PRODUCCION HECTAREA	INGRESOS HECTAREA	COSTOS FIJOS	TRANSPORTE COSTOS FERT.	COSTOS	COSTOS TOTALES	MARGEN
0	122.24	11130.23	12243.25	2206.27	111.30	170.40	2487.97	9755.28
75	136.62	13192.64	14511.90	2206.27	131.93	291.02	2629.22	11882.68
100	137.20	12481.51	13729.66	2206.27	124.82	325.41	2656.50	11073.16
125	140.87	11069.59	12176.54	2206.27	110.70	363.99	2680.96	9495.59

F.- Niveles óptimos de fósforo para máxima producción económica dados diferentes niveles fijos de nitrógeno

Estos niveles fueron determinados después de igualar el VPM_p al P_p. Esto es :

$VPM_p = P_p$,

lo que nos resulta en :

$63.9441 + 0.101N - 1.46344P = 1.341$

$P = 42.778 + 0.06902N$

A partir de esa ecuación, pueden ser determinados los

niveles de P necesarios para alcanzar el óptimo de producción económica dados diferentes niveles de N. El Cuadro 16 muestra un resumen de la producción, costos y beneficios logrados a cada nivel evaluado (0, 100, 150 y 200 Kg/há de N).

Cuadro 16. Producción, Ingresos y Costos (Lps./ha.) a Determinados Niveles de P Encontrados a Niveles Fijos de N para Alcanzar Máxima Producción Económica, Ensayo EAP. 1990.

NIVELES N	P	PRODUCCION HECTAREA	INGRESOS HECTAREA	COSTOS FIJOS	TRANSPORTE	COSTOS FERT.	COSTOS TOTALES	MARGEN
0	42.78	7685.63	8454.19	2206.27	76.86	57.37	2340.49	6113.70
100	49.68	12894.86	14184.34	2206.27	128.95	206.02	2541.24	11643.10
150	53.13	13133.66	14447.02	2206.27	131.34	280.35	2617.95	11829.07
200	56.58	11795.26	12974.78	2206.27	117.95	354.67	2678.89	10295.88

6.- Determinación de los niveles de nitrógeno y fósforo para maximizar producción con restricción de presupuesto o cantidad.

1.- Senda de expansión

La senda de expansión (SE) es definida por :

$$\frac{\frac{\delta Y}{\delta N}}{\frac{\delta Y}{\delta P}} = \frac{P_N}{P_P}$$

Lo anterior resulta en :

$$\frac{79.042 - 0.6338N + 0.091818P}{58.131 - 1.1330P - 0.091818N} = \frac{1.394}{1.341}$$

Resolviendo para N obtenemos :

SE = N = 25.546 + 1.74086P

La Figura 2 muestra la SE, además de las líneas frontera* que definen las etapas de producción de la función encontrada, esta senda de expansión se utiliza en la resolución de restricción de presupuesto y cantidad estipulada a producir.

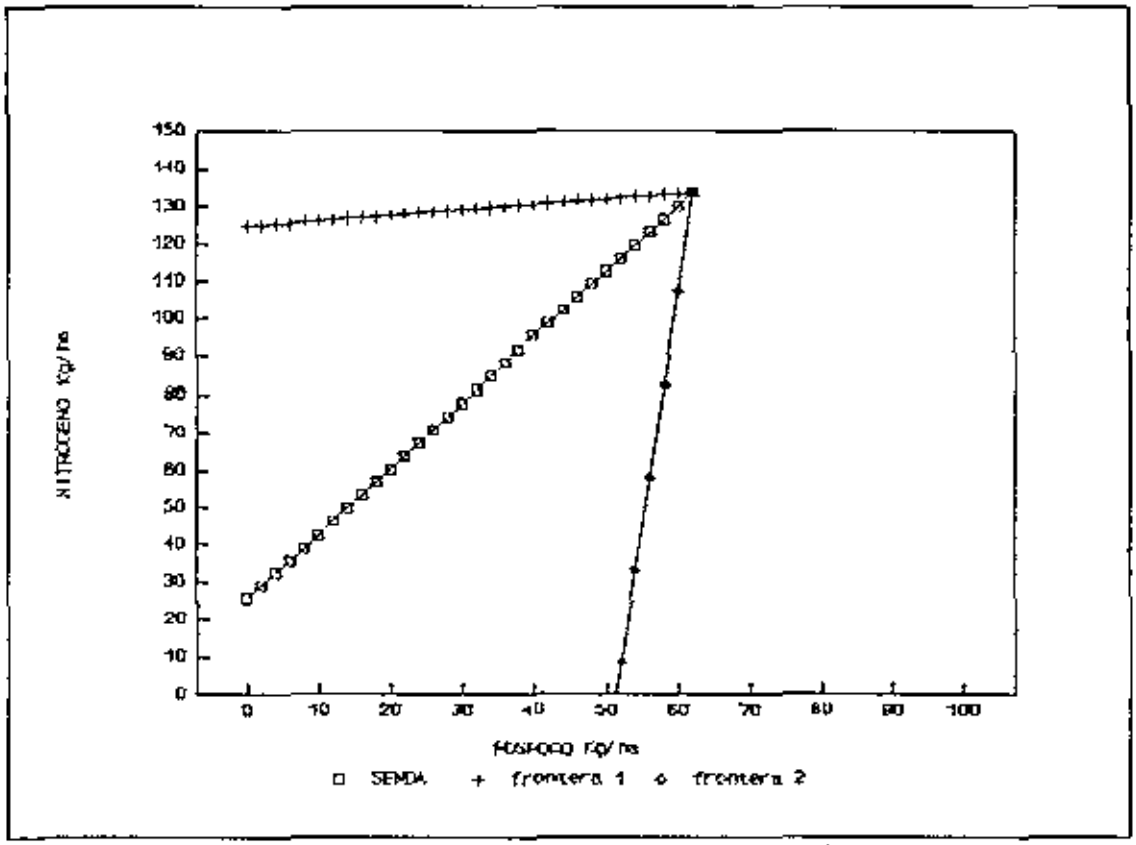


Figura 2. Senda de expansión y líneas frontera para la función de producción.

* Las ecuaciones para las líneas frontera de N y P son respectivamente :
N = 124.7093 + 0.14487P
N = -633.080 + 12.3396P

2.- Presupuesto

Este debe ser determinado en base a las disponibilidades de efectivo. Para el presente estudio se considera que se cuenta con Lps. 150.00 por hectárea (M = 150) para la compra de fertilizantes nitrogenados y fosforados.

La ecuación de Isocosto (ISC) se obtiene a partir de igualar la función de costo variable al presupuesto dado.

$CV = P_N N + P_P P$

$CV = 1.394N + 1.341P$

M = Presupuesto máximo.

$CV = M$

$$N = \frac{150}{1.394} - 0.94268P$$

$N = 107.60 - 0.94268P$

La figura 3 muestra la línea de ISC para el presupuesto de 150 Lps./há, que corresponde al presupuesto usado (restricción) en la producción cuando hay un presupuesto máximo.

3.- Maximización de producción con restricción de presupuesto.

Para obtener el máximo restringido se necesita resolver simultáneamente la ecuación de la senda de expansión y la ecuación de isocostoSustituyendo M = 150 en ISC obtenemos

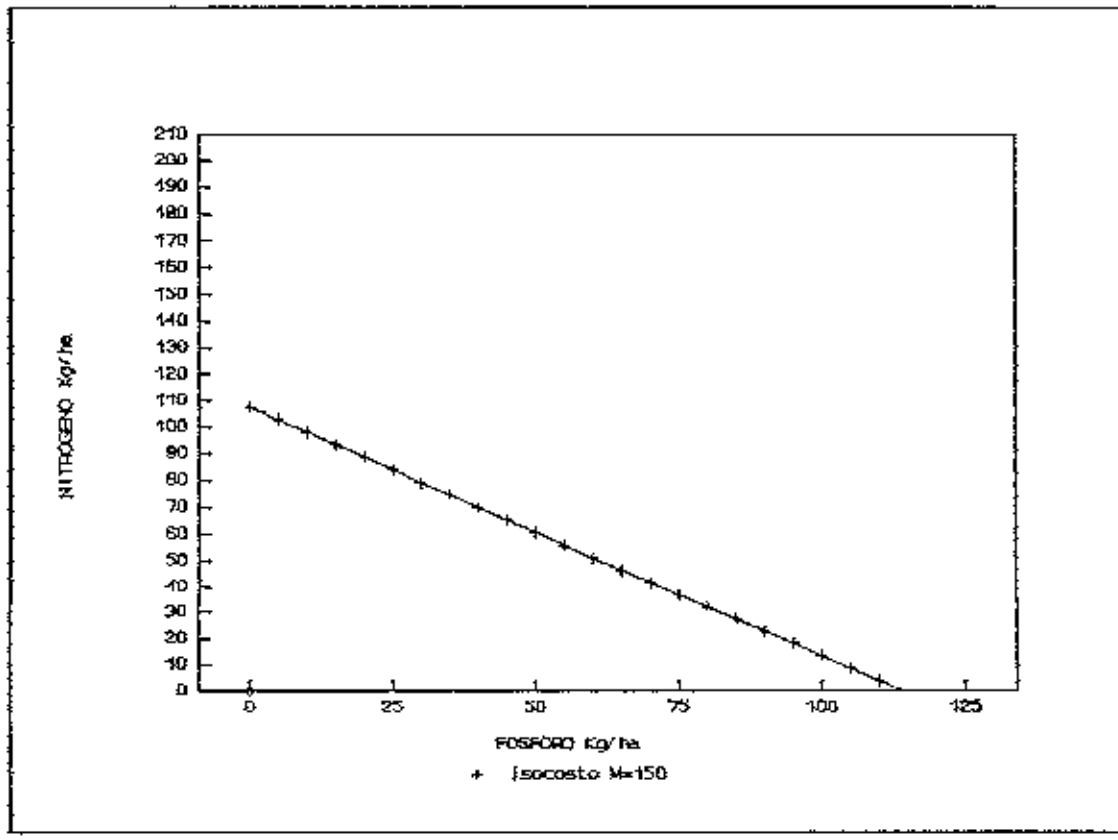
$N = 107.60 - 0.96198P$

Previamente obtuvimos la SE :

N = 25.546 + 1.74086P

Resolviendo simultáneamente ambas ecuaciones obtenemos los niveles de N y P necesarios para maximizar ganancias dado un presupuesto de 150 Lps./há.

La resolución gráfica es presentada en la figura 4. El cuadro 17 muestra un resumen de la producción, ingresos y costos alcanzado al nivel encontrado. Puede notarse que el gasto total por concepto de compra de fertilizantes es de Lps. 150.00 (Lps. 106.30 para N y Lps. 43.70 para P), que es lo que buscábamos. A ese nivel de aplicación de N y P se alcanza una producción de 11,931.91 Kg/há de jilotillo.



Fogura 3. Línea de isocosto para un presupuesto de 150 Lps./há.

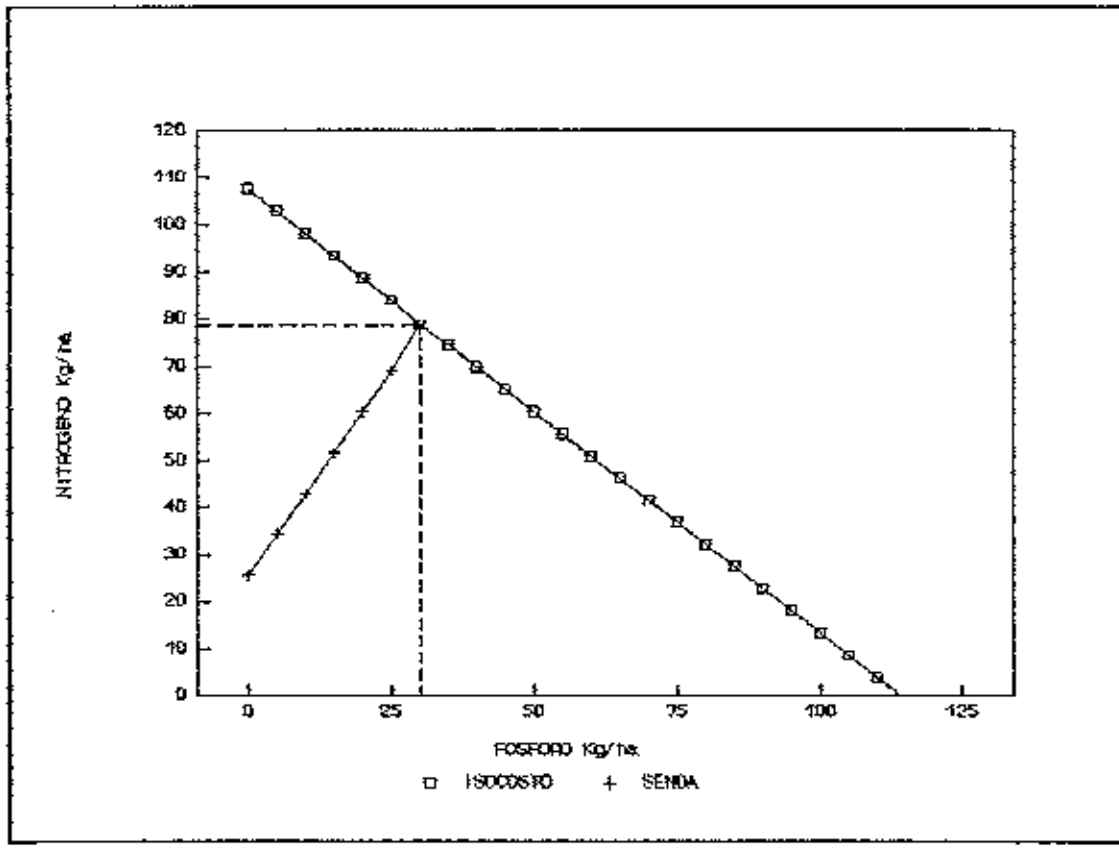


Figura 4. Resolución gráfica para determinar los niveles de N y P dado un presupuesto.

4.- Cantidad a producir

En algunas ocasiones es necesario producir una cantidad determinada de jilotillo para cubrir las necesidades internas, por lo que resulta también necesario determinar a que niveles de N y P se minimizan los costos para producir dicha cantidad.

Como se mencionó, la producción requerida (Y_R) debe ser determinada en base a las necesidades internas de la EAP. Con fines puramente explicativos, en el presente estudio se asumirá que Y_R será de 11,931.91 Kg/há, que es la cantidad que se obtuvo cuando se estimaron las cantidades de N y P para un presupuesto de Lps. 150.

La ecuación de la Isocuanta (ISQ) se obtiene a partir de igualar la función de producción (Y) a la producción requerida (Y_R).

Esto es :

$Y = Y_R$, donde

$Y=6,235.589+79.042N-0.31908N^2+58.131P-0.56652P^2+0.091818NP$

Y_R = Producción Requerida en Kg/há

Así obtenemos :

$Y_R=6,235.589+79.042N-0.31908N^2+58.131P-0.56652P^2+0.091818NP$

Reescribiendo la ecuación y resolviendo para N obtenemos la ecuación de ISQ :

$$ISQ = N = \frac{123.859 + 0.14388P \pm (14206.245 + 88.70807P - 0.71463P^2 - 1.2762\ Y_R)^{1/2}}{-0.6318}$$

La figura 5 presenta la Isocuanta la producción de 11,931.91 Kg/há (ejemplo).

5.- Minimización de costos con una restricción en la cantidad a producir

En el momento que se tiene restricción de cantidad a producir se resuelve simultáneamente la ecuación de la ISQ y la senda de expansión.

Sustituyendo Y_R = 11,931.91 en ISQ obtenemos :

$$N = \frac{123.859 + 0.14388P + (-1021.25854 + 88.7087P - 0.71463P^2)^{1/2}}{-0.63816}$$

Anteriormente definimos la ecuación de la SE :

$N = 25.546 + 1.74086P$

Resolviendo simultáneamente ambas ecuaciones obtenemos los niveles de N y P que minimizan los costos para obtener una producción de 11,931.91 Kg/há. Estos niveles son :

N = 76.25 Kg/há

P = 32.59 Kg/há

Puede notarse que debido a que una cantidad de 11,931.91 Kg/há como $Y_{..}$ estos niveles son los mismos que los encontrados para un M = 150.00 Lps./há. La figura 6 muestra la resolución gráfica.

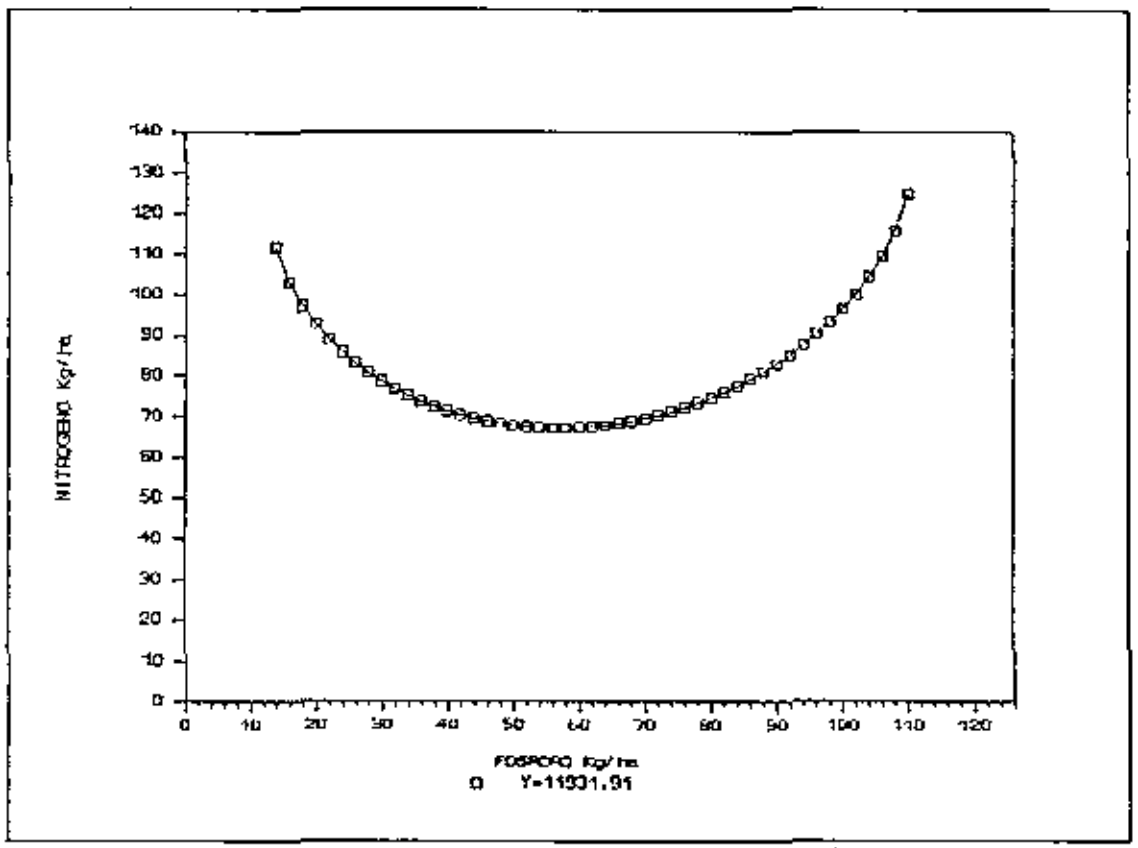


Figura 5. Curva de isocuanta para la producción de 11,931.91 Kg/há.

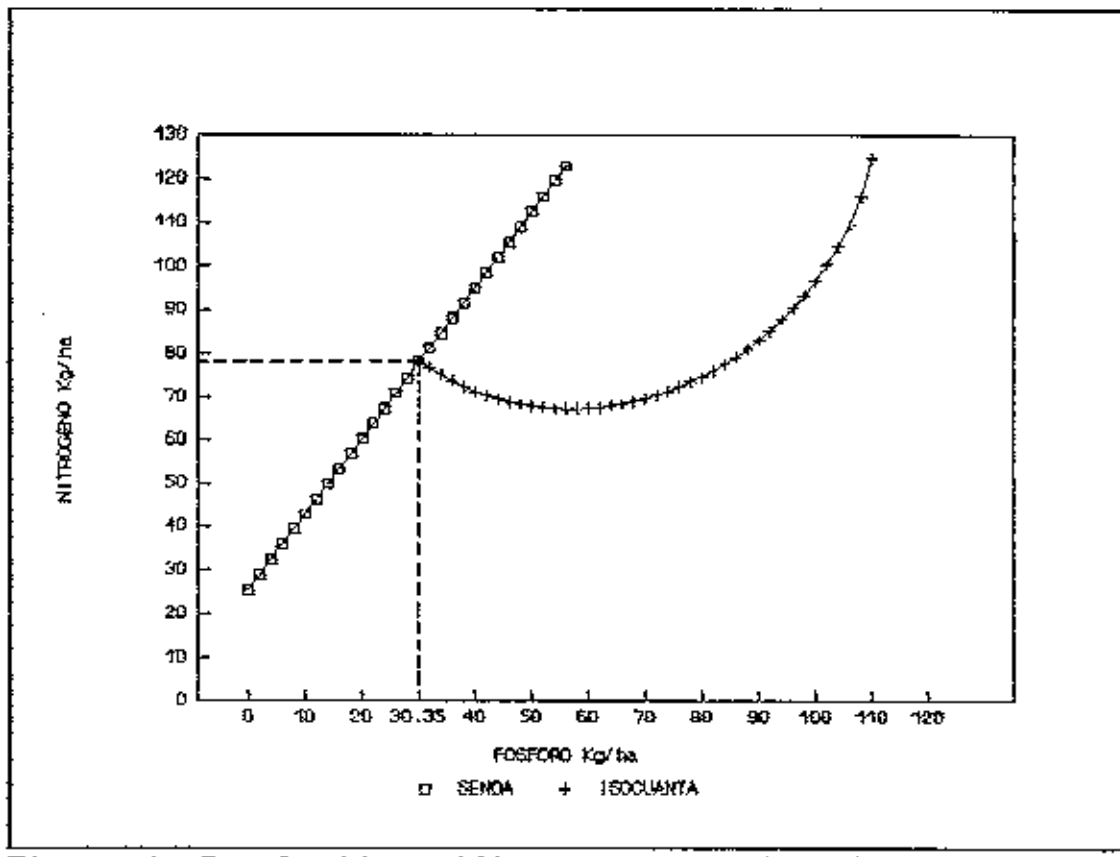


Figura 6. Resolución gráfica para encontrar N y P con una producción deteminada.

Cuadro 17. Produccion, ingresos y costos por hectárea del cultivo de maiz dulce en jilotillo obtenidos dado un M = 150. Ensayo EAP. 1990.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR/UN.	TOTAL	%
INGRESOS					
Produccion	Kg	11928.34	1.10	13121.17	100.00
TOTAL INGRESOS				13121.17	100.00
COSTOS					
COSTOS FIJOS TOTALES				2206.27	100.00
COSTOS VARIABLES					
Transporte	Kg	11928.34	0.01	119.28	43.87
Fertilizantes:					
Urea	Kg	167.75	0.64	107.36	39.48
Super fosfato Triple	Kg	73.01	0.62	45.27	16.65
COSTO VARIABLE TOTAL				271.91	100.00
COSTOS TOTALES				2478.18	100.00
MARGEN BRUTO					
Ingresos totales menos costos totales				10642.99	100.00
TOTAL MARGEN				10642.99	100.00

VI. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Se analizó la variación en los resultados que se obtendrían al modificarse tanto el precio de los insumos (N y P), como del producto (jilotillo).

Se supusieron cambios en el precio del producto hasta por un ± 15 % del precio real. Estos precios corresponden a los mínimos y máximos pagados por el mismo.

En cuanto a los insumos (N y P), se consideró improbable su baja de precio en relación al actual, por lo que se evaluaron 3 posibles aumentos de 20 %, 40 % y 60 % considerando, también que los cambios ocurrían al mismo momento para ambos factores.

El Cuadro 18 muestra los resultados obtenidos. Se puede observar que a medida disminuye el precio del producto y aumenta el precio de los insumos, los ingresos disminuyen en mayor proporción que si solo uno de los cambios estuviera presente. Al aumentar el precio de los jilotillos el ingreso sube. Cambios que son proporcionales a los insumos y producto no afectan los ingresos encontrados.

Cuadro 18. Análisis de sensibilidad para cambios en los precio de los insumos y del producto. Ensayo EAP. 1990.

I N G R E S O S P O R H E C T A R E A			
Incremento en Precio del Fertilizante	Precio del Jilotillo		
	0.94	1.10	1.27
20 %	9828.94	11901.24	14213.08
40 %	9775.59	11847.90	14159.74
60 %	9722.25	11794.56	14106.39

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A.- Conclusiones

1.- Se encontró que la función que mejor se ajustaba a los datos observados para los factores estudiados, era una función cuadrática.

2.- El nivel óptimo de aplicación de N y P para obtener el máximo rendimiento físico para el maíz dulce en jilotillo var. Pajimaca se obtuvo a un nivel de 133.71 Kg/há de N y 61.41 Kg/há de P, por lo que al sobrepasar esta combinación no se aumentan los rendimientos marginales, sino por el contrario, estos decrecen.

3.- Con los precios existentes durante el desarrollo del experimento, el nivel de N y P para obtener el máximo de beneficio económico se alcanzó a 133.42 Kg/há de N y 60.17 Kg/há de P aplicar niveles superiores, aumenta la producción hasta cierto nivel, pero se reducen los beneficios obtenidos.

4.- Cuando se cuenta con restricciones de capital y se desea maximizar la producción se puede resolver despejando simultaneamente la ecuacion de costos con la senda de expansion.

5.- Si en algún momento se cuenta con restricción de producir una cantidad determinada y minimizar costos se realiza despejando simultáneamene la Isocuanta con la senda

de expansion. Desde cualquier punto de vista, no se deben sobrepasar los niveles de aplicación que sobrepasen las dosis necesarias de N y P para máxima producción física, pues se tendrían rendimientos decrecientes (Etapa III de la función de producción).

6.- Al contar con poca disponibilidad de un factor o capital siempre resultó más beneficioso optar por una combinación que se encuentre a lo largo de la línea de la senda de expansión que representa todos los puntos óptimos a diferentes niveles de producción.

7.- Los niveles de N y P encontrados para máxima producción física y los encontrados para máximo económico, además de los rendimientos observados a esos niveles fueron muy similares.

8.- Al producirse cambios proporcionales en los precios de los insumos y del producto la relación no varía, por lo que se obtienen los mismos ingresos. Aumentos en el precio del jilotillo aumentan los ingresos y, por el contrario, aumentos en los precios del N y el P las disminuyen. Las dosis encontradas son estables a cambios en los precios de los insumos como del producto.

B.- Recomendaciones

1.- Dependiendo de la disponibilidad tanto de fertilizantes como de capital, se deben emplear los niveles de N y P que maximicen la utilidad obtenida por hectárea de cultivo en la siembra de maíz dulce en jilotillo var. Pajimaca.

2.- Si por alguna razón no se pueden aplicar los niveles de N y P que maximicen la función, en ningún momento se debe tratar de compensar la falta de un factor con el exceso del otro, porque no se incrementarán los rendimientos, mas bien se verán reducidos.

3.- Al contar con una restricción en la disponibilidad de uno de los dos factores se deberá aplicar una cantidad tal que el segundo factor maximice la función, dados los niveles de restricción del primero.

4.- Bajo ninguna circunstancia se debe sobrepasar la cantidad de 133.71 Kg/há de N y 61.41 Kg/há de P en el cultivo de maíz dulce var. Pajimaca en al EAP.

5.- La información obtenida en este experimento en la EAP, puede servir de base para que en años futuro se realicen ensayos similares para obtener información de varios años y asi reducir el error experimental debido a factores como el clima, contenido de nutrientes en el suelo, época de siembra, densidad de siembra, incidencia de plagas.

VIII. RESUMEN

Se condujo un ensayo en la Escuela Agrícola Panamericana, con el fin de encontrar una función de superficie de respuesta a la fertilización nitrogenada y fosforada del cultivo de maíz dulce en jilotillo var. Pajimaca y evaluar la producción siguiendo la metodología del análisis económico para liberar recomendaciones, tanto técnicas como económicas sobre los niveles óptimos de aplicación de N y P.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados, con un arreglo factorial de 4 X 4 X 4 (16 tratamientos y 4 repeticiones).

El análisis estadístico se realizó por medio de regresión múltiple basándose en el r^2 y en varias comparaciones gráficas se ajustó una función del tipo cuadrático con interacción de los dos factores la cual se muestra a continuación :

$Y=6,235.589+79.042N-0.31908N^2+58.131P-0.56652P^2+0.091818NP$

Se obtuvo un C.V. de 17.71%.

Los niveles encontrados fueron :

Para máxima producción física :

N = 133.71 Kg/há

P = 61.41 Kg/há

Para óptima producción económica :

N = 133.42 Kg/há

P = 60.17 Kg/há

Además se obtuvierón las ecuaciones para la senda de expansión, la cual resultó ser N = 25.546 + 1.74086P, para la curva de isocosto ISC = M/1.394 - 0.94268P y para la curva de isocuanta la que resultó ser :

$$N = 123.859 + 0.143888P \pm \frac{(14206.245 + 88.7888P - 0.71463P^2 - 1.2762\ Y_R)^{1/2}}{-0.6318}$$

También se muestra el análisis dadas diferentes restricciones (de insumos, de capital y de producción), asi como un análisis de sensibilidad a cambios de precios.

IX.- BIBLIOGRAFIA

1.- ALVARADO, ALFONSO. Guía para el Productor de Maíz. IDIAP. 13 pp.

2.- ANDERSON, R. G. Como Satisfacer las Necesidades Alimentarias Mundiales. CIMMYT-PURDUE. 12 pp.

3.- BARO, MARCO LORENZO. Manual de Tierras y Fertilizantes. Ed. Aedos,Barcelona. 227 pp.

4.- BEAR, E. FIRMAN., Suelos y Fertilización. Trad. del inglés por Jorge Bozal. Ed. OMEGA, Barcelona. 458 pp.

5.- BRESANI, RICARDO. La importancia del Maíz en la Nutrición Humana en América Latina y otro Paises. INCAP. 16pp.

6.- CAJAR, S., UREÑA; L. y ARAIZ, R., 1972. Estudio sobre densidades de siembra de maíz de 3 localidades. In PCCMA XXIII Reunión anual. Nicaragua. 45 pp.

7.- CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DEL MAIZ Y TRIGO., 1980.La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México, D. F., CIMMYT. 79 pp.

8.- COOKE, G. W., 1987. Fertilizantes y sus usos. Trad. del inglés por Alonso Blackaller Váldez. México, D. F., CONTINENTAL. 180 pp.

9.- COLYER, D. y KROTH, M., 1968. Corn yield response and economic optimun for nitrogen treatements and plant population over a seven year period. Agronomy Journal. v(60):524-529.

10.- CURRY, PEDRO A., Evaluación Económica de la Respuesta de Maíz Hibrido H-27 a la aplicación de diferentes Niveles de Fertilización Nitrogenada y Fosforada en La Escuelaa Agricola Panamericana. Tesis Ing. Agr., El Zamorano, Honduras, EAP. 96 pp.

11.- DURAN, J. ALBERTO. 1990. Efecto de seis densidades de siembra y Evaluación de Dos Niveles de N sobre el rendimiento de Jilotillo (Zea Mays L.) cv. " Golden Baby " (sin publicar)

12.- ESPINOZA, E., 1973. Densidad de población en 4 variedades de maíz de diferentes caracteristicas. In PCCMCA:XIX Reunión anual. San José, Costa Rica.

13.- FAO. 1981. Production year book. Vol. 34. FAO, Roma. 823 pp.

14.- FAO. 1980. Los fertilizantes y su empleo. Roma, FAO. 54 pp.

15.- FAO. 1980. Los niveles de producción Agrícola y el empleo de Fertilizantes.FAO, Roma. 54 pp.

16.- FAO. 1970. Estimación de las superficies y los rendimientos de los cultivos. Roma, FAO. 54 pp.

17.- FAO. 1966. Estadística de la respuesta de los cultivos al abonado. Roma, FAO. 110 pp.

18.- FINCK, ARNOLD. Fertilizantes y Fertilización. Ed. Reverte, Barcelona. 439 pp.

19.- GANDARILLAS, M., 1970. Prueba critica del ajustado de diferentes modelos a la respuesta de trigo de invernadero bajo cuatro factores ambientales controlados. Tesis de Maestría en Ciencias. Chapingo, México. CP ENA. 172 pp.

20.- GROS, ANDRE. Abonos. Sexta edición. Ed MUNDIPRENSA, Madrid. 585 pp.

21.- INSTITUTO DE LA POTASA. s.f., Vademecum de la potasa. Hannover, Alemania Occidental. s. n. t. 88 pp.

22.- JONHSON, R. y FINLEY, R. s. f. Yield precipitation relationship and some suggested strategies for the transitions área of Nebraska. s. n. t. pp. 1232-1237.

23.- KRANTZ, B. et al., 1974. Cropping pattern for increasing and stabilizing agricultural production in the semi-arid tropics.In International workshops on farming sistems, Hyderabad,India. pp 217 - 248.

24.- LAIRD, R. J. y LIZARRAGA, H. HECTOR. 1972. Fertilizantes y Fertilización óptima de plantas de Maíz de temporal en Jalisco. Secretaria de Agricultura y Ganadería. México. 61 pp.

25.- LLANOS, M., 1984. El Maíz, su cultivo y su aprovechamiento. Madrid, España, Ed. MUNDIPRENSA. 318 pp.

26.- LUCHISINGER, A., 1975. Relación entre el rendimiento y sus factores en líneas e híbridos de maíz a dos densidades de siembra. Chile , Universidad de Chile. Investigación Agrícola v(1):72.

27.- LOBO, O. A., 1988. Análisis Económico de diferentes niveles de aplicación de nitrógeno y fósforo en la fertilización del cultivo de maíz híbrido H-27 en La Escuela Agrícola Panamericana. Tesis Ing. Agr., El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 50 pp.

28.- MOSS, J.D. y MACK, H.J., 1979. Effect of Plant Density and Nitrogen Fertilizer on Sweet Corn. HortScience. 14(2):176-177.

29.- MOYLE, S., NILLIAMS, J.y COUSTON, W., 1962. Los niveles de producción agrícola y el empleo de fertilizantes. Roma, FAO. Programa de fertilización. 54 pp.

28.- NATIONAL PLANT FOOD INSTITUTE., 1984. Manual de fertilizantes.Trad. del inglés por National Plant Food Institute. México,D. F., Ed. LIMUSA. 292 pp.

29.- OLSON, R., 1974. Using fertilizer Nitrogen on grain crops. Agricultural Exp. Sta. Bull. 479. Universidad of Nebraska.42 pp.

30.- POEY, R., 1988. Informe Final sobre la segunda etapa de la investigación sobre variedades y manejo agronómico del "Baby Corn " Fusades/Divagro, Nov. 1-15 pp.

31.- RODRIGUEZ, H. y LAIRD, J., 1977. Comparación de cuatro modelos matemáticos y de un modelo gráfico en la estimación de niveles óptimos económicos de fertilización en el cultivo de sorgo temporal en la zona oeste de el Bajio. In Agrociencia. Chapingo, México, CP ENA. pp. 155 -176.

32.- SEN, B., 1966. Preámbulo. In ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 1966. Estadísticas de la respuesta de los cultivos al abonado. Roma, FAO. 110 pp.

33.- SMITH, W. y PARKS, W., s. f. A method for incorporating probability into fertilizer recomendations. s.n.t. pp. 1511 - 1515.

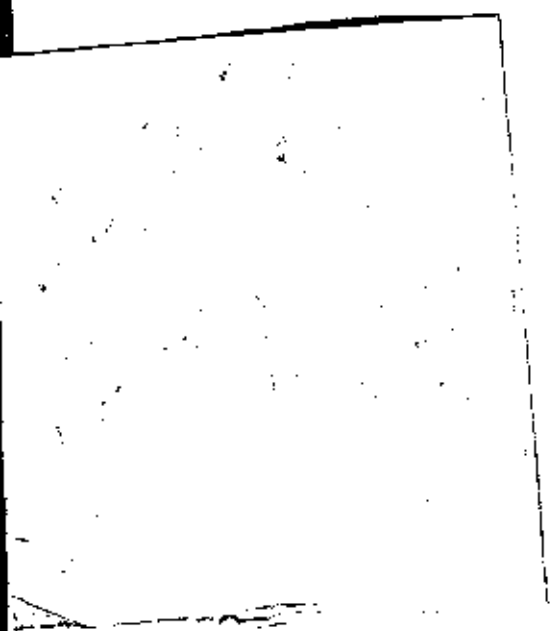
34.- VITOSH, M., LUCAS, R. y BLACK, R., 1974. Effect of nitrogen fertilizer on corn yield. Michigan, USA, MSU. Extension Bulletin Farm Sciences Series. #12. 6 pp.

35.- WROTHEN, L. EDMUND., 1970. Suelos Agrícolas su conservación y Fertilización. Trad. del inglés. Quinta edición. Ed, HISPANOAMERICANA. México, D. F. 416 pp.

36.- YODPETCH, CH. and BAUTISTA, O., 1983. Young Cob Corn: Suitable Varieties, Nutrtive Value and optimum Stage of Maturity. Phil. Agr. Jul-Sept. 66 : 232-244.

37.- ZAPATA, MARIO., 1974. Estudio de Epocas y Formas de Aplicación de Abonos Nitrogenados y Fosforados. Tesis Ing. Agr., CP. ENA. Lima, Perú. 66 pp.

X. ANEXOS.



Anexo 1. Precipitación, Temperaturas Máximas y Mínimas registradas durante el ensayo. EAP. 1990.

Mes	Precipitación (mm)	Temperaturas °C Máxima	Mínima
Diciembre	11.5	28.6	9
Enero	24.5	29.5	11
Febrero	7.7	31.2	12
Marzo	4.5	34.2	13

Fuente : Estación Metereológica de el Zamorano.

Anexo 2. Distribucion en el campo de los tratamientos usados en el ensayo. EAP, 1990.

0 - 75	150 - 75	0 - 125	150 - 0	R E P E T.
100 - 75	200 - 75	100 - 125	200 - 125	
200 - 100	150 - 125	200 - 0	100 - 0	
100 - 100	150 - 100	0 - 0	0 - 100	I
200 - 125	100 - 0	150 - 75	0 - 0	R E P E T.
100 - 100	150 - 100	0 - 75	100 - 125	
200 - 0	100 - 75	200 - 100	200 - 75	
150 - 125	150 - 0	0 - 125	0 - 100	II
200 - 0	100 - 0	100 - 75	150 - 100	R E P E T.
100 - 125	0 - 125	0 - 75	200 - 125	
0 - 100	150 - 75	200 - 75	0 - 0	
100 - 100	150 - 0	150 - 125	200 - 100	III
0 - 100	200 - 125	150 - 0	150 - 125	R E P E T.
150 - 100	100 - 0	100 - 100	100 - 125	
200 - 0	0 - 0	0 - 125	100 - 75	
200 - 100	200 - 75	150 - 75	0 - 75	IV

Anexo 3. Resultados obtenidos para la variable rendimiento, en la repetición I. Ensayo EAP. 1990.

Trat	Nivel N	Nivel P	Parcela Numero	Plantas Cosech.	Rend. Kg/ha
1	0	0	114	75	5716.67
2	0	75	101	79	5583.33
3	0	100	113	80	6133.33
4	0	125	103	81	7816.67
5	100	0	112	76	11900.00
6	100	75	108	75	13548.30
7	100	100	116	77	10850.00
8	100	125	106	80	13590.00
9	150	0	104	82	10148.30
10	150	75	102	83	12140.00
11	150	100	115	80	11100.00
12	150	125	110	79	12646.60
13	200	0	111	84	10650.00
14	200	75	107	81	11693.30
15	200	100	109	80	9125.00
16	200	125	105	82	12200.00

Anexo 4. Resultados obtenidos para la variable Rendimiento, en la repetición II. Ensayo EAP. 1990.

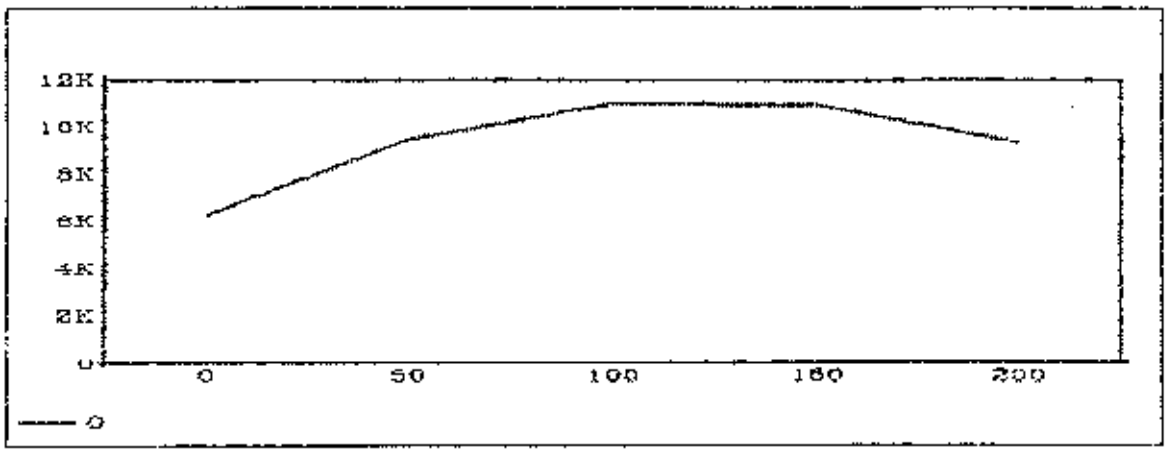
Trat	Nivel N	Nivel P	Parcela Numero	Plantas Cosech.	Rend. Kg/ha
1	0	0	204	82	6366.66
2	0	75	206	79	6116.67
3	0	100	213	81	6833.33
4	0	125	214	80	5350.00
5	100	0	202	77	12000.00
6	100	75	210	79	15010.00
7	100	100	208	75	8166.66
8	100	125	205	78	8973.33
9	150	0	215	76	12656.60
10	150	75	203	80	12421.60
11	150	100	207	79	17116.60
12	150	125	216	83	11206.60
13	200	0	209	80	7510.00
14	200	75	212	79	9766.66
15	200	100	211	81	10126.60
16	200	125	201	84	11645.00

Anexo 5. Resultados obtenidos para la variable Rendimiento, en la repetición III. Ensayo EAP. 1990.

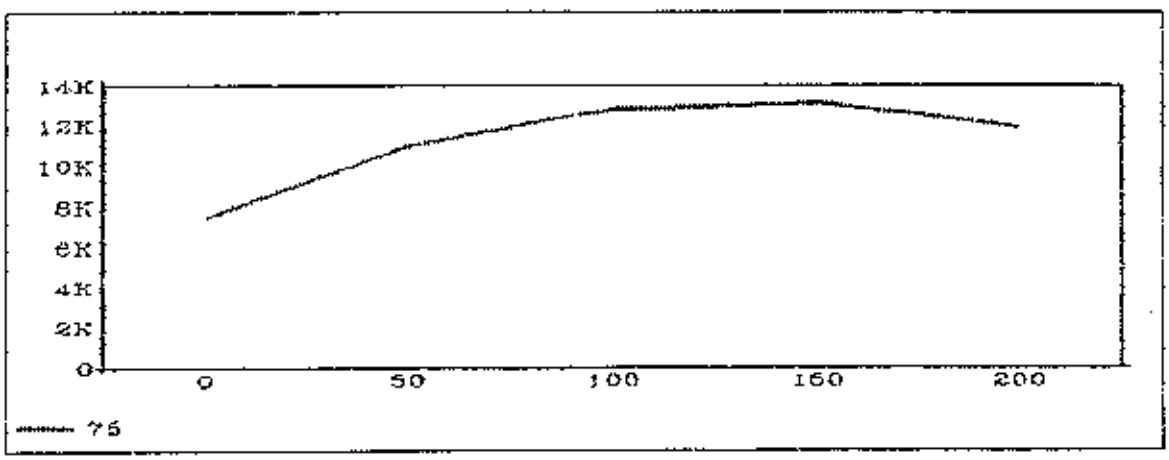
Trat	Nivel N	Nivel P	Parcela Numero	Plantas Cosech.	Rend. Kg/ha
1	0	0	312	81	6050.00
2	0	75	306	79	7883.33
3	0	100	309	82	5826.67
4	0	125	307	81	6083.33
5	100	0	302	80	11161.60
6	100	75	303	74	13850.00
7	100	100	316	76	9981.66
8	100	125	308	78	7880.00
9	150	0	315	81	10530.00
10	150	75	310	78	11933.30
11	150	100	304	79	12766.60
12	150	125	314	77	10995.00
13	200	0	301	75	7006.66
14	200	75	311	79	14808.30
15	200	100	313	80	9691.66
16	200	125	305	81	9341.66

Anexo 6. Resultados obtenidos para la variable Rendimiento, en la repetición IV. Ensayo EAP. 1990.

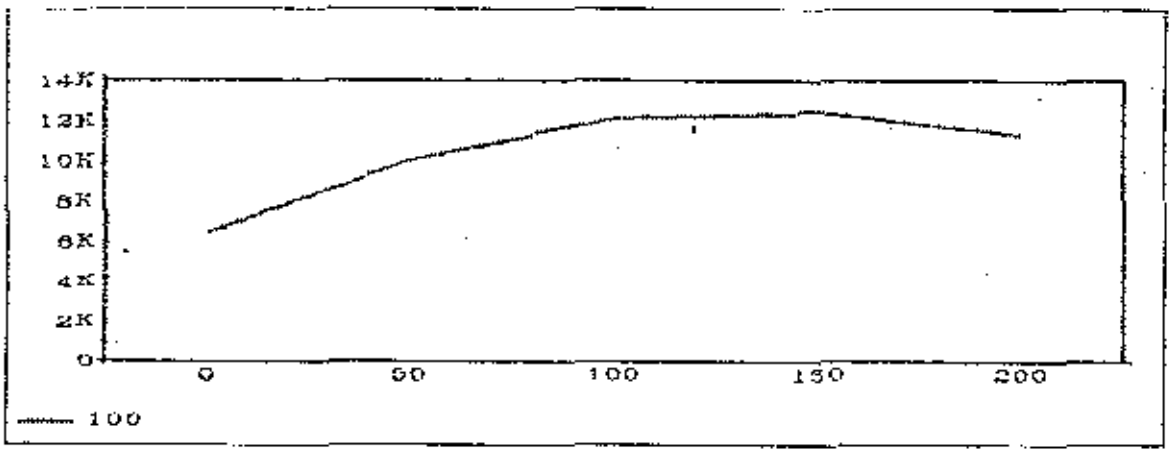
Trat	Nivel N	Nivel P	Parcela Numero	Plantas Cosech.	Rend. Kg/ha
1	0	0	410	81	6800.00
2	0	75	413	79	6883.33
3	0	100	401	84	7116.66
4	0	125	411	76	5033.33
5	100	0	407	79	10145.00
6	100	75	412	75	11866.60
7	100	100	406	84	7883.33
8	100	125	405	82	4941.66
9	150	0	403	80	10440.00
10	150	75	414	80	24500.00
11	150	100	408	77	11586.60
12	150	125	404	78	15800.00
13	200	0	409	73	9756.66
14	200	75	415	80	12466.60
15	200	100	416	81	9450.00
16	200	125	402	79	7625.00



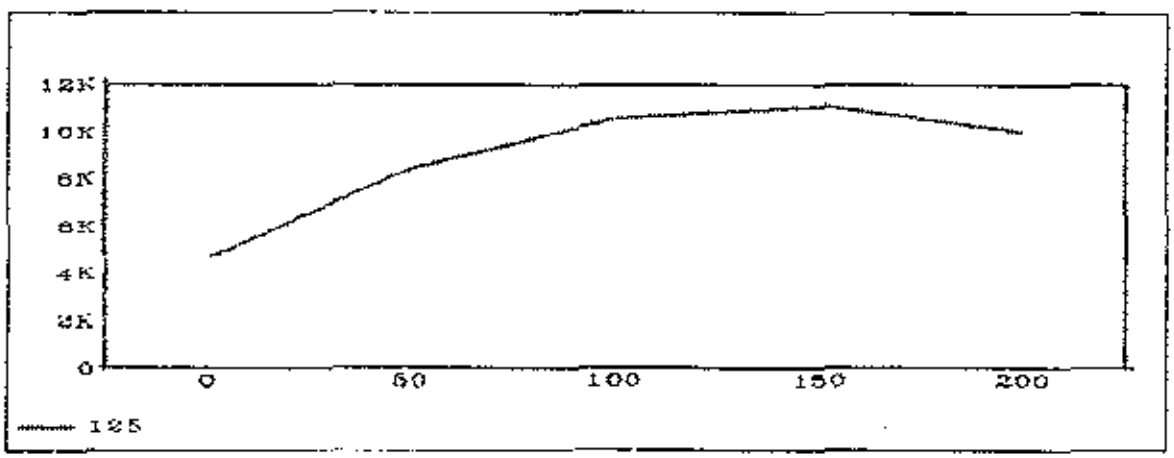
Anexo 7. Respuesta de cultivo de maiz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de N y a un nivel de aplicación de 0 Kg de P.



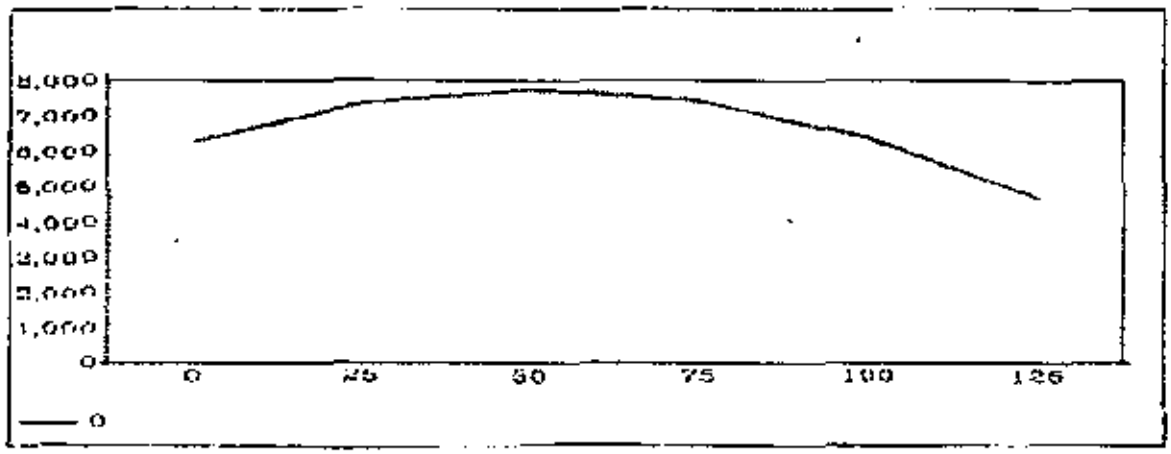
Anexo 8. Respuesta del cultivo de maiz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de N y a un nivel de aplicación de 75 Kg de P.



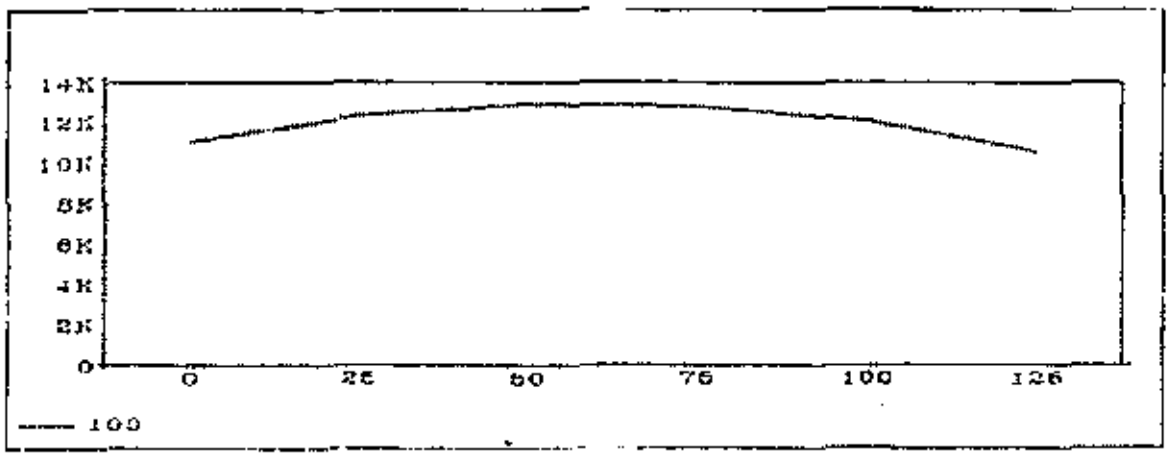
Anexo 9. Respuesta del cultivo de maíz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de N y a un nivel de aplicación de 100 Kg de P.



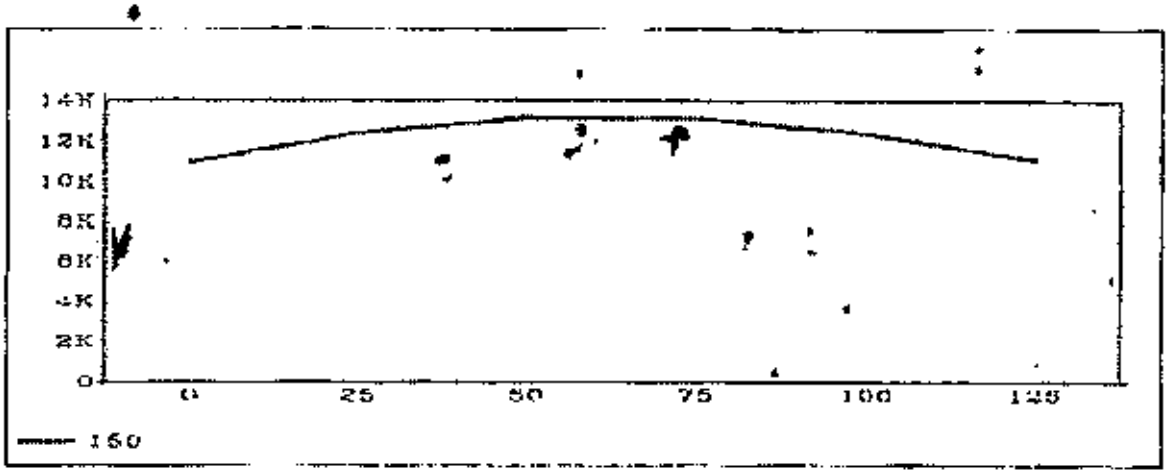
Anexo 10. Respuesta del cultivo de maíz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de N y a un nivel de aplicación de 125 Kg de P.



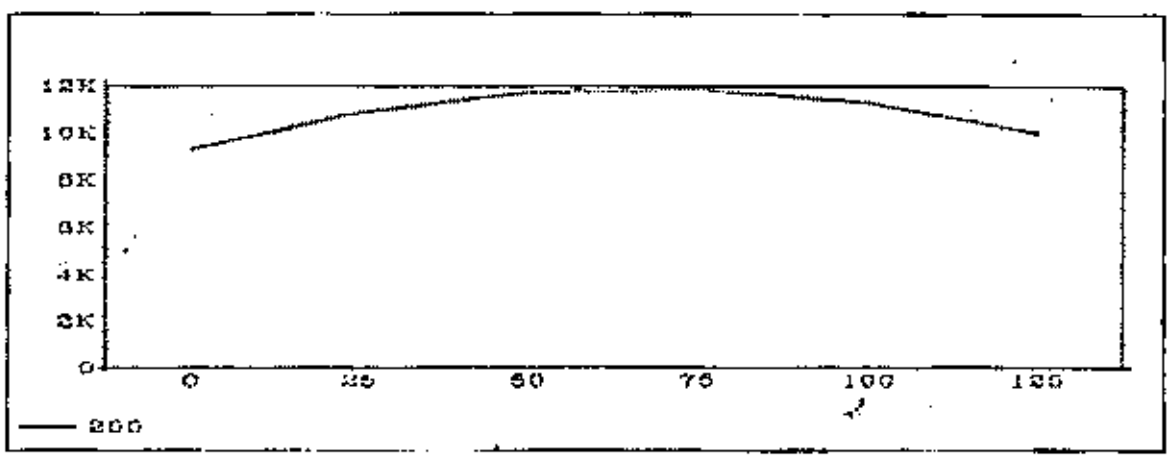
Anexo 11. Respuesta del cultivo de maiz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de P y a un nivel de aplicación de 0 Kg de N.



Anexo 12. Respuesta del cultivo de maiz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de P y a un nivel de aplicación de 100 Kg de N.



Anexo 13. Respuesta del cultivo de maiz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de P y a un nivel de aplicación de 150 Kg de N.



Anexo 14. Respuesta del cultivo de maiz dulce en jilotillo a diferentes niveles de aplicación de P y a un nivel de aplicación de 200 Kg de N.