

Evaluación de diferentes Dosis y Epocas
de Aplicación de Nitrógeno, y Métodos de
colocación del Fósforo sobre el rendimiento
del Maíz en El Zamorano, Honduras.

P O R

Jorge Doan Auhing Sánchez

TESIS

Inscripción:	534
FECHA:	28/1/91
ENCARGADO:	BEGICRA

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

LIBRERIS:	534
FECHA:	28/1/91
ENCARGADO:	BEGICRA

El Zamorano, Honduras
Abril, 1989

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUIGALPA HONDURAS

EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS Y EPOCAS DE APLICACION DE
NITROGENO, Y METODOS DE COLOCACION DEL FOSFORO SOBRE EL
RENDIMIENTO DEL MAIZ EN EL ZAMORANO, HONDURAS.

Por:
Jorge Iván Auhing Sánchez

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

Jorge Iván Auhing Sánchez

Abril - 1989

DEDICATORIA

- A mis padres: José Auhing Medina y
Angélica Sánchez de Auhing
Gracias por todo su amor,
su preocupación constante,
sacrificio y sus frases de
aliento durante toda mi vi-
da, siempre sacándome ade-
lante.
- A mis hermanos: Pepín, Javier, Freddy y en
especial a Víctor y Janeth
por brindarme su apoyo, ca-
riño y estímulo de supera-
ción. Gracias.
- A mi novia: Sibila Quiroz Congrains por
su ayuda, comprensión y ca-
riño en todo momento de mi
carrera.

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer de manera muy especial a los profesores y consejeros : Dr. Marciano Rodríguez y al Dr. Leonardo Corral, por su ayuda y amistad que me ofrecieron durante la realización de este trabajo.

A todo el personal que labora en el Departamento de Agronomía. A mis compañeros Cristóforo Arteaga, Juan Carlos Sáenz, Lenin Sabando por brindarme su ayuda.

A la AID por intermedio de la Fundación Wilson Popenoe y su presidente Ing. Rodolfo Arámbulo, por el apoyo económico recibido.

INDICE GENERAL

	Página
TITULO _____	i
DERECHOS DE AUTOR _____	ii
DEDICATORIA _____	iii
AGRADECIMIENTO _____	iv
INDICE GENERAL _____	v
INDICE DE CUADROS _____	vii
INDICE DE FIGURAS _____	viii
INDICE DE ANEXOS _____	ix
COMPENDIO _____	xi
I. INTRODUCCION _____	1
II. REVISION DE LITERATURA _____	4
A. Nitrógeno en el suelo _____	4
B. Epoca de aplicación del nitrógeno _____	6
C. Nitrógeno en la planta _____	9
D. Requerimiento de nitrógeno _____	11
E. Fósforo en el suelo _____	15
F. Colocación del fertilizante fosforado _____	16
III. MATERIALES Y METODOS _____	18
A. Ubicación del ensayo _____	18
B. Características del área ex- perimental _____	18
C. Material experimental _____	20
D. Manejo de los experimentos _____	20
E. Area de los ensayos _____	21
F. Fertilización _____	22
G. Cosecha _____	22
H. Diseño experimental _____	22
I. Tratamientos seleccionados _____	23
J. Análisis estadísticos _____	26
K. Datos tomados y estimados _____	26

IV.	RESULTADO Y DISCUSION _____	27
	A. Experimento 1 _____	27
	1. Análisis de las características altura de planta y altura de la primera mazorca _____	27
	2. Efecto del nitrógeno sobre los rendimientos _____	33
	3. Análisis de regresión, función de Producción _____	41
	4. Costos de Producción _____	42
	5. Análisis económico comparativo _____	45
	B. Experimento 2 _____	46
	1. Efecto de la colocación del fós- foro sobre la variable rendimien- to, altura de planta y altura de la primera mazorca _____	46
V.	CONCLUSIONES _____	49
VI.	RECOMENDACIONES _____	51
VIII.	LITERATURA CITADA _____	52
	DATOS BIBLIOGRAFICOS DEL AUTOR	
	APROBACION	

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Absorción de elementos nutritivos por el maíz durante un ciclo vegetativo _____	11
Cuadro 2. Condiciones meteorológicas que imperaron durante el desarrollo de los Experimentos 1 y 2. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	19
Cuadro 3. Cantidades de nitrógeno por aplicación según la dosis y el número de aplicación especificado para cada tratamiento, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	24
Cuadro 4. Epocas de aplicación de nitrógeno según el número de aplicaciones utilizadas, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	25
Cuadro 5. Métodos de colocación del fósforo en el suelo al momento de la siembra, Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	25
Cuadro 6. Análisis de varianza para altura de planta, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	28
Cuadro 7. Altura de planta (m) obtenida con diferentes niveles de nitrógeno, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	28
Cuadro 8. Análisis de varianza para altura de primera mazorca, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	30
Cuadro 9. Altura de primera mazorca (m) obtenida con diferentes niveles de nitrógeno, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	30
Cuadro 10. Matriz de correlaciones simples, entre las variables evaluadas en el Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	32
Cuadro 11. Análisis de varianza para rendimiento, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	34

Cuadro 12.	Rendimiento de maíz (kg/ha) obtenido con diferentes niveles de nitrógeno, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	34
Cuadro 13.	Rendimiento en grano (kg/ha) de las diferentes épocas de aplicación, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	35
Cuadro 14.	Rendimiento de grano (kg/ha) de maíz de cada uno de los tratamientos de niveles y número de aplicaciones y porcentajes de las diferencias con relación a la media de todos los tratamientos, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	40
Cuadro 15.	Costos fijos de producción en L./ha para el cultivo de maíz a un nivel tecnificado, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _	43
Cuadro 16.	Costos variables de producción en L./ha para el cultivo de maíz híbrido H-27 a un nivel tecnificado sin ninguna aplicación de N, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	44
Cuadro 17.	Resumen de costos totales de producción en L./ha para el cultivo de maíz híbrido H-27 a un nivel tecnificado y sin ninguna aplicación de N, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	44
Cuadro 18.	Producción, ingresos, costos y beneficios a determinados niveles de N, para comparar ganancias de cada nivel, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	45
Cuadro 19.	Cuadrados medio para las variables altura de planta, altura de la primera mazorca y rendimiento, Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	46
Cuadro 20.	Medias obtenidas para las variables rendimiento, altura de planta y altura de la primera mazorca, Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	47

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Curva de rendimiento promedio en kilogramo de grano por hectárea con relación a los diferentes niveles de nitrógeno con el ajuste cuadrático, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	36
Figura 2. Curva de rendimiento en kilogramos de grano por hectárea, en dos épocas de aplicación de nitrógeno, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	37
Figura 3. Curva de rendimiento en kilogramos de grano por hectárea, en tres épocas de aplicación de nitrógeno, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	38

INDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Efecto de los tratamientos en el rendimiento de la repetición I, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	55
Anexo 2. Efecto de los tratamientos en el rendimiento de la repetición II, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	55
Anexo 3. Efecto de los tratamientos en el rendimiento de la repetición III, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	56
Anexo 4. Efecto de los tratamientos en el rendimiento de la repetición IV, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	56
Anexo 5. Resultados obtenidos para la variable rendimiento, en la repetición I, Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	57
Anexo 6. Resultados obtenidos para la variable rendimiento, en la repetición II, Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	57
Anexo 7. Resultados obtenidos para la variable rendimiento, en la repetición III, Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	58
Anexo 8. Resultados obtenidos para la variable rendimiento, en la repetición IV, Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1988. _____	58

COMPENDIO

La importancia del cultivo de maíz en Honduras y otros países, proviene de su valor como alimento humano, además de proveer materia prima para diferentes industrias.

Entre los principales limitantes en el cultivo de maíz se anota el nitrógeno, el fósforo y otros elementos minerales, que son escasos en los suelos centroamericanos.

Los objetivos de este trabajo de investigación fueron:

- Estudiar niveles de nitrógeno que proporcionen una producción adecuada en el cultivo de maíz.
- Determinar el efecto que causa la aplicación del fertilizante nitrogenado en diferentes épocas de desarrollo del cultivo de maíz.
- Conocer cuál es la forma más eficiente de colocación de fósforo con respecto a su absorción en la planta.

El trabajo se realizó en las terrazas del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana. El genotipo de maíz que se empleó fue el híbrido H-27. Los tratamientos del Experimento 1, consistieron en cuatro dosis de nitrógeno con dos y tres aplicaciones de nitrógeno, siendo éstas 75, 150, 225 y 300 kg N/ha, con dos y tres aplicaciones en diferentes etapas del ciclo, a los 0 y 30 días y 0, 30 y 50 días después de la siembra.

En el Experimento 2 se evaluaron cuatro tratamientos de

fósforo: colocación del fósforo al voleo incorporado, voleo sin incorporar, en banda incorporado y en banda sin incorporar.

El diseño experimental usado en los dos experimentos fue el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las características estimadas fueron: altura de planta, altura de primera mazorca y rendimiento en kg/ha.

La fertilización nitrogenada con diferentes niveles se aprecia que abarcó niveles representativos de las tres etapas de función de producción, dado que la curva creció aceleradamente hasta los 150 kg N/ha y luego descendió en los niveles de 225 y 300 kg N/ha. En general, los resultados obtenidos con los diferentes niveles afectaron positivamente la expresión de las características altura de planta, altura de la primera mazorca y rendimiento. También se observaron diferencias significativas entre las diferentes épocas de aplicación, siendo la mejor época la aplicación en tres etapas, a los 0, 30 y 50 días después de la siembra.

En el Experimento 2, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable rendimiento, pero sí se observó que el mejor tratamiento fue el de colocación del fósforo al voleo incorporado.

Con base en los resultados obtenidos se recomienda continuar con investigaciones similares que permitan recopilar mayor información sobre este tópico.

I. INTRODUCCION

La importancia del cultivo de maíz en Honduras y otros países, proviene de su valor como alimento humano, además de que provee materia prima para diferentes industrias. Debido a su amplio rango de adaptabilidad, es cultivado bajo condiciones climáticas variadas, desde regiones templadas a tropicales del mundo entero. Los altos rendimientos por unidad de superficie son un reflejo directo de altas aportaciones de fertilizantes y el uso de variedades con alto potencial de producción. Se supone generalmente que el uso efectivo de fertilizantes nitrogenados y fosforados en particular, resulta en incrementos significativos de producción.

La fertilización de nitrógeno y fósforo probablemente sea la que más se ha estudiado y se continúa prestándole gran atención; esto se debe a que la respuesta del maíz a las aplicaciones de fertilizantes varía no sólo con el clima y el suelo, sino también con el nivel de tecnología usado. La introducción de un híbrido con mayor potencial de rendimiento, un combate eficaz de malezas e insectos y otras prácticas agronómicas, se refleja en diferentes respuesta a la aplicación de fertilizantes.

Conociendo los niveles óptimos de nitrógeno que se deben suministrar al maíz, es necesario conocer el momento

más apropiado de efectuar esta fertilización. El objetivo deseado con las diferentes épocas de aplicación del nitrógeno en el cultivo de maíz, es lograr una mayor eficiencia en la absorción y utilización de éste nutriente, proporcionándolo a las plantas en el periodo de mayor demanda fisiológica. En esta forma se reducirán las pérdidas por diferentes factores como lixiviación y absorción del nitrógeno por malas hierbas durante las primeras etapas del ciclo del cultivo.

Los principales problemas de la nutrición fosforada de los cultivos se relacionan con la baja concentración de fósforo disponible y el alto porcentaje de fijación del fósforo aplicado en muchos suelos. Por este motivo se han estudiado diferentes métodos de colocación para ver cómo el fósforo es absorbido mas eficientemente por la planta y a la vez menos fijado en el suelo.

El presente trabajo se efectuó en los campos de la Escuela Agrícola Panamericana durante los meses de Junio a Octubre de 1988; se estudiaron niveles y épocas de aplicación del nitrógeno y métodos de colocación del fertilizante fosforado en el suelo.

Por lo indicado, los objetivos de este trabajo de investigación fueron:

1. Estudiar niveles de nitrógeno que proporcionen una producción adecuada en el cultivo de maíz.
2. Determinar el efecto que causa la aplicación del

fertilizante nitrogenado en diferentes épocas de desarrollo en el cultivo de maíz.

3. Conocer cuál es la forma más eficiente de colocación de fósforo con respecto a su absorción por la planta.

II. REVISION DE LITERATURA.

A. Nitrógeno en el suelo

Aunque el nitrógeno (N) es uno de los elementos nutritivos esenciales para las plantas que más abunda en la naturaleza, ya que hay unas 67,000 toneladas en la atmósfera situada encima de cada hectárea de terreno, la falta de disponibilidad de N probablemente limita el rendimiento de los cultivos más que cualquier otro elemento (10).

Henkes (13), concluyó que el N inorgánico es en general muy móvil en el suelo y se encuentra generalmente en forma rápidamente aprovechable por la planta. También está expuesto a sufrir pérdidas por volatilización y lavado. Bartholomew (3), indica que un cultivo generalmente recobra solamente del 50 al 60% del N aplicado, el 40-50% restante se pierde por lixiviación o por volatilización. La FAD (9), reporta que mediante la utilización de isótopos se determinó que el porcentaje del N aplicado que es utilizado por la planta de maíz, varía de 20 a 70%, con un promedio de 45% para todos los países.

Se estima que las plantas no aprovechan del 25 a 50% de todo el fertilizante nitrogenado que se aplica al suelo. Una manera de evitar las pérdidas por lixiviación consiste en hacer aplicaciones menores y más frecuentes en dichos suelos. Como no se puede acumular fácilmente en el suelo,

una de las formas de N más asimilables es el nitrato (NO_3^-), la división de las dosis en varias aplicaciones contribuye a tener este elemento a disposición de las plantas en todo momento, para poder satisfacer sus necesidades (15).

En la mayoría de los suelos cultivados la capa arable contiene de 0.1 a 0.4% de nitrógeno total, pero de esto solamente alrededor de 2% es N inorgánico disponible para las plantas. La concentración de N disponible depende también del grado de absorción de nitrógeno soluble del suelo por las plantas, lo cual es afectado principalmente por la disponibilidad de agua en el mismo. El agua está relacionada directamente con el transporte del nitrógeno del suelo a los límites de la raíz o rizósfera (3).

Aldrich y Leng (1), indican que la aplicación lateral de N en post-siembra para el cultivo de maíz se considera, si no se ha aplicado suficiente nitrógeno en la siembra, o si se registraron lluvias excepcionalmente abundantes después de la siembra, especialmente en suelos arenosos. Las condiciones de humedad excesiva pueden causar pérdidas por desnitrificación en suelos mal drenados (1,12).

Pardomo y Hampton (24), concluyeron que el nitrógeno en el suelo es uno de los elementos más utilizados por las plantas para su crecimiento; su importancia radica en que es el elemento tomado del suelo que las plantas necesitan en mayores cantidades, y que generalmente se encuentra deficiente en la mayoría de los suelos, ya que se pierde

fácilmente por lixiviación.

B. Época de aplicación del Nitrógeno

La FAO (10), indica que es sumamente importante para el agricultor saber cuándo debe aplicar el fertilizante N, para que su utilización por el cultivo sea óptima y así reducir al mínimo las posibles pérdidas de N del suelo al que se aplica. Es decir, todo lo que pueda hacerse en lo que se refiere al momento de la aplicación para promover la fase de absorción por la planta de acuerdo con las numerosas transformaciones que se llevan a cabo, debería ser objeto de la práctica agrícola.

Se han obtenido resultados bastantes contradictorios en cuanto a épocas y métodos de aplicación de N. Green (14), encontró que en diferentes suelos de la región de Managua, Nicaragua, no existen diferencias significativas al comparar diferentes épocas de aplicación complementarias de N en maíz.

Barber y Olson (2), concluyeron que los fertilizantes nitrogenados se pueden aplicar antes de la siembra, al momento de la siembra, después de la siembra, o en combinación de estas prácticas. El método más efectivo depende de factores de crecimiento tales como temperatura del suelo y condiciones de humedad. Estos factores pueden influenciar marcadamente las pérdidas de N por volatilización o lixiviación.

Nelson (21), informa que las prácticas óptimas de fertilización del maíz se han mostrado claramente como una función de las características del suelo, clima, potencial de producción de la variedad, los requerimientos por el maíz en diferentes estados de desarrollo y las propiedades químicas de los fertilizantes usados, estando la mayoría de estos factores interaccionando fuertemente. Tisdale y Nelson (28), mencionan que el tiempo en que se aplica un fertilizante depende del suelo, clima, nutrimentos y cultivos.

En contraste con el fósforo (P), deben considerarse las posibilidades de pérdidas del N al seleccionarse el tiempo en que éste puede aplicarse. Teóricamente sería más deseable añadir el N lo más próximo posible al requerimiento máximo del cultivo. Un retraso en el tiempo de aplicación del N, después de que la planta alcance los 50-60 centímetros de altura, puede dar como resultado una utilización disminuida de este elemento aplicado al maíz. Sin embargo, es interesante notar que las aplicaciones del N en la fase que precede a la panoja, son eficaces en el incremento de las producciones, cuando hay una marcada deficiencia.

Ortiz (22), estudió varias épocas de aplicación del nitrógeno en el maíz. En las zonas frías los resultados mostraron una tendencia al incremento de los rendimientos entre más tardía era la aplicación, habiéndose considerado

que la época más adecuada era cuando la aplicación se hacía al momento en que las plantas alcanzaban una altura de 50-60 centímetros. Estas pruebas se realizaron en suelos que no presentaban deficiencias de P ni potasio (K).

Puente et al. (25), encontraron que en las aplicaciones complementarias el aprovechamiento del N está condicionado por la cantidad de agua que el cultivo reciba posteriormente y a las propiedades del suelo. Los suelos de textura ligera que reciben una precipitación adecuada durante el ciclo vegetativo producirán mayores rendimientos cuando una parte del nitrógeno se aplica después de la siembra. En los suelos de textura media o pesada con lluvias adecuadas durante el ciclo de crecimiento, la aplicación de todo el N al momento de la siembra o una parte después de la siembra, producirán rendimientos semejantes.

Si un suelo recibe escasa o ninguna precipitación durante las tres semanas siguientes a la aplicación complementaria, rendirá menos que cuando todo el nitrógeno se aplicó al suelo al momento de sembrar (25).

Resultados de experimentos realizados sobre la aplicación del N al momento de la siembra, y con aplicación complementaria, indicaron que una tercera parte del N y la totalidad del P y K debe aplicarse al momento de la siembra, y que el N restante se aplique complementariamente después del deshierbe del maíz y antes de que las plantas alcancen una altura de 60 centímetros (25).

En investigaciones comparando aplicaciones postsiembra de N con la fertilización al momento de la siembra, resultó altamente significativa la fertilización nitrogenada efectuada cuando la planta tenía entre 50 centímetros y la altura al momento de florecer. Cuando la aplicación postsiembra fue retrasada hasta 10 días después de la floración se mostró un desenso marcado de la efectividad de la fertilización nitrogenada (9).

También se efectuaron comparaciones entre un número de aplicaciones divididas de fertilización nitrogenada. No hubo diferencias significativas entre dos y tres aplicaciones. Sin embargo, la combinación más favorable es la de aplicar la mitad del N al momento de la siembra y la otra mitad cuando la planta alcanza los 50 centímetros de altura (9).

Ortiz (23), recomienda que cuando se pueden hacer dos aplicaciones es conveniente aplicar un tercio del N al momento de la siembra y dos tercios cuando la planta alcance la altura de la rodilla.

C. Nitrógeno en la planta

Aldrich y Leng (1), mencionan que el N es sin duda alguna un elemento primario de vital importancia para la nutrición de la planta, ya que un alto porcentaje de su peso está constituido por compuestos nitrogenados (4).

Perdomo y Hampton (24), también expresan un concepto

similar diciendo que el N es un constituyente esencial de toda la materia viviente conocida hoy en día, es por ello que es requerido para el crecimiento vigoroso de las plantas, especialmente durante las etapas tempranas de desarrollo, siendo también necesario para los procesos normales de producción.

Aldrich y Leng (1), indican que el maíz absorbe casi todo el N en forma de nitrato (NO_3^-). Pero el nitrato sólo puede almacenarse en el suelo en pequeñas cantidades, a causa de la lixiviación y la desnitrificación. Además, los nitratos constituyen solo una pequeña parte de los fertilizantes nitrogenados que los productores emplean. Por lo tanto, la mayor parte del N utilizado por el maíz debe llevarse a la forma de nitrato, durante la estación de crecimiento, por algún procedimiento dentro del suelo.

Tisdale y Nelson (29), mencionan que el N es un constituyente de todo el protoplasma y que está presente en los pigmentos de las plantas, tales como la clorofila. Muchos de los compuestos vegetales, tales como los amino ácidos y alcaloides contienen N.

De acuerdo con Ferrini (13), el N es generalmente absorbido por las raíces en forma de ion amonio o de ion nitrato. Para que los nitratos puedan metabolizarse deben ser reducidos a amoníaco, reducción que tiene lugar en las raíces, algunas veces, mientras que en otras ocasiones se realiza en toda la planta. Los efectos del N son

principalmente en rendimiento y calidad del grano (20).

El Cuadro 1, muestra el porcentaje de absorción de los elementos mayores por el maíz durante diferentes etapas de su crecimiento (11).

Cuadro 1. Absorción de elementos nutritivos (%) por el maíz durante un ciclo vegetativo.

Nutrientes	Primeros de la planta	Segundos	Terceros	Cuartos	Ultimos
	25 días	25 días	25 días	25 días	25 días
	%				
N	8	35	31	20	6
P	4	27	36	25	8
K	9	44	31	14	2

Fuente: Potash Institute of North America.

D. Requerimientos de Nitrógeno

El empleo racional de los fertilizantes ocupa un lugar destacado entre los medios para mejorar rendimientos y explotar las grandes posibilidades potenciales de las variedades de maíz híbrido (20). Por otro lado, FAO (11) sostiene que si bien los fertilizantes son uno de los factores más importantes que pueden contribuir al aumento de

la productividad, no resuelven por sí solos todos los problemas de la producción agrícola.

Cooke (5), afirma que se deben realizar experimentos "frescos" pues experimentos de más de 30 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 estos y otros factores. Sostiene el mismo autor, que sólo 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 a usar de un fertilizante.

Cooke (6), cita estudios realizados en Gran Bretaña donde se afirma que la dosificación del N es la primera que hay que seleccionar, pues este nutrimento proporciona las mayores ganancias por unidad de aplicación que las logradas por el K o el P .

El agricultor debe conocer no solamente la cantidad total de N que el cultivo necesita, sino también el periodo en el que más absorbe para lograr su utilización máxima (10).

Según Kurtz y Smith (19), muchos de los especialistas en fertilidad de suelos y asesores agrícolas están usando únicamente la experiencia obtenida a través de la experimentación en cuanto a la respuesta del cultivo para

hacer las recomendaciones sobre los fertilizantes nitrogenados. El uso del fertilizante definitivamente debe relacionarse con el potencial de rendimiento del cultivo y ajustarse a un nivel óptimo desde el punto de vista económico en consideración con todos los otros factores que afectan la producción.

En Guatemala, De León (7) condujo cuatro ensayos de niveles de fertilización nitrogenada en el Sur-Oriente de ese país. Con base en los resultados estimó que 121 kg de N/ha, en siembras de primera y 78 kg de N/ha en siembras de segunda, optimizan el ingreso neto que se puede obtener de la aplicación del fertilizante.

Bartholomew (3), indica que en la mayoría de las situaciones de campo, el uso y la necesidad de N por los cultivos varía de lugar a lugar, de estación a estación y entre sistemas de manejo. Debido a las grandes variaciones que existen entre sitios y estaciones, tanto en los rendimientos de los testigos como en las dosis óptimas, deberían hacerse evaluaciones cuidadosas de los patrones de variabilidad.

La economía del uso del fertilizante está muy influenciada y complicada por el amplio rango de variaciones entre estaciones y sitios. Las variaciones de año a año y de lugar a lugar en las respuestas a los fertilizantes nitrogenados son considerables. Las dosis óptimas bien definidas para una localidad y época son muy rara vez

óptimas para otra localidad y época, aún teniendo el mismo tipo de suelo. El examen de los rendimientos de maíz disponibles en la literatura, sugiere que la variación existente entre sitios y épocas es aproximadamente del 15% (3).

De acuerdo a varios autores (4,12,24), se justifica la aplicación de cantidades adecuadas de fertilizante nitrogenado, ya que un suministro adecuado de este elemento conduce a un crecimiento vigoroso de las plantas y mayor productividad. Se ha visto que la aplicación de grandes cantidades de N induce a un consumo excesivo de este elemento, que a su vez produce un crecimiento exuberante, paredes celulares delgadas y tallos débiles, lo cual favorece el acame. También, provoca la prolongación de la fase vegetativa (madurez tardía), y las plantas se hacen más susceptibles a las enfermedades y plagas (17,24).

Jacob y von Uexkull (17), indican que la fertilización nitrogenada en la mayoría de los suelos es una operación correcta y necesaria. Su cantidad será adecuada si satisface la demanda de la planta y existe un equilibrio con necesidades de P y K.

Para poder determinar el uso más económico del fertilizante según Cooke (6), lo importante es determinar la dosis óptima del fertilizante, el método de aplicación más adecuado, y el tiempo de aplicación más oportuno.

E. Fósforo en el suelo

El elemento P no posee la movilidad del nitrógeno en el sistema suelo-planta, pero las reacciones químicas a las que está sometido no son menos complejas, y su naturaleza depende de propiedades químicas del suelo, como el pH y el porcentaje de saturación de los elementos Ca, Al y Fe. A un pH entre 6.0 y 6.5 el fósforo se encuentra más disponible como el ion H_2PO_4^- presente en la solución del suelo, ion que es el más soluble de todas las formas de fósforo existente en el suelo y el más fácilmente asimilable por las plantas (10).

El P es considerado en la literatura, como el ejemplo clásico de un fertilizante ineficiente. Solo de un 10 a 30% del P aplicado es usado por la planta, el resto fácilmente es fijado al suelo, volviéndose no soluble (5).

La fertilización con fosfatos ha de orientarse hacia la conservación o el aumento en la medida de lo posible de la solubilidad del fertilizante aplicado (10).

Llanos (20), sostiene que es necesario que la planta encuentre suficientes cantidades de P en los primeros estados de crecimiento, pues de lo contrario pueden ocurrir daños irreversibles.

Existe la necesidad de que el P del fertilizante esté presente en la zona de las raíces de la plántula cuando el cultivo comienza a desarrollarse para garantizar la respuesta máxima a este fertilizante. Dada la limitada

movilidad del P en todos los suelos, salvo los arenosos y los orgánicos, los intentos de colocación de este elemento en la zona de las raíces de la plántula mediante aplicación posterior es la causa de que se produzcan cortes en las raíces que dañan a la planta joven, limitando así la absorción del elemento (20).

Según Aldrich y Leng (1), la aplicación de fertilizantes fosforados al voleo provoca un mayor contacto entre el suelo y el fertilizante, lo que no es conveniente para el P en suelos alcalinos ni ácidos. Por otro lado, se prefiere el máximo contacto entre suelo y fertilizante para el fosfato de roca, pues éste depende de los ácidos del suelo para su transformación química y para el aumento del P asimilable.

F. Colocación del fertilizante fosforado

La utilización en una fase temprana de fertilizante marcado con P^{32} en ensayos con maíz realizados por la División Mixta FAO/AIEA resultó más eficaz cuando el fertilizante se aplicó en bandas a nivel de las semillas en vez de enterrarlo a más profundidad o esparcirlo al voleo sobre la superficie del suelo (10). Esto se debe a que las radículas empiezan teniendo un crecimiento en gran parte lateral antes de penetrar en el suelo. En consecuencia, el contacto de las raíces con el fertilizante colocado en bandas a 4 ó 5 centímetros al lado de la semilla se produce

antes que cuando el fertilizante se coloca a mayor profundidad o al voleo.

Este método en banda es particularmente eficaz en suelos que tienen una elevada capacidad de fijación de fósforo. La superficie de contacto fertilizante-suelo se reduce, en consecuencia las posibilidades de reacción de fijación por el suelo, están limitadas por la concentración en la banda.

Existen grandes diferencias entre los suelos, pero en general puede decirse que con el método de ubicación mixta (voleo) se necesita el doble de fertilizante que cuando la aplicación se hace en bandas a lo largo de la hilera. Evidentemente debe procurarse que el fertilizante aplicado en bandas no entre en contacto directo con la semilla, en particular cuando contiene cantidades apreciables de N y/o K.

III. MATERIALES Y METODOS

A. Ubicación del ensayo

El trabajo realizado se localizó en la terraza #15 del Departamento de Agronomía en la Escuela Agrícola Panamericana, en el valle de El Zamorano. Este valle, cruzado por el Río Yeguaré, en el Departamento Francisco Morazán, se encuentra a 37 kilómetros al este de Tegucigalpa.

El predio se encuentra a una altitud de 805 msnm, y está ubicado a 14°00' Latitud Norte y 87°02' Longitud Oeste.

La temperatura y la precipitación total mensual para los meses de Junio a Octubre de 1988 se presentan en el Cuadro 2 ; el cual muestra una distribución adecuada de las lluvias para el buen crecimiento del maíz.

Según la clasificación de zonas ecológicas, el Área del experimento se ubica dentro de la zona de bosque seco tropical.

B. Características del Área experimental

El suelo donde se realizó el ensayo tuvo las siguientes características:

Arena:	72%
Limo:	14%
Arcilla:	14%

Textura:	Franco arenosa	
Nitrógeno total*	0.21%	
Materia orgánica ^y	? <u>2.2%</u>	0.2%
Fósforo*	10 ppm	
pH en KCl	5.0	

Cuadro 2. Condiciones meteorológicas que imperaron durante el desarrollo de los experimentos 1 y 2. El Zamorano, Honduras, 1988.

MESES	----Temperatura (°C)*----		Precipitación
	Máxima	Mínima	
JUNIO	30.05	19.85	212.0
JULIO	29.02	19.35	138.3
AGOSTO	28.60	19.59	311.7
SEPTIEMBRE	28.32	19.44	261.9
OCTUBRE	28.23	18.60	176.9
PROMEDIO	28.84	19.37	220.16

* Temperatura promedio durante el día (7 am y 5 pm).

Precipitación expresada en milímetros.

* El N total se determinó por el método de micro Kjeldahl.

^y La materia orgánica se determinó por el método de Walkley-Black.

* El P y K se extrajeron del suelo con la solución Mehlich.

C. Material experimental

Para la realización de estos ensayos se utilizó el maíz híbrido H-27 producido por la Escuela Agrícola Panamericana. Este material ha presentado un buen comportamiento en pruebas tanto locales, como regionales e internacionales y se prevee un incremento de su cultivo en Honduras.?

Experimento 1. La respuesta del cultivo de maíz a la fertilización con N, fue evaluada utilizando cuatro niveles de aplicación de N en combinación con dos y tres épocas de aplicación, los cuales fueron estudiados en presencia de un nivel constante de P. No se aplicó K, pues el área mostró un nivel adecuado de este nutrimento. La fuente de N fue Urea (46% de N) y de P el triple superfosfato con 46% de P_2O_5 .

Experimento 2. En este experimento la dosis de fertilización de N y P fueron constantes; se aplicaron 150 y 100 kg/ha de N y P_2O_5 , respectivamente. El ensayo consistió en la comparación de cuatro formas de colocación del P en el suelo al momento de la siembra. Las fuentes de nutrimentos fueron las mismas que en el Experimento 1.

D. Manejo de los experimentos

La preparación del terreno consistió en una pasada de arado y una de rastra. La distancia entre surcos fue de 0.8 m. La siembra se realizó el 21 de junio de 1988. Se empleó semilla grande plana del híbrido H-27, sembrado a

una distancia de 0.25 m entre plantas y se colocaron dos semillas por postura. Se efectuó un raleo cuando las plantas tenían cuatro a cinco hojas completamente desarrolladas, dejando una sola planta por postura. La población resultante fue de 50,000 plantas/ha.

El combate de insectos del suelo se hizo aplicando 25 kg/ha de Furadán 5G (carbofuran), al momento de la siembra.

Se aplicó herbicida Gesaprim (atrazina) para el combate de malezas de hoja ancha a los cinco días post siembra a razón de 2.6 kg i.a./ha .

A los 16 días post siembra fue necesario realizar una aplicación de 240 g/ha del producto comercial Lannate 90 (methomyl), debido a que fue detectada una infestación crítica de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda S.).

Otras labores culturales realizadas fueron dos deshierbas manuales (con azadón) a los 29 y 75 días después de la siembra.

E. Área de los ensayos

El Experimento 1 consistió de ocho tratamientos y el Experimento 2 de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, para un total de 48 parcelas. Estas parcelas median 20 metros cuadrado (4x5 m) lo cual representa 960 m cuadrados de Área experimental total; entre parcelas se dejaron calles de 1 m de distancia. La parcela útil fue de 12 m cuadrados.

F. Fertilización

En el Experimento 1, se aplicaron 100 kg de P_2O_5 /ha a todas las parcelas. La dosis inicial de N y todo el P al momento de la siembra se aplicaron en el fondo del surco donde se colocó la semilla, las dosis complementarias del fertilizante nitrogenado se aplicaron en bandas a 10 cm de la hilera de plantas a los 30 días después de la siembra y a los 30 y 50 días después de la siembra para los otros tratamientos.

En el Experimento 2, las parcelas recibieron el equivalente de 100 kg de P_2O_5 /ha y 150 kg de N/ha; con diferencias en la colocación del P en el suelo al momento de la siembra (al voleo incorporado, en banda incorporado, al voleo sin incorporar, en banda sin incorporar).

G. Cosecha

La cosecha se realizó a mano el 18 de noviembre de 1988. Las mazorcas se colocaron dos días al sol para reducir la humedad del grano, la cual al final del secado en el campo fue en promedio de 16%. La humedad del grano, para expresar los rendimientos con base en una humedad constante, se transformó a un 14%.

H. Diseño experimental

En esta investigación se usó el diseño de bloques completos al azar (BCA), con ocho tratamientos en un arreglo

factorial, con cuatro repeticiones para el Experimento 1. Para el Experimento 2 hubo cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Las parcelas consistieron de cinco surcos de cinco metros de largo, separados a 0.8 m.

El área total de cada parcela fue de 20 metros cuadrados. Los datos se tomaron únicamente de los tres surcos centrales (parcela útil de 12 m²).

1. Tratamientos seleccionados

En el Cuadro 3, se describen las cantidades de N que se utilizaron en cada uno de los ocho tratamientos del Experimento 1. La primera columna contiene los niveles de N a estudiarse en kg/ha, y las siguientes columnas muestran las cantidades de N usadas por aplicación en cada tratamiento.

En el Cuadro 4, se muestran las épocas de aplicación del N correspondientes a cada tratamiento. Como puede observarse en este cuadro, cuando se hicieron dos aplicaciones, éstas se realizaron a los 0 y 30 días después de siembra y cuando se hicieron tres aplicaciones, las épocas de aplicación fueron a los 0, 30 y 50 días después de la siembra.

El Cuadro 5, presenta los diferentes métodos de colocación del fósforo en el ensayo B.

Cuadro 3. Cantidades de nitrógeno por aplicación, según la dosis y el número de aplicación especificado para cada tratamiento, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

Niveles kg N/ha	Aplicaciones		
	1	2	3
	kg/ha de N		
75	37.5	37.5	---
150	75.0	75.0	---
225	112.5	112.5	---
300	150.0	150.0	---
75	25.0	25.0	25.0
150	50.0	50.0	50.0
225	75.0	75.0	75.0
300	100.0	100.0	100.0

Cuadro 4. Epocas de aplicación de nitrógeno según el número de aplicaciones utilizadas, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

Número de aplicaciones	Epoca de aplicación		
	1	2	3
2 aplic.	C.S.*	30 DDS ^v	-----
3 aplic.	C.S.	30 DDS	50 DDS

* C.S. = con la siembra.

^v DDS = días después de la siembra.

Cuadro 5. Métodos de colocación del Fósforo en el suelo al momento de la siembra, Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1988.

Colocación 100 kg P ₂ O ₅ /ha	Aplicación kg N/ha	
	1 Con la siembra	2 30 días después de siembra
Voleo incorporado en el suelo.	75.0	75.0
Banda incorporado en el suelo.	75.0	75.0
Voleo sin incorpo- rar al suelo.	75.0	75.0
Banda sin incorpo- rar al suelo.	75.0	75.0

J. Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de varianza de los datos obtenidos y se calcularon los valores de F para los efectos observados de niveles y frecuencias de aplicación en este ensayo, con el objetivo de determinar la significancia estadística de las diferencias observadas.

Se hizo una comparación de medias por medio de el Rango Múltiple de Duncan para analizar las medias que determinarían cual de los tratamientos sería estadísticamente diferentes.

K. Datos tomados y estimados

La información tomada fue la siguiente:

- 1.- Días a floración.
- 2.- Altura de planta.
- 3.- Altura de la primera mazorca.
- 4.- Número de plantas cosechadas.
- 5.- Kilogramos de maíz por parcela.
- 6.- Kilogramos de maíz por hectárea.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Experimento 1

1. Análisis de las características altura de planta y de primera mazorca.

En el Cuadro 6, se muestra el efecto de los tratamientos sobre la altura de planta. Se presentan los valores obtenidos de F en el análisis de varianza, el cual muestra que el factor niveles de nitrógeno afectó significativamente la altura de planta. Así mismo, comparando la altura de planta en diferentes épocas de aplicación, se ve que con tres aplicaciones, se obtuvo una mayor altura de planta que el de dos épocas de aplicación, siendo estadísticamente mayor ($F > 0.05$) a favor de las primeras. La interacción número de aplicaciones por niveles de N, no fue significativa.

Los cuadrados medios de las respuestas lineal y cuadrática sí fueron significativas para la variable altura de planta.

El coeficiente de variación (C.V) que se obtuvo para la variable altura de planta fue bajo (4%), lo que ofrece confianza en los resultados obtenidos.

En el Cuadro 7, se presentan las medias de la característica altura de planta, así como los efectos significativos para los contrastes realizados.

Quadro 6. Análisis de varianza para altura de planta, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

Fuente de variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medios	F	Significancia
Repetición	3	0.02	0.008	0.90	
Niveles	3	0.13	0.045	4.95	**
N Lineal	1		0.057	6.34	*
N Cuadrática	1		0.073	8.12	**
N Residual	1		0.005	0.52	n.s
Epocas	1	0.05	0.050	5.55	*
N x E	3	0.02	0.008	0.90	n.s
Error	21	0.19	0.009		

C.V. 4.02%

** Significativo al 1% del nivel de probabilidad

* Significativo al 5% del nivel de probabilidad

n.s No significativo

Quadro 7. Altura de planta (m) obtenida con diferentes niveles de nitrógeno, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

Niveles kg N/ha	Epoca de aplicación		Medias (m)
	2 (0,30 días)	3 (0,30,50 días)	
75	2.30	2.45	2.37 A
150	2.43	2.48	2.45 A
225	2.33	2.44	2.38 A
300	2.27	2.27	2.27 B

Efecto Significativo

N Lineal -0.019

N Cuadrática -0.048

N Residual 0.005

Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Duncan al 5%.

En la información contenida en el Cuadro 7, se detecta que existe un efecto lineal y cuadrático negativo. Al observar las medias de dicha variable, se puede notar que la altura de la planta se incrementa con las primeras dosis de N, llega hasta cierto punto máximo y luego disminuye. Este resultado se puede deber a que las altas cantidades de N aplicado, causa un efecto negativo y disminuye la absorción de otros nutrimentos y por ende causa la disminución de la altura de la planta. Esto coincide también al interpretar los resultados por medio de la prueba del Rango Múltiple de Duncan; la altura de planta fue significativamente con la aplicación de 300 kg N/ha que al aplicar 75,150 y 225 kg N/ha. Entre estos últimos no hubo diferencia significativa.

Para la variable altura de la primera mazorca, se detectaron respuestas significativas ($P \leq 0.05$), para los efectos de niveles de aplicación mostrados, (Cuadro 8). Las épocas de aplicación, así como la interacción entre épocas y nivel de aplicación de N, no fueron estadísticamente significativas. El CV de el análisis de varianza fue de 5.57%. Aunque no hubo diferencia significativa entre épocas, se puede apreciar que sí existió cierta tendencia del tratamiento de tres aplicaciones a producir mazorcas a mayor altura, como se observa en el Cuadro 9. En la variable niveles de N se encontró una respuesta cuadrática significativa.

Quadro 8. Análisis de varianza para altura de mazorca, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrados medios	F	Significancia.
Repetición	3	0.01	0.003	0.59	
Niveles	3	0.06	0.019	3.14	*
N Lineal	1		0.013	2.21	n.s
N Cuadrática	1		0.039	6.46	*
N Residual	1		0.004	0.69	n.s
Epoas	1	0.01	0.012	2.05	n.s
N x E	3	0.00	0.001	0.09	
Error	21	0.13	0.006		

C.V. 5.57%

n.s no significativo

* Significativo al nivel de probabilidad de 5%.

Quadro 9. Altura de mazorca (m) obtenida con diferentes niveles de nitrógeno, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

Niveles kg N/ha	Epoca de aplicación		Medias (m)
	2 (0,30 días)	3 (0,30,50 días)	
75	1.35	1.40	1.38 AB
150	1.43	1.46	1.45 A
225	1.38	1.42	1.40 A
300	1.32	1.34	1.33 B

Efecto Significativo

N Lineal	- 0.009
N Cuadrática	- 0.035
N Residual	0.005

Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo con la prueba de Duncan al 5%.

En el Cuadro 9 se aprecia, las medias de la características altura de la primera mazorca; el efecto cuadrático que hubo en la variable niveles fue negativo (-0.035), lo cual nos indica que existió una menor altura de mazorca al momento que se aplicó 300 kg N/ha. En este cuadro se aprecia que entre los niveles de 75,150 y 225 kg N/ha no existió diferencia entre las medias, en cambio los niveles de 150 y 225 kg N/ha fueron superiores con respecto al de 300 kg N/ha que presentó una menor altura de mazorca. Entre los niveles de 75 y 300 kg N/ha no hubo diferencia de medias.

Al igual que para la variable altura de planta analizada anteriormente, la alta cantidad de N utilizado (300 kg N/ha), causó reducción en el crecimiento si se compara con los de 75, 150 y 225 kg N/ha. La mayor altura de planta y mazorca se obtuvo con el tratamiento de 150 Kg N/ha con tres épocas de aplicación.

Al hacer correlaciones simples entre las diferentes variables, se puede notar que existió correlación positiva entre altura de primera mazorca y altura de planta; altura de primera mazorca y rendimiento; y altura de planta y rendimiento (Cuadro 10).

La variable altura de mazorca tiene una correlación positiva de 0.592 con altura de planta. Se esperaban resultados similares a los descritos en el Cuadro 10, ya que entre mayor sea la altura de planta mayor será la altura de

Quadro 10. Matriz de correlaciones simples, entre las variables evaluadas en el Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1968.

	Altura de planta	Rendimiento
Altura de mazorca	+0.592 ***	+0.433 *
Altura de planta	—	+0.525 **

*** significativo al 0.1%

** significativo al 1%

* significativo al 5%

mazorca.

La variable rendimiento, resultó positivamente correlacionada con la altura de la primera mazorca y la altura de planta. Los coeficientes de correlación fueron 0.433 y 0.525, respectivamente.

A través de los resultados obtenidos en este experimento, al analizar las diferentes variables, se observó que la aplicación de grandes cantidades de N induce a un consumo excesivo de este elemento o a la disminución en la absorción de otro elemento. Puede también incrementar el acidez del suelo, y a la vez producir paredes celulares delgadas y tallos débiles, lo cual favorece el acame y/o la susceptibilidad a plagas y enfermedades.

2. Efecto del nitrógeno sobre los rendimientos.

Los anexos 1,2,3 y 4 muestran el rendimiento obtenido en cada uno de las repeticiones del Experimento 1. En el Cuadro 11, se presenta el análisis de varianza, para los efectos de niveles y frecuencias de aplicación de N sobre los rendimientos de dicho ensayo. El efecto de los niveles sobre los rendimientos fue altamente significativo, y para el número de aplicaciones (épocas de aplicación) estudiadas también fue significativo, pero no se observó interacción entre niveles y número de aplicaciones de nitrógeno.

La prueba F para niveles de N nos indica que hay diferencia altamente significativa en los resultados, por efecto de los tratamientos aplicados. Se presentan los cuadrados medios para dicha variable, en los cuales se detectan respuestas lineales y cuadráticas significativas para los niveles de N aplicados.

En el Cuadro 12, se presentan las medias de los rendimientos obtenidos con diferentes niveles de N, así como los efectos significativos para los contrastes realizados. Los efectos obtenidos tanto lineal como cuadrático resultaron negativos, -417.188 y -570.313, respectivamente. Esto nos indica que existió una curva descendente para los rendimientos, presentando un punto máximo de rendimiento obtenido, entre los niveles de 75 y 150 kg N/ha y que comienza a descender a partir de los niveles de 150 hasta los 300 kg N/ha.

Quadro 11. Análisis de varianza para rendimiento,
Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrados medio	F	Signifi- cancia.
Repetición	3	2146757.81	715585.94	0.55	n.s
Niveles	3	40882031.25	13627343.75	10.54	***
N Lineal	1		27847265.63	21.53	**
N Cuadrático	1		10408203.13	8.05	**
N Residual	1		2626562.50	2.03	n.s
Épocas	1	5994453.13	5994453.13	4.64	*
N x E	3	917343.75	305781.25	0.24	n.s
Error	21	27159398.44	1293257.07		

C.V. 19.37%

Quadro 12. Rendimiento de maíz (kg/ha) obtenido con
diferentes niveles de nitrógeno, Experimento 1.
El Zamorano, Honduras, 1988.

Niveles N kg/ha	Número de aplicaciones		Medias	
	2 (0-30 días)	3 (0,30,50 días)		
75	5872	6975	6423	AB
150	6781	7703	7242	A*
225	5068	6209	5639	B
300	4028	4325	4177	C

Efecto significativo

N Lineal	-417.188
N Cuadrática	-570.313
N Residual	128.125

* Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según
la prueba de Duncan al 5%.

La respuesta al N fue positiva y altamente significativa en el presente ensayo, concordando con la Ley de los Rendimiento Decrecientes: A medida que se incrementan las unidades utilizadas de N, el incremento en producción es cada vez menor hasta llegar al punto de máxima producción, en que la adición de N no aumenta la producción, sino por el contrario, la reduce (Cuadro 12). Esto es fácilmente apreciable en la Figura 1, donde se muestra la curva de rendimiento para diferentes niveles de la aplicación de N.

La prueba F para la variable número de aplicaciones de nitrógeno (épocas) indica que hubo diferencia significativa al 5%. Comparando los rendimientos de las épocas de aplicación, se puede apreciar que con tres aplicaciones (0,30,50 días), se obtuvo un mayor rendimiento que con dos aplicaciones (0,30 días), siendo estadísticamente mayor ($P \leq 0.05$) a favor de la primera, según se observa en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Rendimiento en grano (kg/ha) de las diferentes épocas de aplicación, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

Épocas de aplicación	Niveles				Medias
	75	150	225	300	
	kg N/ha				
0, 30 días	5872	6781	5069	4028	5438 B
0, 30 y 50 días	6975	7703	6209	4325	6303 A

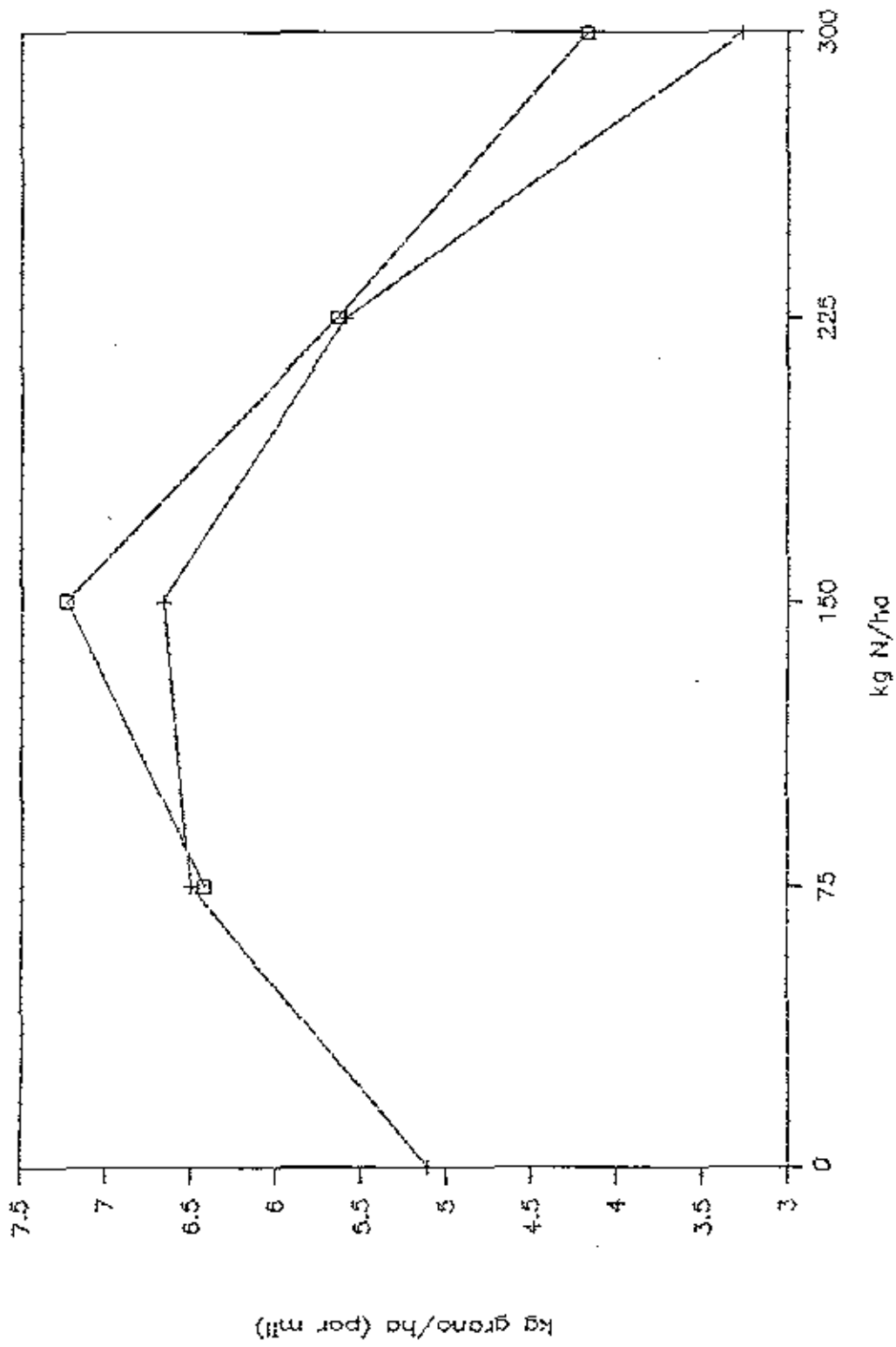


Figura 1. Curva de rendimiento promedio en kilogramo de grano por hectárea con relación a los diferentes niveles de nitrógeno con el ajuste cuadrático, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

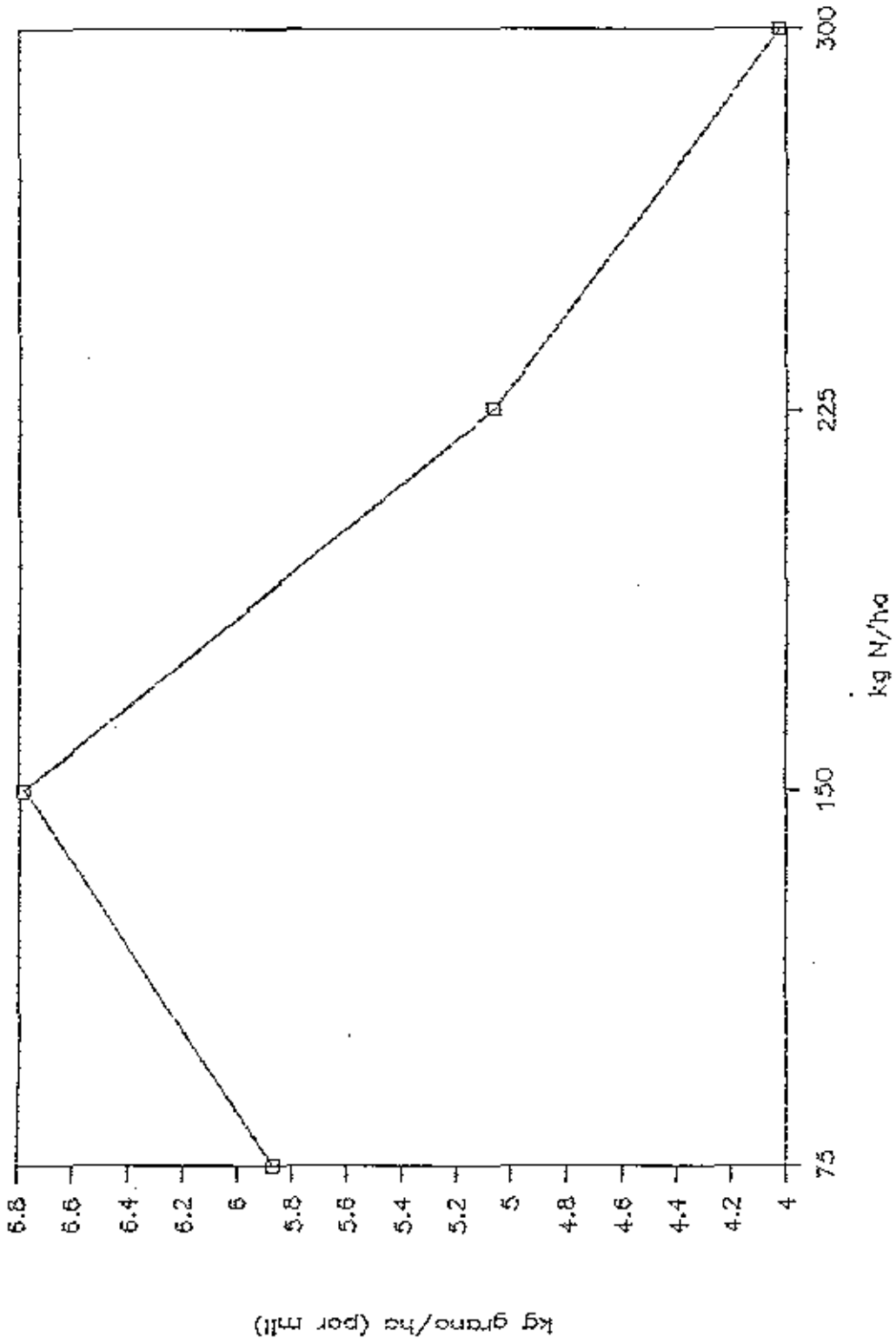


Figura 2. Curva de rendimiento en kilogramos de grano por hectárea, en dos épocas de aplicación de nitrógeno, Experimento I. El Zamorano, Honduras, 1988.

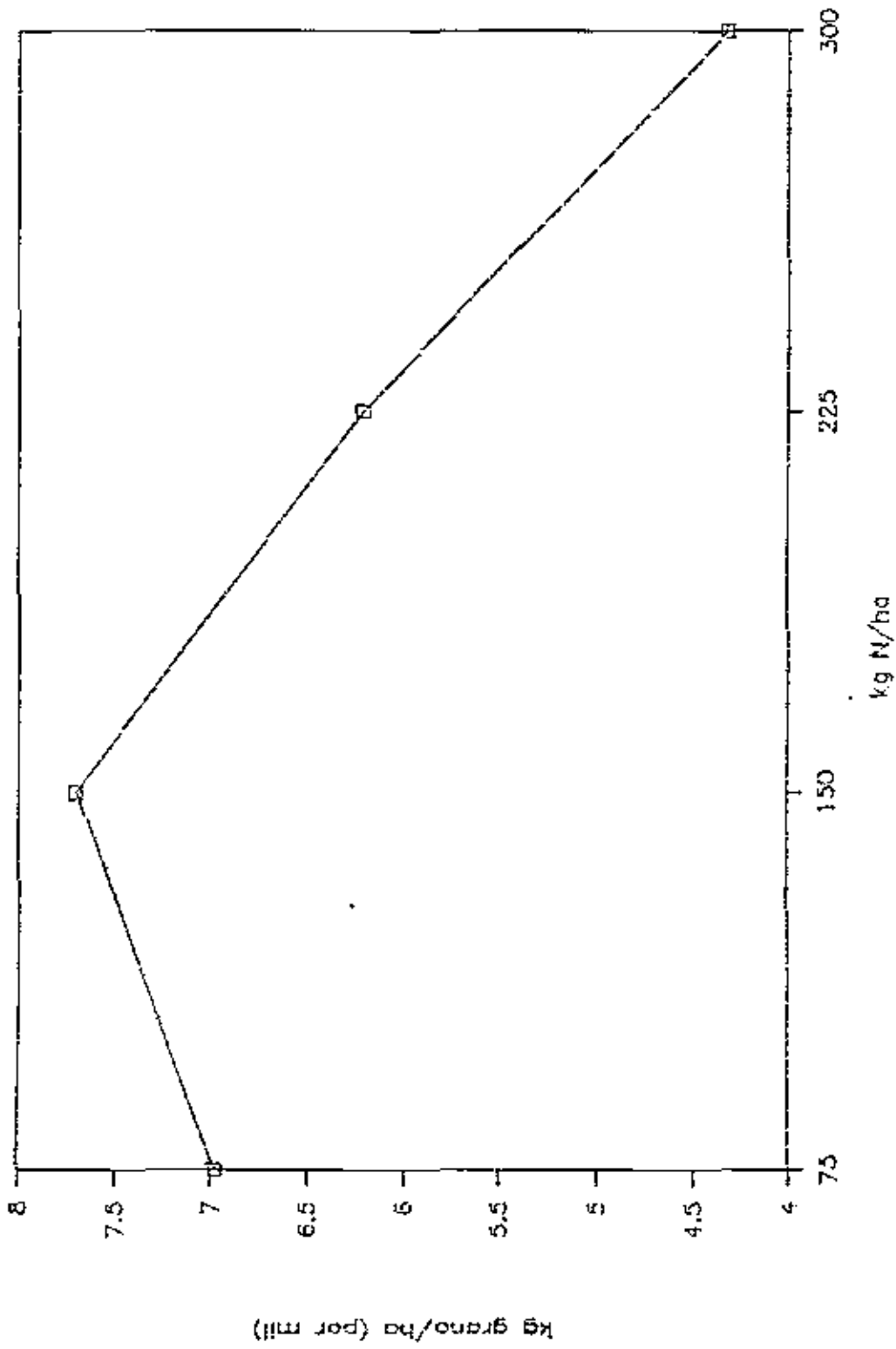


Figura 3. Curva de rendimiento en kilogramos de grano por hectárea, con tres épocas aplicación de nitrógeno, Experimento I, El Zamorano, Honduras, 1980.

Al separar la suma de cuadrados de tratamientos en sus componentes factoriales, se observa que cada factor individual incidió significativamente en los resultados; es decir, que el rendimiento del maíz está asociado en alto grado con la época de fertilización usada y la dosis de N aplicada. Cuando se analiza la interacción entre estos dos factores, no se observa significancia para la interacción entre épocas de fertilización y dosis de N, lo que indica que el efecto de niveles y número de aplicaciones actuaron en forma independiente en este ensayo.

Los resultados de rendimiento en grano y el porcentaje de incremento con relación a la época y niveles de aplicación, están resumidos en el Cuadro 14.

El mayor rendimiento en granos corresponde al tratamiento con 150 kg N/ha y la aplicación complementaria de N a los 30 y 50 días después de la emergencia (tres épocas). Este rendimiento de grano fue de 7703 kg/ha.

La diferencia entre el tratamiento de tres aplicaciones con un nivel de 150 Kg N/ha el más alto, y el promedio general de todos los tratamientos fue de un 23.8%.

La baja producción con alta cantidad de fertilizante nitrogenado se pudo deber al incremento de acidez que se produce en los suelos, causando en éstos un efecto negativo sobre la absorción de otros elementos.

Una manera de evitar pérdidas consiste en hacer aplicaciones reducidas y más frecuentes en dichos suelos.

Como podemos observar la mayor producción del tratamiento de las 3 aplicaciones sobre el de las 2 aplicaciones permite afirmar que la época más adecuada para fertilización complementaria es a los 0,30,50 días (3 épocas). El tratamiento que rindió más, corresponde al de 150 kg N/ha con la aplicación complementaria de nitrógeno a los 30 y 50 días después de la emergencia. Es decir aproximadamente una semana antes de floración. Esto coincide con lo expuesto por FAO (9) y Tisdale y Nelson (28).

Quadro 14. Rendimiento de grano (kg/ha) de maíz de cada uno de los tratamientos de niveles y números de aplicaciones y porcentajes de las diferencias con relación a la media de todos los tratamientos, Experimento 1. El Zambrano, Honduras, 1988.

Niveles kg N/ha	Aplicaciones 2*		Aplicaciones 3 ^v	
75	5872	(100) ^m	6975	(119)
150	6781	(116)	7703	(131)
225	5068	(86)	6209	(106)
300	4028	(69)	4325	(74)

* 2 aplicaciones 0,30 días

^v 3 aplicaciones 0,30,50 días

^m Diferencia (porcentaje) en relación a la media de todos los tratamientos

Pero también se han obtenido resultados bastantes contradictorios en cuanto a épocas. Green (14), en sus investigaciones no encontró diferencias significativas al comparar diferentes épocas de aplicación del N en maíz. Los

resultados que obtuvo Ortiz (22), al experimentar varias épocas de aplicación, mostraron una tendencia al incremento de los rendimientos entre más tardía era la aplicación, lo cual también coincide con los resultados obtenidos en este experimento.

El CV para rendimiento de grano del experimento 1 fue de 19.37%. El CV es una medida proporcional de la desviación estándar alrededor de la gran media y proporciona confiabilidad en el experimento, el poder comparar el CV obtenido con el CV normal para este tipo de experimento con maíz, que oscila entre 15 a 20%.

3. Análisis de regresión, función de producción.

Con los datos de rendimiento obtenidos (Anexos 1 a 4) se estimó la función de mejor ajuste. Se seleccionó una función cuadrática de respuesta, usándose como variable independiente los niveles de N y la variable dependiente los rendimientos por hectárea.

Con base en esta función se obtuvo el máximo técnico esperado, derivando la función e igualándola a cero, por medio de la siguiente fórmula:

$$Y = a + b(x) + c(x^2)$$

En la que:

y = es el rendimiento esperado,

x = es el nivel de N,

a = es el punto de intersección y

b y c = son coeficientes parciales de regresión.

Los resultados fueron:

a= 5104.69

b= 26.9

c= -0.11

Al sustituir los valores en la fórmula y al derivar la función el máximo técnico esperado fue de 122.27 kg N/ha, obteniéndose un rendimiento esperado de 6749.50 kg/ha de maíz.

El coeficiente de determinación ($r^2= 0.92$) refleja la proporción de variabilidad en el rendimiento del maíz, que se explica con el modelo de regresión planteado. Esto significa que el 92% de la variación de los rendimientos del cultivo, evaluados en este experimento se explica por los diferentes niveles de N utilizados. El ajuste de la curva en los diferentes niveles de N se puede observar en la Figura 1.

4. Costos de Producción

El precio del maíz grano en L./kg para la temporada 88-89, mes de octubre de 1988, en la zona de la EAP fue de L. 0.44 /kg. El Cuadro 15, muestra el esquema de costos fijos determinados, el Cuadro 16 muestra el esquema de los costos variables y en el Cuadro 17 se muestra el resumen de los costos fijos y variables a un nivel de cero aplicación de fertilizante nitrogenado.

Cuadro 15. Costos fijos de producción en L./ha para el cultivo de maíz híbrido H-27 a un nivel tecnificado, Experimento I. El Zarzoso, Honduras 1988.

Insumos	Unidad	Cantidad	Costo/unidad	Total	%
COSTOS FIJOS					
- Maquinaria	Hrs/maq.			201.92	23.20
Arada		0.98	43.18	42.32	
Rastreada		0.80	43.18	34.54	
Siembra		0.80	20.83	16.66	
Aspersión		0.70	20.83	14.58	
Cultivado		0.94	20.83	19.58	
Fertilizado		0.93	20.83	19.37	
Cosecha		1.40	39.19	54.87	
- Semilla	kg	25.00	1.65	41.25	4.74
- Fertilizante Fosforado	kg	100.00	1.67	167.00	19.19
- Herbicida Gesaprin	kg	2.60	7.33	19.06	2.19
- Insecticida Furadan	kg	25.00	10.60	265.00	32.38
Lannate		0.24	69.92	16.78	
- Adherente	L	0.10	6.00	0.60	0.07
- Mano de obra	Días/H	13.00	6.64	86.32	9.92
- Asist. técn.	Hrs/H	16.00	4.51	72.16	8.29
COSTO FIJO TOTAL				670.09	100.0

Fuente: Departamento de Agronomía.

Quadro 16. Costos variables de producción en L./ha para el cultivo de maíz híbrido-27 a un nivel tecnificado sin ninguna aplicación de N, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

Costos Variables	Unidad	Cantidad	Costo/unidad	Total
- Transporte	kg /maíz	4177	0.0055	22.97
- Procesamiento	kg /maíz	4177	0.0110	45.95
-- Fertilizante Nitrogenado	kg	—	1.27	—
COSTO VARIABLE TOTAL				68.92

Quadro 17. Resumen de costos totales de producción en L./ha para el cultivo de maíz híbrido H-27, a un nivel tecnificado y sin ninguna aplicación de N, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

Concepto	Cantidad (Lempiras)	%
COSTO FIJO TOTAL	870.09	92.66
COSTO VARIABLE TOTAL	68.92	7.34
COSTO TOTAL	939.01	100.00

5. Análisis económico comparativo.

En el Cuadro 18 se muestra un resumen de producción, ingresos, costos y beneficios obtenidos en este experimento. Se observa que con el tratamiento de 150 kg N/ha se obtuvo el mayor beneficio, lo cual coincide con el análisis estadístico realizado anteriormente.

Cuadro 18. Producción, ingresos, costos y beneficios a determinados niveles de N, para comparar ganancias de cada nivel, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

Niveles		Producción (ha)	Ingresos (ha)	Costos fijos	Transp. Proces.	Costos		Beneficio
N	P					Ferti.	Total	
75	100	6423	2826.12	870.09	105.97	95.3	1071.3	1755.0
150	100	7242	3186.48	870.09	119.49	190.5	1180.0	2006.5
225	100	5639	2481.16	870.09	93.04	285.8	1248.9	1232.3
300	100	4177	1837.88	870.09	68.92	381.0	1320.0	518.0

El nivel con el que menor beneficio se obtuvo fue el de 300 kg N/ha, es decir que no es práctico aplicar esta cantidad tanto en producción como en rentabilidad.

Con los tratamientos de 75 y 225 kg N/ha aunque se obtienen beneficios altos, son inferiores a la de 150 kg N/ha con un valor de L.251.5 y L.774.2 respectivamente.

B. Experimento 2

1. Efecto de la colocación del fósforo sobre las variables rendimiento, altura de primera mazorca y altura de planta

La información de rendimiento por parcela se muestra en los Anexos 5, 6, 7 y 8. En el Cuadro 19, se pueden observar los cuadrados medios encontrados a partir de los análisis de varianza, para las características altura de mazorca, altura de planta y rendimiento. No hubo diferencia significativa entre tratamientos. Los coeficientes de variación fueron bajos.

Cuadro 19. Cuadrados medios para las variables altura de planta, altura de la primera mazorca y rendimiento, Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1988.

Fuente variación	Grados libertad	Altura planta	Altura de primera mazorca	Rendimiento kg/ha
Repeticiones	3	0.007 n.s	0.001 n.s	1622825.6 n.s
Tratamiento	3	0.003 n.s	0.004 n.s	949934.9 n.s
Voleo vs Banda	1	0.010 n.s	0.010 n.s	5090664.1 *
Voleo incorporado vs voleo no incorporado	1	-----	0.002 n.s	253827.8 n.s
Banda incorporado vs banda no incorporado	1	-----	0.001 n.s	118328.1 n.s
Error	9	0.009	0.005	949934.9
C.V		4.06	4.98	16.43

n.s No significativo

* Significativo al 5% nivel de probabilidad

En la variable rendimiento se encontró un contraste significativo al comparar las aplicaciones al voleo de

fósforo vs aplicaciones en banda del fósforo. Entre las demás comparaciones como aplicación voleo con incorporar vs voleo sin incorporar y banda con incorporar vs banda sin incorporar, no se encontraron respuestas significativas en cuanto a rendimiento. Para las demás variables, tanto altura de la primera mazorca como altura de planta haciendo las debidas comparaciones tampoco se detectaron diferencias significativas en este ensayo.

En el Cuadro 20, se observan las medias que se obtuvieron en este experimento para cada variable.

Cuadro 20. Medias obtenidas para las variables rendimiento, altura de planta y altura de la primera mazorca, Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1988.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Altura de planta m	Altura de primera mazorca m
Voleo con incorporación	6675	2.33	1.37
Banda con incorporación	5247	2.28	1.33
Voleo sin incorporación	6319	2.34	1.40
Banda sin incorporación	5491	2.29	1.35

Al comparar la producción resultante de colocación al voleo y colocación en banda del P, se encontró una disminución notable en la colocación en banda. Esto puede estar influenciado por varios factores:

Alta concentración de P en un mismo sitio, falta de contacto del fertilizante con el suelo, e interferencia en la

absorción de algún elemento esencial para la planta, como podría ser el zinc.

Según Aldrich y Leng (1), al aplicarse altas cantidades de fertilizante fosforado, la mejor elección es aplicar al voleo y enterrar el fertilizante. Esto coincide con los resultados de este ensayo.

No se analizaron los días a floración por cuanto todas las plantas del ensayo florecieron casi simultáneamente, con pequeñas variaciones. El número de días a floración varió entre 55-60 días para todas las parcelas.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados de este experimento se arribó a las siguientes conclusiones:

1. Analizando la variación en los rendimientos obtenidos, se puede concluir que el rango total de fertilización nitrogenada evaluado en el Experimento 1, abarca niveles representativos en la producción de maíz, dado que la curva crece aceleradamente en el rango de 75 a 150 kg N/ha y luego desciende a partir de este nivel.
2. Con base en la función de producción se obtuvo el máximo técnico esperado en la producción de maíz, con la aplicación de 122.27 kg N/ha. Desde ese punto comenzó a bajar la curva conduciendo a la observación de rendimientos decrecientes.
3. Con el nivel de 150 kg N/ha, la producción esperada fue de 6665 kg/ha de maíz grano.
4. La disminución en el rendimiento con las aplicaciones de altos niveles de N se debió posiblemente a que niveles tan elevados de N impiden la absorción adecuada de otros nutrimentos. Así mismo, fertilizaciones a niveles cercanos a los 75 kg N/ha, resultan en una deficiencia del mismo.
5. La fertilización nitrogenada con diferentes niveles afectó positivamente la expresión de las características

altura de la primera mazorca y altura de la planta. Se encontró una relación directa entre las variables rendimiento, altura de planta y altura de la primera mazorca.

6. Existió diferencias significativas entre las diferentes épocas de aplicación complementaria. En general, los resultados obtenidos indican que se debe efectuar tres aplicaciones de fertilizante nitrogenado, a los 0,30 y 50 días después de la siembra.

7. En el Experimento 2,⁴ se encontró una respuesta significativa al comparar la aplicación en banda con la aplicación al voleo. Se observaron rendimientos más altos al aplicar el P al voleo.

8. La alta cantidad de fertilizante fosforado que se concentra en la aplicación en banda pudo haber interferido con la absorción de algún otro elemento esencial para la planta como es el zinc.

VI. RECOMENDACIONES

Por la experiencia ganada en este experimento a través de los resultados obtenidos se recomienda:

1. Realizar otros experimentos en los que se evalúen rangos menores de fertilización, para determinar el óptimo económico.
2. Efectuar tres aplicaciones de fertilizante nitrogenado para obtener óptimos beneficios tanto técnicos como económicos.
3. Emplear el método del voleo para la aplicación del fertilizante fosforado, hasta no determinar porqué la aplicación en banda no da buenos resultados.
4. Estudiar el tipo de respuesta que se presenta en la aplicación de dosis altas de fertilizantes nitrogenados y fosforados.
5. Continuar con los estudios de fertilización en el maíz, tomando en cuenta otros factores como tipo de suelo, densidades y genotipos.

VIII. LITERATURA CITADA

- ✓ 1. ALDRICH, S. R. ; LENG, E. R. 1974. Producción Moderna del Maíz. Trad. por Oscar Martínez y Patricia Leguisamón. Buenos Aires-Argentina, Hemisferio Sur. 307p.
2. BARBER, S. A. ; OLSON, R. A. 1968. Changing Patterns in Fertilizer Use. Soil Society of America. Madison, Wisconsin, U.S.A. 163p.
- ✓ 3. BARTHOLOMEW, W. V. 1972. El Nitrógeno del Suelo; Proceso de abastecimiento y requerimiento de los cultivos. ISFEI. North Carolina State University at Raleigh, U.S.A. Bol.Tec.Nº 6. 97p.
4. BARTHOLOMEW, W. V. 1973. Nitrógeno del Suelo en los Trópicos. Un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical. Agricultural Experiment Station, Technical Bulletin (North Carolina). 219: 75-96.
5. COOKE, G. W. 1982. Fertilizing for maximum yield. 3ed. New York, Macmillan. 405p.
- ✓ 6. COOKE, G. W. 1987. Fertilizantes y sus usos. Trad. del inglés por Alonso Blackaller Valdéz. México, Editorial Continental. 180p.
7. DE LEON, C. 1975. Respuesta del cultivo de sorgo a la fertilización con nitrógeno en el Sur-Oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 37p.
8. DELORIT, R. J. ; AHLGREEN, H.L. 1970. Producción Agrícola. Trad. por Antonio Marino Ambrodió. México D.F.- México, Editorial Continental, S.A. 51-130p.
- ✓ 9. FAO/IAEA. 1970. División of Atomic Energy in Food and Agriculture. Fertilizer Management Practices for Maize. Internacional Atomic Energy Agency, Vienna. 79p.

- ✓ 10. FAO/IAEA. 1984. Fertilizantes y Nutrición Vegetal. Uso óptimo de los fertilizantes. Vol.3, Roma-Italia. 32p.
11. FAO/IAEA. 1984. Fertilizantes y Nutrición Vegetal. Niveles de producción agrícola y el empleo de fertilizantes. Vol.2, Roma-Italia. 65p.
12. FASSBENDER, H. W. 1975. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Turrialba, Costa Rica, IICA. 398p.
- ✓ 13. FERRINI, E. 1967. Fuentes nitrogenadas en el cultivo de maíz híbrido, en el valle de Cañete. Tesis Ing. Agr. Perú. Universidad Agraria La Molina, Facultad de Agronomía. 65p.
14. BRENN, C. L. 1974. Determinación de la época de aplicación de nitrógeno complementario en el maíz (*Zea Mays* L.). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. 32p.
- ✓ 15. HENKES, R. 1968. Naturaleza del Nitrógeno. Agricultura de las Américas. Kansas City, U.S.A. NR19: 16-22.
16. IGNATIEFF, V. ; PAGE, H. 1959. El uso eficaz de los fertilizantes. Roma-Italia. FAO. 379p.
- ✓ 17. JACOB, A. ; Von UEXKULL, H. 1966. Fertilización; Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. por: López Martínez de Alva. Alemania, Hannover Verlagsagesellschaft für Ackerbaubh. 626p.
18. KHASAWNEH, F. E. ; SAMPLE, E. C. ; KAMPRATH, E. J. 1986. The Role of Phosphorus in Agriculture. U.S.A. 910p.
19. KURTZ, L. T. ; SMITH, G. E. 1964. Advances in corn production. Ed. W. H. Pierre, S. A. Aldrich and W. P. Martin. U.S.A. 197-235p.
20. LLANOS, M. 1984. El maíz. Su cultivo y aprovechamiento. Madrid-España. Mundiprensa. 318p.
- ✓ 21. NELSON, L. B. 1956. The Mineral Nutrition of Corn as Related to it's Growth and Culture. Advances in Agronomy 8, Academic Press New York. 336p.

22. ORTIZ, O. 1961. Algunos Resultados sobre Fertilizantes de maíz en Guatemala. Proyecto Cooperativo Centro Americano para el Mejoramiento del maíz. 7ma. Reunión, Tegucigalpa-Honduras. 20-22p.
- ✓ 23. ORTIZ, O. 1962. Ensayos de Fertilización de Maíz. Programa Cooperativo Centro Americano para el Mejoramiento del maíz. 8va. Reunión, San José-Costa Rica. 53-54p.
- ✓ 24. PERDOMO, R. ; HAMPTON, H.E. 1970. Ciencia y tecnología del suelo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro de Producción de Materiales. 336p.
- ✓ 25. PUENTE, F. F. 1963. Prácticas de Fertilización y Población óptima para la siembra del maíz en las Regiones Tropicales de Veracruz. Secretaría de Agricultura y Ganadería, México. Folleto Técnico No. 45: 25-29.
26. SANCHEZ, P. A. 1981. Suelos del Trópico, características y manejo. Trad. E. Camacho. San José-Costa Rica. 1ed. IICA. 634p.
27. TEUSCHER, H. ; ADLER, R. 1987. El suelo y su fertilidad. Trad. por Rodolfo Vera y Zapata, D.B.P. Editorial Continental S.A. México D.F.-México. 509p.
- ✓ 28. TISDALE, S. L. ; NELSON, W. L. 1966. Soil Fertility and Fertilizers. 2ed. New York, McMillan. 694p.
- ✓ 29. TISDALE, S. L. ; NELSON, W. L. 1970. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Trad. Dr. Jorge Salasch y Lic. Carmen Piña. Editora Montaner y Simón S.A. Barcelona. 760p.

ANEXOS

Anexo 1. Efecto de los tratamientos en el rendimiento de la repetición I, Experimento 1. El Zamorano, Honduras 1988.

Trat No.	Niv N	Aplica ciones	Peso húmedo kg	Humedad a la co secha %	Humedad 14% kg	Peso aj* 40 pts** kg	Prod/ha kg
1	75	3	7.15	13.09	7.23	6.15	7668
2	150	3	8.22	14.07	8.22	7.47	9338
3	225	3	6.73	13.59	6.76	6.00	7500
4	300	3	3.68	14.91	3.64	3.39	4238
5	75	2	6.48	14.91	6.41	6.25	7813
6	150	2	5.47	13.95	5.48	5.35	6668
7	225	2	2.81	14.67	2.79	3.28	4100
8	300	2	2.04	14.91	2.02	2.31	2868

Anexo 2. Efecto de los tratamientos en el rendimiento de la repetición II, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

Trat No.	Niv N	Aplica ciones	Peso húmedo kg	Humedad a la co secha %	Humedad 14% kg	Peso aj* 40 pts** kg	Prod/ha kg
1	75	3	6.16	15.01	6.13	5.57	6963
2	150	3	5.14	14.33	5.12	5.00	6250
3	225	3	4.21	14.55	4.18	4.18	5225
4	300	3	2.20	15.01	2.20	2.44	3050
5	75	2	5.00	14.41	4.98	5.11	6387
6	150	2	6.24	15.94	6.10	5.95	7438
7	225	2	4.18	16.19	4.07	4.17	5213
8	300	2	5.08	15.37	5.00	4.88	6100

Anexo 3. Efecto de los tratamientos en el rendimiento de la repetición III, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

Trat No.	Niv N	Aplica ciones	Peso húmedo kg	Humedad a la co secha %	Humedad 14% kg	Peso aj* 40 pts** kg	Prod/ha kg
-----parcela útil 12 m ² -----							
1	75	3	4.48	13.71	4.49	5.15	6438
2	150	3	6.16	14.05	6.16	6.66	8325
3	225	3	4.11	14.55	4.06	4.41	5513
4	300	3	4.36	15.84	4.27	3.97	4963
5	75	2	3.91	14.31	3.90	4.46	5575
6	150	2	5.03	14.89	4.98	5.38	6725
7	225	2	4.13	13.59	4.15	4.37	5463
8	300	2	2.46	15.25	2.42	2.77	3463

Anexo 4. Efecto de los tratamientos en el rendimiento de la repetición IV, Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1988.

Trat No.	Niv N	Aplica ciones	Peso húmedo Kg	Humedad a la co secha %	Humedad 14% Kg	Peso aj* 40 pts** Kg	Prod/ha Kg.
-----parcela útil 12 m ² -----							
1	75	3	4.13	11.97	4.23	5.45	6813
2	150	3	4.04	14.89	4.00	5.52	6900
3	225	3	4.47	16.04	4.36	5.28	6600
4	300	3	4.05	16.25	3.94	4.04	5050
5	75	2	2.31	14.39	2.30	2.97	3713
6	150	2	4.04	14.47	4.02	5.02	6275
7	225	2	4.13	15.33	4.07	4.40	5500
8	300	2	2.32	15.69	2.27	2.93	3663

* aj = ajustado

** pts= plantas

Anexo 5. Resultados obtenidos para la variable
rendimiento, en la repetición I, Experimento 2.
El Zamorano, Honduras, 1988.

Tratamiento	Peso húmedo kg	Humedad a la co secha %	Humedad 14% kg	Peso adj* 40 pts** kg	Prod/ ha kg
	-----parcela útil 12 m ² -----				
voleo incorporado	4.36	14.75	4.32	5.24	6550
banda incorporado	2.05	12.65	2.08	2.97	3712
voleo sin incorporar	2.27	14.53	2.26	3.48	4350
banda sin incorporar	3.23	15.23	3.18	4.54	5675

Anexo 6. Resultados obtenidos para la variable
rendimiento, en la repetición II, Experimento 2.
El Zamorano, Honduras, 1988.

Tratamiento	Peso húmedo Kg	Humedad a la co secha %	Humedad 14% Kg	Peso adj* 40 pts** Kg	Prod/ ha. Kg
	-----parcela útil 12 m ² -----				
voleo incorporado	5.00	14.19	4.99	6.05	7562
banda incorporado	3.63	14.69	3.59	4.79	5987
voleo sin incorporar	4.54	15.59	4.46	5.25	6562
banda sin incorporar	3.94	15.49	3.87	4.99	6237

Anexo 7. Resultados obtenidos para la variable
rendimiento, en la repetición III, Experimento 2.
El Zamorano, Honduras, 1988.

Tratamiento	Peso húmedo kg	Humedad a la co secha %	Humedad 14% kg	Peso adj*Prod/ 40 pts** ha kg	kg
	-----parcela útil 12 m ² -----				
voleo incorporado	5.30	17.23	5.10	5.83	7287
banda incorporado	3.22	14.87	3.19	4.56	5700
voleo sin incorporar	4.09	16.65	3.96	5.28	6600
banda sin incorporar	3.19	16.15	3.11	4.01	5012

Anexo 8. Resultados obtenidos para la variable
rendimiento, en la repetición IV, Experimento 2.
El Zamorano, Honduras, 1988.

Tratamiento	Peso húmedo kg	Humedad a la co secha %	Humedad 14% kg	Peso adj*Prod/ 40 pts** ha kg	kg
	-----parcela útil 12 m ² -----				
voleo incorporado	2.72	16.35	2.65	4.24	5300
banda incorporado	3.58	14.19	3.58	4.47	5587
voleo sin incorporar	5.36	15.27	5.28	6.21	7762
banda sin incorporar	3.07	15.35	3.02	4.03	5037

* aj = ajustado

** pts= plantas

DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombres: Jorge Iván Auhing Sánchez

Lugar de Nacimiento:.... Guayaquil - Ecuador

Fecha de Nacimiento:.... 8 de Mayo de 1965

Nacionalidad:..... Ecuatoriano

Educación:

Primaria:..... Colegio San José La Salle

Secundaria:..... Colegio Urdesa School

Superior:..... Escuela Agrícola Panamericana

Títulos Recibidos:..... Agrónomo Zamorano