

Evaluación de Niveles de Fertilización,  
Densidades de Siembra y Uso de Herbi-  
cidas en dos Variedades de Arroz  
(Oryza sativa L.)

MICROISIS:	1543
FECHA:	22/01/91
ENCARGADO:	VARGAS

P O R

*Guillermo P. Suárez :*

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

**INGENIERO AGRONOMO**

BIBLIOTECA WILSON POPENDE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 93  
TEGUIGALPA HONDURAS

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
ABRIL DE 1990

EVALUACION DE NIVELES DE FERTILIZACION, DENSIDADES DE  
SIEMBRA Y USO DE HERBICIDAS EN DOS VARIEDADES  
DE ARROZ (Oryza sativa L.)

Por

Guillermo P. Suárez

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.

---

Guillermo P. Suárez

Abril 1990

BIBLIOTECA WILSON FOPENOE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 93  
TEGUCIGALPA HONDURAS

DEDICATORIA

A Dios por estar siempre conmigo.

A mi familia: Guillermo, Juana, Priscila y Lissette por su amor, confianza, apoyo y comprensión.

A mis tíos, primos y abuelos por todo lo que me han permitido compartir con ellos.

A Javier Stacey por su aprecio y amistad demostrada durante todos estos años.

A Guillermo Suárez Mazzini por su confianza y dedicación brindada.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco con mucho afecto

Al Dr. Leonardo Corral y al Dr. Marciano Rodríguez por su asesoramiento, orientación y amistad brindada para la realización de esta tesis.

Al Ing. Rogelio Trabanino por su ayuda a la culminación de esta tesis.

A los profesores del Departamento de Agronomía, Drs. Juan Carlos Rosas, Juan José Alán y Silvio Viteri por su apoyo y orientación.

A mis compañeros: Fernando Chong Qui, Geovany Vargas, Marco Toapanta, Gustavo Robleto, Rafael Verduga, Juan Carlos Villacis, Pedro Vera, Juan Carlos Andrade, José Luis Davó Juan Vera, Claude Justamond y a todos aquellos que de una u otra manera me brindaron su amistad y compañerismo durante todos estos años.

Al personal Docente y Administrativo del Departamento de Agronomía que de una u otra manera me ayudaron para la realización de esta tesis.

A las familias: Rivera Lanza y Torres Echegoyén por el afecto que he recibido de ellos.

A la familia Touma Abudeye, en especial a Acize Touma Loor por su apoyo y confianza brindada.

A la familia Zelaya Quezada por brindarme su amistad y por todos los momentos compartidos, en especial a Myrna Iris por su cariño y apoyo brindado.

A la familia Matamoros Vargas por el afecto que siempre me han brindado.

A Jaime Matamoros y Ma. Beatriz de Matamoros por su afecto y amistad demostrada durante todo estos años.

A Alberto Ordoñez por su amistad brindada.

A Guillermo Suárez Urueta, Winston Verduga, Eduardo Azar, Gene Alcívar, Roberto Trujillo y Carlos Flores por su ayuda y confianza puestos en mí.

A la Fundación Wilson Popenoe, en especial al Ing. Rodolfo Arámbulo y al Banco del Pacífico por la ayuda al financiamiento de mis estudios.

v  
INDICE

	PAG.
Titulo .....	i
Derechos de Autor .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimientos .....	iv
Indice .....	v
Indice de Cuadros .....	vi
Indice de Figuras .....	viii
Indice de Anexos .....	ix
I INTRODUCCION .....	1
II REVISION DE LITERATURA .....	3
III MATERIALES Y METODOS .....	17
IV RESULTADOS Y DISCUSION .....	27
V CONCLUSIONES .....	60
VI RECOMENDACIONES .....	61
VII RESUMEN .....	62
VIII LITERATURA CITADA .....	65
Datos Biográficos del Autor .....	72
Aprobación .....	73

## INDICE DE CUADROS

	PAG.
Cuadro 1. Cuadrados medios de las variables Días a floración, altura de plantas e hijue- los efectivos. El Zamorano, 1990 .....	28
Cuadro 2. Medias de días a floración para los e- fectos solos y combinados de los factores varie- dades y niveles de nitrógeno. El Zamorano, 1990 ...	29
Cuadro 3. Medias de altura de planta para los e- fectos solos y combinados de los factores varie- dades y niveles de nitrógeno. El Zamorano, 1990 ...	32
Cuadro 4. Medias de número de hijuelos efectivos para los efectos solos y combinados de los facto- res variedades y niveles de nitrógeno. El Zamorano, 1990 .....	35
Cuadro 5. Cuadrados medios para la variable ren- dimiento e índice de cosecha. El Zamorano, 1990 ....	36
Cuadro 6. Medias de rendimiento para los efectos solos y combinados de los factores variedades y niveles de nitrógeno .....	38
Cuadro 7. Valores observados y estimados de rendimiento en t/ha de acuerdo con la ecuación $Y = 6.03 + 0.34 x - 0.1135 (x^2 - 5)$ . El Zamorano, 1990 .....	40
Cuadro 8. Medias de índice de cosecha para los e- fectos solos y combinados de los factores varie- dades y nitrógeno. El Zamorano, 1990 .....	42
Cuadro 9. Cuadrados medios de la respuesta al ni- trógeno y fósforo e interacciones para la varia- rendimiento de la soca. El Zamorano, 1990 .....	46

Cuadro 10. Medias de altura de planta para los efectos solos y combinados de los factores niveles de $P_2O_5$ y niveles de nitrógeno. El Zamorano, 1990...	47
Cuadro 11. Cuadrados medios de las variables altura de plantas y número de hijuelos efectivos. El Zamorano, 1990 .....	49
Cuadro 12. Medias de altura de planta para los efectos solos y combinados de los factores variedades y densidades de siembra. El Zamorano, 1990 ...	51
Cuadro 13. Medias de números de hijuelos efectivos para los efectos solos y combinados de los factores variedades y densidades de siembra. El Zamorano, 1990 .....	53
Cuadro 14. Cuadrados medios de la variable rendimiento de grano e índice de cosecha. El Zamorano, 1990 .....	54
Cuadro 15. Cuadrados medios para la variable rendimiento de la soca. El Zamorano, 1990 .....	58

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacción entre variedades y niveles de nitrógeno para la variable días a floaración. El Zamorano, 1990 .....	30
Figura 2. Respuesta de la variable número de hijuelos efectivos a los niveles de nitrógeno. El Zamorano, 1990 .....	34
Figura 3. Respuesta a nitrógeno en el rendimiento de dos Variedades de arroz. El Zamorano, 1990 .....	39
Figura 4. Interacción entre variedades y niveles de nitrógeno para la variable índice de cosecha. El Zamorano, 1990 .....	43
Figura 5. Respuesta de las variedades CICA B y Cuyamel 3820 a dos densidades de siembra en la variable rendimiento. El Zamorano, 1990 .....	56

## INDICE DE ANEXOS

	PAG.
Anexo 1. Variables en estudio y observaciones tomadas en el transcurso del Experimento 1 .....	68
Anexo 2. Variables en estudio y observaciones tomadas en el transcurso del Experimento 2 .....	70

## I. INTRODUCCION

El arroz (Oryza sativa L.), es un componente básico en la alimentación de muchos habitantes de países del tercer mundo. Se estima que el 40 % de la población mundial utiliza el arroz como su principal fuente de calorías. Este cultivo proporciona más de la mitad de todo el alimento a 1,300 millones de personas y para otros 400 millones entre el 25 y 50 % (De Datta, 1986). Aunque el arroz es el principal cultivo agrícola en la mayoría de los países tropicales, los rendimientos promedio por hectárea han sido tradicionalmente más bajos que los rendimientos promedio obtenidos en países de zonas templadas como Japón, España, Italia, Australia y los Estados Unidos de América. Los altos rendimientos en las regiones templadas se deben, en parte, a la aplicación de una tecnología más avanzada, mejor control del agua, preparación más adecuada de las tierras, combate de plagas y malas hierbas, aplicación de cantidades óptimas de fertilizantes y otras prácticas de cultivo (Universidad de Filipinas, 1975).

En Honduras, el arroz como grano básico ocupa el tercer lugar en la producción nacional, con una producción en 1986 de 57,600 toneladas de arroz en grana en un área de aproximadamente 25,000 hectáreas. De éstas, 17,000 hectáreas fueron ocupadas por los sistemas de cultivos tradicionales; seguido del sistema mecanizado con 6,000 hectáreas. Para el sistema bajo riego se reporta un total de 2,000 hectáreas. Este cultivo tiene un aporte a la producción nacional de

granos básicos de 9.6 % (Suazo, 1988).

Por la importancia del cultivo y los principales limitantes que tiene su producción, es necesario investigar sobre las prácticas agronómicas que puedan ser adoptadas por los productores de este grano básico, con el propósito de aumentar los rendimientos y disminuir los costos bajo las condiciones en las cuales ellos se desenvuelven.

Los objetivos de este trabajo fueron:

1.- Estudiar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno y fósforo en el comportamiento agronómico de dos variedades de arroz.

2.- Evaluar los efectos de dos densidades de siembra y uso de herbicidas en el comportamiento agronómico de dos variedades de arroz.

3.- Analizar posibles interacciones entre los factores en estudio.

4.- Recomendar en base a los resultados obtenidos, estrategias a seguirse en condiciones similares o diferentes a la de este ensayo.

## II. REVISION DE LITERATURA

### Efectos del nitrógeno y densidad de siembra

Las funciones del nitrógeno (N) en la planta de arroz son: interviene en la fotosíntesis por ser parte de la clorofila, favorece el crecimiento rápido y el número de vástagos, aumenta el tamaño de las hojas y granos, aumenta el número de espiguillas por panícula, incrementa el porcentaje de espiguillas llenas y el porcentaje de proteínas en los granos, entre otras (De Datta, 1986).

La FAO (1980) indica que el N se toma del suelo en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y se combina con los compuestos del metabolismo de los hidratos de carbono de las plantas para formar aminoácidos y proteínas. El N es el motor de crecimiento de la planta. Como es el constituyente esencial de las proteínas, interviene en todos los procesos principales del desarrollo de la planta y en la determinación del rendimiento. Atanasiu y Samy (1985) mencionan que el número de panículas depende del número de hijuelos y éste queda determinado dentro de los 10 días posteriores al momento de máximo ahijamiento. Para alcanzar un buen número de panículas es importante contar con un contenido óptimo de N en la planta desde el estado inicial de desarrollo hasta la formación de dichas estructuras.

De acuerdo con De Datta (1986), el N es generalmente necesario en la mayoría de los suelos arroceros, en particular

en aquellos lugares en que las variedades de arroz modernas, que muestran respuesta a este elemento, se siembran con prácticas mejoradas de cultivo. El mismo autor afirma que los suelos de textura gruesa tienen, por lo general, altos niveles de percolación de agua y grandes pérdidas de N por lixiviación y volatilización. En tales suelos puede recomendarse aplicaciones fraccionadas de N (por lo común dos o tres). Por otro lado, los suelos de textura fina requieren menos aplicaciones de N, siempre que se sigan normas adecuadas para el manejo de agua. Aplicaciones fragmentadas de N, utilizando una parte durante el transplante y otra durante el inicio de la formación de la panícula, resulta el mejor método para obtener altos rendimientos de grano, particularmente en el caso de variedades de arroz de temporada media y larga.

Bravo (1980) realizó pruebas con la variedad "IR-22", utilizando niveles de 0, 75, 150 y 225 kg/ha de N y concluyó que los diferentes niveles de N influyen en forma altamente significativa en el número de granos llenos por panícula. En estudios realizados en CIAT (1980), con la variedad "CICA 8", se midió el efecto de tres densidades de siembra (80, 130 y 180 kg/ha de semilla) y tres niveles de N (0, 50 y 150 kg/ha), determinándose que hubo interacción entre la fertilización y las densidades de siembra. El rendimiento más alto se obtuvo con la siembra de 80 kg/ha de semilla y la aplicación de 50 kg/ha de N con un buen control de malezas. Técnicos de Fedearroz (1985), en ensayos hechos con la variedad "Oryzica-

2" bajo condiciones de riego, usando diferentes densidades de siembra y niveles de N, encontraron que el mayor rendimiento se obtuvo al sembrar 120 kg/ha de semilla y la aplicación de 120 kg/ha de N. Sobre el mismo tema, Bravo (1980), hizo pruebas con la variedad "IR-22" usando densidades de siembra de 40, 80, 120 y 160 kg/ha de semilla y niveles de fertilización nitrogenada de 0, 75, 150 y 225 kg/ha. Los rendimientos más altos se obtuvieron para las diferentes densidades de siembra, con los niveles de 150 y 225 kg/ha de N.

Tinoco et al. (1988), en estudios realizados con la variedad de arroz "CR-1821", probaron diferentes densidades de siembra (60, 80, 100, 120 y 140 kg/ha de semilla) y dosis crecientes de N (0, 60, 90, 120 y 150 kg/ha de N) y encontraron una respuesta alta al N y un efecto lineal altamente significativo con incrementos de 21 kg/ha de grano por cada kilogramo de N aplicado por hectárea. No hubo incremento de rendimiento con el uso de mayores densidades de siembra de 60 kg/ha de semilla, lo que confirma una alta capacidad de macollamiento para esta variedad. Los mayores rendimientos obtenidos con las dosis más altas de N se asociaron con plantas más vigorosas, de mayor altura y de mayor cantidad de hijuelos.

De acuerdo a estudios de Nguu y De Datta (1979) (citados por De Datta, 1986), el rendimiento de dos variedades de arroz de maduración temprana aumentó en 1.3 t/ha cuando la densidad

se incrementó de  $0.67 \times 10^7$  a  $1.00 \times 10^7$  golpes por hectárea. La dosis de aplicación de fertilizante influyó en la respuesta en rendimiento con relación a la densidad de plantas. Sin fertilizante o con dos niveles (60 y 120 kg/ha de N), el rendimiento del grano aumentó lineal o curvilíneamente cuando aumentó la densidad de plantas. A un alto nivel de N aplicado (120 kg/ha de N), el rendimiento de grano aumentó conforme la densidad de siembra aumentó hasta cierto nivel, más allá del cual el rendimiento disminuyó a medida que aumentaba la densidad de plantas.

En ensayos hechos por Fedearroz (1985), para determinar las dosis más adecuadas de fertilización nitrogenada para la variedad "CICA-B", el mayor rendimiento fue obtenido con aplicaciones que oscilaban entre 115 kg/ha de N (4805 kg/ha de arroz) y 322 kg/ha de N (5510 kg/ha de arroz). Sin embargo, López (1985) en estudios realizados con la misma variedad, evaluó tres niveles de fertilización con N (0, 40, 80 kg/ha) y tres niveles de fertilización con P (0, 35 y 70 kg/ha). Utilizó urea (46% de N) y superfosfato triple (46% de  $P_2O_5$ ) y obtuvo un mayor rendimiento con la dosis 80-0 kg/ha de N-P, siguiéndole la dosis de 80-70 y 80-35 de N-P. El autor concluye que se podría aumentar un poco el nivel de N sin sobrepasar los 100-110 kg/ha. Perdomo *et al.* (1983), con la misma variedad, "CICA-B", realizaron estudios sobre la nutrición de la planta en diferentes etapas de desarrollo. Para el efecto utilizaron 60 kg/ha de N, 15 kg/ha de P y 25

kg/ha de K. La aplicación de N fue dividida en tres épocas (20, 40 y 60 días después de la siembra). Ellos encontraron que esta variedad a los 30 días de edad produjo por hectárea el 0.87 % del total de materia seca, a la iniciación del primordio el 14.42 % del total y a la floración el 36.10 % del total; lo cual indica que de esta etapa a la maduración se produce el 63.9 % restante.

De Datta (1986) determinó que las plantas de arroz requieren una gran cantidad de N en las etapas tempranas e intermedias de formación de vástagos para maximizar el número de panículas. Sin embargo, parte del N se requiere en la etapa de maduración. El mismo autor menciona que las plantas de arroz de crecimiento intermedio (145 días), con aplicaciones bajas de N (20 kg/ha) aprovechan mejor el fertilizante para producir grano durante la etapa de máxima formación de vástagos y al llegar a la etapa de floración. El N absorbido por la planta de arroz, desde la formación de vástagos hasta el inicio de la formación de la panícula, tiende a aumentar el número de vástagos y de panículas; el que es absorbido durante el desarrollo de la panícula (desde su inicio hasta la floración) aumenta el número de espiguillas llenas por panícula; el N absorbido después de floración tiende a aumentar el peso del grano. Sin embargo, un alto suministro de N tiende a disminuir el número de espiguillas llenas y el peso del grano.

Seecharan y Bart (1988) indican que en la producción de

Estudios hechos en la Universidad de Filipinas (1975) indican que el fósforo (P) además de contribuir al alto rendimiento del arroz es necesario por las siguientes razones: estimula el desarrollo de las raíces, fomenta la floración y la maduración temprana, fomenta una formación más activa de

#### Efectos del fósforo

arroz en El Caribe, los agricultores usan de 40 a 80 kg/ha de N en aplicaciones divididas en dos partes, al macollamiento y a la iniciación de la panícula, usando como fuente de N urea o sulfato de amonio. Pandey et al. (1988) indican que las aplicaciones de N deberían ser divididas en cinco partes iguales durante todo el ciclo del cultivo del arroz, inclusive hasta después de la floración. Este sistema incrementa los rendimientos hasta en un 10%, comparado con aplicaciones solamente hasta el momento de la floración. Buntan y Corpuz (1984) estudiaron el efecto de aplicaciones de sulfato de amonio y urea en arroz de inundación. Los niveles usados fueron 0, 20, 40, 60, 80, 100 kg/ha de N proveniente de sulfato de amonio y 0, 20, 40, 60, 80, 100 kg/ha de N proveniente de urea. El mayor rendimiento que se obtuvo fue a un nivel de 60 kg/ha de N teniendo como fuente sulfato de amonio, con 4.8 t/ha de grano, que fue superior al obtenido con 60 kg/ha de N teniendo como fuente urea con un rendimiento de 4.4 t/ha de grano.

renuevos, permite que la planta de arroz se recupere más rápidamente y de manera más completa de condiciones adversas y aumenta el valor alimenticio del producto, debido al contenido más alto de P en los granos. Al respecto, De Datta (1986) indica que el P contribuye al suministro y transferencia de energía en todos los procesos bioquímicos que ocurren en la planta de arroz. Sus funciones son la de estimular el desarrollo de la raíz, favorecer la floración y la maduración temprana, estimular la formación de vástagos, favorecer el buen desarrollo del grano y darle al arroz un mayor valor nutritivo. La FAO (1980) menciona que el P desempeña un papel fundamental en la transferencia de energía, es decir, que es esencial en la fotosíntesis y es indispensable para la diferenciación celular y para el desarrollo de los tejidos que constituyen los puntos de crecimiento de las plantas.

Sánchez (1981) indica que el arroz responde a las aplicaciones de P con menos frecuencia e intensidad que otros cereales, por los motivos descritos a continuación: el aumento en la disponibilidad de P en la solución del suelo con la inundación es a menudo de tal magnitud que hacen innecesarias las aplicaciones de P para arroz inundado. Muy a menudo en suelos con menos de 1 ppm de fósforo disponible, el arroz no responde a aplicaciones de este elemento. De acuerdo a Atanasiu y Samy (1985) la planta de arroz necesita un continuo abastecimiento de P a lo largo de su desarrollo, especialmente

en el periodo previo al macollamiento y a todo lo largo de este, así como en los momentos anteriores a la formación de los primordios florales. Los mismos autores concluyen que un suministro adecuado de P desde el principio del crecimiento favorece al desarrollo radical y aumenta el número de hijuelos permitiendo la formación de más panículas. Si el suministro de P a la planta llega a ser continuo y en cantidades adecuadas, se puede conseguir tanto una floración como maduración más temprana.

#### Comportamiento de cultivares modernos de arroz

Según Chandler (1984) la variedad "IR-8" es considerada como ideal por sus características de altura (90 a 100 cm); tallos cortos, gruesos y fuertes que permiten resistencia al volcamiento; hojas cortas y erectas; gran capacidad de macollamiento; alto índice de cosecha e insensible al fotoperíodo; entre otras. El mismo autor menciona el origen de esta variedad, la cual es producto de una cruce entre la variedad indica alta "Peta" y la variedad china semienana "Dee-geor-woo-gen". La "IR-8" fue seleccionada en la generación F<sub>2</sub> de la cruce. Al respecto, Atanasiu y Samy (1985) indican que con aplicaciones altas de fertilizantes en condiciones de cultivo intensivo, esta variedad puede producir rendimientos notablemente superiores a los obtenidos con las antiguas variedades. Sánchez (1981), por otro lado, considera

a la variedad "IR-8" como el prototipo de la nueva planta de arroz, con características similares a las mencionadas por Chandler (1984), y añade que este tipo de plantas presentan cambios significativos a las aplicaciones de diferentes dosis de N y responden principalmente con un aumento en macollaje, siendo este parámetro un componente importante en rendimiento. Perdomo (1982) indica que la variedad "CICA 8" fue producida en actividades colaborativas entre ICA y CIAT, de allí su nombre de "CICA-8" que une las sílabas de las dos instituciones, siendo el origen de ésta a partir de la "IR-8". El mismo autor indica que las etapas de desarrollo que tiene la variedad y sus tiempos promedios de ocurrencia son: macollamiento a los 30 días, iniciación de la panícula a los 75 días, floración a los 105 días, maduración a los 140 días.

Lavaire y Suazo (1989) indican que la variedad "Cuyamel 3820" recientemente liberada por el Programa Nacional del Arroz de la Secretaría de Recursos Naturales, Honduras, tiene buenas características de rendimiento y resistencia a enfermedades, tiene un período entre 125 a 134 días (siembra - cosecha), muy buen macollamiento y es resistente al acame. En ensayos realizados con esta variedad se han reportado rendimientos de 5 t/ha, en promedio. Por su buena característica de macollamiento se recomienda el uso de 40 a 50 kg/ha de semilla.

Bowen y Bernard (1987) en estudios realizados sobre el rebrote (soca) del cultivo del arroz mencionan algunas ventajas, entre las que se encuentran que el arroz de rebrote es una forma práctica de aumentar la productividad por unidad de superficie y también de tiempo. El cultivo de rebrote madura más rápido que el cultivo principal, porque comienza con un sistema radical ya establecido, lo que disminuye los requerimientos de agua, se usa más eficientemente la tierra y se obtiene en la mitad de tiempo del cultivo principal. Los mismos autores indican que la capacidad para rebrotar es una característica genética y varía dependiendo del cultivar. Sin embargo, la herencia no es el único factor de importancia. Hay muchas prácticas culturales y de manejo que afectan el éxito de un cultivo de rebrote, entre las cuales se mencionan la altura de corte que afecta el número de yemas axilares viables capaces de producir nuevos hijuelos (una altura de corte de 15 cm parece ser un método adecuado para asegurar un buen rebrote), el estado de madurez al cosechar el cultivo principal (muchos investigadores indican que el mejor momento para cosechar el cultivo principal es mientras los tallos todavía estén ligeramente verdes), la preparación inicial del terreno para el cultivo principal (mientras más minuciosa se obtendrá más éxito). Muchos estudios muestran que la arada a más de 25 cm de profundidad tiene efecto perjudicial en el rebrote; sin embargo, hasta la profundidad de 25 cm hay una

correlación positiva entre la profundidad de arada y los rendimientos del cultivo del rebrote. En lo que respecta a la fertilización, los mismos autores indican que el P es vital para el desarrollo del sistema radical del cultivo principal, a partir del cual se desarrollará el cultivo de rebrote. Al igual que el P, el N debe estar en cantidades óptimas y por lo general tanto el cultivo principal como el rebrote responden bien a las aplicaciones nitrogenadas. Se cree que en los cultivos de rebrote pueden usarse niveles de aplicaciones equivalentes al 75 % de la cantidad aplicada al cultivo principal y se recomienda aplicar el N inmediatamente después de cosechar el cultivo principal, a fin de garantizar el mayor rebrote posible.

Portillo y Suazo (1989), al evaluar cuatro niveles de fertilización con N (0, 30, 40 y 60 kg/ha de N) en el segundo corte (soca) de la variedad "Cuyamel 3B20" antes mencionada, encontraron diferencias altamente significativas para los niveles de N, siendo el mejor tratamiento la aplicación de 40 kg/ha de N, lográndose rendimientos de 2,752 kg/ha.

#### Uso y efecto de herbicidas en el cultivo del arroz.

Thomson (1989) menciona que el propanil es un herbicida que pertenece a la familia de las anilidas compuestas, de uso selectivo, post-emergente de contacto, usado en arroz y trigo. No se utiliza en pre-emergencia por no tener efectos

residuales. El tipo de suelo no influye en su acción. En el manual de la "Weed Science Society of America" (1983) se indica que el propanil es incompatible con algunos pesticidas, particularmente con los carbamatos, y que no se debería aplicar con fertilizantes líquidos, o dentro de los 14 días antes o después de la aplicación de insecticidas organofosforados. De Datta (1986) indica que el propanil es un herbicida de contacto que controla los pastos anuales y unas cuantas malezas de hoja ancha. Es esencial la completa cobertura por aspersión para que exista un buen contacto y sean controladas eficazmente las malas hierbas. El mismo autor, en pruebas hechas con este herbicida menciona que aplicando una dosis de 3.3 a 5.5 L/ha de producto comercial se controla a la especie indeseable Echinochloa crus-galli cuando presenta una altura entre 2.5 a 7.5 cm (etapa de una a cuatro hojas) sin dañar o dañando muy poco al arroz. Entre las malezas que controla menciona: Panicum fasciculatum, Eleusine indica, Digitaria sanguinalis y Leptochloa filiformes. También recomienda que el arroz se inunde dentro de los 4 a 5 días luego de la aplicación del herbicida para prevenir la reinfestación de las malas hierbas debido a que este herbicida carece de actividad residual; pero la inundación superficial debe hacerse 24 horas después del tratamiento. Sobre este herbicida la Escuela de Agricultura de la Universidad de Filipinas, (1970) indica que es un herbicida de contacto que controla las gramíneas, pero no es

ideal para malezas de hoja ancha; y es de tipo selectivo por lo que no daña la planta de arroz. Se aplica a razón de 3 a 4 kg/ha de ingrediente activo, mezclado en 400 litros de agua. Pueden obtenerse mejores resultados con 4 kg/ha de ingrediente activo sin producir daños importantes en la planta de arroz, pero resulta una aplicación costosa. El terreno se inunda 3 a 4 días después de la aplicación para evitar la reinfestación de malezas.

Anderson (1983) indica que la planta de arroz tiene niveles altos de la enzima arylacylamidasa que lo hace tolerante al herbicida propanil.

Técnicos de Fedearroz (1985) determinaron en evaluaciones hechas con la variedad "Oryzica-1" bajo riego, con tratamientos de preemergencia y postemergencia, que se logra un buen control de malezas gramíneas con tratamientos de bifenoxy (Modow 4 F), seguido por propanil (Stem 100), en dosis de 4.7 y 10.0 L/ha de producto comercial respectivamente. Se obtuvo un rendimiento de 7416 kg/ha. De Datta (1986) afirma que el propanil es inadecuado cuando se aplica como herbicida de preemergencia. Este autor también indica que las temperaturas afectan el control de las malas hierbas con el propanil. Por ejemplo, una temperatura extremadamente alta (mayor de 35° C) aumenta la actividad de este herbicida en el arroz y puede causar quemaduras y daño excesivo en las hojas.

La compañía Basf (1985) informa que el bentazon

(Basagran) es un herbicida de contacto usado en muchos cultivos incluyendo el arroz, ya sea en siembra directa o en arroz transplantado. El ingrediente activo es tomado principalmente por las partes verdes de las plantas. La temperatura acelera la acción del producto, el cual controla malezas de hoja ancha y algunas ciperáceas. Los mejores resultados son obtenidos cuando las malezas tienen de tres a cinco hojas. Antes de aplicar Bentazon, el nivel del agua debería estar por debajo del punto donde las malezas estén completamente expuestas a la aplicación. Uno o dos días después del tratamiento, se recomienda elevar el nivel del agua a lo normal. En el manual de la "Weed Science Society of America" (1989) se indica que el mecanismo de acción del Bentazon es inactivar la fotosíntesis y que es rápidamente metabolizado por las especies tolerantes.

### III. MATERIALES Y METODOS

Se realizaron dos experimentos en la Terraza N°4 del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), situada en el valle del Rio Yeguaré, a 14° 00" latitud norte, 87° 02" longitud oeste y a una altitud de 803 msnm. La temperatura promedio es de 22° C. Se registra una precipitación anual promedio de 1100 mm.

#### Experimento 1

En este experimento se trató de determinar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno y fósforo en el comportamiento agronómico de dos variedades de arroz.

#### Características del suelo

Los niveles de fertilización estudiados se escogieron a base de los resultados del análisis de suelo respectivo y de la información que trae la literatura consultada.

El suelo del área experimental pertenece a la familia mediana sobre fina, mixto, isohipertermico del vertic haplustalf, profundos, imperfectamente drenados y con una permeabilidad moderada en todo el perfil. La topografía va de plana a casi plana con pendientes entre 0-2 % y con una textura media de franca a franca arcillosa. Esto, de acuerdo con los resultados obtenidos del estudio de suelo a

semidetalle, realizado por la oficina de Catastro de la Secretaría de Planificación, Coordinación y Presupuesto (1989), en colaboración con la sección de suelos de la Escuela Agrícola Panamericana. Los resultados del análisis de suelo respectivo fueron los siguientes:

Textura .....	Franca
ph (H <sub>2</sub> O) .....	5.4
Materia Orgánica (%) .....	3.5
Nitrógeno (%) .....	0.19
Fósforo (ppm) .....	33.2
Potasio (ppm) .....	470

#### Preparación del terreno e inundación

La preparación del terreno consistió en un pase de arado incorporando el rastrojo, luego dos pases de rastra. Para la nivelación del terreno se realizó un estudio topográfico cuyos resultados determinaron que ameritaba una nivelación, la cual se realizó con una cuchilla tirada por un tractor John Deere 2030. El terreno se inundó 20 días después de la siembra y se mantuvo inundado durante todo el ciclo, excepto al momento de las aplicaciones de urea.

#### Siembra

El ensayo se sembró el 16 de junio de 1989, manualmente

El experimento se condujo con un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial  $2 \times 4 \times 4$  y dos repeticiones o bloques. El total de parcelas o unidades experimentales fue de 64. Cada parcela consistió de cinco

Diseño experimental y factores en estudio

manualmente.

niveles no críticos. El control de malezas se efectuó a aplicaciones posteriores por la presencia de insectos a Sunja, a los 15 días después de la siembra. No hicieron falta dosis de 0.5 l/ha para controlar el ataque de Spodoptera. Se realizó una aplicación de Tamarón (MTD 600) en una

Combate de plagas y malezas

de elongación del tallo a los 65 días. Siembra, 1/3 al macollamiento a los 30 días y 1/3 en la etapa Siembra. El N se aplicó dividido en tres partes: 1/3 a la Y superfosfato triple (46% de  $P_2O_5$ ). Todo el P se aplicó a la Los fertilizantes que se usaron fueron urea (46% de N)

Fertilización

densidad de siembra fue de 90 kg/ha de semilla. a chorro corrido, a una distancia entre surcos de 25 cm. La

surcos separados a 0.25 m. Las dimensiones de las parcelas fueron de 3 m de largo por 1.25 m de ancho que resultó en un área de 3.75 m<sup>2</sup>. Para la toma de datos se utilizó como parcela útil los tres surcos centrales de cada parcela, es decir un área de 2.25 m<sup>2</sup>.

Los niveles y factores estudiados fueron:

Factor A: Variedades : "CICA 8" y "Cuyamel 3820".

Factor B: Nitrógeno: Niveles de nitrógeno 0, 50, 100 y 150 kg N/ha.

Factor C: Fósforo: Niveles de fósforo 0, 40, 80 y 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

#### Cosecha

La cosecha se efectuó manualmente el 17 de noviembre de 1989. Se cosecharon por separado los surcos centrales, los bordes y un metro lineal del surco central de cada parcela.

#### Datos tomados

##### 1. Porcentaje de Piricularia.

Se evaluó en las etapas de plántula, elongación del tallo y floración (20, 50 y 90 días después de la siembra, respectivamente). Se usó una escala de 1 a 100, recomendada por el CIAT (1983) para medir el porcentaje de área foliar infectada.

## 2. Días a floración.

Se contaron los días desde la siembra hasta el momento en que el 50% de la parcela presentó la inflorescencia al descubierto y empezaba la antesis.

## 3. Altura de planta.

Se tomó la longitud en cm de los tallos principales desde el nivel del suelo hasta la base de la panícula. De cada parcela se tomaron cinco plantas al azar y luego se promediaron los datos. Esta información se tomó entre la etapa del estado lechoso del grano y la maduración.

## 4. Número de macollos efectivos.

Para esta evaluación se contó en un metro lineal del surco central, el número de tallos que presentaban panícula. Por definición macollos efectivos son aquellos que producen panícula.

## 5. Rendimiento de grano.

Se basó en el rendimiento de grano de los tres surcos centrales de cada parcela. Este grano fue trillado con una máquina trilladora.

## 6. Rendimiento biológico.

Esto es el peso total de la planta cortada a ras del

suelo, es decir incluye toda la paja y el grano. Este dato se tomó de 1 metro lineal del surco del centro.

#### 7. Porcentajes de humedad.

Se tomaron porcentajes de humedad de cada muestra para poder calcular el rendimiento a una humedad ajustada al 14%. Para este cálculo se usó la siguiente fórmula:

$$P_f = \frac{P_i (100 - H_i)}{100 - H_f}$$

en donde:

$P_f$  = Peso final

$P_i$  = Peso inicial

$H_i$  = Humedad inicial del grano

$H_f$  = Humedad final deseada del grano, en este caso 14%.

#### 8. Índice de cosecha.

Para obtener esta variable se cosechó 1 m lineal del surco del centro de cada parcela, se tomó el peso de la planta más el grano (rendimiento biológico) y luego se desgranó y se pesó el grano. El índice de cosecha se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de cosecha (I.C.)} = \frac{\text{Peso de grano}}{\text{Peso total (paja + grano)}}$$

## Experimento 2

En este experimento se trató de determinar el efecto de diferentes densidades de siembra y el uso de herbicidas en el comportamiento agronómico de dos variedades de arroz. Este experimento se realizó al lado del experimento 1.

La preparación del terreno y las características del suelo fueron similares para los dos experimentos.

### Siembra

La siembra se realizó el 26 de junio de 1989, manualmente a chorro corrido, a una distancia de 25 cm entre surcos. Las densidades de siembra fueron 40 y 80 kg/ha de semilla, niveles que constituyeron un factor en estudio.

### Fertilización

La fertilización se efectuó en forma convencional, en banda y con incorporación posterior del fertilizante. Se aplicó el equivalente a 100 kg/ha de N y 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Se usó 18-46-0 y urea de la siguiente manera: todo el P a la siembra y el N dividido en tres partes (1/3 a la siembra, 1/3

El experimento se condujo con un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial  $2 \times 2 \times 2$  y tres repeticiones o bloques. El total de parcelas o unidades experimentales fue de 48. Cada parcela consistió de cinco surcos separados a 0.25 m. Las dimensiones de las parcelas fueron de 3 m de largo por 1.25 m de ancho que resultó en un área de 3.75 m<sup>2</sup>. Para la toma de datos se utilizó como parcela útil los tres surcos centrales de cada parcela, es decir un área de 2.25 m<sup>2</sup>.

#### Diseño experimental y factores en estudio

No se efectuó ningún control de plagas debido al bajo porcentaje de daño que se presentó. El combate de malezas se efectuó de acuerdo a los tratamientos. Se usaron dos herbicidas: bentazon (Basagrán) contra malezas de hoja ancha y propanil (Herbax LV 30) contra malezas gramíneas, en dosis de 2 l/ha y 10 l/ha de producto comercial, respectivamente.

#### Combate de plagas y malezas

usó 18-46-0 y urea de la siguiente manera: todo el P a la siembra y el N dividido en tres partes (1/3 a la siembra, 1/3 al macollamiento a los 30 días, y 1/3 en la etapa de elongación del tallo a los 65 días).

Los niveles y factores estudiados fueron:

Factor A: Variedades: "CICA B" y "Cuyamel 3820".

Factor B: Densidades: 40 y 80 kg/ha de semilla.

Factor C: Dosis de Bentazón: sin aplicación y 2 L/ha (dosis media recomendada por la casa comercial).

Factor D: Dosis de Propanil: sin aplicación y 10 L/ha (dosis media recomendada por la casa comercial).

#### Cosecha

La cosecha se efectuó manualmente el 26 de noviembre de 1989. Se cosecharon por separado los surcos centrales, los bordes y un metro lineal que se midió en el surco central de cada parcela.

#### Datos tomados

Los datos fueron tomados de igual manera que en el experimento 1.

#### Rebrote o soca

Después de la primera cosecha se realizaron prácticas agronómicas con el propósito de obtener el rebrote (soca) y medir el efecto de los tratamientos probados en el cultivo principal (tanto en el experimento 1 como en el experimento 2), sobre el rendimiento de la segunda cosecha.

Para el rebrote únicamente se tomó el dato de rendimiento de grano de los tres surcos centrales. Se aplicó N a razón de 60 kg/ha, ocho días después de la cosecha del cultivo principal. Esta fertilización se realizó en banda, distribuyendo el fertilizante uniformemente para los cinco surcos de cada parcela. Se inundó el terreno cinco días después de la fertilización.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### Experimento 1

En el Cuadro 1 se presentan los cuadrados medios de las variables días a floración, altura de planta y número de hijuelos efectivos.

##### Días a floración

Como se observa en el Cuadro 1 la interacción V x N fue significativa para esta variable, lo que nos indica que las aplicaciones de N afectaron diferencialmente la expresión de días a la floración de las variedades. En el Cuadro 2 se presentan las medias de días a floración para cada variedad en relación con las dosis de nitrógeno. En la Figura 1 se presenta la relación entre variedades y niveles de N para la variable días a floración. Hubo diferencia entre los niveles de N; a medida que aumentó el nivel de N la floración se retrasó, pero este efecto fue más marcado sobre la variedad "Cuyamel 3820" que en "CICA 8".

El N tuvo un efecto significativo lineal y cuadrático. Esto nos indica que a medida que aumentaron los niveles de N los días a floración se retrasaron, con incrementos mayores en respuesta a los niveles más altos de N.

A pesar del efecto diferencial del N sobre los días a floración de las variedades, "CICA 8" fue más tardía,

Cuadro 1. Cuadrados medios de días a floración, altura de planta e hijuelos efectivos. El Zamorano, 1990.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Días a Flor	Altura planta	Hijuelos efectivos
Variedades (V)	1	1817**	9	441
Nitrógeno (N)	3	21**	941**	5348**
N lineal	1	86**	2576**	15876**
N cuadrático	1	6*	240**	156
Fósforo (P)	3	1	27	2400
V x N	3	5**	21	1272
V x P	3	1	7	434
N x P	9	1	8	750
V x N x P	9	0	3	840
Error	31	1	13	964
C.V.		0.72%	5.75%	9.61%

\*,\*\*; significativo al 5% y 1% nivel de probabilidad, respectivamente.

Cuadro 2. Medias de días a floración para los efectos solos y combinados de los factores variedades y niveles de nitrógeno. El Zamorano, 1990.

Variedades	DIAS A FLORACION				Medias de variedades
	Nitrógeno (kg/ha)				
	0	50	100	150	
CICA 8	118	118	118	119	118
Cuyamel 3820	106	106	108	110	107
Medias de Nitrógeno	112	112	113	114	

DMS al 5 % para las medias de la interacción es 1.02

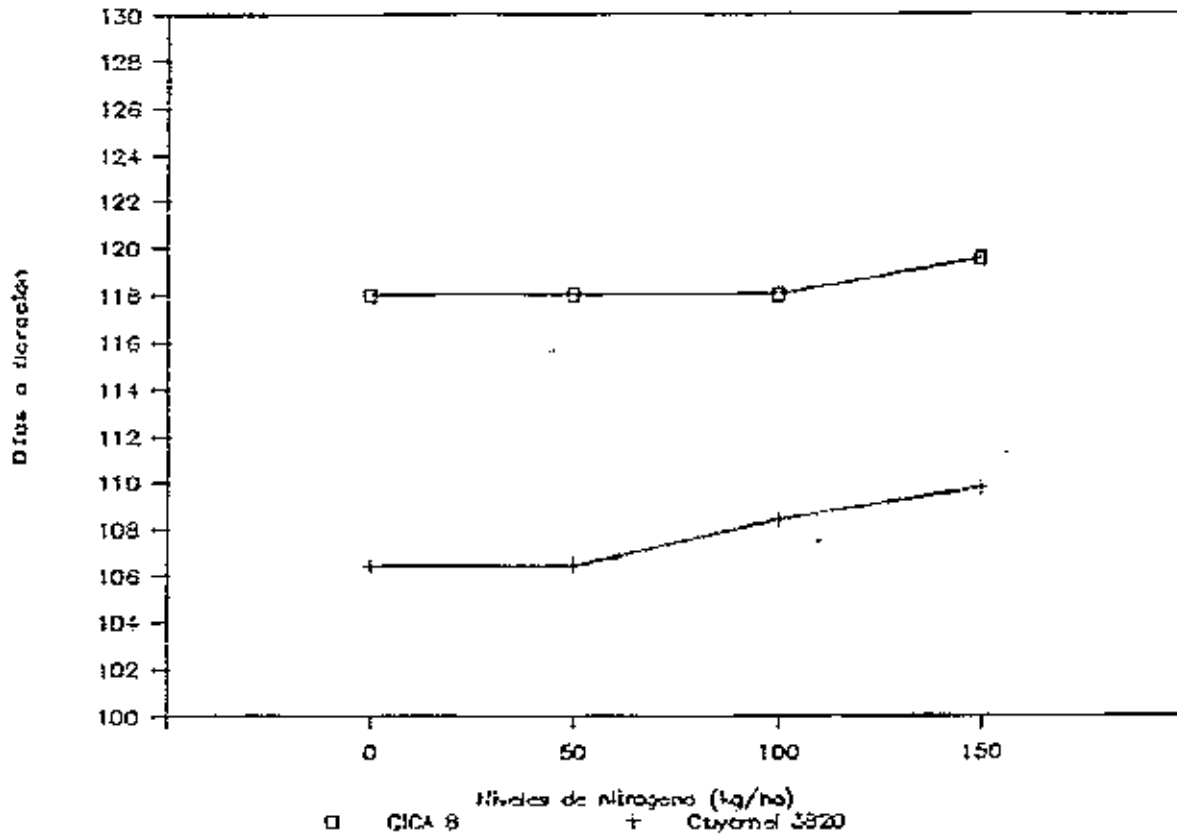


Figura 1. Interacción entre variedades y niveles de nitrógeno para la variable días a floración. El Zamorano, 1990.

floreciendo en promedio a los 118 días como se puede ver en el Cuadro 2. La variedad "Cuyamel 3820" fue más precoz, floreciendo en promedio 10 días antes que "CICA B".

Según la literatura uno de los efectos del P es adelantar la floración (De Datta, 1986). Sin embargo este efecto no se detectó en este ensayo.

#### Altura de planta

No se detectaron interacciones significativas entre los factores en estudio para la variable altura de planta. No hubo diferencia entre los niveles de P para esta variable, posiblemente porque este elemento se encontraba en cantidades suficientes en el suelo.

El N tuvo efectos significativos lineal y cuadrático sobre esta variable, lo cual indica que la altura de la planta aumentó a medida que aumentaron los niveles de N, por que las plantas absorbieron cada vez más N disponible para su desarrollo. No se detectó diferencia significativa entre las variedades (Cuadro 3), lo que indica que las dos variedades son genéticamente iguales para la expresión de la característica altura de planta.

#### Número de hijuelos efectivos

No se detectó ninguna interacción significativa para esta

Cuadro 3. Medias de altura de planta en cm para los efectos solos y combinados de los factores variedades y niveles de nitrógeno. El Zamorano, 1990.

ALTURA DE PLANTA, cm.

Variedades	Nitrógeno (kg/ha)				Medias de variedades
	0	50	100	150	
CICA 8	51	62	65	70	62.0
Cuyamel 3820	52	61	68	68	62.2
Medias de Nitrógeno	51.5	61.5	66.5	69.	

variable como se observa en el Cuadro 1. El P no presentó diferencias significativas, debido posiblemente a que este elemento se encontraba en cantidades suficientes en el suelo.

En la figura 2 se presenta la respuesta de la variable número de hijuelos efectivos a las aplicaciones de N. El N tuvo efectos significativos sobre la variable estudiada. Por ser esta característica un componente de rendimiento, la respuesta positiva a los niveles de N afectará también al rendimiento. La ecuación que representa esta respuesta es  $Y = 143.9 + 7.04 X$ . Es decir que el número de hijuelos efectivos por metro lineal de surco aumentó en promedio en 7.04 por cada incremento de 50 kg/ha de N. No hubo diferencia significativa entre variedades; por lo tanto, se puede indicar que las dos variedades tienen el mismo potencial de macollamiento. Las aplicaciones de N no afectaron diferencialmente el número de hijuelos efectivos en las variedades. Para información las medias de número de hijuelos para variedades y niveles de N se presentan en el Cuadro 4.

### Rendimiento

En el Cuadro 5 se presentan los cuadrados medios para las variables rendimiento de

grano e índice de cosecha. No se encontró ninguna interacción significativa entre los factores en estudio para la variable rendimiento.

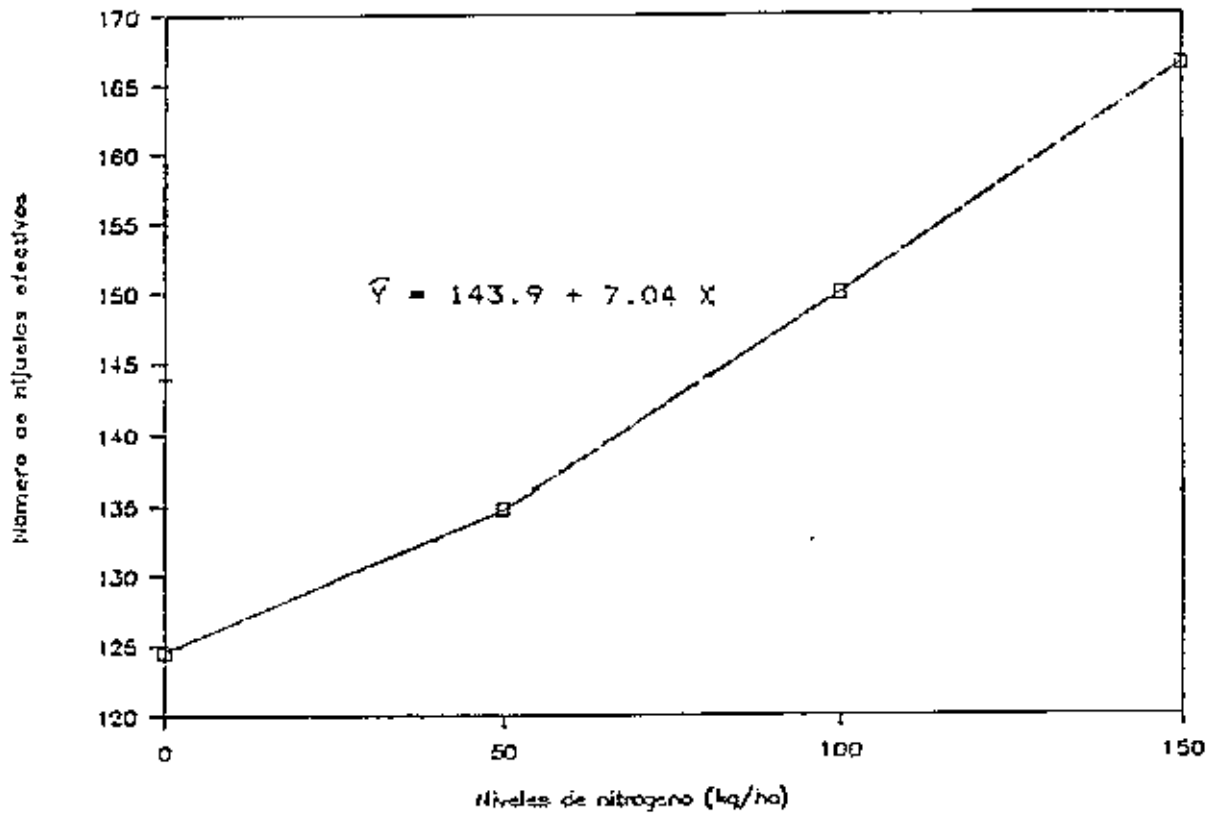


Figura 2. Respuesta de la variable número de hijuelos efectivos a los niveles de nitrógeno. El Zamorano, 1990.

Cuadro 4. Medias de número de hijuelos efectivos para los efectos solos y combinados de los factores variedades y niveles de nitrógeno. El Zamorano, 1990.

NUMERO DE HIJUELOS EFECTIVOS

Variedades	Nitrógeno (kg/ha)				Medias de variedades
	0	50	100	150	
CICA 8	140	134	148	163	146
Cuyamel 3820	109	136	152	169	141
Medias de nitrógeno	124.5	135.0	150.0	166.0	

Cuadro 5. Cuadrados medios de las variables rendimiento de grano e índice de cosecha. El Zamorano, 1990.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Rendimiento	Índice de cosecha
Variedades (V)	1	90.87**	0.160**
Nitrógeno (N)	3	16.62**	0.020**
N lineal	1	36.68**	0.050**
N cuadrático	1	13.18**	0.000
Fósforo (P)	3	1.57	0.000
V x N	3	1.57	0.003*
V x P	3	2.16	0.001
N x P	3	0.91	0.001
V x N x P	9	2.12	0.001
Error	31	1.70	0.001
C.V.		21.64%	21.56%

\*,\*\* : significativo al 5% y 1% nivel de probabilidad, respectivamente.

Las variedades evaluadas en este experimento presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) en lo que respecta a la variable rendimiento, con un promedio para la variedad "CICA 8" de 7.22 t/ha y 4.76 t/ha para la variedad "Cuyamel 3820", como se aprecia en el Cuadro 6.

El N tuvo un efecto lineal positivo y cuadrático sobre el rendimiento, ( $P < 0.01$ ). En la Figura 3, se presenta el efecto de los niveles de nitrógeno sobre el rendimiento. En la escala codificada del polinomio ortogonal:  $X_2 = (X^2 - 5)/4$ , al reemplazar y diferenciar se encuentra el máximo rendimiento teórico cuando el valor de  $X = 1.5$ . Esto es equivalente a una dosis de N de 112 kg/ha y un rendimiento estimado de 6.85 t/ha. Los valores estimados y esperados de rendimiento se presentan en el Cuadro 7.

El P no tuvo ningún efecto sobre el rendimiento debido a que este nutrimento estaba en cantidades suficientes, como se demostró en el análisis de suelo respectivo. Además, la inundación aumenta la disponibilidad de este elemento como señalan varios autores (De Datta, 1986; Sánchez, 1981).

#### Índice de cosecha

Con relación a la variable índice de cosecha, la interacción entre los factores variedad x N fue significativa, así como los efectos principales de variedades y N (Cuadro 5).

Cuadro 6. Medias de rendimiento para los efectos solos y combinados de los factores variedades y niveles de nitrógeno. El Zamorano, 1990.

Variedades	RENDIMIENTO, t/ha				Medias de variedades
	Nitrógeno (kg/ha)				
	0	50	100	150	
CICA 8	5.3	7.2	8.1	8.0	7.2
Cuyamel 3820	3.7	4.9	5.5	5.0	4.7
Medias de nitrógeno	4.5	6.1	6.8	6.5	

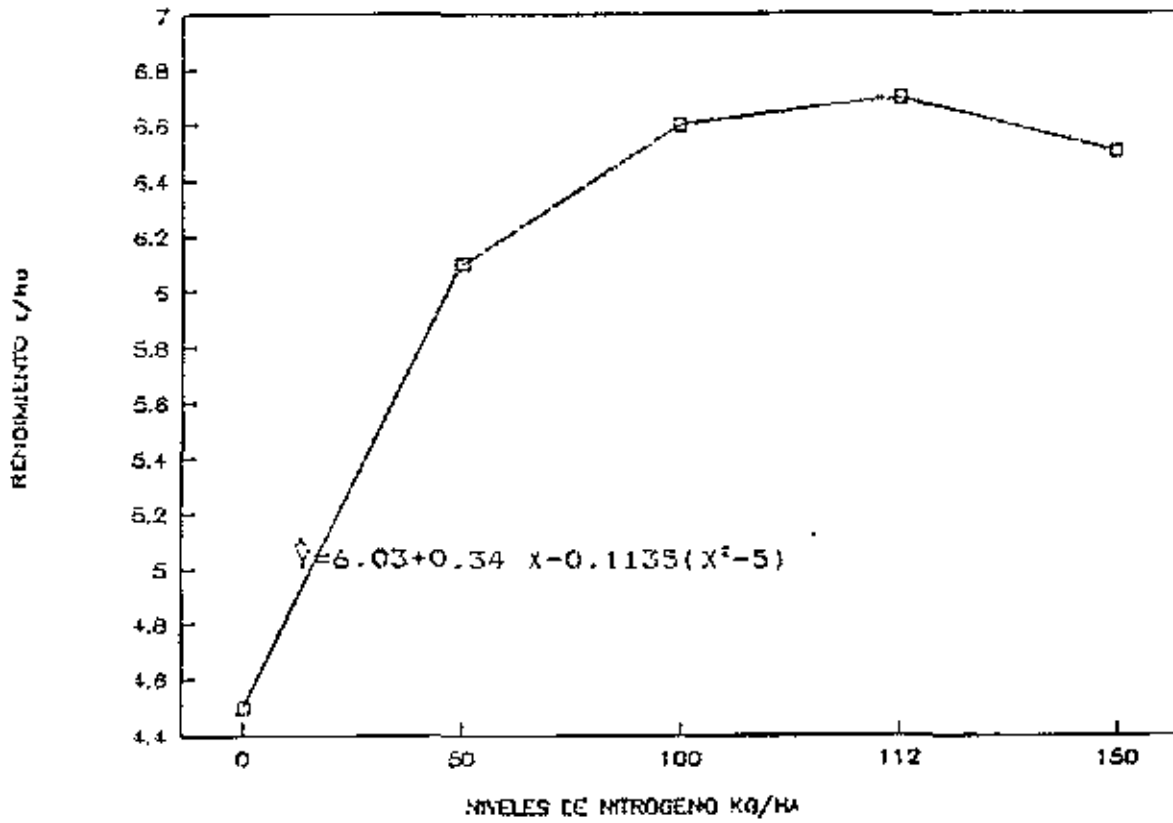


Figura 3. Respuesta a nitrógeno en el rendimiento de dos variedades de arroz. El Zamorano, 1990.

Cuadro 7. Valores observados y estimados de rendimiento en t/ha de acuerdo con la ecuación  $Y = 6.03 + 0.34 X - 0.1135 (X^2 - 5)$  en el Experimento 1. El Zamorano, 1990.

Dosis de N kg/ha	Dosis Codi- ficadas (X)	Rendimiento Observado t/ha	Rendimiento estimado t/ha
0	-3	4.57	4.56
50	-1	6.13	6.14
100	+1	6.84	6.82
112	(+1.5)	-----	(6.85)*
150	+3	6.59	6.60

\*. Valor máximo teórico con una dosis supuesta de 112 kg/ha de N.

El índice de cosecha es un indicativo de la relación existente entre el peso del grano y el peso total de la planta, sin incluir las raíces. A mayor índice de cosecha mayor peso del grano con relación al peso de la planta. Un índice de cosecha alto señala que la translocación de los fotosintatos al grano fué eficiente, es decir que en la planta un buen porcentaje de los carbohidratos se acumulan en el grano. El índice de cosecha es una característica determinada por genes y relativamente poco afectada por el medio ambiente.

Las medias de índice de cosecha resultantes de los efectos solos y combinados de variedades y N, se presentan en el Cuadro 8.

El índice de cosecha tendió a disminuir con los incrementos de N en las dos variedades. Sin embargo esta tendencia fue más marcada en la variedad "Cuyamel 3820", como se puede observar en la Figura 4. Esto nos podría indicar que la variedad "CICA B" es más eficiente en la translocación de nutrimentos al grano, y que su índice de cosecha es menos afectado por condiciones del medio ambiente, como dosis alta de N.

Hubo diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre las variedades para el índice de cosecha, observándose una superioridad de "CICA B" sobre "Cuyamel 3820".

El P no tuvo efecto significativo sobre la variable estudiada.

Cuadro 8. Medias de índice de cosecha para los efectos solos y combinados de los factores variedades nitrógeno. El Zamorano, 1990.

Variedades	INDICE DE COSECHA				Medias de Variedades
	Nitrógeno (kg/ha)				
	0	50	100	150	
CICA 8	0.33	0.31	0.30	0.28	0.30
Cuyamel 3820	0.26	0.23	0.18	0.16	0.20
Medias de nitrógeno	0.29	0.27	0.24	0.22	

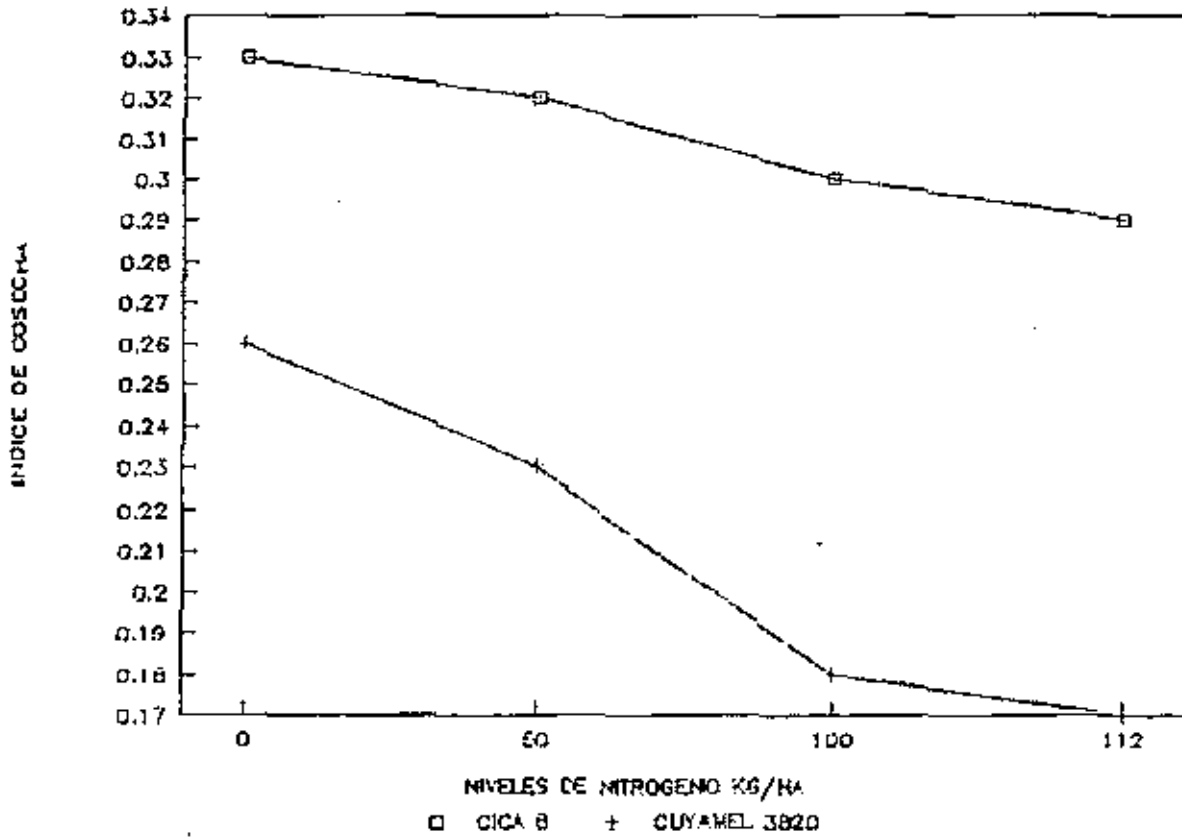


Figura 4. Interacción entre variedades y niveles de nitrógeno para la variable índice de cosecha. El Zamorano, 1990.

### Incidencia de Piricularia

No se detectaron diferencias entre tratamientos en la incidencia de Piricularia oryzae. En general los niveles de incidencia fueron bajos. Sin embargo, se observó un aumento en la incidencia de la enfermedad, a medida que se incrementaron los niveles de N para las dos variedades. Aparentemente la variedad "Cuyamel 3820" tuvo menor incidencia de piricularia que "CICA 8"; pero en general los resultados, indican que en las condiciones de experimento "CICA 8" tuvo un mejor comportamiento agronómico que "Cuyamel 3820".

En este experimento se evaluaron otras variables como acame e incidencia de otras enfermedades foliares. Sin embargo, no se encontraron diferencias aparentes para estas variables en este ensayo.

### Rendimiento del rebrote

En este ensayo también se estudió el efecto que podrían tener sobre el rebrote los tratamientos iniciales aplicados en el cultivo principal.

Bajo las condiciones de este experimento la variedad "CICA-8" no presentó características de buen rebrote por lo que no ameritó ser cosechada por segunda vez. El rebrote es una característica genética presente sólo en algunos genotipos (Bowen y Bernard, 1987). En la variedad "Cuyamel 3820" sí se

obtuvo un buen rebrote. Esta característica que depende de un manejo adecuado, podría formar parte de recomendaciones para agricultores de pocos recursos. Aunque los rendimientos son bajos el costo involucrado es relativamente reducido.

En el Cuadro 9 se presentan los cuadrados medios de la respuesta al N y P e interacciones para la variable rendimiento de la soca. En el Cuadro 10 se exhiben las medias de rendimiento del rebrote de "Cuyamel 3820"

resultantes de los efectos del N y P. A pesar de la interacción existente se puede señalar que la respuesta al N fue lineal y cuadrática y siguió un patrón similar al observado en el cultivo principal, lo cual demuestra que los tratamientos estudiados en la primera cosecha también tuvieron efecto sobre el rebrote.

Con relación al P se detectaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) en sus efectos. La respuesta al P fue cuadrática y cúbica ( $P < 0.01$ ). Se encontró una disminución del rendimiento entre el segundo y tercer nivel de P (40 y 80 kg/ha, respectivamente) y luego una respuesta ascendente entre el tercero y cuarto nivel (80 y 120 kg/ha), pero en menor magnitud.

En general, en el cultivo principal el P no tuvo efecto sobre las variables analizadas. Como se discutió, este resultado probablemente se debe a que las cantidades de este elemento en el suelo antes de la aplicación de los tratamientos eran suficientes. Pero además, en condiciones de

Cuadro 9. Cuadrados medios de la respuesta al nitrógeno y fósforo e interacciones para la variable rendimiento de la soca. El Zamorano, 1990.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Rendimiento de la soca
Nitrógeno (N)	3	1,663 *
N lineal	1	1,876 *
N cuadrático	1	2,415 *
Fósforo (P)	3	25,646 *
P lineal	1	0.4
P cuadrático	1	27,370 **
P cúbico	1	49,562 **
N x P	9	20.750 **
Error	15	386.4
C.V.		3.55 %

\*, \*\*: Significativo al 5% y 1% nivel de probabilidad.

Cuadro 10. Medias de rendimiento del rebrote para los efectos solos y combinados de los factores niveles de  $P_2O_5$  y niveles de nitrógeno. El Zamorano, 1990.

RENDIMIENTO, kg/ha					
Nitrógeno (kg/ha)					
$P_2O_5$ (kg/ha)	0	50	100	150	Medias de $P_2O_5$
0	543	644	488	728	600
40	489	390	484	524	472
80	484	639	700	487	577
120	632	538	617	475	565
Medias de nitrógeno	537	552	572	553	

DMS al 5 % para las medias de la interacción es 41.89

inundación el P se vuelve más asimilable para la planta de arroz.

Para la cosecha del cultivo principal se sacó el agua del terreno 15 días antes de esa operación y se volvió a inundar 10 días después, como parte del manejo del rebrote. En este periodo, las condiciones del suelo posiblemente se volvieron aeróbicas y el PH tendió a bajar a su nivel inicial. Consecuentemente, por lo menos parte del P pudo combinarse con otros elementos y formar compuestos insolubles, volviéndolo menos disponible para el rebrote. A esto puede atribuirse la respuesta del rebrote a los niveles altos de P aplicados como tratamientos al cultivo principal.

### Experimento 2

En el Cuadro 11 se presentan los cuadrados medios de las variables altura de planta y número de hijuelos efectivos. No se presenta el análisis de días a floración por cuanto no hubo variación dentro de cada variedad como resultado de los efectos de densidad de siembra y empleo de herbicidas.

#### Altura de planta

Como se observa en el Cuadro 11, no se detectó ninguna interacción significativa entre los factores en estudio para

Cuadro 11. Cuadrados medios de las variables altura de planta y número de hijuelos efectivos del Experimento 2. El Zamorano, 1990.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Altura de planta	Número de hijuelos
Variedades (A)	1	42.18*	1408
Densidades (B)	1	11.02	176
Bentazón (C)	1	4.68	52
Propanil (D)	1	20.02	24
A x B	1	1.02	936
A x C	1	3.52	80
B x C	1	13.02	1610
A x B x C	1	1.02	234
A x D	1	3.52	752
B x D	1	0.02	52
A x B x D	1	1.02	690
C x D	1	7.52	40
A x C x D	1	20.52	768
B x C x D	1	2.52	363
A x B x C x D	1	25.52	48
Error	30	6.97	811
C.V.		3.97%	25.83%

\*, Significativo al 5% nivel de probabilidad.

esta variable.

Los herbicidas utilizados en este experimento no tuvieron efectos significativos sobre la altura de planta. Esto puede deberse a que se realizó una buena preparación del terreno y un buen manejo del agua en las etapas tempranas del cultivo, lo que permitió que éste se desarrolle normalmente sin competencia y que la altura de las plantas no haya sido afectada.

El factor densidad de siembra no causó efectos significativos sobre la variable altura de planta. La altura promedio con la densidad de 40 kg/ha de semilla fue 67 cm, mientras que con la densidad de 80 kg/ha de semilla fue 66 cm, como se observa en el Cuadro 12. En plantas que presentan un solo tallo, como en el caso de la soya, a mayor densidad se espera mayor altura de planta. Esto se debe a que al recibir mayor cantidad de luz las hojas inferiores, la relación del balance hormonal cambia. Es decir, disminuye la dominancia apical controlada por auxinas, lo que determina un menor crecimiento hacia arriba y un mayor crecimiento lateral. En el caso del arroz y otras especies que macollan profusamente, el número de tallos es casi independiente de la densidad de siembra por un factor de compensación existente. Consecuentemente, la penetración de luz hacia las hojas inferiores posiblemente es similar y no se presentan cambios en el equilibrio hormonal endógeno.

La diferencia en altura de planta entre variedades fue

Cuadro 12. Medias de altura de planta en cm para los efectos solos y combinados de los factores variedades y densidades de siembra. El Zamorano, 1990.

ALTURA DE PLANTA, cm.

Densidad (kg/ha de semilla)

Variedades	40	80	Medias de variedades
CICA 8	68	67	67.5
Cuyamel 3820	66	65	65.5
Medias de densidad	67	66	

en promedio 2.0 cm como se observa en el Cuadro 12.

#### Número de hijuelos efectivos

De acuerdo con el Cuadro 11, ninguna interacción ni efecto principal de los factores en estudio fueron significativos para esta variable.

El número de hijuelos efectivos en un metro lineal de surco fue similar para las dos variedades, como se indica en el Cuadro 13. Esto demuestra que en las condiciones de este ensayo, las dos variedades tienen igual capacidad genética de macollamiento. En el Cuadro 13 se puede observar que el número de hijuelos efectivos en un metro lineal de surco fue similar para las dos densidades. Esto nos indica que con la densidad de siembra más baja (40 kg/ha de semilla), se produjo un factor de compensación que determinó la formación de igual número de panículas que con la densidad más alta ( 80 kg/ha de semilla).

Este resultado es interesante porque se puede recomendar un menor uso de semilla por área sembrada, lo que representa un ahorro importante en los costos de insumos.

#### Rendimiento

En el Cuadro 14 se presentan los cuadrados medios de las variables rendimiento e índice de cosecha. Las variedades

Cuadro 13. Medias de número de hijuelos efectivos para los efectos solos y combinados de los factores variedades y densidades de siembra. El Zamorano, 1990.

NUMERO DE HIJUELOS EFECTIVOS

Densidad (kg/ha de semilla)

Variedades	40	80	Medias de variedades
CICA 8	109	122	115
Cuyamel 3820	107	102	105
Medias de densidad	108	112	

Cuadro 14. Cuadrados medios de las variables rendimiento de grano e índice de cosecha del Experimento 2. El Zamorano, 1990.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Rendimiento	Índice de cosecha
Variedades (A)	1	89.17**	0.181**
Densidades (B)	1	1.11	0.000
Bentazón (C)	1	0.17	0.000
Propanil (D)	1	1.70	0.000
A x B	1	0.42	0.000
A x C	1	0.00	0.000
B x C	1	1.56	0.000
A x B x C	1	0.60	0.000
A x D	1	0.97	0.000
B x D	1	0.69	0.000
A x B x D	1	0.45	0.001
C x D	1	2.70	0.000
A x C x D	1	0.13	0.001
B x C x D	1	1.87	0.000
A x B x C x D	1	0.37	0.000
Error	30	0.87	0.001
C.V.		13.51%	9.13%

\*\*., Significativo al 1% nivel de probabilidad.

evaluadas en este experimento presentaron una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) en rendimiento. La variedad "Cuyamel 3820" tuvo un rendimiento promedio de 5.6 t/ha mientras que "CICA 8" rindió 8.7 t/ha. Estos resultados coinciden con los obtenidos en el Experimento 1 descrito en este trabajo y refuerzan la conclusión que "CICA 8" tiene mayor capacidad de rendimiento.

En lo que respecta a la densidad de siembra no se encontró interacción con el factor variedades (Figura 5). El rendimiento promedio obtenido con las dos densidades de siembra fue de 6.7 t/ha para la densidad más baja (40 kg/ha de semilla) y 7.1 t/ha para la densidad más alta (80 kg/ha de semilla) siendo estos valores estadísticamente iguales. Este resultado indica que en condiciones óptimas de manejo se puede usar la densidad de siembra más baja (40 kg/ha de semilla) en siembra directa en hileras, disminuyendo de esta manera los costos de los insumos sin afectar significativamente la producción.

Los herbicidas bentazón y propanil no tuvieron efectos significativos sobre el rendimiento. En general, la incidencia de malezas fue baja, atribuyéndose esto a una adecuada preparación del terreno y al buen manejo del agua.

#### Índice de cosecha

Hubo una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ )

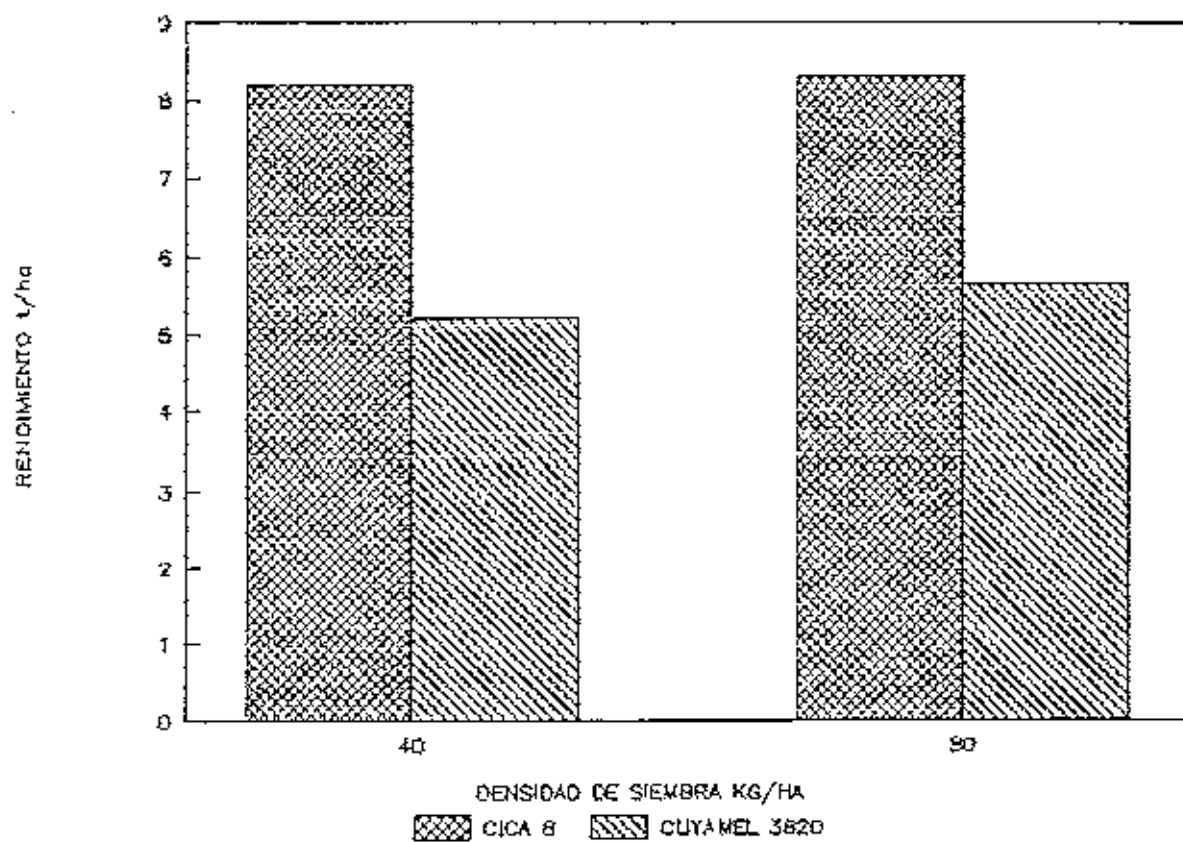


Figura 5. Respuesta de las variedades "CICA 8" y "Cuyamel 3820" a dos densidades de siembra en la variable rendimiento. El Zamorano, 1990

entre variedades con relación al índice de cosecha. En promedio el índice de cosecha para "CICA 8" fué de 0.33 y 0.20 para la variedad "Cuyamel 3820". Resultados similares se obtuvieron en el Experimento 1, lo que podría indicar nuevamente que "CICA 8" es más eficiente en la translocación de nutrimentos al grano.

Los factores densidades de siembra, propanil y bentazon no tuvieron ningún efecto sobre el índice de cosecha. Tampoco hubo interacciones significativas para esta variable

#### Rendimiento del rebrote

En el Cuadro 15 se presentan los cuadrados medios para la variable rendimiento de la soca.

En este experimento, al igual que el anterior, la variedad "CICA 8 no produjo rebrote, pero si la variedad "Cuyamel 3820". El rendimiento promedio de "Cuyamel 3820" fue 1122 kg/ha de grano.

En la variable rendimiento de la soca, no se encontró diferencia significativa entre densidades de siembra, resultado similar al que se obtuvo en la primera cosecha. Los resultados indicaron que con la densidad más baja el número de hijuelos por planta fue mayor; por consiguiente, éstos van a ser efectivos en el rebrote.

En cuanto a los herbicidas utilizados no se encontraron efectos significativos sobre el rendimiento de la soca, debido

Cuadro 15. Cuadrados medios para la variable rendimiento de la soya. El Zamorano, 1990.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Rendimiento de la soya
Densidades (A)	1	33,376 ns
Bentazón (B)	1	3,978.4 ns
Propanil (P)	1	2,185.1 ns
A x B	1	30,317.1 ns
A x C	1	1,426.1 ns
B x C	1	49,959.4 ns
A x B x C	1	54,055.1 ns
Error	14	32,050.4 ns
C.V.		15.96%

ns: No significativo.

posiblemente a la buena preparación del terreno al inicio del cultivo y a un buen manejo del agua en la etapa del rebrote como se señaló anteriormente.

## V. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

1. En las condiciones de este experimento el fósforo no tuvo efecto alguno sobre las variables estudiadas.
2. El rendimiento aumentó linealmente con las dosis de nitrógeno, pero tendió a bajar con la dosis más alta.
3. A juzgar por la interacción encontrada en la variable índice de cosecha entre variedades x nitrógeno, "CICA 8" hace un uso más eficiente de este nutrimento.
4. El rendimiento de grano fue estadísticamente igual al sembrar 40 u 80 kg de semilla por hectárea.
5. La variedad "CICA 8" produjo significativamente más que la variedad "Cuyamel 3820", en los dos experimentos realizados.
6. Los herbicidas utilizados no tuvieron ningún efecto en este ensayo.
7. La variedad "Cuyamel 3820" presentó características de rebrote lo que no ocurrió con la variedad "CICA-8".
8. Los niveles de nitrógeno y fósforo tuvieron efecto similares a los de la primera cosecha sobre el rebrote.
9. La densidad de siembra y las aplicaciones de herbicida no tuvieron efecto sobre el rebrote.

## VI. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

1. En condiciones similares a la de este experimento utilizar dosis de nitrógeno de 112 kg/ha de nitrógeno, que fué la dosis teórica calculada para maximizar el rendimiento de grano de arroz.
2. En siembras directas en hileras emplear únicamente 40 kg de semilla de arroz por hectárea.
3. Realizar ensayos en los que se evalúen otros genotipos y dosis de fertilizantes y herbicidas para comprender mejor los efectos y relaciones existentes entre esos efectos.
4. Estudiar y analizar el potencial de la variedad "Cuyamel 3820" y de otros genotipos en la característica de rebrote y los aspectos económicos concernientes a esta prácticas.

## VII. RESUMEN

En la Escuela Agrícola Panamericana se realizó el presente ensayo para determinar el efecto de niveles de N: 0-50-100-150 kg/ha y de P: 0-18-36-54 kg/ha sobre el comportamiento de las variedades de arroz "CICA 8" y "Cuyamel 3820", esta última de reciente liberación.

En la variable rendimiento no se encontró ninguna interacción significativa entre los factores en estudio. El rendimiento promedio de "CICA 8" fue 7.22 t/ha y el de "Cuyamel 3820" 4.84 t/ha, diferencia esta altamente significativa ( $P < 0.01$ ). El N tuvo efectos lineal positivo y cuadrático sobre el rendimiento, con una probabilidad  $P < 0.01$  en ambos casos. El punto máximo de rendimiento se obtuvo con el nivel de N equivalente a 112 kg/ha.

El P no tuvo ningún efecto, posiblemente por encontrarse este elemento en cantidad suficiente en el suelo.

El número de hijuelos efectivos fue afectado positiva y linealmente por el N ( $P < 0.01$ ). Como esta característica es un componente del rendimiento, pueden explicarse los incrementos observados por la alta correlación de las dos variables.

El índice de cosecha tendió a bajar con los niveles altos de N en las dos variedades, aunque esta tendencia fue más marcada en la variedad "Cuyamel 3820". Esta interacción de nitrógeno por variedad fue significativa ( $P < 0.05$ ). Esto podría indicar que "CICA 8" es más eficiente en la translocación de N al grano.

No se pudo detectar diferencias en la incidencia de piricularia, pero en general los niveles de infección fueron bajos.

Estos resultados indican que en las condiciones de este experimento "CICA 8" tiene un mejor comportamiento agronómico. En otro ensayo se estudió el efecto de dos densidades de siembra (40 y 80 kg/ha de semilla), dos niveles del herbicida bentazón (0 y 2.0 L/ha) y dos niveles del herbicida propanil (0 y 9.5 L/ha), sobre el comportamiento agronómico de las variedades comerciales de arroz "CICA-8" y "Cuyamel 3820". La variedad "Cuyamel 3820" rindió en promedio 5.6 t/ha, mientras que "CICA-8" rindió 8.27 t/ha. Esta diferencia fue significativa ( $P < 0.01$ ).

El promedio de rendimiento resultante con la densidad más baja fue 6.7 t/ha, valor que no presentó diferencia estadística con el obtenido con la densidad más alta (7.1 t/ha). Este resultado indica que en condiciones similares a la de este experimento se podría disminuir la cantidad de semilla en siembras directas en hileras, sin afectar significativamente la producción.

Ni bentazón ni propanil tuvieron efecto alguno sobre el rendimiento. En general, hubo pocas malezas posiblemente por la preparación adecuada del suelo y el buen control del agua. En el terreno del ensayo no se había cultivado arroz anteriormente.

El número de hijuelos efectivos fue similar para las dos

variedades y para las dos densidades en estudio. Se puede deducir que a una menor densidad hubo un mayor ahijamiento, lo cual causó que se produzcan rendimientos similares.

Se evaluó también la capacidad de rebrote de las dos variedades y el efecto de los tratamientos aplicados en el cultivo principal sobre esta característica.

Solo la variedad "Cuyamel 3820" produjo rebrote. El rendimiento promedio de grano obtenido del rebrote de esta variedad fue 333 kg/ha.

La respuesta a los fertilizantes, herbicidas y densidades de siembra siguió en el rebrote un patrón similar al del cultivo principal.

Con base en los resultados obtenidos y en condiciones similares a las de este ensayo se recomienda, en siembras directas en hileras, emplear 40 kg de semilla por hectárea y fertilizar con alrededor de 112 kg/ha de nitrógeno. También se recomienda continuar con trabajos que evalúen el potencial de rebrote de algunas variedades y los aspectos económicos de esta práctica.

## VIII. LITERATURA CITADA

- ANDERSON, W. 1983. Weed Science, principles. 2nd. ed. New York, USA, West Publishing Company. 655 p.
- ATANASIU, N. y SAMY, J. 1985. Arroz. uso eficaz de los fertilizantes. Centro de Estudios del Nitrógeno, Zurich, Suiza. 100 p.
- BASF. 1985. Crop Protection Products. Limburgerhof, Federal Republic of Germany. Basf. 443 p.
- BRAVO, J. 1980. Efectos de niveles de nitrógeno y densidades de siembra en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego. Tesis Ing. Agr. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua 42 p.
- BOWEN, J. y BERNARD. A. 1987. Arroz de rebrote. Agricultura de las Américas (USA) 36 (2):6-12.
- BUNTAN, A. y CORPUZ, I. 1984. Effect of continuous application of ammonium sulfate and urea on irrigated rice. International Rice Research Newsletter. Manila, Filipinas 14 (3): 32.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1980. Informe Anual del Programa de Arroz de 1979. Cali, Colombia. 49 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1983. Sistema de evaluación estándar para arroz. 2a. ed. Manuel Rosero (traductor y adaptador). Cali, Colombia. 110 p.
- CHANDLER, R. 1984. Arroz en los Trópicos. Guía para el desarrollo de programas nacionales. Traducido del inglés por Edilberto Camacho. San José, Costa Rica, IICA. IICA/Serie investigación y desarrollo Nº 12). 304 p.

DE DATTA, S. 1986. Producción de Arroz. fundamentos y prácticas. Traducido del inglés por Manuel Guzmán y Zulai Fuentes. Editado por Arturo Sanchez. 1ra. ed. México D.F., México, Editorial Limusa. 425 p.

FAO 1980. Los Fertilizantes y su empleo, guía de bolsillo para extensionistas. 3ra. ed., FAO, Roma, Italia, 54 p.

FEDEARROZ (Federación Nacional de Arroceros). 1985. Fedearroz, un gremio al servicio de Colombia. 1ra. ed. Colombia, OP Gráficas Ltda. 186 p.

LAVAIRE, H. y SUAZO, N. 1989. Guía Técnica para la Producción de Arroz. Secretaria de Recursos Naturales, Departamento de Investigación Agrícola. Programa Nacional de Arroz. Honduras. 18 p.

LOPEZ, C. 1985. Evaluación de tres niveles de fertilización con nitrógeno y fósforo en el cultivo de arroz variedad CICA 8. p 122 - 130. En: Memoria de la XXXI Reunión Anual del PCCMCA. San Pedro Sula, Cortés, Honduras.

PANDEY, P.C., BISHT, P.S. y LAL, P. 1989. Effect on rice yield of N applied during the reproductive phase. International Rice Research Newsletter. Manila, Filipinas 14 (3): 32.

PERDOMO, M.; GONZALEZ J. y GARCIA DE GALVES, E.. 1983. Nutrición mineral del arroz en las diferentes etapas de desarrollo de la planta, variedad CICA 8. En: Memoria de la XXIX Reunión Anual del PCCMCA. Panamá, Panamá. 156 p.

PERDOMO, M. 1982. Requerimientos nutricionales de CICA 8. CIAT. Serie CIAT 01 SR (7) 82. 2 p.

PORTILLO, G. y SUAZO, R. 1989. Evaluación de cuatro niveles de nitrógeno en el segundo corte (soca) de la variedad de arroz Cuyamel 3820. p. 69. En: Compendio de Resúmenes de la XXXV Reunión Anual del PCCMCA. San Pedro Sula, Cortés, Honduras.

- SANCHEZ, P. 1981. Suelos del Trópico. Características y Manejo. Traducido del inglés por Edilberto Camacho. 1ra. ed. San José, Costa Rica, IICA. IICA: Serie de libros y materiales educativos. 48. 660 p.
- SEECHARAN, D. y BART, A. 1988. Rice in Trinidad and Tobago, 1988. Bulletin of the Caribbean Rice Improvement Network (CRIN). Vol. 2(2): 1-8.
- STEEL, R. y TORRIE, J. 1985. Bioestadística, Principios y Procedimientos. Traducido del inglés por Ricardo Martínez, editado por Jesús María Castaño. 2da. ed. México D.F., México, Impresiones Editoriales. 622 p.
- SUAZO, R. 1988. Manejo del cultivo del arroz en Honduras. En: Memoria de la XXXIV Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. 267 p.
- THOMSON, W.T. 1989. Agricultural Chemicals. Book II Herbicides. 1st. ed. Fresno, California, USA. Thomson Publications. 326 p.
- TINOCO, R. et al. 1988. Respuesta de la variedad de arroz CR 1821 a diferentes densidades de siembra y a dosis crecientes de nitrógeno bajo condiciones de riego. En: Memoria de la XXXIV Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. 134 p.
- UNIVERSIDAD DE FILIPINAS. 1975. Cultivo del arroz. manual de producción. Traducido del inglés por Agustín Contín. Editorial Limusa. México. 425 p.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1983. Herbicide Handbook. Champaign, Illinois, Weed Science Society of America. 515 p.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1989. Herbicide Handbook. Champaign, Illinois, Weed Science Society of America. 301 p.

Anexo 1. Variables en estudios y observaciones tomadas en el transcurso del experimento I.

Lista de variables

VARIABLES	DESCRIPCION
1	Tratamientos
2	Variedades
3	Nitrógeno
4	Fósforo
5	Altura de la planta (cm)
6	Días a floración
7	Número de hijuelos efectivos
8	Índice de cosecha
9	Rendimiento (t/ha)
10	Rendimiento del rebrote (kg/ha)

Anexo 1.

Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	1	48	118	216	0.293	5.802	
2	2	1	1	2	50	118	134	0.276	9.179	
3	3	1	1	3	52	118	172	0.297	4.560	
4	4	1	1	4	53	118	116	0.311	5.533	
5	5	1	2	1	61	118	178	0.293	8.425	
6	6	1	2	2	59	118	136	0.264	7.327	
7	7	1	2	3	66	118	101	0.261	7.964	
8	8	1	2	4	65	118	177	0.276	6.860	
9	9	1	3	1	58	118	178	0.278	8.470	
10	10	1	3	2	64	118	164	0.276	8.937	
11	11	1	3	3	67	118	176	0.226	8.937	
12	12	1	3	4	62	118	144	0.274	8.591	
13	13	1	4	1	67	118	176	0.276	8.690	
14	14	1	4	2	70	120	162	0.235	8.425	
15	15	1	4	3	69	120	171	0.251	8.080	
16	16	1	4	4	72	120	137	0.245	10.461	
17	17	2	1	1	46	109	150	0.277	3.457	537
18	18	2	1	2	50	106	83	0.242	3.847	479
19	19	2	1	3	53	106	99	0.205	2.829	498
20	20	2	1	4	53	106	81	0.229	3.744	668
21	21	2	2	1	57	106	141	0.218	5.538	651
22	22	2	2	2	57	106	151	0.245	5.780	381
23	23	2	2	3	63	106	162	0.204	4.641	658
24	24	2	2	4	60	106	92	0.159	4.744	542
25	25	2	3	1	69	109	120	0.175	5.636	481
26	26	2	3	2	72	109	146	0.120	4.883	493
27	27	2	3	3	66	109	103	0.191	7.246	721

## Anexo 1. (continuación)

## Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28	28	2	3	4	73	109	148	0.135	5.228	634
29	29	2	4	1	71	109	162	0.121	5.602	716
30	30	2	4	2	71	109	121	0.141	4.762	539
31	31	2	4	3	69	109	169	0.122	5.211	493
32	32	2	4	4	67	109	203	0.105	3.744	495
33	33	1	1	1	47	118	135	0.385	3.802	
34	34	1	1	2	49	118	147	0.324	4.031	
35	35	1	1	3	56	118	89	0.401	6.168	
36	36	1	1	4	51	118	115	0.382	3.650	
37	37	1	2	1	61	118	159	0.342	5.923	
38	38	1	2	2	64	118	59	0.359	8.380	
39	39	1	2	3	61	118	113	0.387	6.345	
40	40	1	2	4	58	118	148	0.370	6.962	
41	41	1	3	1	68	118	179	0.318	7.981	
42	42	1	3	2	67	118	117	0.330	8.968	
43	43	1	3	3	67	118	93	0.360	6.529	
44	44	1	3	4	64	118	136	0.352	6.968	
45	45	1	4	1	68	118	147	0.350	1.789	
46	46	1	4	2	72	120	159	0.318	8.762	
47	47	1	4	3	70	120	177	0.315	9.367	
48	48	1	4	4	69	120	179	0.319	9.197	
49	49	2	1	1	58	106	133	0.277	4.686	550
50	50	2	1	2	47	106	139	0.284	3.758	500
51	51	2	1	3	54	106	95	0.254	3.520	470
52	52	2	1	4	57	106	89	0.312	4.484	596
53	53	2	2	1	63	106	170	0.271	5.125	638
54	54	2	2	2	61	109	120	0.304	5.493	400
55	55	2	2	3	68	106	120	0.240	3.986	620
56	56	2	2	4	62	106	129	0.249	4.520	535
57	57	2	3	1	64	109	175	0.173	4.139	495
58	58	2	3	2	64	109	175	0.217	5.529	476
59	59	2	3	3	74	106	192	0.178	5.560	680
60	60	2	3	4	64	107	154	0.258	5.861	600
61	61	2	4	1	67	110	175	0.191	5.605	741
62	62	2	4	2	65	111	198	0.251	5.031	509
63	63	2	4	3	66	110	138	0.224	4.910	481
64	64	2	4	4	68	111	189	0.181	5.542	455

Nota: Los datos de la variable diez que no constan en el anexo es debido a que la variedad CICA 8 no presentó características de rebrote.

Anexo 2. Variables en estudios y observaciones tomadas en el transcurso del experimento 2.

Lista de variables

VARIABLES	DESCRIPCION
1	Tratamientos
2	Variedades
3	Densidades de siembra
4	Bentazón
5	Propanil
6	Días a floración
7	Altura de la planta (cm)
8	Número de hijuelos efectivos
9	Índice de cosecha
10	Rendimiento (t/ha)
11	Rendimiento del rebrote (kg/ha)

Anexo 2.

Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	1	1	1	113	70	105	0.32	9.9	
2	2	1	1	1	2	113	63	141	0.34	7.4	
3	3	1	1	2	1	113	65	100	0.31	7.9	
4	4	1	1	2	2	113	65	131	0.32	7.8	
5	5	1	2	1	1	113	64	119	0.31	7.7	
6	6	1	2	1	2	113	66	136	0.33	7.9	
7	7	1	2	2	1	113	69	117	0.32	10.4	
8	8	1	2	2	2	113	63	206	0.32	8.9	
9	9	2	1	1	1	126	66	128	0.18	5.4	987
10	10	2	1	1	2	126	62	126	0.20	4.5	1258
11	11	2	1	2	1	126	62	166	0.18	4.7	1027
12	12	2	1	2	2	126	64	114	0.20	5.2	1062
13	13	2	2	1	1	126	69	124	0.16	5.6	1102
14	14	2	2	1	2	126	60	81	0.21	6.2	991
15	15	2	2	2	1	126	61	135	0.20	6.2	1120
16	16	2	2	2	2	126	64	107	0.20	6.5	1155
17	17	1	1	1	1	113	65	137	0.30	9.8	
18	18	1	1	1	2	113	70	118	0.31	8.7	
19	19	1	1	2	1	113	67	79	0.35	6.7	
20	20	1	1	2	2	113	65	140	0.33	9.0	
21	21	1	2	1	1	113	66	166	0.30	9.6	
22	22	1	2	1	2	113	65	90	0.35	5.0	
23	23	1	2	2	1	113	69	152	0.31	8.8	
24	24	1	2	2	2	113	64	79	0.36	7.7	
25	25	2	1	1	1	126	67	118	0.23	6.3	982
26	26	2	1	1	2	126	62	99	0.22	5.1	982

## Anexo 2. (Continuación).

## Casos

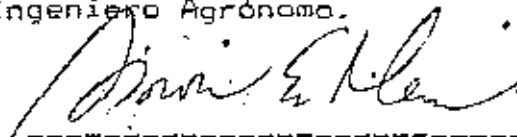
NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
27	27	2	1	2	1	126	63	86	0.22	4.7	942
28	28	2	1	2	2	126	60	76	0.25	6.6	1106
29	29	2	2	1	1	126	64	80	0.26	5.2	1013
30	30	2	2	1	2	126	61	79	0.24	5.0	1240
31	31	2	2	2	1	126	65	140	0.20	6.0	1124
32	32	2	2	2	2	126	66	135	0.20	5.9	1186
33	33	1	1	1	1	113	71	95	0.32	7.8	
34	34	1	1	1	2	113	72	83	0.30	7.1	
35	35	1	1	2	1	113	72	83	0.33	7.9	
36	36	1	1	2	2	113	72	100	0.33	8.5	
37	37	1	2	1	1	113	65	75	0.34	8.3	
38	38	1	2	1	2	113	73	126	0.33	9.4	
39	39	1	2	2	1	113	71	104	0.33	8.5	
40	40	1	2	2	2	113	67	94	0.33	7.8	
41	41	2	1	1	1	126	71	107	0.19	5.2	809
42	42	2	1	1	2	126	75	100	0.15	5.3	1200
43	43	2	1	2	1	126	73	75	0.17	5.7	1658
44	44	2	1	2	2	126	66	93	0.20	4.9	1004
45	45	2	2	1	1	126	67	59	0.21	6.6	1431
46	46	2	2	1	2	126	70	129	0.14	5.4	1315
47	47	2	2	2	1	126	70	79	0.22	5.6	1155
48	48	2	2	2	2	126	66	80	0.21	5.4	1080

Nota: Los datos de las variable 11 que no constan en el Anexo es debido a que la variedad CICA 8 no presentó características de rebrote.

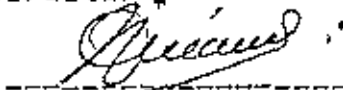
## DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombre: ..... Guillermo P. Suárez Mazzini  
Lugar de Nacimiento: .... Guayaquil - Ecuador  
Fecha de Nacimiento: .... 16 de Julio de 1967  
Nacionalidad: ..... Ecuatoriana  
Educación Primaria: ..... Escuela San José "La Salle"  
Educación Secundaria: ... Colegio San José "La Salle"  
Educación Superior: ..... Escuela Agrícola Panamericana  
Títulos Obtenidos: ..... Agrónomo Zamorano

Esta Tesis fue preparada bajo la dirección del Consejero Principal del Comité de profesores que asesoró al candidato y ha sido aprobada por todos los miembros del mismo. Fue sometida a consideración del Jefe y Coordinador del Departamento, Decano y Director de la Escuela Agrícola Panamericana y fue presentada como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.  
Abril de 1990.



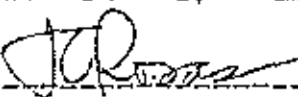
Simón E. Malo, Ph. D.  
Director



Jorge Román, Ph. D.  
Decano

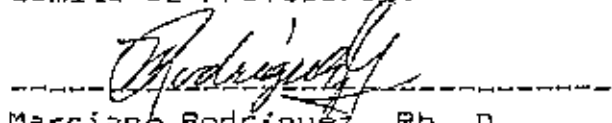


Leonardo Corral, Ph. D.  
Jefe del Departamento de Agronomía




Juan Carlos Rosas, Ph. D.  
Coordinador del Departamento de Agronomía

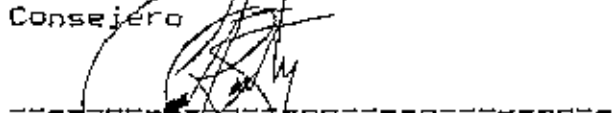
Comité de Profesores:



Marciano Rodríguez, Ph. D.  
Consejero Principal



Leonardo Corral, Ph. D.  
Consejero



Rogelio Trabardino, M.Sc.  
Consejero