

EVALUACION AGRONOMICA DE VARIEDADES Y LINEAS DE ARROZ
(Oryza sativa L.) DE DISTINTAS PROCEDENCIAS

P O R

Francisco Ismael Alvarez Aguilar

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION

DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROCISIS:	5714
FECHA:	8/SEP/93
ENCARGADO:	ROSAS

BIBLIOTECA WILSON POTERRO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 38
TEGUCIGALPA, HONDURAS

EL ZAMORANO, HONDURAS

Abril, 1993

EVALUACION AGRONOMICA DE VARIEDADES Y LINEAS
DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) DE DISTINTAS PROCEDENCIAS.

Por

Francisco Ismael Alvarez Aguilar

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.



Francisco I. Alvarez A.

Abril 1993

DEDICATORIA

A Dios por permitirme culminar con éxito mis estudios y la realización de esta tesis.

A mis padres, José Ismael Alvarez Galo quien siempre me dió ánimos para seguir adelante, y Lila Aguilar Nolasco, quien en todo momento elevó sus plegarias hacia La Virgencita para que yo pudiera salir adelante. Gracias por todo el amor que me han brindado toda mi vida y el apoyo que me han dado a lo largo de todos mis estudios.

A mis abuelos, Carlos (QDDG), Alicia (QDDG) y en especial a Papachico (QDDG), que han de estar muy feliz viéndome desde allá arriba y a Mita, a quien tengo la suerte de tenerla conmigo.

A mis hermanas Indira, Lila y Ana Marcela por todas las alegrías y tristezas que hemos pasado juntos.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar al Dr. Leonardo Corral por toda la ayuda que me brindó para la realización de esta tesis a lo largo de este año ya que siempre tuvo tiempo para atenderme y guiarme. Además del asesoramiento brindado, siempre ha sabido ser un buen profesor y amigo a la vez, cosas por las cuales le estaré eternamente agradecido.

Al Dr. Juan José Alán por su ayuda y orientación para la culminación de este trabajo, así como por la amistad y confianza brindada a lo largo de este año.

Al Ing. Renán Pineda por su asesoramiento y orientación para la realización de esta tesis.

Al personal administrativo y docente del Departamento de Agronomía.

A mis tías, tíos, primas y primos, quienes de una u otra forma me dieron ánimos para culminar mi carrera.

A la Familia Cáceres Zúñiga, por todas las atenciones que han tenido con mi persona.

A Liana, por aguantarme todo este tiempo y quien con su amor, amistad, comprensión y apoyo ayudó en la culminación de este trabajo.

A todos mis compañeros de estudio y en especial a uno de mis mejores amigos, Juan Melgar, con quien he compartido una buena parte de mi vida, tanto en la escuela como en el Zamorano y a José Jaar, quien este tiempo también ha demostrado ser un amigo de verdad. Gracias a los dos.

A todos mis amigos de Tegucigalpa: Víctor, Wil, Cruz, Romel, Omar, Raudales, Cesar, Mundo, Frank, quienes de una u otra manera me dieron aliento para culminar este trabajo.

Agradezco a la Familia Melgar Gúnera, por todas sus finas atenciones con mi persona.

Agradezco al Banco Central de Honduras por ayudar a financiar los estudios de Cuarto Año.

INDICE GENERAL

	pag.
Titulo	i
Derechos de autor	ii
Aprobación	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Indice	vi
Indice de Cuadros	viii
Indice de anexos	xi
I. INTRODUCCION	1
Objetivos	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
A. <u>Origen e importancia de la</u> <u>planta de arroz</u>	4
B. <u>Desarrollo de variedades</u>	6
C. <u>Características fisiológicas</u> <u>y morfológicas</u>	11
D. <u>Características del grano</u>	15
E. <u>Arroz de rebrote</u>	17
III. MATERIALES Y METODOS	24
A. <u>Experimento 1</u>	24
1. Preparación del terreno e inundación	24
2. Siembra	24
3. Fertilización	24
4. Combate de plagas y malezas	25
5. Diseño experimental y niveles de estudio	25
6. Cosecha	27
7. Datos tomados	27
a. Días a floración	27
b. Altura de planta	27
c. Número de hijuelos efectivos	27
ch. Rendimiento de grano	28
d. Rendimiento de biológico	28
e. Índice de cosecha	28
f. Días a maduración	28

g. Peso de 100 semillas	29
h. Número de espiguillas por panícula	29
i. Calidad de molienda	29
j. Latencia del grano	29
B. <u>Experimento 2</u>	30
1. Fertilización	30
2. Combate de malezas y plagas	30
3. Diseño experimental y factores de estudio	30
4. Cosecha	31
5. Datos tomados	32
a. Altura de planta	32
b. Días a maduración	32
c. Número de espiguillas por panícula	32
ch. Rendimiento de grano	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	33
A. <u>Experimento 1</u>	33
1. Días a floración	33
2. Altura de planta	36
3. Número de hijuelos efectivos	37
4. Rendimiento de grano	38
5. Rendimiento biológico	39
6. Índice de cosecha	41
7. Días a maduración	42
8. Peso de 100 semillas	45
9. Número de granos enteros por panícula	46
10. Número de granos vanos por panícula	47
11. Latencia de la semilla	47
12. Calidad de molienda	49
13. Comportamiento de materiales del CIAT	49
B. <u>Experimento 2</u>	54
1. Peso de 100 semillas	54
2. Rendimiento de grano	56
3. Número de granos enteros por panícula	61
4. Número de granos vanos por panícula	61
5. Rebrote en los materiales del CIAT	63
V. CONCLUSIONES	70
VI. RECOMENDACIONES	72
VII. RESUMEN	73
VIII. BIBLIOGRAFIA	76
IX. ANEXOS	79
X. DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR	84

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Cuadrados medios para las variables días a floración, altura de planta y número de hijuelos efectivos por metro lineal de surco. El Zamorano, 1993.....	35
Cuadro 2.	Medias para las variables días a floración, altura de planta y número de hijuelos efectivos por metro lineal de surco. El Zamorano, 1993.....	36
Cuadro 3.	Cuadrados medios para las variables rendimiento de grano, rendimiento biológico e índice de cosecha. El Zamorano, 1993	40
Cuadro 4.	Medias de las variables rendimiento biológico, rendimiento de grano e índice de cosecha. El Zamorano, 1993	41
Cuadro 5.	Cuadrados medios para las variables días a floración, peso de 100 semillas, número de granos enteros, y número de granos vanos por panícula. El Zamorano, 1993	44
Cuadro 6.	Medias para las variables días a maduración, peso de 100 semillas, número de granos enteros por panícula y número de granos vanos por panícula. El Zamorano, 1993	45
Cuadro 7.	Resultados obtenidos para cada variedad en la prueba de calidad de molienda. El Zamorano, 1993	49
Cuadro 8.	Prueba de germinación (%) para determinar la latencia de la semilla de los materiales estudiados. El Zamorano, 1993	51
Cuadro 9.	Medias de los materiales del CIAT para las variables días a floración, número de hijuelos efectivos por metro lineal de surco, altura de planta y días a cosecha. El Zamorano, 1993	52

Cuadro 10.	Medias de los materiales del CIAT para las variables peso de 100 semillas, rendimiento biológico, rendimiento de grano al 14% e índice de cosecha. El Zamorano, 1993	54
Cuadro 11.	Resultados obtenidos en la prueba de germinación para los materiales del CIAT. El Zamorano, 1993	56
Cuadro 12.	Cuadrados medios para las variables peso de 100 semillas y rendimiento de grano al 14% en el rebrote. El Zamorano, 1993	58
Cuadro 13.	Medias para las variables peso de 100 semillas para los efectos solos y combinados de los factores variedades y niveles de nitrógeno en el rebrote. El Zamorano, 1993	59
Cuadro 14.	Medias para las variables rendimiento de grano para los efectos solos y combinados de los factores variedades y niveles de nitrógeno en el rebrote. El Zamorano, 1993	60
Cuadro 15.	Cuadrados medios para las variables número de granos enteros y número de granos vanos por panícula. El Zamorano, 1993	63
Cuadro 16.	Medias para la variable número de granos enteros por panícula para los efectos solos y combinados de los factores variedades y niveles de nitrógeno. El Zamorano, 1993	65
Cuadro 17.	Medias para la variable número de granos vanos por panícula para los efectos solos y combinados de los factores variedades y niveles de nitrógeno. El Zamorano, 1993	67
Cuadro 18.	Resultados obtenidos para la variable peso de 100 semillas para los efectos solos y combinados de los factores variedades y niveles de nitrógeno. El Zamorano, 1993	68

Cuadro 19. Resultados obtenidos con los materiales del CIAT para la variable rendimiento de grano al 14%. El Zamorano, 1993	69
Cuadro 20. Rendimiento de grano total de las variedades y líneas en estudio. El Zamorano, 1993	70

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Variedades estudiadas en el cultivo principal. El Zamorano, 1993	80
Anexo 2. Variedades estudiadas en el rebrote. El Zamorano, 1993	80
Anexo 3. Variables agronómicas tomadas en el transcurso del experimento para todas las variedades en el cultivo principal. El Zamorano, 1993	81
Anexo 4. Variables agronómicas tomadas en el transcurso del experimento para todas las variedades en el cultivo del rebrote. El Zamorano, 1993	83

I. INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L.) es un componente básico en la alimentación de muchos habitantes del Tercer Mundo. Se estima que el 40% de la población mundial utiliza el arroz como su principal fuente de calorías. El cultivo proporciona más de la mitad del alimento diario a 1300 millones de personas y para otros 400 millones entre el 25 y 50% (De Datta, 1986).

Se sembraron 704 millones de hectáreas de cereales en el mundo en el año de 1989, de las cuales el arroz ocupó 146 millones de hectáreas, lo que viene a representar casi el 21% del área. Existen 111 países productores de arroz en todo el mundo. Entre estos se incluyen todos los países asiáticos, casi todos los países de África del Norte y Occidental, algunos de África Central y Oriental, la mayoría de los países de América Central y del Sur, Australia, varios países de Europa y por lo menos cuatro estados de los Estados Unidos de América.

Los rendimientos promedio de arroz en América Latina han sido tradicionalmente bajos (2.56 t/ha), y contrastan con los rendimientos obtenidos en los países de zonas templadas como Japón, España, Italia, Estados Unidos y Australia. De estos países, Australia es el que posee el mejor rendimiento por hectárea, siendo este de 7.68 t. Los altos rendimientos que se

obtienen en las zonas templadas se deben, en parte, a un mejor control del agua, una mejor preparación de la tierra, un combate más eficiente de plagas y malezas, aplicación de fertilizantes, a la duración del día y al uso de variedades mejoradas (Universidad de Filipinas, 1975).

La producción mundial de arroz en 1989 fue de 506.3 millones de toneladas métricas (FAO, 1990) cosechadas en cerca de 146.5 millones de ha, con lo cual se obtuvo un rendimiento promedio de 3.46 t/ha. En Honduras, la superficie cosechada en 1989 fue de 26,000 ha, con una producción de 48,750 toneladas métricas y un rendimiento promedio de 1.88 t/ha (FAO, 1990). Se puede ver que los rendimientos que se obtienen en nuestro país están por debajo del promedio mundial.

En las últimas dos décadas una parte importante de la investigación agrícola mundial se ha concentrado en el arroz, debido a la creciente necesidad de obtener provisiones de alimento para el mundo. Este interés se ha visto incrementado con el desarrollo de nuevas variedades de arroz, las que presentan un alto potencial de rendimiento. Para que estas variedades se expresen en un óptimo, es necesario que se las cultive según las mejores técnicas disponibles.

Es, entonces, por la importancia del cultivo y por las limitaciones que presenta su producción, que se hace necesario el encontrar nuevas variedades de arroz que cumplan con las exigencias actuales de rendimiento y resistencia a problemas bióticos y abióticos.

Los objetivos de este trabajo fueron los siguientes:

- 1.- evaluar líneas y variedades de arroz de diferentes procedencias con la finalidad de identificar las más promisorias y
- 2.- evaluar el rendimiento del rebrote de estas líneas y variedades en respuesta a diferentes dosis de nitrógeno.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Origen e importancia de la planta de arroz

El género *Oryza* pertenece a la tribu *Oryzae* de la familia *Poaceae*. Cerca de 25 especies verdaderas están distribuidas principalmente en los trópicos húmedos de África, sur y sureste de Asia, China Meridional, América del Sur y Central y Australia (Chang, 1976; citado por De Datta, 1986). El arroz cultivado pertenece al género *Oryza* y su especie más importante es *O. sativa*. Otra especie, *O. glaberrima*, se cultiva esporádicamente en algunos países de África Occidental, pero poco a poco está siendo sustituida por *O. sativa*.

Roschevicz (1931) fue el primero en señalar que el centro de origen de la sección *sativa* a la cual pertenecen *O. sativa* y *O. glaberrima*, fue África. Según Sampath (1962) y Oka (1964), (citados por De Datta, 1986) *O. perennis* fue el ancestro común del arroz cultivado tanto en Asia como en África.

Según Angladette (1969), el arroz se propagó desde el sudeste asiático y desde la India hacia la China, probablemente más de 3000 años antes de nuestra era. Este mismo autor indica que las diversas especies del género *Oryza*

han sido objeto de muchas clasificaciones sucesivas teniendo en cuenta criterios estrictamente morfológicos y más recientemente criterios anatómicos, citogenéticos y fitogenéticos.

Se reconocen tres razas ecogeográficas de *O. sativa*: *indica*, *japonica* y *javanica*. Los arroces tipo *indica* son plantas indígenas de las regiones húmedas de los trópicos y subtropicos de Asia. Las tipo *japonica* están limitadas a las zonas templadas y subtropicos. Los *javanicas* se cultivan principalmente en regiones de Indonesia.

En América Latina el rendimiento de arroz en cáscara para el año 1989 fue de 2.56 t/ha. Los países con los mejores rendimientos en la región son Uruguay y Colombia, con 5.6 y 4.36 t/ha, respectivamente. En Asia, el rendimiento promedio fue de 3.53 t/ha. Los rendimientos en Asia, han sido relativamente bajos, si se toma en cuenta que la mayor parte del cultivo es de tierras bajas, comparados con los de América Latina en donde los rendimientos también son bajos pero con una mayor área cultivada en tierras altas. En el Japón, el rendimiento de arroz bruto ha aumentado de 3.7 t/ha en 1916 a 5.0 t/ha en 1966 y en la actualidad a 6.2 t/ha. Hasta 1977, Japón y España tenían los rendimientos promedio más altos de arroz (6.0 t/ha). En ese año, la República de Corea alcanzó una productividad de 6.8 t/ha, superándola en la actualidad a 7.1 t/ha. Actualmente, los mejores rendimientos se obtienen en Australia (7.5 t/ha) (FAO, 1990).

B. Desarrollo de variedades

En 1927 se hizo un esfuerzo para mejorar el arroz con el fin de obtener variedades aptas para varias situaciones ecológicas. Durante los últimos sesenta años, los mejoradores de arroz en el Japón han puesto mayor interés en el mejoramiento para obtener un alto rendimiento mediante una marcada aplicación de fertilizantes, resistencia al tizón y al virus de la raya, resistencia al tizón bacteriano de la hoja, tallos cortos para resistencia al acame, elevada formación de vástagos, tolerancia al frío en regiones de bajas temperaturas y una mejor calidad de grano (Okabe, 1972).

Desde 1962, los nuevos objetivos de los programas de mejoramiento en el Japón incluyeron características apropiadas para la siembra directa, maduración temprana y amplia adaptabilidad (De Datta, 1986).

En 1931, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos inició programas de mejoramiento de arroz coordinado con las estaciones experimentales estatales de Louisiana, Texas, California y Arkansas. Hubo una atención continua al desarrollo de variedades con un límite de madurez razonablemente amplio dentro de cada tipo de grano (pequeños, medianos y grandes) (Johnston et al., 1972). Algunos ejemplos de variedades desarrolladas durante los primeros años comprenden las variedades COLUSA (grano pequeño), en 1917; ZENITH (grano mediano), en 1936 y REXORO (grano grande), en

1928. La variedad CENTURY PATNA 231, desarrollada en 1951, fue una variedad de maduración temprana y de grano grande, de altura moderada que se adaptó a una elevada aplicación de fertilizantes y a la cosecha mecanizada.

En 1970, casi el 8.8% del área para el cultivo de arroz en los Estados Unidos, utilizó variedades mejoradas de grano pequeño como la CALORO y COLUSA (Adair et al., 1973). Cerca del 41.5% se sembró con variedades de grano mediano, tales como la ARKROSE, CALROSE, CS-M3, NATO, NOVA 66, SATURNO y ZENITH. El área restante fue cultivada con variedades de grano grande, como la BELLE PATNA, BLUEBELLE, BLUEBONNET 50, DAWN, DELTA, REXORO, STARBONNET, TORO y TP 49 (De Datta, 1986).

El concepto de hibridación *indica por japonica* representa una transición del mejoramiento pionero al mejoramiento moderno del arroz. En los Estados Unidos, las cruzas *indica por japonica* condujeron al desarrollo de numerosas variedades comerciales a finales de la década de los treinta y principios de los cuarenta. En 1951, se formó un programa de hibridación, bajo los auspicios de la FAO, que se llevó a cabo en el Central Rice Research Institute, en India donde se supervisó la hibridación y el crecimiento de las F_1 . Las semillas F_2 de las cruzas fueron enviadas a otros países para realizar investigaciones (De Datta, 1986).

La producción exitosa de arroz comienza con variedades de alto rendimiento. El Programa de Mejoramiento de Arroz y Desarrollo de Variedades de Arkansas (RBVDDP) ha contribuido

al éxito en este estado con la liberación de variedades mejoradas. El rendimiento promedio del Estado se ha duplicado y la calidad de molienda se ha mejorado en los últimos 35 años. En los últimos tres años las variedades desarrolladas en Arkansas ocuparon un 80% de las tierras del Estado dedicadas al arroz (Moldenhauer et al., 1988).

Las liberaciones líderes del programa en Arkansas, tales como las variedades ZENITH, STARBONNET, NEWBONNET y MARS han tenido rendimientos más altos, calidad de molienda superior, maduración temprana, tipos de plantas mejoradas con hojas más erectas y cortas. La variedad Mars fue liberada en 1977 por la RBVDDP en Arkansas. Es una variedad con grano tipo mediano y que alcanza la madurez entre los ochenta y un y los cien días (Moldenhauer et al., 1988).

El Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz (IRRI) en Los Baños, Filipinas, inició sus funciones con el fin de obtener variedades de arroz de alto rendimiento, de tallos cortos y gruesos que resistan el acame, aun con altas tasas de aplicación de fertilizantes (Beachell y Jennings, 1965). Beachell y Khush (1969) resumieron las características que son los objetivos de los trabajos de mejoramiento del IRRI, como la respuesta al nitrógeno, resistencia a las enfermedades, resistencia a los insectos, insensibilidad al fotoperíodo, latencia del grano, alto rendimiento durante la molienda, cocción y calidad superior para el consumo, lenta senescencia de las hojas y tolerancia a los climas fríos.

Lógicamente, algunas características son esenciales para toda variedad mejorada y otras son esenciales solamente en cierto país o región.

Las variedades semienanas de arroz, con su alta capacidad de rendimiento, empezaron desde finales de la década del sesenta a desplazar a las variedades altas tradicionales, de bajo rendimiento, en los cultivos de América Latina y El Caribe.

La variedad IR-8 fue considerada como ideal por sus características de altura (90 a 100 cm), tallos cortos, gruesos y fuertes que daban resistencia al volcamiento, alto índice de cosecha, hojas cortas y erectas, gran capacidad de macollamiento e insensibilidad al fotoperíodo, entre otras (Chandler, 1984). El mismo autor menciona el origen de esta variedad, la cual proviene de la cruce entre la variedad tipo indica de porte alto PETA y la variedad semienana de Taiwan DEE-GEO-WOO-GEN. La IR-8 resultó de una selección en la generación F_4 de la cruce. Altas aplicaciones de fertilizante en condiciones de cultivo intensivo en esta variedad, producían rendimientos notablemente superiores a los obtenidos con las antiguas variedades (Atanasiu y Samy, 1985). Sánchez (1981) considera a la variedad IR-8 como el prototipo de la nueva planta de arroz, con características similares a las mencionadas por Chandler (1984), añadiendo presentan cambios significativos a las aplicaciones de distintas dosis de N respondiendo con un aumento en el macollamiento.

La variedad CICA 8 fue producida en actividades colaborativas entre el CIAT y el ICA, de ahí su nombre, siendo el origen de ésta a partir de la variedad IR-8 (Perdomo, 1982). Esta variedad proviene de la cruz CICA 4//F1 IR 665-23-3/Tetep. El mismo autor indica que las etapas de desarrollo que tiene la variedad y sus tiempos promedio son: macollamiento a los 30 días, iniciación de la panícula a los 75 días, floración a los 105 días y maduración a los 140 días.

La variedad colombiana ORYZICA 1, desarrollada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), fue liberada en El Salvador y Guatemala, lugares donde se aprecia su calidad de grano y precosidad, factores que resultan ser ventajosos para el mercado. Posteriormente, el ICA liberó a la variedad ORYZICA 3, que rinde más que sus predecesoras, resiste el volcamiento, varias enfermedades importantes durante el cultivo y el daño del insecto *Sogatodes oryzicola*, además de tener una excelente calidad de grano (Charry, 1988).

Las variedades denominadas ORYZICA LLANOS 4 y ORYZICA LLANOS 5, desarrolladas por el convenio colaborativo entre el ICA, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ), tienen como característica el ser resistentes a *Pyricularia sp.*, enfermedad considerada como el principal factor limitativo de la producción en el área de Los Llanos, donde se obtiene el 30% del arroz que se consume en Colombia. Estas dos últimas variedades son las primeras en ser liberadas comercialmente y

que combinan resistencia al daño ocasionado por *Sogatodes oryzicola* y al virus de la hoja blanca. Ambas enfermedades afectaban considerablemente la producción de las variedades comerciales utilizadas en la zona, tales como CICA 8, METICA 1 y ORYZICA 1 (Charry, 1988).

La variedad ORYZICA LLANOS 4 es recomendada para el sistema de riego y tiene un rendimiento promedio de 6.0 t/ha en pruebas experimentales. Es una planta de porte bajo y tallos fuertes. La variedad ORYZICA LLANOS 5 es de crecimiento rápido y vigoroso y se recomienda para condiciones de riego o de secano. Las dos variedades son resistentes al vuelco (Charry, 1988).

La variedad CUYAMEL 3820, proveniente del CIAT y recientemente liberada por el Programa Nacional de Arroz de la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras, tiene buenas características de rendimiento y resistencia a enfermedades, presenta un período entre 125 y 134 días a maduración, muy buen macollamiento y es resistente al acame (Lavaire y Suazo, 1989). En ensayos realizados con esta variedad, se han obtenido rendimientos promedio de 5.0 t/ha. Por su buena característica de macollamiento se recomienda el uso de 40 a 50 kg de semilla/ha.

C. Características fisiológicas y morfológicas

La floración en el arroz, empieza con la proyección de

las primeras anteras dehiscentes en las espiguillas terminales. En el momento en que está ocurriendo la antesis, la panícula es erecta. Estas florecen empezando en la parte superior y continuando en la parte media e inferior de la panícula. Esto ocurre durante el primero, segundo y tercer día después de la antesis (Fernández et al., 1979). La floración ocurre de 25 a 35 días después del inicio visual de la panícula. El arroz, en general, es una planta de días cortos y sensible al fotoperíodo por lo que la floración se puede ver afectada considerablemente por los días largos, ya sea previniéndola o retardándola (De Datta, 1986). Esto no ocurre con las variedades modernas, las cuales son insensibles al fotoperíodo. Las variedades tradicionales, sensibles al fotoperíodo, han proporcionado estabilidad en la producción de arroz, no obstante que sus niveles de rendimiento han sido bajos (Vergara et al., 1976; citado por De Datta, 1986). Sin embargo, las variedades insensibles al fotoperíodo hacen posible que el agricultor del trópico y subtropical plante arroz en cualquier época del año sin grandes cambios durante el desarrollo (Chang y Vergara, 1972; citados por De Datta, 1986).

La introducción de genes para la característica de plantas semienanas en las variedades de arroz a principios de la década de los 60, aumentó notablemente la capacidad de rendimiento de este cultivo, debido en gran parte a la resistencia al acame. Existen diversas variedades

desarrolladas en Asia tales como la NATIVA 1 de Taichung, con una altura de 100 cm; la GUANG-CHANG-AI con un tamaño de 90 cm y la IR-8 con 90 cm. . . .

En la región monsonica de Asia, las variedades de arroz con alta capacidad de formación de vástagos son muy convenientes para el cultivo de arroz trasplantado ya que pueden sembrarse en un amplio límite de espaciamiento y producir un número adecuado de vástagos por unidad de área (De Datta, 1986). Por el contrario, en China, donde se siembra por trasplante, la elevada formación de vástagos no se considera esencial ya que esto es compensado con un mayor número de plántulas por golpe. En países templados como Estados Unidos o Australia, donde la siembra directa es el único método utilizado para el cultivo de arroz, la gran capacidad de formación de vástagos en las variedades de arroz no es esencial. En efecto, muchos agricultores de Australia obtienen rendimientos de 8 a 9 t/ha con uno o dos vástagos por planta; sin embargo, la cantidad de panículas suele exceder a un valor de 700/m². El número de vástagos tiene una correlación positiva o negativa con el rendimiento de grano, dependiendo del cultivo de arroz y el ambiente de cultivo (Kawano y Tanaka, 1968; citados por De Datta, 1986). Se sabe establecido que la aplicación de nitrógeno aumenta notablemente la formación de vástagos en las variedades de arroz.

El área foliar total de una población de arroz es un factor estrechamente relacionado con la producción de grano,

debido a que durante la floración afecta considerablemente la cantidad de fotosintatos disponibles para la panícula. Se sabe que del 75 al 85% de los carbohidratos del grano se fotosintetizan después de la floración (Yoshida y Ahn, 1968). Por ejemplo, el período de crecimiento de plantas de vida corta cultivadas en condiciones normales de campo no permite la producción de suficiente área foliar para obtener un buen número de espiguillas bien llenas.

La producción de grano es controlada por la producción de materia seca durante la fase de maduración, la que a su vez es controlada por la capacidad potencial de la población para fotosintetizar y por la capacidad de las espiguillas para aceptar los fotosintatos (Tanaka, 1972).

Se sabe que las plantas altas y la producción excesiva de materia seca vegetativa reducen el índice de cosecha (IC). Una energía solar baja y una temperatura elevada no permiten un IC elevado. Por la misma razón, la producción de grano en las zonas templadas es más eficiente para una determinada variedad de arroz (De Datta, 1986).

El estado de la planta durante la fase reproductiva determina el número y tamaño de las espiguillas, así como el estado de las hojas que contribuyen a la maduración (Tanaka, 1976). Las temperaturas elevadas son un factor crítico ya que influyen en el porcentaje de espiguillas vacías en el arroz. Como se dijo anteriormente, un ciclo de vida largo influye en la producción de área foliar y, por ende, en el

porcentaje de espiguillas llenas. Con un buen manejo del cultivo y un crecimiento apropiado, se obtienen altos rendimientos, a pesar de una esterilidad normal de 10 a 15%.

Al utilizar variedades de arroz de vida más corta, puede elevarse la productividad por hectárea por día, aun si el rendimiento de cada cultivo es un poco menor que para las variedades de 130 días o más. Los resultados de pruebas realizadas por Vergara (1970), citado por De Datta, 1986, indican que en ciertas condiciones ambientales a 14° de latitud Norte, los mejores rendimientos son los de variedades que maduran entre 130 y 140 días, aunque las variedades que maduran temprano dan excelentes rendimientos en el sur de los Estados Unidos (Jennings et al., 1981). Las variedades que maduran muy pronto (110 días o menos) son excelentes para áreas subtropicales donde se cosecha la soca o rebrote, como en el sur de los Estados Unidos y para áreas tropicales donde hay agua disponible por períodos cortos y para rotaciones intensivas de cultivos.

D. Características del grano

El peso del grano varía de menos de 10 a más de 50 mg/grano. Este carácter es más comúnmente expresado como peso de 100 o de 1000 granos al 14% de humedad. El peso de la cáscara es normalmente de 20 a 21% del total del grano. Aparentemente, no es posible mejorar el rendimiento del arroz

molinado disminuyendo el peso de la cáscara; sin embargo, se podría aumentar reduciendo el peso de grano, ya que las variedades con granos grandes acumulan más eficientemente el almidón durante el período de maduración. El peso de grano largo a extra largo varía de 2.0 a 3.5 g/100 granos. El grano de muchas variedades modernas de alto rendimiento pesa relativamente poco. Por ejemplo, en las variedades IR-8, IR-29, IR-32 y CICA 4 fluctúa de cerca de 2.1 a 2.3 g/100 granos. Esto indica que es posible obtener altos rendimientos con granos relativamente largos y delgados (Jennings et al., 1981).

En los trópicos, se tienen pruebas de que las cosechas tanto tempranas como tardías perjudican el rendimiento del grano y de la molienda del arroz (Morse et al., 1968). El ancho y grosor del grano son menos variables e importantes que la longitud, aunque los mercados de mejor calidad usualmente exigen un grano de forma delgada (7.5 mm o más de largo y 3.0 mm o más de ancho) a medianamente grande (6.6 a 7.5 mm de largo y 2.1 a 3.0 mm de ancho). El grano ovalado es muy a menudo rechazado ya que tiende a partirse durante la molinería. Usualmente, los granos de longitud corta a media (menos de 6.6 mm) se parten menos que los largos durante la molinería.

La latencia del grano se refiere a la baja capacidad de germinación del grano viable, recientemente cosechado. Esta es una característica primitiva que favorece la supervivencia en

la naturaleza y que es deseable en la mayoría de ambientes agronómicos porque evita que el grano germine en las panículas antes de la cosecha. La germinación es un problema crónico si las lluvias son frecuentes durante la maduración del grano o si el cultivo se vuelca sobre el agua. Los arroces tipo *japonica* tienen poca o ninguna latencia mientras que los tipo *indica* tienen una latencia intermedia o fuerte (Jennings et al., 1981). El porcentaje de germinación del grano a la cosecha, la duración de la latencia y la dificultad para romperla varían ampliamente según la variedad. Bajo condiciones normales de desarrollo del grano, la latencia es controlada, en gran parte, por la lema y la palea, y en menor grado por el pericarpio y embrión. El medio ambiente afecta fuertemente esta característica. Según Jennings et al. (1981), los granos que maduran durante épocas solcadas y secas tienen menos latencia que los que maduran durante épocas húmedas, por lo que vemos que aún dentro de una misma variedad puede haber variación.

E. Arroz de rebrote

Pese a su gran distribución, la producción de arroz pronto quedará por debajo de las necesidades mundiales. El IRRI, en Las Filipinas, indica que la producción de arroz deberá duplicarse en los próximos treinta años para poder satisfacer la demanda creada por la población mundial todavía

en rápido aumento. La manera más directa, y tal vez la única de alcanzar ese ambicioso objetivo, es a través de cultivos intensivos que resulten en altos rendimientos.

Un medio de lograr ese objetivo es con la producción de arroz de rebrote o soca, luego de cosecharse el cultivo principal. El cultivo del rebrote proviene de la regeneración de los hijuelos a partir del sistema radical establecido y de las yemas axilares, cerca de la base del rastrojo que queda en el campo después de cosechado el cultivo principal.

El arroz no es, por cierto, el único cultivo que puede echar renuevos. La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), el sorgo (*Shorgum bicolor*) y el banano (*Musa*) desde hace siglos dan cultivo de socas en muchas partes.

Algunas ventajas económicas del cultivo del rebrote:

- 1) costos de producción más bajos como resultado del ahorro en preparación de la tierra, siembra o trasplante, agua y mantenimiento del cultivo durante las primeras etapas de crecimiento;
- 2) corta duración del ciclo, dando la posibilidad de realizar otro cultivo en el mismo año ya que el rebrote madura entre los 40 y 180 días después de la cosecha;
- 3) disponibilidad de emplear los recursos tales como energía, mano de obra y capital en otros cultivos; y
- 4) se hace un uso más eficiente de la tierra. En muchas regiones, el rebrote es la única manera de obtener dos cosechas por temporada.

Desventajas del cultivo del rebrote:

- 1) se presenta una madurez desuniforme, lo que hace que la cosecha sea más difícil y costosa; y
- 2) la calidad del grano es desigual, posiblemente con un valor de mercado más bajo. Además, los rendimientos generalmente son bajos e inciertos.

Es necesario reconocer que una vez los rendimientos del arroz de rebrote son tan altos como los del cultivo principal. Por eso, no hay que esperar que cosechando el arroz de rebrote se duplique la productividad. Generalmente, el cultivo principal más el cultivo del rebrote aumentan la producción total de grano en comparación con sólo el cultivo principal, pero muy probablemente no al doble. Existe una alta variación entre cultivares en lo que a rendimiento se refiere. En promedio, el rebrote puede arrojar un rendimiento equivalente al 40% del cultivo principal con una reducción del 40% en la duración del cultivo. Sin embargo, también hay cultivares, tales como la variedad INTAN que pueden dar rendimientos de rebrote del 140% con respecto al cultivo principal (Turner y McIlrath, 1988).

El cultivo del rebrote típicamente madura más rápidamente que el cultivo principal porque comienza con un sistema radical ya formado y establecido. Esto permite una segunda cosecha en áreas donde no hay agua suficiente para otro cultivo principal.

La aptitud para rebrotar es una característica genética y varía ampliamente entre los numerosos cultivares de arroz que actualmente se siembran en todo el mundo. No todo cultivar rebrota. Se ha demostrado que la variedad CICA 8 no presenta características de buen rebrote por lo que no amerita su cosecha por segunda vez (Suárez, 1990). El rebrote es una característica genética presente sólo en algunos genotipos (Bowen y Kratky, 1987). Sin embargo, los mismos autores afirman que la herencia no es el único factor de importancia. Hay muchas prácticas de manejo y culturales que afectan el éxito de los cultivos de rebrote, entre los cuales se puede mencionar la altura del corte al momento de la cosecha, la cual afecta el número de yemas axilares viables capaces de producir nuevos hijuelos. Para entender cabalmente el efecto de este factor, hay que saber que hay dos tipos de rebrote: (1) los retoños basales ubicados a un centímetro del suelo; y (2) los rebrotes nodulares superiores ubicados a más de un centímetro del suelo. Una altura de corte del cultivo principal de 15 cm es bastante recomendable. Otro factor que afecta el rebrote es el estado de madurez del cultivo principal al momento de realizar la cosecha. Muchos investigadores indican que el mejor momento para cosechar el cultivo principal, en lo que se refiere a esperar después un rebrote óptimo, es mientras los tallos estén ligeramente verdes. Las prácticas culturales en el cultivo principal parecen afectar en gran forma el rebrote del arroz, como lo

son la arada, la época de trasplante, la tasa de fertilización y el riego y el distanciamiento entre plantas. En todo caso, cada cultivar responde de manera diferente a las combinaciones de estos factores.

Muchos estudios muestran que una arada antes de sembrar el cultivo principal a más de 25 cm de profundidad tiene un efecto perjudicial sobre el cultivo del rebrote subsecuente. Sin embargo, hay una correlación positiva entre la profundidad de arada y los rendimientos del cultivo del rebrote hasta que se llega a 25 cm . Los métodos de labranza cero y mínima generalmente reducen los rendimientos del arroz de rebrote en comparación con los campos preparados en forma convencional (Bowen y Kratky, 1987). Según estos autores, el número de rebrotes es proporcional al número de plantas del cultivo principal hasta cierto punto, ya que las plantas pueden estar tan aglomeradas que el número de rebrotes que se desarrollan disminuya.

En lo referente a la fertilización, se sabe de la importancia que tiene el P en el desarrollo del sistema radical del cultivo principal, a partir del cual se desarrollará el cultivo del rebrote. De esto se deduce que un cultivo de rebrote no reaccionará a aplicaciones de P si el cultivo principal se ha fertilizado debidamente. Así, también se conoce de la importancia del N tanto en el cultivo principal como en el cultivo del rebrote y se sabe que responden bien a las aplicaciones nitrogenadas. Se cree que en

cultivos de rebrote pueden usarse tasas de aplicación equivalentes al 75% de la cantidad aplicada al cultivo principal. La aplicación del N debe hacerse inmediatamente después de cosechar para garantizar un buen rebrote. Se han obtenido rendimientos aceptables con aplicaciones de 60 o más kg de N/ha (Turner y McIlrath, 1988). Según estos autores, el N promovió el desarrollo de macollos en el rebrote.

Suárez (1990), bajo las condiciones climatológicas imperantes en el Valle de Yeguaré, específicamente en la Escuela Agrícola Panamericana, con la variedad Cuyamel 3820 obtuvo un rendimiento de rebrote equivalente a 1.2 t/ha.

Portillo y Suazo (1989), al evaluar cuatro niveles de fertilización con N (0, 30, 40 y 60 kg/ha) en la soca o rebrote de la variedad CUYAMEL 3820, encontraron diferencias altamente significativas para los niveles de N. El mejor tratamiento fue la aplicación de 40 kg de N/ha, obteniéndose rendimientos de 2.75 t/ha.

Según Turner y McIlrath (1988), la cantidad de N aplicado en la etapa de diferenciación de la panícula no influye en los rendimientos del rebrote. Buenos rendimientos de rebrote (2.6-2.8 t/ha) se pueden obtener en Texas, E.E.U.U. cuando el rendimiento del cultivo principal ha sido relativamente bajo (4.9 t/ha para LABELLE y 7.5 t/ha para LEMONT). La aplicación de N en o cerca de la etapa de aparición de la panícula en vez de la aplicación en la etapa de diferenciación, aumentó el rendimiento del rebrote pero disminuyó el rendimiento del

cultivo principal, resultando sólo en un pequeño incremento en los rendimientos totales. Se sugiere que la aplicación de N en el cultivo principal sea en la etapa de diferenciación de la panícula seguida por aplicaciones cercanas al apareamiento de la panícula.

La aplicación de la mitad o todo el N después de la inundación y en la etapa de aparición de la panícula en el cultivo principal, resultó en un macollamiento más temprano y una madurez con siete a diez días de antelación en el rebrote. La aplicación de la mitad o todo el N dos semanas después de la aparición de la panícula, tuvo el mismo resultado. La aplicación poscosecha de N al cultivo principal aumentó consistentemente los rendimientos del cultivo del rebrote (Turner y McIlrath, 1988).

III. MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en el terreno conocido como Colindres en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). La EAP está situada en el Valle del Río Yeguaré, a 14° 00" latitud norte, 87° 02" latitud oeste y a una altura de 805 msnm. La temperatura promedio es de 22°C y se registra una precipitación promedio anual de 1035 mm.

A. Experimento 1

En este experimento se evaluó el comportamiento agronómico de líneas y variedades de arroz de diferentes procedencias.

1. Preparación del terreno e inundación

La preparación del terreno consistió en una nivelación, un pase de arado y dos pases de rastra. El terreno se inundó 30 días después de la siembra y se mantuvo inundado durante la mayoría del ciclo, excepto al momento de las aplicaciones de urea.

2. Siembra

El ensayo se sembró el 24 de junio de 1992. La siembra se

hizo manualmente y a chorro corrido, a una distancia de 25 cm entre surcos. Se usó una densidad de siembra equivalente a 80 kg de semilla/ha para todas las variedades.

3. Fertilización

La fertilización se hizo en forma convencional, es decir, se aplicó en bandas y posteriormente se incorporó. Se aplicó una cantidad equivalente a 120 kg de N/ha y 80 kg de P_2O_5 /ha. Se usó fertilizante 18-46-0 y urea. Todo el P se aplicó a la siembra y el N se dividió en tres aplicaciones: un tercio a la siembra, un tercio al macollamiento y un tercio en la etapa de elongación del tallo.

4. Combate de plagas y malezas

No se efectuó ningún tipo de control contra insectos o enfermedades por no haberse encontrado niveles críticos de daños. El control de malezas sí se hizo necesario y se efectuó manualmente. Se hicieron dos deshierbas manuales: una a los 14 días después de la siembra y otra a los 35 días después de la siembra.

5. Diseño experimental y niveles de estudio

El experimento se condujo con un diseño de bloques completos al azar ya que se presumió una gradiente este-oeste en el terreno. El experimento tuvo 12 tratamientos que eran las variedades en estudio, con cuatro bloques o repeticiones.

El total de unidades experimentales fue de 48. Cada parcela consistió de ocho surcos separados a 25 cm. Las dimensiones de las unidades experimentales fueron de 6.0 m de largo por 2.0 m de ancho, de lo que resultó un área de 12 m². Para la toma de datos se utilizó como parcela útil los seis surcos centrales de cada parcela, es decir, un área de 9 m².

El material experimental que se usó fue semilla genética de 12 variedades de distintas procedencias, las cuales se enumeran a continuación: dentro de las variedades locales se tuvo YOJOA 44, GUAYMAS 90, CUYAMEL 3820 y CICA 8; dentro de las variedades provenientes de Estados Unidos de América estuvieron KATY, MISSISSIPPI, RICO, MARS, LMTN, TBNT y NWBT. Además, se evaluó una línea derivada de selecciones dentro de la variedad ORYZICA 3, proveniente de Colombia.

En la misma localización del ensayo, se evaluó el comportamiento agronómico de seis líneas de arroz provenientes del CIAT. Se hicieron parcelas de 6 m de largo por un metro de ancho para obtener un área de parcela de 6 m². Como no se dispuso de suficiente semilla de estas líneas del CIAT se sembró una sola parcela de cada línea. Estas líneas obtuvieron el mismo manejo agronómico que las variedades que entraron en el diseño experimental. Además de observar el comportamiento agronómico de estas líneas del CIAT, se logró multiplicar la cantidad de semilla existente para un uso futuro.

Las líneas del CIAT evaluadas fueron las siguientes: 880424, 880449, 880477, 900557, 900558 y 900590.

6. Cosecha

La cosecha se efectuó manualmente. Se cosecharon por separado los surcos centrales, los bordes y un metro lineal del surco central de cada parcela. Debido a las distintas épocas de maduración de cada variedad, la cosecha se efectuó a diferentes intervalos.

7. Datos tomados

Se tomaron datos de las siguientes variables:

a. Días a floración.

Para la toma de este dato, se contaron los días desde el momento en que se efectuó la siembra hasta el momento en que el 50% de la parcela presentó la inflorescencia al descubierto y empezó la antesis.

b. Altura de planta.

Se midió la longitud, en centímetros, de los tallos principales desde el nivel del suelo hasta la punta terminal de la panícula. De cada parcela se tomaron tres plantas al azar y luego se promediaron los datos obtenidos para cada parcela. Estas mediciones se hicieron al momento de cosechar la variedad.

c. Número de macollos efectivos.

Para esta variable, se contó en un metro lineal del surco

central el número de tallos que presentaban panícula. Por definición, macollos efectivos son aquellos que presentan panícula.

ch. Rendimiento de grano.

Este dato se basó en el rendimiento de grano obtenido de los seis surcos centrales de cada parcela. Para separar el grano de la planta, se efectuó una trilla manual. Se tomó el peso del grano solamente y se uniformó este peso al 14% de humedad.

d. Rendimiento biológico.

Este es el peso total de la plantas, cortadas al ras del suelo, incluido el grano y la paja. Para tomar este dato, se pesaron las plantas cosechadas de los seis surcos centrales de cada parcela.

e. Índice de cosecha.

Para la obtención de esta variable se dividió el peso del grano para el rendimiento biológico:

$$\text{Índice de cosecha} = \frac{\text{Rendimiento de grano}}{\text{Rendimiento biológico}}$$

f. Días a maduración.

Se contaron los días desde el momento de la siembra hasta que el 90-95% de las espiguillas en las panículas estaban maduras.

g. Peso de 100 semillas.

Se tomaron tres muestras al azar de 100 semillas de cada una de las variedades. Se promediaron los pesos obtenidos para cada variedad.

h. Número de espiguillas por panícula.

Para la toma de este dato se cortaron tres panículas de cada variedad al momento de la cosecha. Se desgranó cada panícula por separado y se contó el número total de granos. También se contó el número de granos vanos.

i. Latencia del grano.

Se hicieron dos pruebas de germinación de la semilla obtenida de cada variedad para el cultivo principal. La primera prueba se realizó aproximadamente un mes después de la cosecha y la segunda se realizó un mes después de la primera prueba.

j. Calidad de molienda.

Para evaluar esta variable, se tomó una muestra de un kilogramo de grano de cada variedad. Esta muestra se descascaró en un molino y se peso la cáscara; luego se pulió y se peso la semolina y por último se peso el grano ya desgranado y pulido para determinar el rendimiento. Se tomó una muestra de 100 g para determinar el porcentaje de granos enteros y partidos después del desgrane y pulido.

B. Experimento 2

En este experimento se trató de determinar el efecto de distintos niveles de fertilización con urea en el rebrote de las diferentes líneas y variedades de arroz cultivadas en el experimento 1. En la conducción de este ensayo se presentaron problemas relacionados con el manejo del agua por daños en el equipo de bombeo. El cultivo no se pudo inundar, como era lo adecuado, y sólo se realizaron riegos de emergencia.

1. Fertilización

La fertilización se efectuó en forma convencional en bandas y con una posterior incorporación del fertilizante. Se usó urea (46-0-0).

2. Combate de malezas y de plagas

No se efectuó ningún control de plagas debido al bajo porcentaje de daño que se presentó. El combate de malezas se hizo manualmente y se controló en gran parte con la inundación de las parcelas. Durante la etapa media del ciclo del rebrote se presentaron problemas con las malezas, debido, principalmente, a que el cultivo no se pudo inundar nuevamente por problemas técnicos.

3. Diseño experimental y factores en estudio

El experimento se condujo con un diseño de parcelas

divididas, para lo cual se usaron las mismas parcelas del experimento 1. Se dividió la parcela original (parcela principal) en tres secciones iguales de 2 m de largo por 2 m de ancho para formar un área de 4 m² por subparcela. Este experimento se llevó a cabo solamente en las repeticiones 1 y 2. Para la toma de datos se cosecharon únicamente los cuatro surcos centrales de cada subparcela.

Los factores y niveles en estudio fueron los siguientes:

Factor A: formado por las distintas variedades que entraron en el experimento 1. Cabe mencionar que , aunque las líneas del CIAT no entraron en el análisis, sí se evaluó el comportamiento del rebrote, dándoles el mismo manejo que a las otras variedades.

Factor B: constituido por tres diferentes niveles de fertilización nitrogenada con urea aplicada a las subparcelas. Estos niveles fueron: 0, 60 y 120 kg de N/ha. La mitad del fertilizante se aplicó inmediatamente después de la cosecha del cultivo principal y la otra mitad 35 días después de la primera fertilización.

4. Cosecha

Debido a que desde un principio la cosecha del cultivo principal fue desuniforme, lo mismo pasó con el cultivo de rebrote o soca, ya que se presentaron diferentes fechas de maduración dentro de las variedades. La cosecha se efectuó manualmente entre los meses de febrero y marzo de 1993. Se

cosecharon por separado los cuatro surcos centrales de cada subparcela.

5. Datos tomados

Los datos que se tomaron para evaluar el cultivo del rebrote fueron los siguientes:

a. Altura de planta.

Se obtuvo midiendo la distancia desde el nivel del suelo hasta la punta terminal de la panícula. La medición se hizo en centímetros.

b. Días a maduración.

Se contaron los días desde el momento de la cosecha del cultivo principal hasta la maduración del rebrote. Se consideró maduro el rebrote cuando el 90-95% de las espiguillas en las panículas estaban maduras.

c. Número de espiguillas por panícula.

De cada subparcela se cortaron tres panículas y se siguió el mismo método descrito en el experimento 1 para la toma de este dato.

ch. Rendimiento de grano.

Se pesó el grano proveniente de los cuatro surcos centrales cosechados en cada subparcela.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. 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.

1. Días a floración

Como se observa en el Cuadro 1, hubo una diferencia altamente significativa en el período en el que las variedades entraron a floración. En el Cuadro 2 se presentan las medias de días a floración para cada variedad. Las variedades que presentaron mayor precocidad fueron LMTN y TBNT, ambas con 72 días después de la siembra, seguidas por las demás variedades procedentes de Estados Unidos que florecieron entre los 83 y los 92 días después de la siembra. Las variedades que resultaron ser más tardías fueron las variedades locales. La más tardía fue CICA 8 con 114 días. Esta variable estuvo correlacionada positivamente en una forma significativa con las variables número de macollos efectivos ($r=0.42$), días a cosecha ($r=0.85$), rendimiento biológico ($r=0.46$), rendimiento de grano ($r=0.51$), peso de 100 semillas ($r=0.31$) y número de granos enteros por panícula ($r=0.39$). Esto nos indica que

Cuadro 1. Cuadrados medios para las variables días a floración, altura de planta e hijuelos efectivos. El Zamorano, 1993.

Fuente de variación	Grados de libertad	Días a flor	Altura planta	Hijuelos efectivos
REPETICION	3	58.57**	279.34**	1426.69**
VARIEDAD	11	669.46**	122.39**	437.96**
ERROR	33	3.89	13.82	164.18
C.V.		2.14%	4.35%	13.29%

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

Cuadro 2. Medias de las variables días a floración, altura de planta y número de macollos efectivos en un metro lineal de surco para las diferentes variedades incluidas en el experimento. El Zamorano, 1993.

VARIEDAD	DIAS FLOR	ALTURA (cm)	MACOLLOS (m lineal)
CUYAMEL 3820	101	80	104
ORYZICA 3	102	85	92
CICA 8	114	77	119
GUAYMAS 90	104	88	104
YOJOA 44	102	87	102
TENT	72	92	80
RICO	90	86	97
NWBT	93	92	88
MARS	92	87	97
KATY	83	87	101
LMTN	72	91	88
MISSISSIPPI	84	75	88
DMS al 5%	2.84	5.35	18.43

entre más tardía es una variedad, mayor área foliar va a producir, se va a obtener un mayor número de macollos efectivos y un mayor rendimiento biológico y de grano. Existió una correlación negativa entre días a floración y la variable altura de planta ($r=-0.31$). Esto puede explicarse por el mejoramiento que se ha hecho en los centros de investigación, donde se selecciona para plantas semienanas con resistencia al acame y a altas aplicaciones de nitrógeno. La importancia de que una variedad de arroz sea precoz o tardía está determinada por las condiciones imperantes en la zona en donde se cultivará la variedad.

2. Altura de planta

Existió una diferencia altamente significativa entre las variedades para esta variable, tal como se puede apreciar en el Cuadro 1. Como podemos observar en el Cuadro 2, todas las variedades presentaron alturas menores de los 100 cm. La variedad más alta fue la NWBT, con un promedio de 92 cm y la variedad con menor altura fue MISSISSIPPI con 75 cm. La variedad CICA 8 presentó una altura de 77 cm. Esto se debe a que en los últimos años, los fitomejoradores han basado el mejoramiento en la introducción de genes para enanismo en las variedades modernas, para hacerlas resistentes a altas aplicaciones de N y al acame.

3. Número de hijuelos efectivos

También se encontró una diferencia altamente significativa entre variedades para la variable número de hijuelos efectivos en un metro lineal de surco (Cuadro 1). Esta diferencia nos demuestra que en las condiciones de este ensayo, las variedades estudiadas difieren en su capacidad genética de macollamiento. Hubo una correlación positiva con las variables días a floración ($r=0.42$), días a cosecha ($r=0.39$), rendimiento biológico ($r=0.61$) y rendimiento de grano ($r=0.53$). Según la literatura, el número de macollos tiene una correlación positiva con el rendimiento de grano (Kawano y Tanaka; 1968 citados por De Datta, 1986). Esta variable pudo ser afectada por la precocidad de las variedades, lo que influyó en la producción de área foliar y de hijuelos. Para el caso, la variedad CICA 8 fue la variedad más tardía en florecer (114 días), pero fue la que mayor número de hijuelos efectivos tuvo (118 por metro lineal), mientras que las variedades LMTN y TBNT fueron las más precoces pero están dentro del grupo de variedades que presentaron menor número de hijuelos efectivos por metro lineal de surco. Esto es importante porque determina un menor uso de semilla y un menor costo por este insumo. Además, la disponibilidad de semilla es baja en muchas ocasiones y es difícil conseguirla.

En el Cuadro 3 se presentan los cuadrados medios para las variables rendimiento de grano, rendimiento biológico e índice de cosecha.

4. Rendimiento de grano

Las variedades evaluadas en este experimento presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en lo que respecta a la variable rendimiento de grano. Las más rendidoras fueron YOJOA 44, GUAYMAS 90 y RICO, con 7525, 7031 y 6799 kg/ha, respectivamente. Para el caso de RICO, esto demuestra la buena adaptación de la variedad en condiciones más tropicales que las de su origen. En cambio, las variedades que presentaron un menor rendimiento fueron KATY con 3241 kg/ha, TBNT con 3497 kg/ha y LMTN con 3508 kg/ha. En el Cuadro 4 se presentan las medias obtenidas para cada variedad. Como podemos ver, las variedades YOJOA 44 y GUAYMAS 90, dos de las variedades locales que maduraron tardíamente fueron las que rindieron mejor, mientras que las variedades precoces LMTN y TBNT tuvieron los rendimientos más bajos. El rendimiento también presentó una correlación positiva con las variables índice de cosecha ($r=0.45$), días a cosecha ($r=0.57$), rendimiento biológico ($r=0.82$) y número de granos enteros por panícula.

5. Rendimiento biológico

Como se puede ver en el Cuadro 3, se presentaron

Cuadro 3. Cuadrados medios para las variables rendimiento de grano, rendimiento biológico e índice de cosecha. El Zamorano, 1993.

Fuente de variación	Grados de libertad	Rendimiento biológico	Rendimiento grano	Índice cosecha
REPETICION	3	426.0**	17112153**	0.002ns
VARIEDAD	11	149.7**	8672603**	0.009ns
ERROR	33	17.6	971570	0.005
C.V.		15.4%	8.4%	18.6%

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

Cuadro 4. Medias de las variables rendimiento biológico, rendimiento de grano (kg/ha) e índice de cosecha. El Zamorano, 1993.

VARIEDAD	R. BIOLÓGICO (kg/ha)	R. GRANO (kg/ha)	I.C.
CUYAMEL 3820	15692	5007.6	0.32
ORYZICA 3	13626	5617.5	0.41
CICA 8	14783	6247.2	0.42
GUAYMAS 90	15202	7030.9	0.47
YOJOA 44	17157	7524.9	0.44
TBNT	8540	3497.1	0.41
RICO	17202	6799.5	0.39
NWBT	11924	5018.6	0.43
MARS	17975	6413.2	0.36
KATY	10899	3241.9	0.31
LMTN	9682	3508.4	0.37
MISSISSIPPI	12515	4516.9	0.38
DMS al 5%	6.03	1418.02	

diferencias altamente significativas entre las variedades para la variable rendimiento biológico. Las medias para las variedades se presentan en el Cuadro 4. Las variedades que más material verde produjeron fueron MARS, con 17.97 t/ha; RICO con 17.2 t/ha y YOJOA 44 con 17.15 t/ha. Por el contrario, las variedades LMTN y TBNT sólo produjeron 9.68 t/ha y 8.54 t/ha, respectivamente. La variable en mención presentó una correlación positiva con las variables días a cosecha ($r=0.51$) y número de granos enteros por panícula ($r=0.61$), además de las mencionadas anteriormente. Esto nos indica que un mayor período de tiempo entre siembra y cosecha conlleva a una mayor producción de área foliar. Por ejemplo, el período de crecimiento de plantas de ciclo de vida corta cultivadas en condiciones normales de campo, en general, no permite la producción suficiente de área foliar.

6. Índice de cosecha.

Para la variable índice de cosecha no se observó diferencia significativa alguna entre las variedades en las condiciones que imperaron en este ensayo. En el Cuadro 4 se presentan las medias obtenidas para cada una de las variedades. La variedad que presentó el mejor índice de cosecha fue GUAYMAS 90, con 0.47 seguida de YOJOA 44 con 0.44, mientras que las variedades KATY y CUYAMEL 3820 tuvieron los índices de cosecha más bajos (0.31 y 0.32, respectivamente). El índice de cosecha es un indicativo de la relación existente

entre el peso del grano y el peso total de la plant sin incluir las raíces. A mayor índice de cosecha, mayor es el peso del grano con relación al peso de la planta. Un índice de cosecha alto señala que la translocación de los fotosintatos al grano fue eficiente, en otras palabras, que la acumulación de carbohidratos en el grano fue alta.

En el Cuadro 5 se presentan los cuadrados medios para las variables días a cosecha, peso de 100 semillas, número de granos enteros y número de granos vanos.

7. Días a maduración o cosecha

Como se puede ver en el Cuadro 5, se obtuvo una diferencia altamente significativa entre las diferentes variedades estudiadas para la variable días a maduración. Las medias obtenidas para esta variable se presentan en el Cuadro 6. Como se puede observar, las variedades que presentaron el ciclo de vida más corto fueron TBNT y LMTN, ambas con 114 días después de la siembra, seguidas de las variedades MISSISSIPPI con 120 días y KATY con 124 días. En cambio, las variedades locales tales como CICA 8 y GUAYMAS 90 maduraron a los 149 días después de la siembra, seguidas de la variedad YOJOA 44 con 142 días. Al hacer el análisis de correlación se observó una asociación positiva entre esta variable y la variable días a floración ($r=0.85$). Las variedades que presentaron una floración más precoz fueron las que menos tiempo tomaron en llegar a la madurez fisiológica. Tal es el caso de las

Cuadro 5. Cuadrados medios para las variables días a maduración, peso de 100 semillas (g), número de granos enteros y número de granos vanos por panícula. El Zamorano, 1993.

Fuente de variación	Grados de libertad	Días a cosecha	Peso 100 semillas	Granos enteros	Granos vanos
REPETICIONES	3	4.7ns	0.06ns	2523**	43ns
VARIETADES	11	749.2**	0.17**	2600**	194ns
ERROR	33	4.7	0.03	119	177
C.V.		1.6%	8.15%	6%	49%

*, **: significativos al nivel de probabilidad del 5% y 1%, respectivamente.

Cuadro 6. Medias para las variables días a maduración, peso de 100 semillas (g), número de granos enteros por panícula y número de granos vanos por panícula. El Zamorano, 1993.

VARIEDAD	DIAS A MADURACION	PESO 100 SEMILLAS (g)	GRANOS ENTEROS	GRANOS VANOS
CUYAMEL 3820	142	2.09	135	25
ORYZICA 3	142	1.90	164	20
CICA 8	149	2.26	168	27
GUAYMAS 90	149	2.30	185	27
YOJOA 44	142	2.28	200	41
TBNT	114	2.01	150	25
RICO	142	2.05	180	29
NWBT	149	2.16	146	19
MARS	142	1.92	183	22
KATY	123	1.62	124	40
LMTN	114	2.02	151	24
MISSISSIPPI	120	2.31	120	24
DMS al 5%	3	0.25	16	19

variedades LMTN y TBNT que florecieron en promedio a los 72 días después de la siembra y llegaron a su madurez fisiológica a los 114 días después de la siembra. En cambio, las variedades CICA 8 y Guaymas 90 florecieron a los 114 y 103 días después de la siembra, respectivamente, y ambas se cosecharon a los 149 días. La variedad CICA 8 presentó el período más corto en días entre el tiempo de floración y el tiempo de cosecha (35 días), mientras que la variedad RICO presentó el lapso más largo entre estas dos etapas (53 días). También se obtuvo una correlación positiva con las variables número de macollos efectivos y rendimiento biológico por lo que se puede decir que con estos materiales, las variedades de ciclo largo presentan un mayor número de hijuelos efectivos por metro lineal. Esto se puede comprobar al ver el número de macollos efectivos que presentaron las variedades CICA 8 y GUAYMAS 90 que fueron las más tardías pero con el mayor número de hijuelos por metro lineal (118 y 104, respectivamente).

8. Peso de 100 semillas.

Existió una diferencia altamente significativa en lo que a esta variable se refiere, tal como lo demuestran los cuadrados medios presentados en el Cuadro 5. Esto nos indica que existen diferencias claras entre variedades para el llenado de grano. En el Cuadro 6 se presentan las medias para el peso de 100 semillas. MISSISSIPPI, con 2.30 g; GUAYMAS 90, con 2.29 g; YOJOA 44, con 2.28 g y CICA 8, con 2.26 g fueron

las que presentaron el mayor peso de semilla, difiriendo muy poco entre sí. Esta variable presentó una correlación positiva significativa ($P < 0.05$) con las variables días a floración ($r=0.31$) e índice de cosecha ($r=0.42$). Esto puede deberse a que entre más tardía es una variedad, crece más vegetativamente y produce mayor área foliar, con lo que se logra un aumento en la fotosíntesis y sus productos y un mejor llenado de grano. La correlación con el índice de cosecha, indica que a mayor peso del grano, la relación paja:grano va a ser menor, con lo cual el índice de cosecha aumentará.

9. Número de granos enteros por panícula.

Se encontró una diferencia altamente significativa para la variable en mención (Cuadro 5). Las medias para esta variable están contenidas en el Cuadro 6. Los resultados indican que en las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo este experimento, las variedades en estudio difirieron significativamente en el número de granos por panícula. Como se dijo anteriormente, el número de granos llenos por panícula está influenciado por la producción de área foliar. Según la literatura, el aumento en el índice de área foliar repercute en un aumento del porcentaje de espiguillas vacías, por lo que es una barrera importante que se debe superar para aumentar los rendimientos de grano (Fagade y De Datta, 1986; citado por De Datta, 1986). En todo caso, se observó que hubo una correlación positiva entre esta variable y el rendimiento

biológico. Como ejemplo, la variedad YOJOA 44 estuvo entre las más altas en rendimiento biológico y fue la variedad que más granos llenos mostró.

10. Número de granos vanos por panícula.

Bajo las condiciones en que se manejó este ensayo, no se observaron diferencias significativas para el número de granos vanos entre las variedades estudiadas (Cuadro 5). Según la literatura, las altas temperaturas y el estrés por sequía son factores que influyen en un alto porcentaje de espiguillas vacías por panícula. En términos de porcentaje de granos vacíos por panícula, la variedad KATY presentó un total de 25% de granos vanos por panícula. Las variedades que presentaron un menor porcentaje fueron MARS y ORYZICA 3, ambas con 11%, aunque de estas dos, MARS tuvo un mayor número de granos por panícula (205). Las medias para esta variable se pueden ver en el Cuadro 6. No se encontró ninguna correlación con las demás variables.

11. Calidad de molienda.

Los resultados obtenidos para esta variable pueden verse en el Cuadro 7. Para esta variable, no se realizaron repeticiones por lo que no se hizo análisis estadístico alguno. Como se puede observar, la variedad RICO fue la que obtuvo el mejor rendimiento de grano ya procesado con un 74%, mientras que la variedad YOJOA 44 presentó el porcentaje más

Cuadro 7. Resultados obtenidos para cada variedad en la prueba de calidad de molienda. El Zamorano, 1993.

VARIEDAD	CASCARA (%)	SEMOLINA (%)	RENDMTO. (%)	GRANO ENTERO (% DEL RDTO)
CUYAMEL 3820	24.1	6.5	69.4	54
ORYZICA 3	23.1	7.6	69.3	70
CICA 8	21.8	6.2	72.0	68
GUAYMAS 90	22.1	6.8	71.1	50
YOJOA 44	25.3	6.6	68.1	74
TBNT	20.4	6.3	73.3	90
RICO	21.1	4.9	74.0	84
NWBT	20.3	6.7	73.0	54
MARS	22.4	5.6	72.0	90
KATY	20.9	9.8	69.3	73
LMTN	22.7	6.3	71.0	90
MISSISSIPPI	20.4	6.6	73.0	97

bajo de todos (68.1%). Al comparar el rendimiento de grano bruto de ambas variedades, YOJOA 44 produjo 7525 kg/ha y RICO 6800 kg/ha; pero si tomamos en cuenta el porcentaje de grano procesado de cada variedad, vemos que RICO resulta superior que YOJOA 44. Más aún, también resulta ser superior en el porcentaje de granos enteros después de que el grano ha sido descascarado y pulido.

12. Latencia de la semilla.

Los resultados obtenidos para esta variable pueden observarse en el Cuadro 8 para cada una de las variedades. Como se puede ver, tanto las variedades locales como las de otras procedencias tuvieron un alto porcentaje de germinación, lo que nos indica que la expresión de la latencia en estas variedades es de corta duración o definitivamente no presentan latencia.

13. Comportamiento de materiales del CIAT.

Como se señaló en Materiales y Métodos, también se estudió el comportamiento agronómico de seis líneas de arroz provenientes del CIAT. Estas no se incluyeron en el diseño estadístico por no contarse con suficiente semilla para las repeticiones. Los valores obtenidos para las variables días a floración, número de hijuelos efectivos, altura de planta y días a cosecha se pueden ver en el Cuadro 9.

Cuadro 8. Prueba de germinación (porcentajes) para determinar la latencia de la semilla de los materiales estudiados. El Zamorano, 1993.

VARIEDAD	PRUEBA 1 (%)	PRUEBA 2 (%) ^Y	PRUEBA 3 (%) ^Z
CUYAMEL 3820 ²	92	93	93
ORYZICA 3 ¹	96	94	95
CICA 8 ¹	95	95	95
GUAYMAS 90 ¹	91	89	92
YOJOA 44 ³	97	95	94
TBNT ⁵	92	95	92
RICO ⁴	93	93	89
NWBT ¹	96	88	90
MARS ⁴	98	95	95
KATY ³	97	92	94
LMTN ⁵	96	94	97
MISSISSIPPI ⁴	96	97	97

¹, ², ³, ⁴ y ⁵: indica que la primera prueba se realizó a los 31, 38, 57, 60 y 66 días después de la cosecha, respectivamente.

^Y, ^Z: indica que la segunda y tercera prueba se hicieron dos y cuatro semanas después de la primera prueba, respectivamente.

Cuadro 9. Medias de los materiales del CIAT para las variables días a floración, hijuelos efectivos por metro lineal, altura de planta (cm) y días a cosecha. El Zamorano, 1993.

LINEA	DIAS A FLORACION	HIJUELOS EFECTIVOS	ALTURA DE PLANTA (cm)	DIAS A COSECHA
880424	99	95	73	149
880449	95	124	83	135
880477	99	156	81	149
900557	86	104	85	135
900558	95	109	78	135
900590	104	91	80	149

La línea más precoz fue la 900557 con 86 días a floración, mientras que la línea más tardía fue la 900590 con 104 días. La línea que presentó el mayor número de hijuelos efectivos por metro lineal fue la 880477 (156) y la que presentó menor número fue la 900590 (91). Al relacionar estas dos variables en la línea 900590, vemos que, a pesar de que esta línea fue la más tardía para florecer, fue la que menos hijuelos produjo por metro lineal, por lo que se cree que tiene un bajo potencial genético para macollar. En cuanto a la altura de planta, todas las líneas presentaron alturas menores de los 100 cm; lo que nos vuelve a demostrar la inclinación de los centros de investigación de seleccionar para plantas semienanas.

En el Cuadro 10 se exhiben los valores de cada línea para las variables peso de 100 semillas, rendimiento biológico, rendimiento de grano e índice de cosecha.

Para la variable peso de 100 semillas, las líneas 880449 y 900558 presentaron el valor más alto (2.3 g). Los pesos más bajos fueron los de las líneas 880477 con 1.7 g y la 900557 con 1.2 g. Las líneas que presentaron el mayor rendimiento biológico fueron la 880477 con 18.5 t/ha y la 900557 con 15.4 t/ha. Los rendimientos biológicos más bajos fueron para las líneas 900558 con 11.4 t/ha y 880449 con 13.9 t/ha. Para la variable rendimiento de grano, el mejor resultado lo presentó la línea 900590 con 7955.3 kg/ha,

Cuadro 10. Medias de los materiales del CIAT para las variables peso de 100 semillas (g), rendimiento biológico (kg/ha), rendimiento de grano al 14% (kg/ha) e índice de cosecha. El Zamorano, 1993.

LINEA	PESO 100 SEM. (g)	REND. GRA. (kg/ha)	REND. BIO. (kg/ha)	INDICE DE COSECHA
880424	2.1	5535.2	12522.7	0.44
880449	2.3	6162.8	13954.5	0.44
880477	1.7	7951.3	18454.6	0.43
900557	1.2	5788.6	15409.1	0.38
900558	2.3	5561.5	11363.6	0.49
900590	2.2	7955.3	15250.0	0.52

mientras que el rendimiento más bajo lo presentó la línea 880424 con 5535.2 t/ha. La línea 900590 presentó también uno de los mejores pesos de 100 semillas (2.2 g), un alto número de granos por panícula y el índice de cosecha más alto.

También se hicieron pruebas de germinación para determinar la latencia de la semilla en estas líneas. Los resultados pueden ser vistos en el Cuadro 11. A diferencia de los materiales estudiados anteriormente, en algunos de éstos se detectó latencia. Esta información es importante para la venta de semilla si alguno de estos materiales llegara a liberarse.

B. Experimento 2.

En este experimento se estudiaron algunas características del rebrote de las variedades incluidas en el experimento 1. Debe anotarse que la variedad CICA 8 no se incluyó en el análisis por no haber presentado rebrote alguno. La variedad KATV produjo rebrote, pero no formó grano, por lo que tampoco se incluyó en el análisis.

El experimento se condujo con un diseño de parcela dividida en el que el factor A correspondió a las variedades y el factor B a los niveles de fertilización nitrogenada.

1. Peso de 100 semillas.

Los cuadrados medios para el peso de 100 semillas se

Cuadro 11. Resultados obtenidos en la prueba de germinación para cada una de las líneas estudiadas del CIAT. El Zamorano, 1993.

LINEA	PRUEBA 1 (%)	PRUEBA 2 (%) Y	PRUEBA 3 (%) Z
880424	32	40	45
880449	100	100	95
880477	34	54	42
900557	68	68	71
900558	28	54	46
900590	84	90	92

La primera prueba se realizó a los 38 días después de la cosecha, mientras que las Pruebas 2 y 3 se realizaron dos y cuatro semanas después de la primera prueba.

presentan en el Cuadro 12.

No se detectó interacción entre variedades y niveles de nitrógeno. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre variedades y entre niveles de nitrógeno para el peso de 100 semillas. La variedad MISSISSIPPI fue la que presentó un mayor peso de 100 semillas con 2.27 g, mientras que la variedad con menor peso fue TBNT con 1.6 g. En lo que respecta a las tres diferentes dosis de nitrógeno, resultó mejor el nivel de 60 kg de N/ha con un promedio de 2.06 g de peso por 100 semillas, mientras que con la dosis más alta (120 kg de N/ha) se redujo el promedio a 1.96 g. En el Cuadro 13 se presentan las medias del peso de 100 semillas para cada variedad en relación con las dosis de nitrógeno.

2. Rendimiento de grano.

Como se observa en el Cuadro 12, no existió diferencia significativa para esta variable con respecto a las variedades. La variedad RICO fue la que tuvo el mejor rendimiento de rebrote (2044.5 kg/ha), seguida por la variedad MARS con 1982.0 kg/ha. Por lo contrario, las variedades con el menor rendimiento de rebrote fueron YOJOA 44 y ORYZICA 3, con 1128.0 y 1108.3 kg/ha, respectivamente. El bajo rendimiento de YOJOA 44 para el rebrote puede ser una consecuencia del alto rendimiento obtenido en el cultivo principal, aunque esto no pasó con las otras variedades como GUAYMAS 90 y RICO. Las medias de las variedades para el rendimiento de grano se

Cuadro 12. Cuadrados medios para las variables peso de 100 semillas y rendimiento de grano en el rebrote. El Zamorano, 1993.

Fuente de variación	Grados de libertad	Peso de 100 semillas (g)	Rendimiento de granos (kg/ha)
REPETICION	1	0.01	234540
VARIEDADES	9	0.25*	715905ns
ERROR	9	0.06	231896
NITROGENO	2	0.09*	1081975**
AB	18	0.04ns	114550ns
ERROR	20	0.03	92213
C.V.		8.42‡	21‡

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

Cuadro 13. Medias para la variable peso de 100 semillas para los efectos solos y combinados de los factores variedades y niveles de nitrógeno en el rebrote. El Zamorano, 1993.

PESO DE 100 SEMILLAS (g)

Variedades	Nitrógeno (kg/ha)			Medias de variedades
	0	60	120	
CUYAMEL 3820	1.95	2.12	2.03	2.03
ORYZICA 3	1.85	1.96	1.99	1.93
GUAYMAS 90	1.70	2.38	2.18	2.08
YOJOA 44	2.13	2.28	2.09	2.16
TBNT	1.85	1.60	1.35	1.60
RICO	2.02	2.12	2.06	2.07
NWBT	2.13	2.19	2.07	2.13
MARS	1.74	1.94	1.90	1.86
LMTN	1.75	1.70	1.75	1.73
MISSISSIPPI	2.19	2.38	2.24	2.27
Medias de Nitrógeno	1.93	2.06	1.96	

Cuadro 14. Medias para la variable rendimiento de grano para los efectos solos y combinados de los factores variedades y niveles de nitrógeno en el rebrote. El Zamorano, 1993.

RENDIMIENTO DE GRANO (kg/ha)

Variedades	Nitrógeno (kg/ha)			Medias de variedades
	0	60	120	
CUYAMEL 3820	1424.0	1688.9	1178.3	1430.4
ORYZICA 3	837.7	1308.0	1179.3	1108.3
GUAYMAS 90	1575.3	1969.6	1408.5	1651.2
YOJOA 44	1050.9	1204.1	1129.1	1128.1
TBNT	1451.1	1372.8	1309.0	1377.7
RICO	1551.5	2582.2	1999.7	2044.5
NWBT	1382.3	1554.6	1249.0	1395.3
MARS	1275.2	2569.1	2101.8	1982.1
LMTN	1101.7	1373.5	979.9	1151.7
MISSISSIPPI	1113.8	1470.4	920.8	1168.3
Medias de Nitrógeno	1276.3	1709.3	1345.5	

muestran en el Cuadro 14.

Para los niveles de nitrógeno se obtuvo una diferencia altamente significativa (Cuadro 12). El mejor rendimiento promedio (1709.3 kg/ha) se obtuvo con la dosis de 60 kg de N/ha. Con la dosis mayor (120 kg de N/ha), el rendimiento tendió a disminuir. La interacción V*N no resultó significativa para esta variable, por lo que se concluye que las aplicaciones de nitrógeno no afectaron diferencialmente la expresión del rendimiento de grano en el rebrote de estas variedades. Se puede observar que los rendimientos del rebrote obtenidos varían entre el 15% y el 40% del cultivo principal. Las variedades con mayores rendimientos en el cultivo principal tales como GUAYMAS 90 y YOJOA 44, presentaron un rendimiento en el rebrote equivalente a un 24% y un 15% del cultivo principal, respectivamente. Según la literatura, la capacidad para rebrotar varía entre los cultivares. El cultivar que tuvo el mayor porcentaje de rebrote con relación al cultivo principal fue TBNT (40%), pero fue la variedad que tuvo el menor rendimiento total (Cultivo principal + rebrote). La literatura informa, en términos generales, que los rendimientos del rebrote o soca son, en promedio, alrededor de un 40% del rendimiento del cultivo principal; sin embargo, se informa de casos en que el rendimiento del rebrote ha sido hasta un 140% del cultivo principal. La relación entre el rendimiento del cultivo principal y el rendimiento del rebrote puede ser comparada en el Cuadro 20.

3. Número de granos enteros.

En cuanto a esta variable, los resultados del análisis en el Cuadro 15 muestran una diferencia altamente significativa entre las variedades. Las medias del número de granos enteros se presentan en el Cuadro 16. La variedad que tuvo mayor número de granos enteros por panícula, fue la variedad YOJOA 44 con un promedio de 91.3, seguida por las variedades RICO y MARS, ambas con 85 granos enteros por panícula.

Se detectó una diferencia altamente significativa para los distintos niveles de nitrógeno, obteniéndose el promedio mayor de 83 granos enteros por panícula con la dosis de 60 kg/ha. La interacción V*N resultó no significativa en las condiciones en las que se condujo el experimento, por lo que se deduce que las aplicaciones de N no afectaron en forma diferencial la expresión de número de granos enteros.

4. Número de granos vanos por panícula.

Se obtuvo una diferencia significativa entre las variedades para esta variable, como se muestra en el Cuadro 15. La variedad MISSISSIPPI, con 10 granos vanos por panícula, fue la que presentó el menor número; mientras que las variedades RICO, YOJOA 44 y GUAYMAS 90 fueron las que presentaron un mayor número de granos vanos. Hay que destacar que a pesar de producir un mayor número de granos vanos, las variedades RICO y YOJOA 44 produjeron un total mayor de granos por panoja.

Cuadro 15. Cuadrados medios para las variables número de granos enteros y número de granos vanos por panícula en el rebrote. El Zamorano, 1993.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Número de Granos enteros	Número de Granos vanos
REPETICION	1	4420.4	236.0
VARIEDADES	9	1212.4**	48.7*
ERROR	9	80.6	11.6
NITROGENO	2	1905.3**	67.9**
AB	18	40.3ns	5.1ns
ERROR	20	29.4	6.5
C.V.		7.5‡	17.8‡

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

Como se observa en el Cuadro 15, existe una diferencia altamente significativa para las dosis de nitrógeno, obteniéndose el mayor número de granos vanos (16.4) con la dosis media de 60 kg/ha. Según la literatura, las dosis altas de nitrógeno tienden a aumentar el porcentaje de espiguillas vanas en la panícula; esto sólo se observó en las variedades CUYAMEL 3820, ORYZICA 3 y YOJOA 44. En las demás variedades, en las condiciones del ensayo, la dosis alta de nitrógeno tendió a disminuir el porcentaje de espiguillas vacías. La interacción V*N resultó no significativa por lo que se deduce que las diferentes dosis de nitrógeno no afectaron diferencialmente la característica mencionada. Las medias de todas las variedades para el número de granos vanos por panícula en relación con las dosis de nitrógeno aparecen en el Cuadro 17.

5. Rebrote en los materiales del CIAT.

Los resultados obtenidos con las líneas del CIAT para las variables peso de 100 semillas están contenidos en el Cuadro 18. Como se puede ver, la línea 900557 resultó con un peso superior a todas las demás (2.21 g), mientras que el peso más bajo lo tuvo la línea 880477 (1.70 g). El mejor peso se obtuvo con la dosis de 60 kg de N/ha, mientras que con la dosis más alta, el peso tendió a disminuir.

En el Cuadro 19 podemos ver los resultados para la variable rendimiento de grano. Según estos resultados, la

Cuadro 16. Medias para la variable número de granos enteros por panícula para los efectos solos y combinados de los factores variedades y niveles de nitrógeno en el rebrote. El Zamorano, 1993.

NUMERO DE GRANOS ENTEROS POR PANICULA

Variedades	Nitrógeno (kg/ha)			Medias de variedades
	0	60	120	
CUYAMEL 3820	59	72	51	60
ORYZICA 3	75	91	66	77
GUAYMAS 90	76	95	67	79
YOJOA 44	87	105	82	91
TBNT	62	78	59	66
RICO	86	101	71	86
NWBT	63	77	65	68
MARS	83	95	80	96
LMTN	60	67	60	62
MISSISSIPPI	40	52	45	46
Medias de Nitrógeno	69	83	64	

Cuadro 17. Medias para la variable número de granos vanos por panícula para los efectos solos y combinados de los factores variedades y niveles de nitrógeno en el rebrote. El Zamorano, 1993.

NÚMERO DE GRANOS VANOS POR PANÍCULA

Variedades	Nitrógeno (kg/ha)			Medias de variedades
	0	60	120	
CUYAMEL 3820	10	14	10	11
ORYZICA 3	14	20	16	16
GUAYMAS 90	17	22	13	17
YOJOA 44	15	20	17	17
TBNT	12	16	11	13
RICO	17	21	16	18
NWBT	14	14	12	13
MARS	16	18	14	16
LMTN	13	11	11	12
MISSISSIPPI	10	11	10	10
Medias de Nitrógeno	14	17	13	

Cuadro 18. Resultados obtenidos para la variable peso de 100 semillas para los efectos solos y combinados de las líneas con las diferentes dosis de N en el rebrote. El Zamorano, 1993.

PESO DE 100 SEMILLAS (g)

Variedades	Nitrógeno (kg/ha)			Medias de variedades
	0	60	120	
880424	1.90	2.10	2.05	2.02
880449	1.90	2.27	2.10	2.09
880477	1.70	1.75	1.65	1.70
900557	2.10	2.33	2.20	2.21
900558	2.10	2.27	2.15	2.17
900590	2.10	2.17	2.10	2.12
Medias de Nitrógeno	1.97	2.15	2.04	

Cuadro 19. Resultados obtenidos con los materiales del CIAT para la variable rendimiento de grano (kg/ha) para efectos solos y combinados de las líneas con las diferentes dosis de N en el rebrote. El Zamorano, 1993.

RENDIMIENTO DE GRANO (kg/ha)

Variedades	Nitrógeno (kg/ha)			Medias de variedades
	0	60	120	
880424	1011.6	1556.7	1350.0	1306.1
880449	1037.8	1449.3	1322.6	1269.9
880477	1482.6	1904.7	1680.2	1689.2
900557	1056.3	1406.8	1257.3	1240.1
900558	1006.6	1466.4	1297.0	1256.7
900590	1489.5	1810.8	1704.0	1668.1
Medias de Nitrógeno	1180.7	1599.1	1435.2	

Cuadro 20. Rendimiento total de las variedades y líneas en estudio. El Zamorano, 1993.

VARIEDAD	Cult.Princ. (kg/ha)	Cult.Reb. (kg/ha)	‡ del Cult.Prin.	Rdto.Total (kg/ha)
CUYAMEL 3820	5008	1430	29	6438
ORYZICA 3	5618	1108	20	6726
GUAYMAS 90	7031	1651	23	8682
YOJOA 44	7525	1128	15	8653
TBNT	3497	1377	40	4874
RICO	6800	2044	30	8844
NWBT	5019	1395	28	6414
MARS	6413	1982	31	8395
LMTN	3508	1152	33	4660
MISSISSIPPI	4517	1168	26	5685
MEDIA	5494	1444	28	6937
LINEA				
880424	5535	1306	24	6841
880449	6163	1270	21	7433
880477	7951	1689	21	9640
900557	5789	1240	21	7029
900558	5562	1257	23	7819
900590	7955	1668	21	9623
MEDIA	6493	1405	22	8064

línea 880477 fue la que tuvo el mayor rendimiento de rebrote con 1.69 t/ha; por lo contrario, la línea 900557 fue la que tuvo el menor rendimiento con 1.24 t/ha. Los rendimientos con respecto al cultivo principal oscilaron entre 21% para 880449 y 24% para 880424. Las líneas 880477 y 900590 obtuvieron el mayor rendimiento total (9.6 t/ha).

V. CONCLUSIONES

1. Las variedades locales, tales como CICA 8, CUYAMEL 3820, GUAYMAS 90 y YOJOA 44 producen un alto número de hijuelos.
2. Las variedades de procedencia estadounidense que mejores resultados dieron en el cultivo principal fueron RICO y MARS, con rendimientos estadísticamente iguales al de las mejores variedades locales (GUAYMAS 90 y YOJOA 44).
3. El rendimiento del rebrote aumentó con las dosis de nitrógeno, pero tendió a bajar con la dosis más alta.
4. Las variedades RICO y MARS mostraron un mayor rendimiento de grano al rebrote que las demás variedades, incluidas las locales.
5. La variedad que mejor se comportó, tomando en cuenta el cultivo principal y el rebrote, fue RICO con un rendimiento total de 8.84 t/ha, superando incluso a las variedades locales.
6. Aunque no se pudo probar estadísticamente, las líneas 880477 y 900590 presentaron una diferencia bastante marcada

con respecto a las demás líneas del CIAT con un rendimiento total cercano a las 10 t/ha.

7. Las mayoría de la líneas del CIAT presentaron una marcada latencia, algo que debe ser tomado en cuenta porque podría influir en su comercialización.

VI. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

1. Estudiar y analizar con más detalle el comportamiento de la variedad RICO, que fue la que más se destacó por su rendimiento, tanto en el cultivo principal como en el rebrote.
2. Estudiar y analizar el potencial de las variedades locales YOJOA 44 y GUAYMAS 90.
3. Realizar ensayos en donde se evalúen las líneas provenientes del CIAT, ya que algunas pueden resultar idóneas para las regiones arroceras de Honduras.
4. En condiciones similares a las de este experimento, no utilizar dosis muy altas de nitrógeno en el rebrote, ya que el rendimiento de grano tiende a disminuir.
5. Realizar pruebas de cocción de las variedades más promisorias para determinar su aceptación.

VII. RESUMEN

Se estima que el 40% de la población mundial utiliza el arroz como su principal fuente de alimento. Este cultivo ocupa aproximadamente el 21% del área dedicada a cereales a nivel mundial. La producción mundial en el año de 1989 fue de 506.3 millones de toneladas, obteniéndose un rendimiento promedio de 3.46 t/ha. En América Latina, especialmente en los trópicos, los rendimientos han sido tradicionalmente bajos (2.56 t/ha), contrastando con los rendimientos que se obtienen en las zonas templadas, los cuales con facilidad superan las 5.0 t/ha. Una de las causas de este bajo rendimiento es el poco uso de variedades mejoradas, que se adapten bien a las condiciones locales.

Los objetivos del presente trabajo fueron: 1) evaluar líneas y variedades de arroz de diferentes procedencias para identificar las más promisorias y 2) evaluar el rendimiento del rebrote de estas líneas y variedades en respuesta a diferentes dosis de nitrógeno.

Se evaluaron doce variedades de arroz en un diseño BCA con cuatro repeticiones: YOJOA 44, GUAYMAS 90, CUYAMEL 3820, CICA 8, ORYZICA 3, RICO, MARS, TBNT, LMTN, MISSISSIPPI, NWBT y KATY. Además se observó el comportamiento agronómico de seis líneas provenientes del CIAT: 880424, 880449, 880477, 900557,

900558 y 900590. Estas líneas no fueron incluidas en el diseño experimental por disponerse de poca semilla.

Se encontraron diferencias significativas para las variables días a floración, altura de planta, días a cosecha, macollos efectivos por metro lineal de surco, rendimiento biológico, rendimiento de grano, peso de 100 semillas y número de granos enteros por panícula. Las variedades que mejor rendimiento de grano tuvieron fueron YOJOA 44 (7.5 t/ha), GUAYMAS 90 (7.0 t/ha) y RICO (6.8 t/ha).

No se observaron diferencias significativas para las variables índice de cosecha y número de granos vanos por panícula.

Entre las líneas del CIAT, la 880477 y 900590 fueron las que presentaron mayor rendimiento de grano (7.95 t/ha).

Para la evaluación del rebrote se usó un diseño de parcela dividida. Se probaron tres niveles de nitrógeno: 0, 60 y 120 kg de N/ha, aplicados en dos etapas: la primera al momento de la cosecha del cultivo principal y la segunda 35 días después de la primera.

Se observaron diferencias significativas entre las variedades y entre niveles de nitrógeno para la variable peso de 100 semillas, mientras que la interacción resultó no significativa. Para la variable rendimiento de grano se encontraron diferencias significativas entre variedades y entre dosis de nitrógeno; la interacción V*N no fue significativa.

En general, la dosis de nitrógeno que mejores resultados causó en el rendimiento del rebrote fue la de 60 kg/ha. Las variedades que tuvieron el mayor rendimiento promedio al rebrote fueron RICO, con 2.0 t/ha y MARS, con 1.9 t/ha.

De las líneas del CIAT, las que mejor rendimiento de grano presentaron al rebrote fueron la 880:24 y la 900590, con 1.68 y 1.67 t/ha, respectivamente.

Si se añaden los rendimientos del cultivo principal y del rebrote, la variedad RICO, de procedencia norteamericana, resultó ser de las más promisorias.

Se recomienda evaluar los mejores materiales identificados en este trabajo en otras localidades, que presenten diferentes condiciones de suelo y clima.

VIII. BIBLIOGRAFIA.

- ADAIR, C.; C. BOLLICH; D. BOWMAN; N. JODON; T. JOHNSTON; B. WEBBY; J. ATKINS. 1973. Rice breeding and testing methods in the United States. Rice in the USA varieties and production. USDA handbook 289: 22-75.
- ANGLADETTE, A. 1969. El arroz. Trad. del francés por Vicente Ripoll. Editorial Blume, Barcelona, España. 876p.
- ATANASIU, N.; J. SAMY. 1985. Arroz: uso eficaz de los fertilizantes. Control de estudios del nitrógeno, Zurich, Suiza. 100p.
- BEACHELL, H.; G. KHUSH. 1969. Objectives of the IRRI rice breeding program. SABRAO newsletter 1:69-80.
- BEACHELL, H.; P. JENNINGS. 1965. Need for modification of plant genotype. En IRRI: The mineral nutrition of rice plant. Proceedings of a symposium at the IRRI, febrero 1964. The John Hopkins Press, Baltimore, Maryland, U.S.A. p. 29-35.
- BOWEN, J.; B. KRATKY. 1987. Arroz de rebrote. Agricultura de las Américas (USA) 36 (2): 6-12.
- CHANDLER, R. 1984. Arroz en los trópicos: guía para el desarrollo de programas nacionales. Trad. del inglés por Edilberto Camacho. San José, Costa Rica, IICA. IICA/serie investigación y desarrollo #12, 304p.
- CHARRY, G. 1988. Nuevas variedades de arroz para Los Llanos colombianos. Arroz en las Américas (Colombia) 9(2): 8-9.
- DE DATTA, S. 1986. Producción de arroz: fundamentos y prácticas. Trad. del inglés por Guzmán Ortiz. México D.F., México, Limusa. 690p.

- FAO. 1990. Anuario FAO de producción 1989. Vol 43. Roma, Italia, 346p.
- FERNANDEZ, F.; B. VERGARA; S. YOSHIDA; L. HAWS; N. YAPIT; O. GARCIA. 1979. Growth and development stages of the rice plant: a nearly maturing dwarf in the tropics. IRRI. Los Baños, Filipinas. 315p.
- JENNINGS, P.; W. COFFMAN; H. KAUFFMAN. 1981. Mejoramiento de arroz. Cali, Colombia, CIAT. 233p.
- JOHNSTON, T.; N. JODON; C. BOLLIICH; J. RUTGER. 1972. The development of early maturing and nitrogen responsive rice varieties in the United States. In IRRI: Rice breeding. Los Baños, Filipinas, p. 61-76.
- LAVAIRE, H.; N. SUAZO. 1989. Guía técnica para la producción de arroz. Secretaría de Recursos Naturales, Departamento de Investigación Agrícola. Programa Nacional de Arroz. Honduras. 18p.
- MOLDENHAUER, K.; T. JOHNSTON; R. DILDAY. 1988. Variety improvement. Arkansas Agricultural Experiment Station: Arkansas farm research 37 (2): 4.
- MORSE, M.; J. LINDT; E. OELKE; M. BRANDON; R. CURLEY. 1968. The effect of grain moisture at time of harvest on yield and milling quality. Calif. Cooperative Rice Research Foundation, Inc. Univ. of Calif. y USDA. Rice Research in California, p. 7-8.
- OKABE, S. 1972. Breeding for high yielding varieties in Japan. In IRRI: Rice Breeding. Los Baños, Filipinas. p. 47-59.
- PERDOMO, M. 1982. Requerimientos nutricionales de CICA 8. CIAT. Cali, Colombia. Serie CIAT 01 SR (7) 82. 2p.
- PORTILLO, G.; R. SUAZO. 1989. Evaluación de cuatro niveles de nitrógeno en el segundo corte (soca) de la variedad de arroz CUYAMEL 3820. En: Compendio de Resúmenes de la XXXV Reunión Anual del PCCMCA. San Pedro Sula, Cortés, Honduras. p. 69.

- ROSCHEVICZ, R. 1931. A contribution to the knowledge of rice. Resumen en inglés. Bulletin of Applied Genetics and Plant Breeding (Leningrado) 27(4): 3-133.
- SANCHEZ, P. 1982. Suelos del trópico: Características y manejo. Trad. del inglés por E. Camacho. San José, Costa Rica, IICA. IICA: serie de libros y materiales educativos, 48. 660p.
- SUAREZ, G. 1990. Evaluación de niveles de fertilización, densidades de siembra y uso de herbicidas en dos variedades de arroz. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 73p.
- TANAKA, A. 1972. The relative importance of the source and the sink as the yield limiting factors of rice. Bol. tec. #6 del ASPAC Food Fert. Technol. Cent. 18p.
- TURNER, F.; W. McILRATH. 1988. Nitrogen fertilizer management for maximum ratoon crop yields. In IRRI: Rice ratooning. p. 187-194.
- UNIVERSIDAD DE FILIPINAS. 1975. Cultivo del arroz: manual de producción. Trad. del inglés por Agustín Contín. Limusa, México. 425p.
- YOSHIDA, S.; S. AHN. 1968. The accumulation process of carbohydrates in rice varieties in relation to their response to nitrogen in the tropics. Soil science and Plant Nutrition (Tokio) 14: 153-161.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Variedades estudiadas en el cultivo principal. El Zamorano, 1993.

No.	Variedad
1	CUYAMEL 3820
2	ORYZICA 3
3	CICA 8
4	YOJOA 44
5	GUAYMAS 90
6	TBNT
7	RICO
8	NWBT
9	MARS
10	KATY
11	LMTN
12	MISSISSIPPI

Anexo 2. Variedades estudiadas en el cultivo del rebrote. El Zamorano, 1993.

No.	Variedad
1	CUYAMEL 3820
2	ORYZICA 3
3	YOJOA 44
4	GUAYMAS 90
5	TBNT
6	RICO
7	NWBT
8	MARS
9	LMTN
10	MISSISSIPPI

Anexo 3. Variables agronómicas tomadas en el transcurso del experimento para todas las variedades en el cultivo principal. El Zamorano, 1993.

Lista de variables

Var	Descripción											
1	REPETICION											
2	VARIETADES											
3	DIAS A FLORACION											
4	DIAS A COSECHA											
5	NUMERO DE HIJUELOS EFECTIVOS POR METRO LINEAL											
6	ALTURA DE PLANTA (cm)											
7	RENDIMIENTO BIOLOGICO CORREGIDO AL 40% (kg/ha)											
8	RENDIMIENTO DE GRANO CORREGIDO AL 14% (kg/ha)											
9	INDICE DE COSECHA											
10	PESO DE 100 SEMILLAS (g)											
11	NUMERO DE GRANOS ENTEROS POR PANICULA											
12	NUMERO DE GRANOS VANOS POR PANICULA											

CASE	NO.											
NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	99	142	87	78	12727.3	5479.8	0.43	2.07	125	17
2	1	2	100	142	77	80	10787.9	4978.3	0.46	1.87	148	22
3	1	3	113	149	125	71	14151.5	6189.8	0.44	2.23	160	32
4	1	4	103	149	95	85	13772.7	6117.0	0.44	2.33	167	33
5	1	5	102	142	95	90	20212.1	8712.1	0.43	2.20	180	45
6	1	6	70	114	76	86	7030.3	2882.1	0.41	1.96	135	33
7	1	7	88	142	108	78	18090.9	6877.9	0.38	2.10	170	38
8	1	8	90	149	87	90	11636.4	4024.5	0.35	2.27	133	21
9	1	9	89	142	80	78	18545.5	5340.7	0.29	1.97	168	10
10	1	10	82	120	98	82	8666.7	3594.2	0.41	1.85	124	18
11	1	11	70	114	97	91	9606.1	3383.8	0.35	1.80	125	23
12	1	12	82	120	88	76	11181.8	4969.0	0.44	2.33	100	8
13	2	1	101	142	128	85	23515.2	7525.3	0.32	2.13	150	32
14	2	2	103	142	119	91	20969.7	8515.5	0.41	1.77	198	30
15	2	3	113	149	128	83	18469.7	8273.1	0.45	2.30	190	26
16	2	4	105	149	112	94	21500.0	9222.2	0.43	2.03	215	27
17	2	5	100	142	107	85	21272.7	8914.1	0.42	2.30	230	39
18	2	6	70	114	79	101	12697.0	4982.6	0.39	2.10	165	26
19	2	7	87	142	115	99	19766.7	9756.1	0.49	2.03	205	37
20	2	8	89	149	110	100	20333.3	7432.2	0.37	2.07	160	17
21	2	9	90	142	112	97	20833.3	8484.8	0.41	1.83	200	25
22	2	10	82	142	128	92	12212.1	2781.3	0.23	0.93	130	39
23	2	11	70	114	86	97	12272.7	3905.0	0.32	1.80	137	25
24	2	12	82	120	123	76	18090.9	4136.6	0.23	2.23	109	16
25	3	1	103	142	110	80	15303.0	3653.1	0.24	1.87	133	25
26	3	2	106	142	87	87	11727.3	4628.0	0.39	1.93	155	15
27	3	3	115	149	121	83	14439.4	6316.4	0.44	2.23	170	18
28	3	4	102	149	110	86	15697.0	7399.0	0.47	1.87	187	34
29	3	5	102	142	103	84	14939.4	6211.8	0.42	2.33	200	32
30	3	6	78	114	80	95	7969.7	3409.1	0.43	2.10	165	27
31	3	7	93	142	73	87	16703.0	5707.1	0.34	2.00	180	21
32	3	8	99	149	97	93	17424.2	5782.8	0.33	2.00	150	13
33	3	9	94	142	101	90	17681.8	6436.5	0.36	1.87	188	30

34	2	10	86	120	80	91	13333.3	3623.7	0.27	1.83	135	25
35	3	11	78	114	77	88	9818.2	3992.3	0.41	2.23	231	40
36	3	12	90	120	83	78	11333.3	4614.0	0.41	2.37	133	61
37	4	1	99	142	90	75	11212.1	3372.1	0.30	2.27	130	24
38	4	2	100	142	83	82	11015.2	4348.3	0.39	2.03	153	14
39	4	3	116	149	101	72	12060.6	4210.3	0.35	2.27	163	31
40	4	4	104	149	100	86	9848.5	5385.3	0.55	2.40	172	15
41	4	5	103	142	140	88	14015.2	6261.7	0.45	2.30	192	48
42	4	6	70	114	83	86	6654.5	2714.6	0.42	2.12	141	13
43	4	7	91	142	91	81	14257.6	4856.9	0.34	2.07	163	21
44	4	8	93	149	57	86	7000.0	2834.9	0.40	2.30	139	25
45	4	9	93	142	95	82	14848.5	5390.9	0.36	2.00	175	22
46	4	10	83	120	97	83	9393.9	2968.3	0.32	1.87	108	77
47	4	11	70	114	91	86	7030.3	2727.3	0.39	1.93	108	12
48	4	12	83	120	56	70	9454.5	4348.4	0.46	2.30	118	9

Anexo 4. Variables agronómicas tomadas en el transcurso del experimento para todas las variedades en el cultivo del rebrote. El Zamorano, 1993.

Lista de variables

Var	Descripción
1	REPETICION
2	VARIEDAD
3	DOSIS DE NITROGENO (1=0, 2=60, 3=120 kg N/ha)
4	RENDIMIENTO DE GRANO AL 14% HUMEDAD (kg/ha)
5	PESO DE 100 SEMILLAS (g)
6	NUMERO DE GRANOS ENTEROS POR PANICULA
7	NUMERO DE GRANOS VANOS POR PANICULA

CASE NO.	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1351	2.00	54	10
2	1	1	2	1457	2.10	70	15
3	1	1	3	1005	2.00	42	7
4	1	2	1	762	1.80	68	13
5	1	2	2	1098	1.92	79	14
6	1	2	3	1075	1.88	55	11
7	1	3	1	1535	2.30	62	11
8	1	3	2	1913	2.40	85	15
9	1	3	3	1265	2.20	53	11
10	1	4	1	900	2.10	74	15
11	1	4	2	1012	2.25	93	15
12	1	4	3	961	2.15	61	14
13	1	5	1	1226	1.70	55	11
14	1	5	2	1000	1.40	73	14
15	1	5	3	1585	1.30	49	10
16	1	6	1	1908	2.01	81	17
17	1	6	2	2918	2.10	96	19
18	1	6	3	2680	2.05	54	11
19	1	7	1	1265	2.15	54	13
20	1	7	2	1438	2.20	68	12
21	1	7	3	1101	2.05	60	11
22	1	8	1	941	1.70	70	13
23	1	8	2	3096	1.95	88	16
24	1	8	3	2027	2.00	65	13
25	1	9	1	1124	1.80	58	12
26	1	9	2	954	1.80	61	11
27	1	9	3	643	2.00	55	11
28	1	10	1	917	2.15	38	9
29	1	10	2	1604	2.40	49	10
30	1	10	3	677	2.17	35	6

CASE NO.	1	2	3	4	5	6	7
31	2	1	1	1497	1.90	63	10
32	2	1	2	1921	2.13	74	13
33	2	1	3	1352	2.05	59	12
34	2	2	1	913	1.90	82	15
35	2	2	2	1518	2.00	103	25
36	2	2	3	1284	2.10	76	20
37	2	3	1	1616	1.10	89	22
38	2	3	2	2026	2.35	105	28
39	2	3	3	1553	2.15	80	15
40	2	4	1	1202	2.15	100	15
41	2	4	2	1397	2.30	117	25
42	2	4	3	1297	2.03	103	20
43	2	5	1	1676	2.00	68	13
44	2	5	2	1746	1.80	82	17
45	2	5	3	1033	1.40	68	12
46	2	6	1	1195	2.03	91	17
47	2	6	2	2247	2.13	105	22
48	2	6	3	1319	2.07	88	20
49	2	7	1	1500	2.10	72	15
50	2	7	2	1671	2.17	85	15
51	2	7	3	1397	2.09	70	13
52	2	8	1	1609	1.77	95	19
53	2	8	2	2042	1.93	102	20
54	2	8	3	2177	1.80	94	15
55	2	9	1	1079	1.70	61	13
56	2	9	2	1794	1.60	72	11
57	2	9	3	1317	1.50	65	11
58	2	10	1	1311	2.22	42	10
59	2	10	2	1336	2.35	54	11
60	2	10	3	1165	2.30	55	15

X. DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

NOMBRE : FRANCISCO ISMAEL ALVAREZ AGUILAR.

LUGAR DE NACIMIENTO : TEGUCIGALPA, FRANCISCO MARAZAN,
HONDURAS.

FECHA DE NACIMIENTO : 14 DE ABRIL DE 1971.

NACIONALIDAD : HONDUREÑA.

ESTUDIOS SECUNDARIOS:

1983-1988: ELVEL SCHOOL, TEGUCIGALPA, HONDURAS.

ESTUDIOS SUPERIORES :

1989-1991: ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA, FRANCISCO
MORAZAN, HONDURAS. AGRONOMO.

1992-1993: ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA, FRANCISCO
MORAZAN, HONDURAS. INGENIERO.