

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE 18 GENOTIPOS
DE ARROZ, (Oryza sativa L.) BAJO CONDICIONES
LIMITANTES DE HUMEDAD

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

POR

OSVALDO ROLANDO GARCIA TECUN

En el acto de su investidura como
INGENIERO AGRONOMO
en el grado académico de
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Octubre de 1980

01
T(443)

C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Rector en Funciones

LIC. ROMEO ALVARADO POLANCO

JUNTA DIRECTIVA

DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO Dr. Antonio Sandoval Sagastume
VOCAL 1o Ing. Agr. Carlos Orlando Arjona
VOCAL 2o Ing. Agr. Salvador Castillo Orellana
VOCAL 3o Ing. Agr. Rudy Villatoro Recinos
VOCAL 4o P. A. Efraim Medina Guerra
VOCAL 5o Prof. Edgar Osvaldo Franco Rivera
SECRETARIO Ing. Agr. Carlos N. Salcedo Zenteno

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
EXAMINADOR Ing. Agr. Julio H. Estrada D.
EXAMINADOR Ing. Agr. Gustavo Mendez
EXAMINADOR Ing. Agr. Gilberto Santa Maria
SECRETARIO Ing. Agr. Leonel Coronado Cabarrus

SECTOR PUBLICO AGRICOLA
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

5a. Av. 12-31, Zona 9 - Edificio «El Cortez», 2o. y 3er. Niveles
Teléfonos 321985 - 310581 - 67935
Guatemala, C. A.

Guatemala,

15 de octubre de 1980

Señor Decano en Funciones
de la Facultad de Agronomía
Ing. Carlos Orlando Arjona M.
Ciudad Universitaria
Guatemala, Guatemala

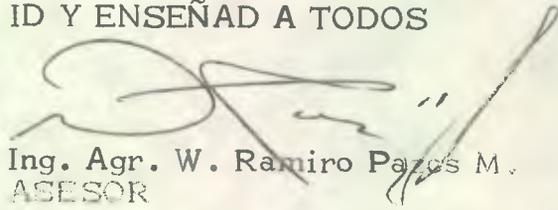
Señor Decano en Funciones:

Tengo el honor de dirigirme a usted para hacer de su conocimiento, que atendiendo la designación que ese decanato me hiciera, he concluido el asesoramiento del trabajo de investigación llevado a cabo por el estudiante OSVALDO ROLANDO GARCIA TECUN, que sirvió de base para la elaboración de su tesis de grado como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo y cuyo escrito he revisado de conformidad.

Dicha tesis titulada "Evaluación del comportamiento de 18 genotipos de arroz (Oryza sativa L.) bajo condiciones limitantes de humedad", a la vez que satisface los principios técnicos establecidos por la Universidad de San Carlos para el desarrollo y presentación de esta clase de trabajos, constituye un valioso aporte científico para la Rieicultura de Guatemala y de otros países que confrontan el problema investigado, por lo que me permito recomendar se autorice su impresión.

Sin otro particular, expreso al Señor Decano, las muestras de mi distinguida consideración y aprecio.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Agr. W. Ramiro Pazos M.
ASESOR

Guatemala

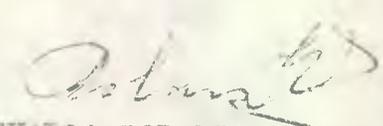
Octubre de 1980.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Para dar cumplimiento a lo establecido en la Ley Orgánica y Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado: "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE 18 GENOTIPOS DE ARROZ (Oryza Sativa L.), BAJO CONDICIONES LIMITANTES DE HUMEDAD", como último requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,


Prof. OSVALDO ROLANDO GARCIA TECUN

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

mis padres

Raúl García Agustín

María Isabel Tecún de García

mi esposa

Paquita de García

mis hijitos

Walter Adolfo, Osvaldo Rolando
y Claudia Lisette

mis abuelitos

Domingo Tecún Marroquín

Enriqueta Oliva de Tecún

mis hermanos

Imelda Esperanza, María Luisa,

Myrna Huri, Edith Maribel,

Raúl Darío, Aldo Geovani y Angel

mis sobrinos

mi suegra

Delfa Sandoval Vda. de García

mis cuñados

mis compañeros de trabajo

TESIS QUE DEDICO

A: GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

MI PUEBLO NATAL "QUIRIGUA"

EL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
AGRICOLAS

TODOS LOS AGRICULTORES DEL PAIS

RECONOCIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento A:

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), por haberme permitido la utilización de los recursos y datos del Programa de Arroz que dieron origen a este trabajo.

Los equipos de prueba y transferencia de tecnología de ICTA, que laboraron durante 1979 en las regiones IV y VI con quienes conjuntamente se recabaron dichos datos.

Mi asesor Ing. Agr. Walter Ramiro Pazos, por su valiosa orientación.

Roberto Carouz Díaz y Noe Cresencio de León Gonzales, técnicos del programa de arroz Cuyuta, por su colaboración en los trabajos de campo.

RESUMEN

Sabiendo que el agua es uno de los factores más importantes para la obtención de buenas cosechas de arroz. Y conociendo además que se han reportado en estudios recientes diferencias varietales en el comportamiento de éste cultivo con respecto a resistencia y susceptibilidad a sequía, y en virtud de que en las zonas sur y sur-oriente de Guatemala existen áreas donde el factor más limitante es la humedad, debido a la mala distribución y corto período de lluvias, se procedió en 1979 a estudiar bajo esas condiciones el comportamiento de 14 genotipos de arroz en comparación con cuatro testigos locales.

El objetivo principal era seleccionar materiales resistentes a sequía, estables y con un buen potencial de rendimiento.

Los ensayos estuvieron localizados en tres localidades del sur-oriente y tres localidades del sur de Guatemala que variaron aproximadamente desde los 40 a 969 m. s. n. m. en el parcelamiento la Máquina zona sur, y el Valle del Tempisque en la zona sur-oriental, respectivamente.

Los genotipos evaluados se obtuvieron a través del programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina coordinado por el Centro Internacional de Investigaciones de Arroz, CIAT IRRI con sede en Colombia y Filipinas, respectivamente.

El diseño experimental utilizado fué un bloques al azar con cuatro repeticiones en cada localidad.

Las variables en estudio fuerón: Rendimiento, resistencia a enfermedades, características agronómicas y resistencia a sequía.

Se efectuó el cálculo del análisis de varianza por localidad, análisis combinado por región, análisis de estabilidad a través de todos los ambientes, correlación entre volumen de raíces y rendimiento y correlación entre días a flor y rendimiento.

Del análisis de "Estabilidad" para las 6 localidades, se encontró que la variedad Taichung-sen-yu-195, con buena respuesta en condiciones adversas de períodos secos, tuvo además

un buen comportamiento en todos los ambientes con un (bi) igual a 1 y un (S_{di}^2) igual a 0, su rendimiento medio general superó en 1.0 TM/ha. a las variedades tradicionales.

La variedad Diwani que mostró ser altamente resistente a deficiencias de humedad en todos los ambientes, tuvo una media de rendimiento muy baja con 3.58 TM/ha. que no superó a la media general de 3.59 TM/ha.

Algunos materiales como B541b-kn-7-1-2-3 y Tikal 2 (testigo), poseen un alto poder de recuperación después de los periodos secos lo que a la postre determinó se mantuvieran entre los más rendidores.

La precocidad de la variedad "Le bonnet (testigo) bajo las condiciones de la zona sur-oriental cuya etapa de embuchamiento e inicio de floración, coincidieron con la época seca (canicula), fué determinante para que este material obtuviera como promedio general el más bajo rendimiento, 1.7 TM/ha.

Se encontró una correlación altamente significativa y positiva para rendimiento y volumen de raíces con un " r_c " igual a 0.329 contra un "r" de tablas al 1% igual a 0.181, valor bastante bajo que no debe ser considerado como un criterio básico al seleccionar para rendimiento en base a volumen de raíces.

También se encontró una correlación altamente significativa y positiva para rendimiento y días a flor con un r_c igual a 0.516 contra un r de tablas al 1% igual a 0.302 valor que da mayor confiabilidad para esta asociación.

CONTENIDO

	Hoja
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
3. MATERIALES Y METODOS	16
4. RESULTADOS Y SU ANALISIS	29
5. DISCUSION DE RESULTADOS	54
6. CONCLUSIONES	61
7. RECOMENDACIONES	63
8. BIBLIOGRAFIA	65
9. APENDICE	68

1. INTRODUCCION

La tasa de crecimiento poblacional mundial provoca un incremento en el consumo de alimentos, por lo tanto, se necesita producir más para satisfacer la creciente demanda de estos, e indirectamente la mal nutrición que afecta a los países que como el nuestro estan en vías de desarrollo.

A nivel nacional, el arroz despues del maíz y el frijol es evidentemente el cultivo alimenticio básico de mayor importancia en la dieta del guatemalteco.

Beltran et al en 1961 citados por Sanchez en 1976 (25), encontraron que dentro del grupo de los cereales, éste grano contiene los valores más altos en calorías, proteínas y carbohidratos solubles, comparandolo con el maíz y el trigo. Asimismo Sanchez dice que este cereal constituye el alimento básico de un tercio de la población mundial y que la mayor parte de la cosecha se produce y consume en el continente asiático. Reporta además que su cultivo ocupa el segundo lugar en superficie en el mundo pues durante el ciclo 1964/65 se sembraron 122,800,000 hectareas. Por otra parte la Bayer (18) reporta que para 1975 ésta cifra llego a cerca de 141 millones. Esto nos hace pensar que aun cuando en algunos países productores de arroz existen áreas potenciales propias para la explotación de este cultivo, cualquier incremento en el

área cultivada y en el volúmen de producción a nivel mundial no serán suficientes para satisfacer las necesidades futuras de consumo. La mejor alternativa en todo caso, será la de buscar una solución positiva a través del aumento substancial de los rendimientos por unidad de área los que según el CIAT (4), actualmente y bajo condiciones de secano a nivel de América Latina y del Caribe son inferiores a las 2 TM/ha.

En Guatemala en la actualidad se siembran alrededor de unas 12,000 has. de arroz y el rendimiento promedio de acuerdo a un informe del Banco de Guatemala (11), fué para la cosecha de 1979 de 1.8 TM/ha. Sin embargo en las grandes extensiones de siembras mecanizadas localizadas tanto en la costa atlántica como del pacífico, los rendimientos fluctúan entre 4.0 y 6.5 TM/ha. 1/

Los rendimientos promedio unitarios relativamente bajos reportados son consecuencia de una serie de factores limitantes, - siendo algunos de ellos de mayor importancia que otros dependiendo de las condiciones ecológicas en que se desarrolle el cultivo. Algunos de estos factores son la baja precipitación pluvial o distribución no uniforme de la misma, suelos inadecuados, presencia de malezas perniciosas y otros.

En las zonas sur y sur oriente del país, existen áreas en las que se sigue considerando al cultivo de arroz como la única alternativa para el uso de los suelos impermeables de las series Chicaj

1/ Información verificada por personal técnico del programa de arroz de ICTA.

y Champerico (26). Sin embargo el factor más limitante en estas zonas es la humedad, pues existe mala distribución y corto período de lluvias, en donde los rendimientos son muy bajos, representando a veces pérdidas económicas de consideración, por lo que bajo estas condiciones la explotación de este cereal sigue siendo de incertidumbre y riesgo para el agricultor.

En consecuencia, parte de los trabajos de investigación del programa de arroz del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, están encaminados a buscarle una solución a dicho problema.

Para el efecto se procedió en 1979 a estudiar bajo esas condiciones el comportamiento de 14 genotipos de arroz en comparación con cuatro testigos locales.

Objetivos:

- a. Determinar si dentro de los materiales en estudio hay características genéticas que manifiesten resistencia o tolerancia a sequía.
- b. Determinar si la resistencia a sequía es un indicador de un buen potencial de rendimiento en arroz.
- c. Seleccionar materiales resistentes a sequía, estables y con un buen potencial de rendimiento.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

Ecológicamente el territorio de Guatemala resulta sumamente heterogeneo, lo que se desprende del alto número de regiones y sub-regiones agrícolas indicadas en el trabajo de zonificación agrícola realizado por Moran en 1970 (20), en el que se divide al país en diez regiones agrícolas y estas a su vez en dieciseis sub-regiones, división que se realizó tomando en cuenta una serie de características como precipitación pluvial, altura sobre el nivel del mar, temperatura y otros. De esa manera, algunas regiones están constituidas hasta por tres sub-regiones, lo que indica la gran variación de condiciones existentes dentro de áreas relativamente no extensas.

El ICTA en 1975 (13), en un estudio realizado en el parcelamiento la Máquina, ubicado en la región IV al comparar la variedad CICA 4, con el arroz criollo del agricultor en dos áreas ecológicamente diferentes dentro del parcelamiento, encontró que CICA 4, variedad de un alto potencial de rendimiento, rindió en promedio bajo condiciones de alta precipitación relativa en el sector "A" 3.98 TM/ha., mientras que en el sector "B" donde las condiciones de precipitación son bajas comparativamente, los rendimientos con esta misma variedad se redujeron a 2.13 TM/ha. en promedio. Asimismo se encontró que la variedad criolla utiliza-

da tradicionalmente por el agricultor rindió bajo condiciones - del sector "A" 2.61 TM/ha., en tanto que el rendimiento alcanzado en el sector "B" fué de 1.82 TM/ha.

Con respecto a la región VI que comprende los departamentos de Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa el ICTA (14) reporta que - durante la temporada agrícola de 1976 se registraron pérdidas en la producción de granos básicos; citando que de una superficie de 5,042.8 Has. cultivadas con un rendimiento promedio de 1.6 TM/ha., se produjo una pérdida de 1,811.12 TM. equivalentes al 22 % de la producción total como consecuencia de la mala distribución de las lluvias al haberse registrado períodos largos de sequía o canículas ocurridas durante las épocas críticas del desarrollo del cultivo.

Por otro lado, la mayoría de las variedades comunmente utilizadas por los agricultores en las áreas donde existe el problema de sequía en el país, fueron introducidas hace muchos años y luego cultivadas comercialmente, sin antes haber sido evaluadas bajo esas condiciones adversas de cultivo. Entre ellas cabe mencionar a Blue bonnet-50, Blue belle (Canelo), Lira Grueso, Lirita, Americanito y otras, con características de planta alta susceptibles al vuelco plagas y enfermedades, de poco macollamiento, siendo sus rendimientos extremadamente bajos si se comparan con los que se obtienen con las variedades modernas de

de porte bajo o intermedio. Sin embargo la calidad del grano es muy buena por lo que son de gran aceptación por el industrial y consumidor nacional. A partir de 1971 otras variedades fueron impulsadas en estas mismas áreas con mejores ventajas sobre las tradicionales particularmente en lo que respecta a los rendimientos que se obtienen a nivel de campo, entre ellas cabe mencionar a las variedades CICA 4, IR 22, ICTA 6 y últimamente TIKAL 2 que fueron evaluadas y recomendadas por el programa de arroz de la Dirección de Investigación Agrícola e Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Esta última variedad desarrollada en 1977 ocupa un buen porcentaje de las áreas arroceras del país, siendo especialmente importante su cultivo en el departamento de Jutiapa, donde ha desplazado a las variedades tradicionales por su alto rendimiento y su manifiesta tolerancia a la sequía. Desafortunadamente ésta variedad ha perdido ya su resistencia a nuevas razas del hongo *Pyricularia oryzae* Cav. y aunque puede mantenerse por algunos años es necesario tener nuevos y mejores materiales para su reemplazo.

2.2 De los parametros de estabilidad

Córdova citado por Merck (19) comenta que: Los parámetros de estabilidad, son el coeficiente de regresión (b_i) y las desviaciones de regresión (S_{di}^2) de cada una de las variedades o híbridos. Agrega que la importancia de éstos estriba en identificar a los mejores materiales por su rendimiento cuando se les cultiva en diferentes condiciones ambientales, lo cual permite

de acuerdo a las características climatológicas y socioeconómicas de la región en que se trabaja, recomendar los genotipos que muestren un alto comportamiento promedio. Señala además que los parámetros de estabilidad son de primordial importancia en mejoramiento genético ya que son una buena herramienta en la selección de genotipos para ambientes pobres (baja fertilidad, escasa disponibilidad de agua etc.), aspectos que proporcionarían una buena rentabilidad tanto al productor con pocos recursos, como para el productor que cuenta con las técnicas de producción más avanzadas.

Marquez, citado por Arias (1), afirma que desde el punto de vista convencional y lógico, algo que es estable, no interactúa con los ambientes y señala que probablemente una forma más apropiada de definir una variedad estable sería por la respuesta dada por su coeficiente de regresión (b_i) y sus desviaciones de regresión (Sd_i^2), porque éste parámetro es una función utilizada en los ensayos de rendimiento.

Carballo citado por Salguero (24), clasifica a las variedades en función de los distintos valores que pueden tomar los coeficientes de regresión y las desviaciones de regresión. Una variedad cuyo coeficiente de regresión sea igual a 1 y su desviación de regresión igual a 0, será una variedad estable. El coeficiente de regresión (b_i), mide el comportamiento de un material

en una localidad y las desviaciones de regresión (S_{di}^2), miden la consistencia del material.

2.3 De los requerimientos de agua y de la cantidad o distribución de la lluvia.

Existe controversia sobre la cantidad de agua requerida por el arroz para producir un rendimiento normal. En los Estados Unidos, Briggs y Shantz (1914) notaron que el arroz necesitaba aproximadamente la misma cantidad de agua que los otros cereales. En la India, Chandra Mohan (1965) afirmó sin embargo, que el requerimiento de agua del arroz es mayor que el de cualquier otro cultivo de duración similar en el campo, y que varía de acuerdo con la textura del suelo, el clima, las prácticas de labranza, y la duración del periodo vegetativo de la variedad cultivada. Según Halm (1967), el arroz se desarrolla mejor en suelos inundados y saturados que en suelos a capacidad de campo (8).

De Datta et al (1970), citados por Salaues (1976) (23), expresan que los requerimientos de agua del cultivo varían a lo largo de su ciclo vegetativo. Durante los primeros 25 a 30 días después de la siembra, ofrece bastante tolerancia a la sequía, 50 a 80 mm. de precipitación durante este primer período pueden resultar suficientes. En cambio un exceso de agua, podría inhibir la producción de macollos. A partir de los 25 a 30 días, las necesidades de agua son cada vez mayores. Pero 160 a 180 mm. men

suales pueden resultar suficientes a condición de estar bien distribuidos. La época de mayor exigencia de agua para el cultivo, puede situarse a partir de la formación del primordio de la panoja hasta la floración. Fallas en la precipitación durante este período, dan lugar a considerables bajas en el rendimiento.

Cheaney (1973) (7) afirma, que la cantidad y la distribución de la lluvia es el factor más importante en la siembra de arroz de secano, y que para obtener una buena producción el arroz requiere un promedio de 200 a 250 mm. por mes y tienen que ser bien distribuidos. Agrega que en la finca del IRRI en las Filipinas, con un promedio anual de 2,000mm. los rendimientos han variado entre 0.6 TM/ha y 5 a 6 TM/ha. debido a la distribución de la lluvia. Señala que también es de mucha importancia tener variedades con ciclos de maduración que coincidan con los ciclos de las estaciones lluviosas, y pone por ejemplo, que una variedad de ciclo largo siempre fracasará en áreas donde el ciclo lluvioso es muy corto.

De Datta et al (1975) (9) dicen que el agua afecta el carácter físico de las plantas, el nivel de nutrientes del suelo, la naturaleza y amplitud del crecimiento de malas hierbas y que el nivel del rendimiento en grano depende de la interacción de esos efectos.

2.4 De la resistencia a sequía

De Datta et al (1974) (8) explican que los efectos de la sequía causados por la falta de humedad en el arroz o en cualquier otra planta se deben a la función que ejerce el agua en el interior de la misma. Un suministro bajo de humedad y una pérdida considerable de agua disminuyen el contenido de agua de la planta, causando su deficiencia. Por consiguiente, la deficiencia es común en el arroz de secano debido a una precipitación mal distribuida o baja, al drenaje demasiado rápido en suelos de texturas gruesas ó a topografías onduladas. Citan a Senewiratne y Mikkelsen (1961) y Gunawardena (1966) informando que al evaluar los hábitos de crecimiento del arroz de secano y del arroz bajo riego observaron que las plantas sometidas a un tratamiento con poca humedad presentaban clorosis, un desarrollo foliar lento y un retraso en el alargamiento de entrenudos. Kato citado por estos mismos investigadores informó en 1968 que las plantas de arroz de secano requerían mucha más agua que las cultivadas bajo riego constante para inducir el mismo peso de materia seca. El relacionó la ineficacia del arroz de secano en producir materia seca, con el déficit interno de agua que obstaculiza la asimilación y la distribución de las sustancias disueltas. Reportan además que en el IRRI se llevaron a cabo en 1973 experimentos en el campo y en invernadero a fin de diferenciar los efectos directos producidos por la falta de humedad y los debidos a problemas nutricionales y del suelo en arroz de

secano. En el primer experimento, se clasificaron las variedades o líneas de arroz en cuatro grupos de acuerdo a su resistencia o susceptibilidad a la falta de humedad durante las fases vegetativa y reproductiva del crecimiento del cultivo. La variedad IR 1646-623-2 cuyo rendimiento fue significativamente más bajo que el de las líneas de máximo rendimiento IR 1721-11-6 e IR 1542-43-2 a todas las tensiones de humedad, fue sumamente tolerante a la falta de humedad en ambas etapas de crecimiento. Por consiguiente comentan que la tolerancia a la sequía no indica necesariamente un alto potencial de rendimiento y la tolerancia a la sequía no debería ser el único factor equiparado con el rendimiento de grano, ya que son muchos los factores que afectan la capacidad de una variedad de arroz sometida a niveles de humedad inferiores a los óptimos.

En el segundo experimento, realizado en el invernadero, se sometieron 75 variedades y líneas de arroz a tres tensiones de humedad del suelo, impuestas sin interrupción a lo largo del período de crecimiento. Las variedades de arroz se clasificaron en cinco grupos de acuerdo con su resistencia ó susceptibilidad a la falta de humedad y a la deficiencia de hierro. Únicamente 11 de las 75 variedades o líneas fueron tolerantes a la falta de humedad y moderadamente resistentes a la deficiencia de hierro.

También se llevaron a cabo experimentos adicionales en el

campo para estudiar la relación entre el régimen de humedad del suelo y la nutrición en arroz de secano. Los resultados demostraron que un suministro mayor de fertilizantes nitrogenados puede reducir las pérdidas de rendimiento debidas a un déficit moderado de humedad. A la inversa se encontró que habiendo un suministro adecuado de humedad, se puede reducir la dosis de fertilizantes nitrogenados sin disminuir significativamente el rendimiento. Concluyen que éstos resultados demuestran claramente que la reducción del rendimiento debido al aumento de la tensión de humedad del suelo puede ser producida por los efectos directos de la falta de humedad, ó por problemas de suelos producidos por la falta de humedad, tales como deficiencia de hierro, ó por una combinación de ambos, y que en consecuencia, al evaluar la conveniencia de una determinada variedad de arroz en condiciones de secano deberían considerarse conjuntamente los problemas del suelo y de la falta de humedad.

Estos mismos autores se refieren a Krupp et al (1972) que durante un período de sequía (45 a 60 días después de la emergencia), observaron que la variedad de arroz de secano "Palawan" continuó produciendo raíces mientras que el brote de los macollos y el desarrollo foliar se retrasó. Por el contrario la parte aérea de las plantas de IR 5 continuó desarrollándose normalmente mientras que el crecimiento radicular se retrasó.

D'Toole (1976) citado por Paul (1979) (21), evaluó la va-

riación genotípica en cuanto a la tolerancia a sequía existente en materiales genéticos de arroz. Para tener un mejor entendimiento a la adaptación fisiológica se tomaron lecturas - visuales de la presión potencial del Xilema (X). Treinta y - nueve días después de eliminado el riego, la evaluación visual fué efectiva para discriminar los genotipos más tolerantes. Se detectaron diferencias entre variedades en la capacidad de mantener un alto (X) a través del día y especialmente en las horas de la tarde. Aunque los mecanismos involucrados en la resistencia a la sequía pueden ser variados, parece ser que el mantenimiento de un alto potencial de humedad en el follaje es lo que "evita" el efecto de la sequía.

2.5 De las variedades de secano versus variedades de riego

Chang y Vergara (1975) (6), mencionan las diferencias o semejanzas más notables existentes entre los cultivares de - riego y secano. Algunas diferencias morfológicas no muy definidas podrían separar las variedades tropicales de arroz en diversos tipos de secano y de riego; en cambio las características de la planta y los rasgos de crecimiento varían continua mente. Cualquier variedad de arroz puede ser nombrada ya sea bajo el sistema de secano o bajo el sistema de inundación pero su crecimiento y desempeño de rendimiento pueden variar marca damente.

La mayoría de las variedades tradicionales adaptadas al

cultivo de secano son de intermedias a altas, con hojas relativamente largas y de color verde claro, con habilidad de macollamiento de baja a media y paniculas largas y bien desarrolladas. La maduración generalmente fluctúa entre 105 a 135 días, pero estas características también se encontraron en muchas colecciones designadas como "variedades de riego" en el banco de germoplasma del IRRI.

Hasegawa (1963) reportó que las raíces de dos variedades Japonesas de secano se extendieron más de 20 cm. bajo el nivel del suelo, mientras que solo pocas raíces de dos variedades de riego alcanzaron esta profundidad.

Ono (1971) al referirse también a las variedades Japonesas de secano dice que difieren distintamente de los tipos de riego, tienen menos macollas y tallos más delgados, hojas más largas y anchas y raíces más profundas, sus paniculas, así como sus granos son más largos y generalmente son más resistentes a la sequía y a piricularia pero presentan menos respuesta al nitrógeno.

Un bajo potencial de macollamiento y una casi constante área foliar, bajo diferentes regímenes de humedad del suelo, son las características distintivas de muchas variedades tradicionales de secano (Chang et al 1972).

Con deficiencia severa de agua, todas las variedades de

arroz tienen un rendimiento deficiente aunque se les haya suministrado una fuerte fertilización y un efectivo control de malezas (Jana y De Datta 1971, IRRI 1971, 1972, 1973). Por lo tanto, los rendimientos absolutos del grano reflejan los grados de escape a la sequía más que la tolerancia a la sequía, - particularmente si el cultivo se cosecha antes de la finalización de la deficiencia de agua (Levit 1972). Pero cuando la sequía termina antes de la cosecha, el rendimiento del grano depende más de la habilidad para recuperarse.

Bajo las condiciones más favorables de clima y suelo en las Filipinas, aproximadamente 4 TM/ha. parece ser el límite máximo para las variedades tradicionales de secano, mientras que las variedades del IRRI pueden rendir 7 TM/ha. con altos porcentajes de Nitrogeno (Jana y De Datta 1971; De Datta y Beachel 1972, IRRI 1973, 1974).

Un tipo de variedades de maduración temprana de doble propósito, adaptado al cultivo de secano y de riego incluye a las variedades Dular de Bangladesh e India y a Blue bonnet-50, obtenida como variedad de riego en los Estados Unidos, pero - también sembrada como variedad de secano en Centro y Sur América.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y características de los sitios experimentales

Los 6 ensayos estuvieron localizados en los lugares que a continuación se describen: (10, 12, 15 y 16)

3.1.1 Valle del Tempisque.

Ubicado en la aldea del mismo nombre jurisdicción del municipio de Agua Blanca en el departamento de Jutiapa. Su posición geográfica es $14^{\circ} 29'$ latitud norte y $89^{\circ} 38'$ longitud oeste, con una altura de 898 metros sobre el nivel del mar. Ecológicamente está clasificado como bosque húmedo sub-tropical (templado), con una temperatura media de 24°C , una máxima media de 30°C y una mínima media de 17°C . La precipitación anual media es de 1,120 mm. Con una humedad relativa media de 68 %.

3.1.2 Caserío Pozas de Agua

Perteneciente a la aldea el Ovejero, jurisdicción del municipio del Progreso en el departamento de Jutiapa. Su posición geográfica es de $14^{\circ} 21'$ latitud norte y $89^{\circ} 50'$ longitud oeste, con una altura de 969 metros sobre el nivel del mar. Ecológicamente está clasificado como bosque húmedo sub-tropical (templado), con una temperatura media de 22°C , una máxima media de

28° C y una mínima de 15° C. La precipitación anual media es de 956 mm. Con una humedad relativa media de 65 %.

3.1.3 Jutiapa cabecera

Area aledaña a la ciudad. Su posición geografica es de 14° 17' latitud norte y 89° 53' longitud oeste, con una altura de 906 metros sobre el nivel del mar. Ecológicamente está clasificado como bosque húmedo sub-tropical (templado), con una temperatura media de 23° C, una máxima media de 29° C y una minima media de 18° C. La precipitación anual media es de 1,061 mm. Con una humedad relativa de 73 %.

3.1.4 Centro de Producción Agrícola Cuyuta

En el parcelamiento del mismo nombre jurisdicción del municipio de Masagua en el departamento de Escuintla. Su posición geografica es de 14° 07' latitud norte y 90° 52' longitud oeste, con una altura de 48 metros sobre el nivel del mar. Ecológicamente está clasificado como bosque húmedo sub-tropical (cálido), con una temperatura media de 27° C, una máxima media de 35° C y una minima media de 24° C. La precipitación anual media es de 1,485 mm. Con una humedad relativa media de 70 %.

3.1.5 Línea B-4 y B-8 del parcelamiento la Máquina.

El parcelamiento la Máquina, está localizado en jurisdicción de los municipios de Cuyotenango y San Andrés Villa Seca,

en los departamentos de Suchitepequez y Retalhuleu respectivamente. Su posición geográfica es 14° 23' latitud norte y 91° 35' longitud oeste, con una altura que varía entre 6 y 150 metros sobre el nivel del mar. Ecológicamente está clasificado como bosque húmedo sub-tropical (cálido) en la mayor parte de su área, con una temperatura media de 27° C, una máxima media de 35° C y una mínima media de 20° C. La precipitación anual media es de 1,860 mm. Con una humedad relativa media de 70 %.

3.2 Características de los suelos

3.2.1 Serie CHICAJ

Sobre ésta serie de suelos estuvieron los tres ensayos localizados en el sur-oriente (Valle del Tempisque, Caserio Pozas de Agua y Jutiapa cabecera). Estos están desarrollados sobre terreno casi plano a moderadamente inclinado en un clima seco, sobre ceniza volcánica cementada de grano fino. El suelo superficial, a una profundidad alrededor de 20 centímetros, es arcilla plástica de color gris muy oscuro. Cuando está seco es muy duro y se forman grietas anchas y profundas. El drenaje interno es malo con una capacidad de abastecimiento de humedad baja. Posee una capa de arcilla que limita la penetración de las raíces a 20 cm. El peligro de erosión es bajo, con una fertilidad natural moderada. (26)

3.2.2 Serie TIQUISATE FRANCO

A ésta serie corresponde el suelo del ensayo localizado en el Centro de Producción Agrícola Cuyuta. Desarrollado sobre depósitos marinos aluviales de color oscuro en un clima cálido húmedo seco, son profundos, bien drenados. El suelo superficial, a una profundidad aproximada de 35 centímetros, es franco, de color café oscuro a café muy oscuro. El contenido de materia orgánica es alrededor del 5 al 10 por ciento. La estructura es granular fina poco desarrollada. Ocupan relieves casi planos, suaves en el plano costero del Pacífico. (26)

3.2.3 Serie CHAMPERICO

A esta serie corresponden los suelos de los ensayos localizados en el parcelamiento la Máquina. Desarrollados sobre depósitos marinos en un clima cálido húmedo seco, son profundos, mal drenados. El suelo, a una profundidad alrededor de un metro, es arcilla café grisácea muy oscura o gris muy oscura, casi negra. Es dura cuando está seca y muy plástica cuando está húmeda. Carece de estructura. Ocupan relieves de planos a ligeramente depresionados a altitudes bajas en la parte oeste del plan costero del Pacífico. (26)

El cuadro 1 muestra algunas características físico-químicas

de los suelos donde fueron instalados los ensayos.

Cuadro 1 Características físico-químicas de los suelos donde se instalaron los ensayos. 1/

Localización	FISICAS		PH	QUIMICAS			
	Serie	Clase textural		Mg/ml		Meq/100 ml	
				P	K	Ca	Mg
El Tempisque	Chicaj	Arcilla	5.7	3.5	10	7.2	1.2
Pozas de agua	Chicaj	Arcilla	5.6	5.5	60	9.6	2.4
Jutiapa	Chicaj	Arcilla	5.4	4.2	65	5.6	2.0
Cuyuta	Tiquisate Franco	Franco Limoso	7.3	42.0	250	11.2	1.9
La Máquina Loc. 1	Champe- rico	Franco Arcilloso	6.6	4.2	80	17.2	3.6
La Máquina Loc. 2	Champe- rico	Arcilla	6.8	2.2	70	14.4	3.5

1/ Laboratorio de la disciplina de suelos del ICTA 1979.

3.3 Material genético

Los genotipos evaluados catorce en total se obtuvieron a través del programa de pruebas internacionales de Arroz para América Latina coordinado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical e Instituto Internacional de Investigaciones de Arroz, CIAT-IRRI con sede en Colombia y Filipinas respectivamente.

La información correspondiente de los materiales estudiados puede verse en el Cuadro 2.

Las cuatro variedades utilizadas como testigo sirvieron para medir los siguientes factores:

Blue bonnet-50

Por su amplio rango de adaptación en todo el país.

Le bonnet

Por su precocidad.

Tikal 2

Por su alta capacidad de rendimiento y su tolerancia a la sequía.

Canelo y Americanito

Para comparar la incidencia de enfermedades y aceptación por parte de los agricultores.

3.4 Siembra y manejo de los ensayos

La preparación del terreno se realizó en algunos casos en forma mecanizada y en otros con tracción animal, en ambos casos se dejó el terreno bien mullido de manera que permitiera una buena cama para el logro de una adecuada y uniforme germinación de la semilla. Aprovechando las labores de preparación del suelo, se incorporó al mismo el insecticida Volaton granulado al 2.5 % aplicando el equivalente a 36.36 Kg/ha. del producto comercial con el objeto de controlar los insectos existentes.

Cuadro 2 Vivero y año, designación, cruce o pedigree y origen de los genotipos evaluados y de los testigos.

<u>Vivero y</u>		
<u>Designación</u>	<u>Cruce o Pedigree</u>	<u>Origen</u>
<u>Viral Temprano 1978</u>		
IET 2815	TKM6/IR 8	India
IET 4094	BU 1/CR 115	India
B541b-Kn-7-1-2-3	Pelita I-1/IR 1108-2	Indonesia
IR 4422-98-3-6-1	IR 2049-134-2/IR 2061-125-37	IRRI
Bg-375-1	Bg 66-1/IR 20	Sri-Lanka
Taichung-Sen-Yu-195	Bin-Tang-Chien/IR 661	Taiwan
Diwani		Surinam
<u>Viral Secano 1978</u>		
Kn-361-1-8-6	Jerak/IR 8	Indonesia
IR 36	IR1561//IR24 ⁴ /O.n.///CR94-13	IRRI
IR 1529-430-3	IR 305/IR 661-1-140	IRRI
C46-15/IR 24 ²		Filipinas
C46-15/IR 22 ²		Filipinas
CR-261-7039-236	Jayanti/IET 3144	India
IR 2070-199-3-6-6	IR 20 ² /O.n.//CR94-13	IRRI
<u>Testigos</u>		
Blue bonnet-50	Rexoro/Fortuna	E. U. A.
Canelo (Blue belle) <u>a/</u>	C.I.9214/C.I.8993 x C.I.9122	E. U. A.
Le bonnet		E. U. A.
Tikal 2	P901-22-11-5-3-2-1B	Guatemala
Americanito <u>b/</u>		Guatemala

a/ Considerada y utilizada como criollo para la zona sur.

b/ Criollo unicamente utilizado en la región sur-oriental.

La fertilización fué de 70 y 60 Kg de N y $P_2 O_5$ para las tres localidades del sur oriente, 90 de N y 70 de S para Cuyuta y 60 Kg de N para las dos localidades de la Máquina. El fósforo fué aplicado al momento de la siembra y el Nitrogeno a los 30 y 60 días después de ésta. El azufre se aplicó conjuntamente con el Nitrogeno usando como fuente la fórmula comercial Sulfato de Amonio con 23 y 21% respectivamente.

La siembra fué a chorro corrido con una densidad de 7 gramos de semilla por surco de 5 metros distanciados a 30 centímetros entre si que equivale a 46.66 Kg/ha.

El control de malezas en la zona sur-oriental, fué con Propanil (Stam LV 10) mezclado con Acido 2-4 Dicloro fenocacético (Hedonal Amina) en post-emergencia, aplicado entre 15 y 20 días después de germinado el arroz, en dosis de 1.3 / 0.3 Kg de i.a./ha. En Cuyuta el control fué totalmente manual debido a la alta incidencia de Cyperus rotundus (Coyolillo), mientras que en la Máquina se utilizó la mezcla Butaclor (Pachete) y Propanil (Stam LV-10) aplicada en post-emergencia a los 12 y 15 días después de la siembra, en dosis de 3.5 / 2.5 Kg de i.a./ha. En todos los casos hubo que complementar con limpiezas manuales.

3.5 Diseño experimental

El diseño experimental fué de un Bloques al azar con 4 repeticiones en cada localidad. El área de cada tratamiento fué

de 9.0 mts.² (1.8 x 5.0 mts.). El área útil para la toma de datos de rendimiento fué de 6 mts². y corresponde a los cuatro surcos centrales.

La separación entre tratamientos fué de 60 centímetros y entre replicas de 1.5 metros.

3.6 Variables en estudio

Las siguientes variables fueron consideradas para la evaluación y/o selección de los materiales en estudio:

3.6.1 Rendimiento

Este dato se obtuvo tomando el peso del grano con la humedad de campo de la parcela útil en cada tratamiento al momento de la cosecha, luego se hicieron los cálculos correspondientes para determinar el peso en base al 14 % de humedad haciendo uso de la fórmula matemática siguiente:

$$\text{Peso final} = \frac{100 - \text{Humedad de campo}}{100 - \text{Humedad final}} \times \text{peso de campo}$$

A continuación y en base a los datos derivados después de aplicada la fórmula se cálculo el rendimiento de grano producido en una hectárea.

3.6.2 Resistencia a enfermedades

En la evaluación de la incidencia de enfermedades al foliaje (Pyricularia, Helminthosporium y Rhynchosporium), se considere

ró: tamaño de la lesión, porcentaje del área de la hoja dañada y porcentaje del área de la parcela afectada.

Para el caso de la Piricularia al cuello y al grano, se consideró severidad del daño así como porcentaje de espigas dañadas por parcela. La decoloración de las glumas o grano manchado se calificó en base a recuento de granos dañados por espiga, asumiendo que una espiga tiene cien granos (promedio de 3 muestras), expresando el resultado en porcentajes.

3.6.3 Características agrónomicas

Vigor:

Esta característica fué calificada 45 días después de la siembra y se basó en la manifestación expresada por los diferentes genotipos, en cuánto al desarrollo de las plantas, su macollamiento y recubrimiento de los espacios intersurcos.

Floración:

Determina el ciclo de la fase reproductiva de cada uno de los materiales y fué tomada considerando el total de días transcurridos, entre la siembra y el completo espigamiento (100% de floración).

Altura:

Para la determinación de éste dato se tomaron medidas de 3 plantas elegidas al azar en cada uno de los tratamientos, tomadas desde la superficie del suelo hasta la punta de la espiga

más alta.

Acame:

Para ello se tomaron datos de volcamiento total o parcial según era el caso, así como el grado de inclinación o tendencia al vuelco de las plantas en cada uno de los tratamientos.

Vaneamiento:

Se calificó en base al porcentaje de granos vanos por espiga (promedio de 3 muestras).

Volúmen ocupado por la raíz:

Para la determinación de este dato se asumió que el volúmen ocupado por el sistema radicular de una planta de arroz sigue la tendencia de un cono circular, cuya fórmula de volúmen es igual a $1/3 \pi r^2 h$. Para aplicar esta fórmula se efectuaron lecturas del radio y profundidad de raíces (h), en 216 unidades experimentales (parcelas) consideradas en todos los ambientes donde se desarrollaron los experimentos.

Con excepción de los datos de rendimiento, días a flor, altura de planta y volúmen de raíces, la calificación de las otras variables se basó en la escala general con valores de 0-9 del Sistema de Evaluación Standard de Arroz para América Latina, elaborada por el CIAT-IRRI (3). Los valores de dicha escala expresan apreciaciones convencionales y porcentajes según sea la característica o daño evaluado, Cuadro 3.

Cuadro 3 Escala general

INDICE	DESCRIPCION
Blanco	Sin información
0	Inmunidad
1	Expresión varietal satisfactoria, útil desde el punto de vista de mejoramiento y puede usarse como progenitor y variedad.
2	
3	
4	Expresión varietal no tan buena como debería ser, pero puede ser aceptable bajo ciertas circunstancias (V.G. resistencia horizontal a enfermedades).
5	
6	
7	Expresión varietal desfavorable (no útil) en términos de ser aceptable tanto comercialmente como para mejoramiento genético del cultivo.

3.6.4 Resistencia a sequía

La habilidad de la planta de arroz para soportar la sequía fué evaluada de acuerdo a dos criterios: Tolerancia y recuperación.

Es imprescindible que la evaluación para tolerancia a la se

quía bajo condiciones de campo se haga después de que el arroz haya estado expuesto a ciertos períodos de sequía. Para muchos suelos se requiere por lo menos dos semanas sin lluvia durante el estado vegetativo para causar algunas diferencias marcadas en la susceptibilidad a la sequía y por lo menos 7 días durante el estado reproductivo para que la planta muestre un severo daño. Estas mismas condiciones fueron consideradas en una u otra forma para realizar las evaluaciones con respecto a esta característica según se reporta en el Cuadro 17. Para ello se aplican los valores contenidos en la escala particular para calificar esta característica, Cuadro 4.

Cuadro 4 Escala para calificar resistencia a sequía en base a tolerancia y recuperación.

Tolerancia a la sequía	Recuperación a sequía (% de plantas totalmente recuperadas).
1 Nada a ligeros efectos de sequía	1 90 %
3 Ligeros secamientos de la punta de la hoja extendiéndose a un cuarto del tamaño en la mayoría de las hojas.	3 70 a 80 %
5 Un cuarto a la mitad del número total de hojas completamente secas.	5 40 a 50 %
7 Dos tercios del número total de las hojas a la totalidad de las hojas completamente secas.	7 20 a 30 %
9 Todas las plantas aparentemente muertas	9 ninguna planta completamente recuperada.

4. RESULTADOS Y SU ANALISIS

4.1 De los datos de rendimiento por localidad

A los rendimientos obtenidos por localidad se les efectuó un análisis de varianza utilizando el modelo lineal aditivo siguiente:

- $Y_{ijk} = U + V_i + b_j + E_{ijk}$
 $i = 1, 2, \dots, t = 18$ tratamientos.
 $j = 1, 2, \dots, r = 4$ repeticiones.
 $k = 1, 2, \dots, Pr =$ Para distinguir entre diferentes parcelas testigo dentro del mismo bloque.
 $X_{ijk} =$ Es el valor del carácter estudiado de la parcela con el i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición.
 $U =$ representa la media general.
 $V_i =$ el efecto del tratamiento (variedades).
 $b_j =$ el efecto del bloque (repeticiones).
 $E_{ijk} =$ el error experimental.

El esquema del análisis de varianza utilizado para un experimento en bloques al azar de (v) variedades en (b) bloques es el siguiente: (22)

Causas de variación	G.L.	Suma de cuadrados (S.C.)	Cuadrado medio	Parámetros estimados
Bloques	$(b-1)$	$b (\bar{x}_j - \bar{\bar{x}})^2 = A$	$\frac{A}{b-1}$	$\sigma^2 E + v \sigma^2$ bloque
Variedades	$(v-1)$	$v (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2 = B$	$\frac{B}{v-1}$	$\sigma^2 E + b \sigma^2$ Variedad
Error	$(v-1)(b-1)$	por diferencia $= C$	$\frac{C}{(v-1)(b-1)}$	$\sigma^2 E$
Total	$(vb-1)$	$\sum (X_{ij} - \bar{\bar{x}})^2$		

A los resultados obtenidos en los que se encontró diferencia significativa para variedades se les efectuó una prueba de comparación múltiple de medias por el método de Tukey (22). Ver Cuadros 19 al 30 en el apéndice.

4.2 De los datos de rendimiento por región (Análisis combinado)

Para determinar con mayor exactitud el comportamiento de los materiales evaluados en cada región, se realizó un análisis combinado del rendimiento de las tres localidades en el sur-orientado y otro para las tres localidades del sur. Dicho análisis se efectuó como un diseño de bloques al azar cuyo modelo de efectos aleatorios es el siguiente:

$$X_{ijk} = U + V_i + L_K + (VL)_{iK} + E_{ijk} + R_j(K)$$

X_{ijk} = Valor del carácter estudiado de la parcela, con la i -ésima variedad en la j -ésima repetición y en la K -ésima localidad.

U = Media general del carácter.

V_i = Efecto de la i -ésima variedad.

L_K = Efecto de la K -ésima localidad.

$(VL)_{iK}$ = Efecto de la iK -ésima observación asociada a la interacción, variedad por localidad

E_{ijk} = Efecto aleatorio asociado a la ijk -ésima observación

$R_j(K)$ = Efecto de la j -ésima repetición dentro de la K -ésima localidad.

donde:

i = 1.2..... v; v = variedades
 j = 1.2..... r; r = repeticiones
 K = 1.2..... K; K = localidades
 L = 1.2..... R; R = rendimiento

El esquema del análisis de varianza combinado utilizado para un experimento con distribución en bloques al azar de (V) variedades en (b) bloques para (L) localidades se presenta a continuación: (17)

Fuente de Variación	G.de L.	Cuadrado medio	Esperanza de cuadrados medios
Localidades	(L-1)	CHL
Rep. (Loc.)	L(b-1)	CM(L)
Variedades	(V-1)	CMV	$\sigma_E^2 + \sigma_{VL}^2 + bL \sigma_V^2$
Var.(Loc.)	(V-1)(L-1)	CMVL	$\sigma_E^2 + b \sigma_{VL}^2$
Error	L(b-1)(V-1)	CME	σ_E^2

Cuadro 5 Resultados del análisis de varianza combinado para 18 genotipos de arroz en 3 localidades del sur-oriente de Guatemala, 1979.

Fuente de Variación	G.de L.	S.C.	C.M.	Fc	F5%	F1%	signifi- cancia
Localidad	2	273.64	136.82	195.46	3.06	4.75	* *
Rep.(Loc.)	9	13.52	1.50	2.14	1.94	2.53	*
Variedades	17	113.63	6.68	9.54	1.71	2.12	* *
Var. (Loc.)	34	54.24	1.59	2.27	1.47	1.72	* *
Error	153	106.96	0.70				

C. V. = 23 %

* = significativo al 5 %

* * = significativo al 1 %

CUADRO 6 Resultados del análisis de varianza combinado para 18 genotipos de arroz en 3 localidades del sur de Guatemala, 1979.

Fuente de Variación	G.de L.	S.C.	C.M.	Fc	F5%	F1%	significancia
Localidad	2	304.61	152.30	346.14	3.06	4.75	* *
Rep.(Loc.)	9	16.98	1.89	4.29	1.94	2.53	* *
Variedades	17	195.30	11.49	26.11	1.71	2.12	* *
Var. (Loc.)	34	55.93	1.64	3.73	1.47	1.72	* *
Error	153	67.98	0.44				

C.V. = 18 %

* * = significativo al 1 %

En vista de que se encontró diferencias altamente significativas para variedades en las dos regiones, se efectuó una comparación múltiple de medias por el método de Tukey, Cuadros 7 y 8.

4.3 De los rendimientos y de la estabilidad de los materiales a través de todos los ambientes.

Para conocer el comportamiento y la respuesta en forma consistente del rendimiento de cada uno de los materiales bajo condiciones de humedad limitada, se procedió al cálculo de los parámetros de estabilidad (b_i) y (Sd_i^2). (5)

El coeficiente de regresión (b_i) para un cultivo y ambiente

en particular mide la respuesta de la variable dependiente (rendimiento) por unidad de cambio de la variable independiente (índice ambiental).

Las desviaciones de la regresión (S_{di}^2) miden la proporción en que la respuesta predicha está de acuerdo con la respuesta observada e incluyen las interacciones genético-ambientales, (índican si los rendimientos del cultivo en cuestión son o no predecibles).

Los datos de rendimiento medios de los genotipos, obtenidos a través de todos los ambientes y por localidad así como los índices ambientales utilizados para la estimación de los parámetros de estabilidad, están concentrados en el Cuadro 9.

El índice ambiental se calculó de la siguiente manera:

$$I_j = (\sum_i Y_{ij}/v) - (\sum_i \sum_j Y_{ij}/vn)$$

$$I_j = \text{Media por localidad} - \text{Media general}$$

El modelo matemático utilizado, reportado por Cordova (5), y propuesto por Eberhard y Russel 1966 para estimar estos parámetros es el siguiente:

$$Y_{ij} = U_i + B_i + I_j + S_{ij}$$

Donde:

$$Y_{ij} = \text{Media varietal de la } i\text{-ésima variedad en el } j\text{-ésimo ambiente.}$$

- U_i = Media de la i -ésima variedad sobre todos los ambientes
- B_i = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i -ésima variedad a diferentes ambientes.
- S_{ij} = Desviación de regresión de la i -ésima variedad en el j -ésimo ambiente.
- I_j = Índice ambiental obtenido de substrair el rendimiento promedio de todas las variedades en todos los ambientes del rendimiento promedio de todas las variedades en un ambiente particular.

El esquema del análisis de varianza para estabilidad utilizado se presenta en el Cuadro 10.

Los resultados obtenidos de dicho análisis dan la varianza debida a variedades, ambientes é interacción genético-ambiental, Cuadro 11.

El cuadrado medio del error conjunto (error ponderado) se obtuvo de sumar las sumas de cuadrados del error experimental de los análisis de varianza efectuados para cada experimento - (ambiente) en particular (ver Cuadros 19 al 30 del apéndice) y la suma total resultante se dividió entre el total de grados de libertad del error experimental, obtenido de sumar los G.L. de cada uno de los experimentos (ambientes). Este valor se dividió a su vez entre el número de repeticiones consideradas en los experimentos individuales.

Su fórmula es la siguiente:

$$S_e^2/r = CME = t = \frac{SCE K/r}{n} = \frac{174.78/4}{306} = 0.143$$

donde $K = 1$

4.4.1 Pruebas de significancia

- a) La significancia de las diferencias entre medias varietales (Hipótesis nula), $H_0: V_1 = V_2 = \dots V_v$ se efectuó mediante la prueba de F.

$$F = CM_1/CM_3 = 3.34/0.45 = 7.42 * *$$

- b) La Hipótesis de que no hay diferencias genéticas entre las variedades (genotipos) para su regresión sobre los índices ambientales se efectuó mediante la siguiente prueba de F.

$$F = CM_2/CM_3 = 9.31/0.45 = 20.69 * *$$

- c) La Hipótesis (H_0) de que las desviaciones de regresión para cada variedad son estadísticamente iguales a cero, se probó mediante:

$$F = \sum_j \hat{d}_{ij}^2 / n-2 / \text{error ponderado}$$

$$F = CM \text{ desviación ponderada} / CM \text{ error ponderado}$$

$$\text{Ejemplo para variedad 1: } F = 0.37/0.143 = 2.59$$

- d) La hipótesis de que los coeficientes de regresión son estadísticamente iguales a 1 se realizó mediante una prueba de t.

$$t = \frac{b_i - 1}{\sqrt{CMEP / \sum I_j^2}}$$

Cuadro 7 Comparación entre medias de rendimiento de 18 genotipos de arroz en tres localidades del sur-oriente de Guatemala, 1979.

Variedad	Rendimiento Tm/ha.	Agrupación
Tikal 2	4.83	a
Kn-361-1-8-6	4.15	a b
B541b-Kn-7-1-2-3	4.12	a b
IR 4422-98-3-6-1	4.07	a b
IET 4094	3.92	a b c
C46-15/IR 24 ²	3.90	a b c
Bg-375-1	3.85	a b c
IR 1529-430-3	3.78	a b c
Blue bonnet-50	3.77	a b c
CR 261-7039-236	3.77	a b c
Taichung-Sen-Yu-195	3.75	a b c
Diwani	3.54	b c
C46-15/IR 22 ²	3.47	b c
IET 2815	3.24	b c
IR 36	3.19	b c
Criollo (Americanito)	2.79	c
IR 2070-199-3-6-6	2.76	c
Le bonnet	1.33	d

C.V. = 23 %

Tukey = 1.19

Cuadro 8 Comparación entre medias de rendimiento de 18 genotipos de arroz en tres localidades del sur de Guatemala - mala, 1979.

Variedad	Rendimiento TII/ha.	Agrupación
C46-15/IR 22 ²	4.92	a
Bg-375-1	4.74	a b
IR 1529-430-3	4.57	a b c
CR-261-7039-236	4.57	a b c
B541b-Kn-7-1-2-3	4.32	a b c d
IET 4094	4.31	a b c d
IR 4422-98-3-6-1	4.27	a b c d
Tikal 2	4.20	a b c d
Taichung-Sen-Yu-195	3.95	b c d e
IET 2815	3.90	b c d e
Diwani	3.64	c d e f
C46-15/IR 24 ²	3.47	d e f
IR 2070-199-3-6-6	3.06	e f g
IR 36	2.77	f g h
Criollo (Canelo)	2.28	g h
Kn-361-1-6-6	2.22	g h
Le bonnet	2.17	g h
Blue bonnet-50	1.97	h
C.V. = 18 %	Tukey = 0.94	

Cuadro 9 Concentración de los datos de rendimiento medio de los genotipos por ambiente para la estimación de los parámetros de estabilidad. TM/ha.

Linea o Variedad	Tempis- que	Pozas de Agua	Jutia- pa	Cuyu- ta	La Maquina		Total	Rend. Yi
					Loc 1	Loc 2		
Tikal 2	5.1	2.8	6.5	6.1	4.0	2.5	27.0	4.50
Bg-375-1	3.4	2.3	5.8	6.8	3.5	3.9	25.7	4.28
B541-kn-7-1-2-3	3.8	2.2	6.3	6.3	3.8	2.8	25.2	4.21
C46-15/IR 22 ²	3.7	2.0	4.7	6.9	4.2	3.7	25.2	4.20
IR 1529-430-3	3.0	2.2	6.1	7.1	3.3	3.3	25.0	4.17
CR 261-7039-236	3.5	2.3	5.5	7.2	4.2	2.3	25.0	4.17
IR 4422-98-3-6-1	3.7	2.9	5.5	5.5	4.1	3.2	24.9	4.15
IET 4094	3.5	2.6	5.7	6.5	4.0	2.5	24.8	4.13
Taichung-Sen-Yu-195	3.1	2.5	5.6	5.4	3.7	2.7	23.0	3.83
C46-15/IR 24 ²	4.0	2.2	5.4	4.2	3.2	3.0	22.0	3.67
Diwani	3.6	2.5	4.6	5.1	3.2	2.5	21.5	3.58
IET 2815	2.5	2.3	4.8	5.6	4.4	1.7	21.3	3.55
KN 361-1-8-6	3.6	2.8	6.0	3.4	2.1	1.2	19.1	3.18
IR 36	2.6	2.1	4.9	4.7	1.9	1.7	17.9	2.98
IR 2070-199-3-6-6	2.4	2.1	3.8	3.8	3.1	2.3	17.5	2.92
Blue bonnet-50	3.9	2.2	5.1	2.7	1.6	1.6	17.1	2.85
Criollo	3.0	2.3	3.0	3.5	2.4	0.9	15.1	2.52
Le bonnet	0.6	1.8	1.6	3.4	1.9	1.2	10.5	1.75
TOTAL (TM/ha.)	59.0	42.1	90.9	94.2	58.6	43.0	387.8	64.63
MEDIA VARIETAL Y_j	3.28	2.34	5.05	5.23	3.25	2.39	21.54	3.59
INDICE AMBIENTAL I_j	-0.31	-1.25	1.46	1.64	-0.34	-1.20		

Cuadro 10 Esquema del análisis de varianza utilizado para la estimación de los parámetros de estabilidad (b_i y Sd_i^2).

Fuente de variación	G. de L.	Suma de cuadrados	C M
Total 1	$nv-1$	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - F.C.$	
Variedades (V)	$v-1$	$\frac{1}{n} \sum_j Y_i^2 - F.C.$	CM_1
Ambientes (A)	$n-1$	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \sum_i Y_j^2/n$	
Vars. x Ambs.	$(v-1)(n-1)$		
Ambiente (lineal)	1	$\frac{1}{v} (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
Vars. x Ambs. (lineal)	$v-1$	$\sum_i \left[(\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2 \right] - S.C.A. (lineal)$	CM_2
Desv. ponderadas	$v(n-2)$	$\sum_i \sum_j d_{ij}^2 =$	CM_3
		$= S.C. Residual - S.C.A. (lineal) - S.C.V. x A (lineal)$	
Variedad 1	$n-2$	$(\sum_j Y_{1j}^2 - \frac{(Y_1)^2}{n}) - (\sum_j Y_{1j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
Variedad v	$n-2$	$(\sum_j Y_{vj}^2 - \frac{(Y_v)^2}{n}) - (\sum_j Y_{vj} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
Error ponderado	$n(r-1)(v-1)$		

V = variedades

n = ambientes

$$F. C. = \frac{(\sum_i \sum_j Y_{ij})^2}{vn}$$

Cuadro 11 Análisis de varianza para estabilidad de 18 genotipos de arroz evaluados en 6 localidades del sur y sur-oriente de Guatemala, 1979.

Fuente de variación	G.de L	S.C.	C.M.	Fc	F5%	F1%	Signif.
Total	107	248.95					
Variedades (V)	17	56.79	3.34 CM ₁	7.42	1.57	1.88	* *
Ambiente (A)	90	192.16					
V x A	85						
Ambiente (lineal)	1	0.45					
V x A (lineal)	17	158.23	9.31 CM ₂	20.69	1.57	1.88	* *
Desv. ponderada	72	32.78	0.45 CM ₃				
Variedad 1	4	1.48	0.37	2.59	2.37	3.32	*
2	4	2.10	0.52	3.64	2.37	3.32	* *
3	4	0.17	0.04	0.28	2.37	3.32	N S
4	4	3.52	0.88	6.15	2.37	3.32	* *
5	4	1.76	0.44	3.08	2.37	3.32	*
6	4	1.37	0.34	2.38	2.37	3.32	*
7	4	0.15	0.04	0.28	2.37	3.32	N S
8	4	0.30	0.07	0.49	2.37	3.32	N S
9	4	0.30	0.07	0.49	2.37	3.32	N S
10	4	1.59	0.40	2.80	2.37	3.32	*
11	4	0.16	0.04	0.28	2.37	3.32	N S
12	4	2.49	0.62	4.33	2.37	3.32	* *
13	4	6.27	1.57	10.98	2.37	3.32	* *
14	4	0.86	0.21	1.47	2.37	3.32	N S
15	4	0.28	0.07	0.49	2.37	3.32	N S
16	4	6.04	1.51	10.56	2.37	3.32	* *
17	4	1.68	0.42	2.94	2.37	3.32	*
18	4	2.97	0.74	5.17	2.37	3.32	* *
Error ponderado	306		0.143				
C. V. = 10 %				Tukey 5 % = 0.93			

En virtud de que del análisis de varianza para estabilidad se detectaron diferencias altamente significativas entre medias varietales se procedió a efectuar una prueba de comparaciones múltiples por el método de Tukey Cuadro 12.

Cuadro 12 Comparación entre medias de rendimiento y parámetros de estabilidad de 18 materiales de arroz en 6 localidades del sur y sur oriente de Guatemala, 1979.

Linea o variedad	Rend. TM/ha.	Agrupación	bi	Sdi ²
Tikal 2	4.5	a	1.25 N S	0.23 *
Bg-375-1	4.3	ab	1.22 N S	0.38 * *
IR 1529-430-3	4.2	ab	1.47 * *	0.30 *
B541b-Kn-7-1-2-3	4.2	ab	1.36 * *	-0.10 N S
C46-15/IR 22 ²	4.2	ab	1.08 N S	0.74 * *
CR 261-7039-236	4.2	ab	1.45 * *	0.20 *
IET 4094	4.1	abc	1.28 *	-0.07 N S
IR 4422-98-3-6-1	4.1	abc	0.88 N S	-0.10 N S
Taichung-Sen-Yu-195	3.8	abcd	1.05 N S	-0.07 N S
C46-15/IR 24 ²	3.7	abcde	0.76 N S	0.26 *
Diwani	3.6	abcde	0.84 N S	-0.10 N S
IET 2815	3.5	bcde	1.12 N S	0.48 * *
Kn-361-1-8-6	3.2	cdef	0.94 N S	1.43 * *
IR 36	3.0	def	1.09 N S	-0.07 N S
IR 2070-199-3-6-6	2.9	def	0.57 * *	-0.07 N S
Blue bonnet-50	2.8	ef	0.68 *	1.38 *
Criollo	2.5	fg	0.55 * *	0.28 *
Le bonnet	1.7	g	0.42 * *	0.60 * *

Tukey 5 % = 0.93

Dos materiales con la misma letra no difieren estadísticamente

* = significativo al 5 %

* * = significativo al 1 %

Los parámetros de estabilidad fueron calculados de la siguiente manera:

$$a) b_i = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$$

$\sum_j Y_{ij} I_j$ = sumatoria de los productos obtenidos de multiplicar el rendimiento de la variedad en cada localidad por su índice ambiental

$\sum_j I_j^2$ = sumatoria de cuadrados del índice ambiental

$$b) S_{di}^2 = \frac{\sum_j \hat{d}_{ij}^2}{n-2} - Se^2/r$$

$\frac{\sum_j \hat{d}_{ij}^2}{n-2}$ = cuadrado medio de las desviaciones ponderadas

Se^2/r = error ponderado

Para la interpretación de estos parámetros se utilizó la tabla de clasificación propuesta por Carballo y Marquez 1970. También citados por Cordova (5), Cuadros 13 y 14.

Cuadro 13 Tabla de clasificación de variedades propuesta por Carballo y Marquez 1970.

Categoría	b_i	S_{di}^2	Descripción
a)	= 1	= 0	Variedad estable
b)	= 1	> 0	Buena respuesta en todos los ambientes inconsistentes.
c)	< 1	= 0	Responden mejor en ambientes desfavorables consistentes
d)	< 1	> 0	Responden mejor en ambientes desfavorables inconsistentes.
e)	> 1	= 0	Responden mejor en buenos ambientes, consistentes.
f)	> 1	> 0	Responden mejor en buenos ambientes, inconsistentes.

Cuadro 14 Clasificación de las distintas variedades o líneas según la tabla propuesta por Carballo y Marquez en 1970.

Línea o Variedad	Parámetros		Descripción
	bi	Sdi ²	
Taichung-Sen-Yu-195	1.0	0.0	Variedades estables responden bien en todos los ambientes.
IR 4422-98-3-6-1	1.0	0.0	
IR 36	1.0	0.0	
Diwani	1.0	0.0	
Kn-361-1-8-6	1.0	1.43	Buena respuesta en todos los ambientes inconsistentes.
C46-15/IR 24 ²	1.0	0.26	
C46-15/IR 22 ²	1.0	0.74	
IET 2815	1.0	0.48	
Bg-375-1	1.0	0.38	
Tikal 2	1.0	0.23	
IR 2070-199-3-6-6	0.57	0.0	
Le bonnet	0.42	0.60	Responden mejor en ambientes desfavorables inconsistentes.
Criollo	0.55	0.28	
Blue bonnet-50	0.68	1.38	
IET 4094	1.28	0.0	Responden mejor en buenos ambientes consistentes.
B541b-Kn-7-1-2-3	1.36	0.0	
IR 1529-430-3	1.47	0.30	Responden mejor en buenos ambientes, inconsistentes.
CR-261-7039-236	1.45	0.20	

El comportamiento de cada variedad en cada ambiente puede predecirse usando los estimadores de los V_i y B_i como:

$$Y_{ij} = \bar{X}_i + b_i(I_j) \quad (\text{Ver figuras 1, 2 y 3})$$

Tikal 2	=	4.5	+	1.25(I _j)
Bg-375-1	=	4.3	+	1.22(I _j)
IR 1529-430-3	=	4.2	+	1.47(I _j)
B541b-Kn-7-1-2-3	=	4.2	+	1.36(I _j)
C46-15/IR22 ²	=	4.2	+	1.08(I _j)
CR-261-7039-236	=	4.2	+	1.45(I _j)
IBT 4094	=	4.1	+	1.28(I _j)
IR4422-98-3-6-1	=	4.1	+	0.88(I _j)
Taichung-Sen-Yu-195	=	3.8	+	1.05(I _j)
C46-15/IR 24 ²	=	3.7	+	0.76(I _j)
Diwani	=	3.6	+	0.84(I _j)
IBT 2815	=	3.5	+	1.12(I _j)
Kn-361-1-8-6	=	3.2	+	0.94(I _j)
IR 36	=	3.0	+	1.09(I _j)
IR 2070-199-3-6-6	=	2.9	+	0.57(I _j)
Blue bonnet-50	=	2.8	+	0.68(I _j)
Criollo	=	2.5	+	0.55(I _j)
Le bonnet	=	1.7	+	0.42(I _j)

FIGURA 1 LINEAS DE REGRESION ENTRE RENDIMIENTO E INDICES AMBIENTALES DE 6 VARIETADES Y LINEAS DE ARROZ EVALUADAS EN 6 LOCALIDADES DE LA ZONA SUR Y SUR-ORIENTE DE GUATEMALA.

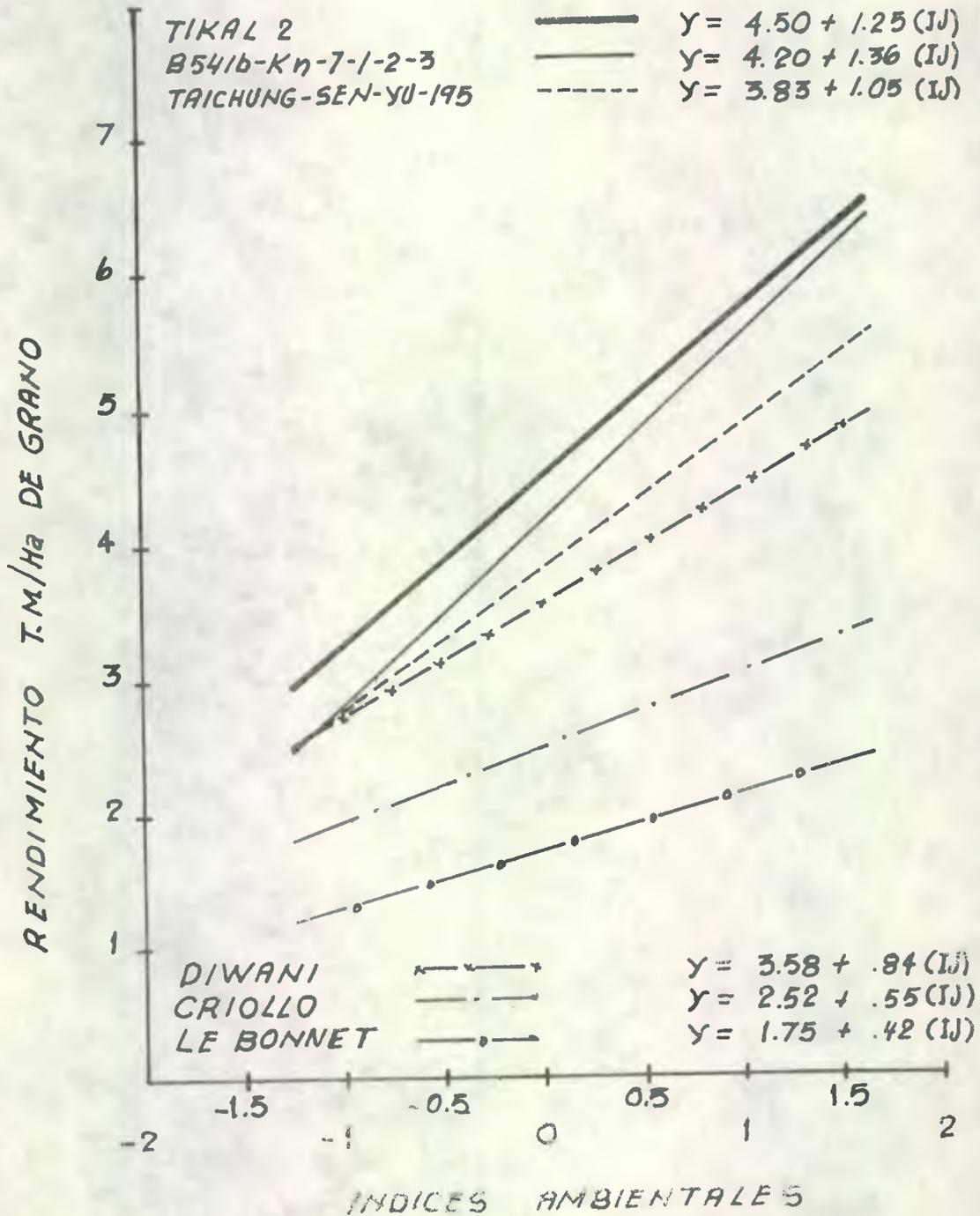


FIGURA 2

LÍNEAS DE REGRESIÓN ENTRE RENDIMIENTO E ÍNDICES AMBIENTALES DE 6 VARIEDADES Y LÍNEAS DE ARROZ EVALUADAS EN 6 LOCALIDADES DE LA ZONA SUR Y SUR-ORIENTE DE GUATEMALA

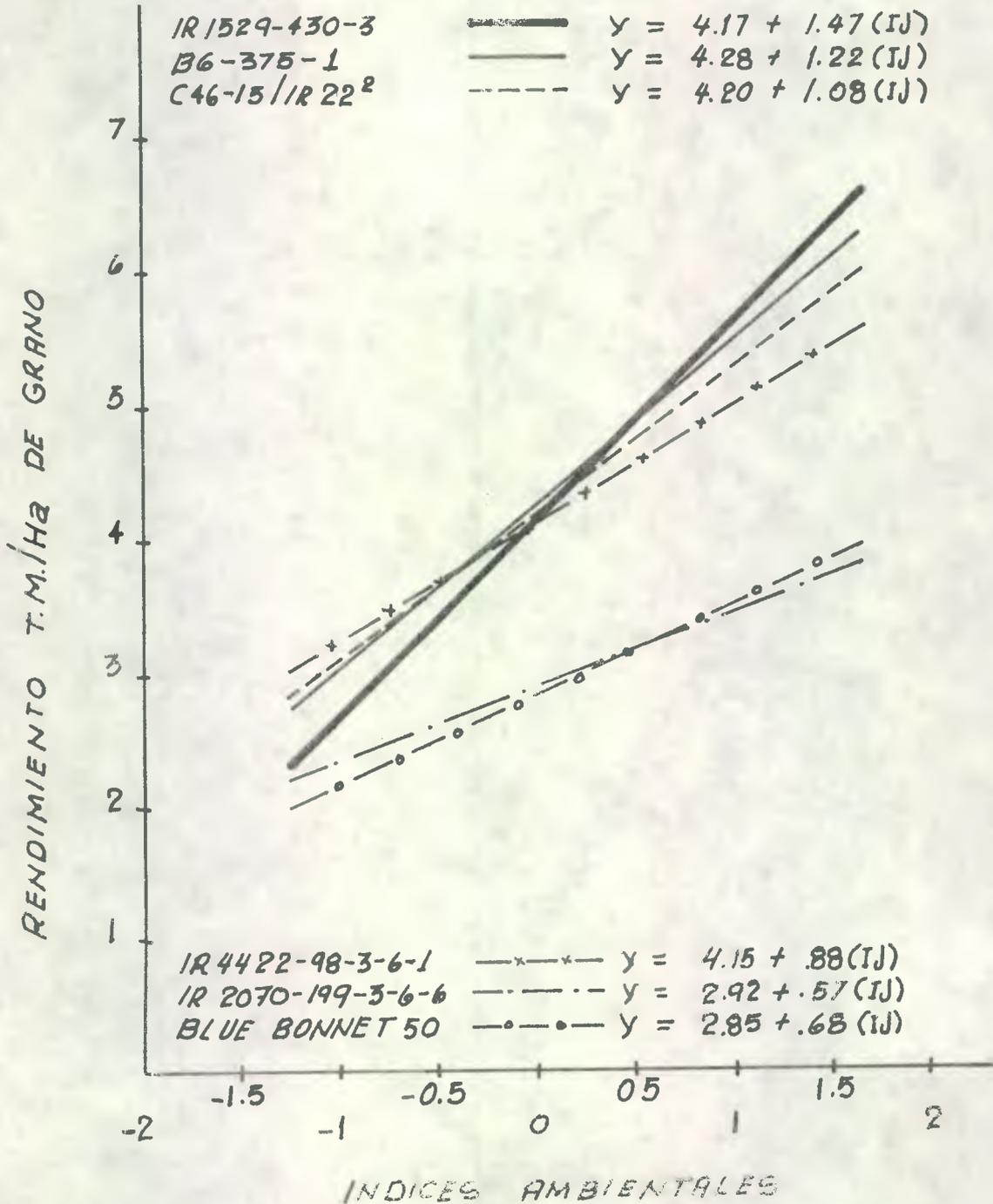
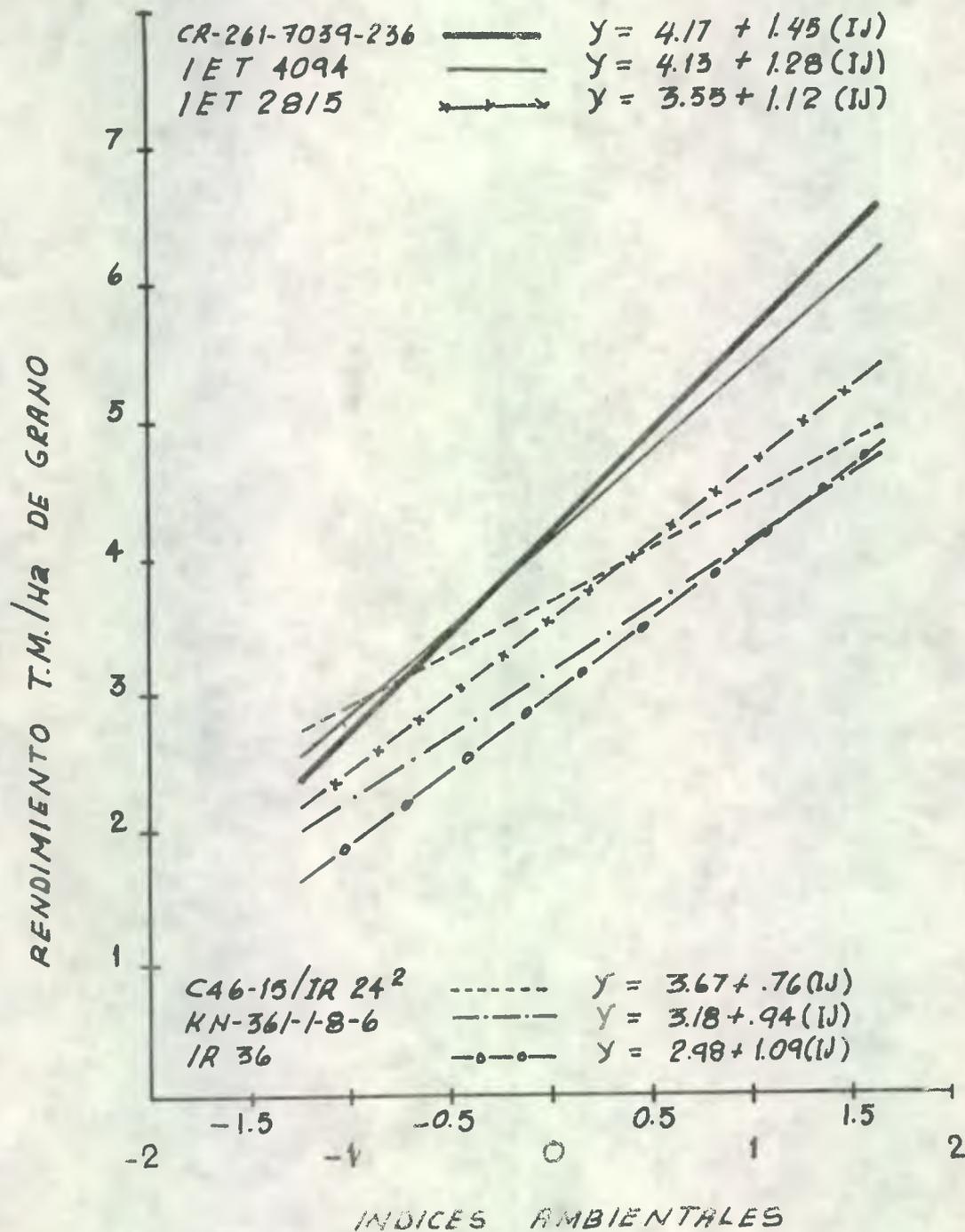


FIGURA 3 LINEAS DE REGRESION ENTRE RENDIMIENTO E INDICES AMBIENTALES DE 6 VARIETADES Y LINEAS DE ARROZ EVALUADAS EN 6 LOCALIDADES DE LA ZONA SUR Y SUR-ORIENTE DE GUATEMALA.



4.4 De los rendimientos y su correlación con el volúmen ocupado por las raíces y/o con días a flor.

Para el cálculo del coeficiente de correlación como índice de asociación se utilizó la fórmula matemática siguiente: (2)

$$r = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{\left[\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}\right]\left[\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}\right]}}$$

Los volúmenes de raíces calculados y su correspondiente rendimiento, (ver Cuadros 31 y 32 en el apéndice) obtenidos en 216 unidades experimentales a través de todos los ambientes, se utilizaron para efectuar un análisis de correlación simple sobre la hipótesis de que a un mayor volúmen de raíces correspondería un mayor rendimiento.

El análisis de correlación simple entre rendimiento y días a flor se realizó sobre 72 observaciones correspondientes al ensayo de Cuyuta, ver Cuadro 33 en el apéndice.

El valor "r" calculada para rendimiento y volúmen de raíces fué igual a 0.329 contra 0.181 del valor de tablas al 1 % de significancia.

El valor de "r" calculada para rendimiento y días a flor fue igual a 0.516 contra 0.302 del valor de tablas al 1 % de significancia.

4.5 De las características agronómicas y resistencia a enfermedades.

Los datos sobre características agronómicas más importantes e incidencia de enfermedades pueden verse en los Cuadros 15 y 16.

4.6 De la resistencia a sequía

Una observación visual sobre la apariencia del follaje - (marchitez, Corrugamiento), permitieron discriminar genotipos resistentes, moderadamente resistentes y susceptibles a sequía, en el Tempisque, Pozas de agua, y las dos localidades del parcelamiento la Máquina donde existieron períodos de sequía, ver Cuadros 17 y 18. Otros aspectos como turgencia y reinicio de las etapas de crecimiento después de los períodos secos permitieron detectar materiales con alto poder de recuperación a sequía, ver Cuadro 18.

Cuadro 15 Características agronómicas más importantes e incidencia de enfermedades de 18 materiales de Arroz. Promedio de 3 localidades en la zona Sur-Oriental de Guatemala, 1979.

Linea o Variedad	Características Agronómicas						Enfermedades		Grano Manch.
	Vigor	Flor. 100%	Altura cms.	Acame	Vanea- miento	Desgrane	Piricularia HOJA	Oryzae QUELLO	
IR 1529-430-3	3	120	60	1	6	5	1	1	5
KN-361-1-8-6	2	109	87	1	5	7	1	1	5
IR 36	4	110	62	1	5	5	1	1	5
C46-15/IR 24 ²	3	110	60	1	5	5	1	1	4
C46-15/IR 22 ²	3	117	65	1	5	6	1	1	4
CR-261-7039-236	4	122	62	1	4	6	1	1	4
IR 2070-199-3-6-6	3	111	64	1	4	5	1	1	5
IET 2815	3	120	62	1	5	7	3	1	5
IET 4094	3	111	57	1	5	7	1	1	5
B54 1b-Kn-7-1-2-3	3	121	71	1	5	5	1	3	4
IR 4422-98-3-6-1	3	113	67	1	5	7	1	1	5
BG-375-1	3	121	57	1	5	7	1	1	5
TAICHUNG-SEN-YU-195	3	118	62	1	5	5	1	1	4
DIWANI	3	108	76	1	5	7	1	1	4
TIKAL 2	2	108	66	1	5	5	1	1	4
LE BONNET	3	75	79	1	7	6	1	3	5
CRIOILLO (Americanito)	3	121	93	5	7	6	4	5	5
BLUE BONNET-50	3	111	98	1	7	7	3	2	4

Cuadro 16 Características agronómicas mas importantes e incidencia de enfermedades de 18 materiales de arroz, promedio de 3 localidades en la zona sur de Guatemala, 1979.

Linea o Variedad	Características agronómicas						Enfermedades*			Grano Manch.
	Vigor	Flor. 100%	Altura cms.	Acame	Vanea- miento	Desgrane	P.O Cuello	H.O. Hoja	Rh.O. Hoja	
IR-1529-430-3	4	103	83	1	4	2	5	5	3	4
KN-361-1-8-6	3	87	115	5	4	3	4	6	3	4
IR 36	5	88	64	2	4	2	3	5	2	5
C46-15/IR 24 ²	5	93	86	3	4	2	4	4	2	4
C46-15/IR 22 ²	5	107	84	1	5	5	3	4	1	4
CR 261-7039-236	5	104	85	1	4	5	6	4	2	4
IR 2070-199-3-6-6	5	104	79	5	4	3	3	3	2	3
IET 2815	5	104	85	3	5	5	6	3	1	4
IET 4094	5	96	85	3	4	4	4	4	4	4
B54 1b-Kn-7-1-2-3	4	105	101	5	5	5	3	4	2	4
IR 4422-98-3-6-1	4	99	97	1	5	4	3	3	3	4
BG-375-1	5	103	82	1	4	4	4	5	3	4
TAICHUNG-BEN-YU-195	5	93	78	1	4	3	3	3	3	4
DIWANI	4	92	86	1	4	4	4	3	4	3
TIKAL 2	5	88	90	4	4	3	5	5	2	4
LE BONNET	5	83	107	5	6	3	6	5	2	5
CRIOLLO (Canelo)	4	80	126	9	6	4	5	3	2	5
BLUE BONNET-50	5	104	133	5	5	3	4	4	2	3

*P.O. = Pyricularia Oryzae; H.O. = Helminthosporium Oryzae
Rh.O = Rhynchosporium Oryzae.

Cuadro 17 Precipitación en mm. x mes x localidad y número de días consecutivos sin lluvia, durante el ciclo del cultivo en 6 localidades del sur y sur-oriente de Guatemala, 1979.

	LOCALIDADES					
	sur-oriente			sur		
	Tempisque	Pozas de Agua	Jutiapa	Cuyuta	La Máquina Loc.1 Loc. 2	
Fecha de siembra	2-6-79	6-6-79	25-5-79	19-6-79	14-5-79	21-5-79
Mayo	-----	-----	37	-----	187	53
Junio	137	185	187	95	226	272
Julio	137	270	176	250	117	175
Agosto	267	230	211	299	342	424
Septiembre	200	192	253	450	471	262
Octubre	73	145	130	223	82	---
Total	814	1,022	994	1,317	1,425	1,186
Períodos sin lluvia mas largos	Días	Días	Días	Días	Días	Días
A	10	5	7	7	10	9
B	11	27	10	8	10	8
Separación entre períodos	4	3	13	13	4	4

Fuente: SER/ICTA y Centro de Producción Cuyuta.

Cuadro 18 Susceptibilidad a sequía de 18 genotipos de arroz y su rendimiento medio en 4 localidades de las zonas sur y sur-oriente de Guatemala, 1979.

	LOCALIDADES								Rendi. TM/ha.
	Tempisque		Pozas de Agua		La Máquina				
	T	R	T	R	Loc.1		Loc. 2		
Tikal 2	3	2	4	3	3	2	3	2	3.6
IR 4422-98-3-6-1	4	2	5	3	4	2	4	2	3.5
C46-15/IR 22 ²	3	2	4	2	4	3	3	2	3.4
Bg-375-1	4	3	5	3	4	2	3	2	3.3
IET 4094	3	2	3	3	3	2	3	2	3.1
B541b-kn-7-1-2-3	4	2	5	2	4	2	4	2	3.1
C46-15/IR 24 ²	2	2	3	2	3	2	2	2	3.1
CR 261-7039-236	3	3	4	3	3	3	3	3	3.1
Taichung-Sen-Yu-195	3	2	3	2	3	2	2	2	3.0
IR 1529-430-3	2	2	2	2	2	2	2	2	2.9
Diwani	1	1	1	1	1	1	1	1	2.9
IET 2815	4	3	4	4	3	3	3	3	2.7
IR 2070-199-3-6-1	4	3	4	3	3	3	3	3	2.5
KN-361-1-8-6	4	2	5	2	4	4	4	3	2.4
Blue bonnet-50	3	3	4	3	3	3	3	3	2.3
Criollo	3	3	3	3	3	2	3	2	2.1
IR 36	3	2	3	2	3	3	3	3	2.1
Le bonnet	4	4	5	4	4	3	3	3	1.4

T = Tolerancia

R = Recuperación

5. DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 Del rendimiento y su análisis de varianza por localidad

Con excepción del resultado obtenido en el caserío Pozas de Agua, donde no se encontró diferencias varietales en rendimiento, si hubo diferencias altamente significativas para las otras localidades, (ver cuadros 19 al 30 en el apéndice). Esto está estrechamente asociado con el índice ambiental más pobre que se tuvo en dicha localidad y que estuvo influenciado por las deficiencias de humedad provocada por la canícula de 27 días sin lluvia según puede verse en los Cuadros 9 y 17, y que confirman lo expresado por Jana y De Patta (1971), cuando dicen que con deficiencia severa de agua, todas las variedades de arroz tienen un rendimiento deficiente aunque se les haya suministrado una fuerte fertilización y un efectivo control de malezas.

5.2 Del rendimiento y su análisis combinado para las tres localidades del sur y sur oriente.

De los datos analizados se obtuvieron diferencias altamente significativas entre variedades para ambas zonas, Cuadros 5 y 6.

En el sur-oriente la variedad Tikal 2, desarrollada por el I.C.T.A., fué superior estadísticamente a todos los materiales evaluados sobrepasando a la variedad local Americanito en 2.0

TM/ha. y a la variedad Le bonnet en 3.5 TM/ha., Cuadro 9.

Al hacer las comparaciones de las medias de rendimiento de los 18 materiales evaluados en el sur, Cuadro 8, se observa que la línea experimental C46-15/IR 22² supera estadísticamente a todos los materiales evaluados incluyendo a la variedad criolla conocida como Canelo y a las variedades introducidas Blue bonnet-50 y Le bonnet, ampliamente cultivadas en el país, siendo tales diferencias de 2.64, 2.75 y 2.95 TM/ha., respectivamente.

Los genotipos designados como B941b-Kn-7-1-2-3, IR 4422-98-3-6-1, IET 4094, Bg-375-1, IR 1529-430-3, CR 261-7039-236, tuvieron un buen rendimiento en ambas zonas y no difieren estadísticamente de Tikal 2 en el sur-oriente y de C46-15/IR 22² en el sur.

Observando el comportamiento de la línea Kn-361-1-8-6 y de la variedad Blue bonnet-50 utilizada como testigo, en relación a las medias de rendimiento operadas para la región del sur-oriente que fueron de 4.15 y 3.77 TM/ha. puede establecerse una diferencia significativa cuando se comparan estos resultados con las medias de rendimiento alcanzadas por estos mismos materiales en la zona sur que fueron del orden de 2.22 y 1.97 TM/ha.

Las variedades testigo, Le bonnet, Americanito y Canelo y la variedad IR 36 de Filipinas, tuvieron una media muy baja en ambas zonas con rangos de 2.28 a 3.19 TM/ha.

5.3 Del rendimiento, su estabilidad y su relación con resistencia a sequía

A excepción de la línea IR 4422-98-3-6-1, todos los materiales que se comportaron como estables ($b_i = 1$ y $Sd_i^2 = 0$) ver cuadro 14, tuvieron a la vez una buena respuesta en condiciones adversas de períodos secos, Cuadro 18. Sin embargo se observó que las variedades IR 36 y Diwani a pesar de poseer estas cualidades están por debajo de la media general en rendimiento.

La variedad Tikal 2 mostró ser más tolerante a sequía que Bg-375-1, sin embargo esta última tiene una buena capacidad de recuperación a este factor por lo que ambas se clasifican con una buena respuesta en todos los ambientes pero son inconsistentes. Los rendimientos promedio alcanzados con estos dos materiales fueron los más altos a través de todos los ambientes con 4.5 TM/ha. para la variedad Tikal 2 y 4.3 TM/ha. para la Bg-375-1.

IR 2070-199-3-6-6 responde mejor en ambientes desfavorables y es consistente. Sin embargo no es de los materiales más resistentes a sequía, y fué de los materiales evaluados el de más bajo rendimiento promedio, con 2.9 TM/ha.

Las variedades Le bonnet, Blue bonnet-50, Americanito y Canelo utilizados como materiales de comparación, respondieron mejor en ambientes desfavorables pero son inconsistentes, mostrándose como tolerantes a sequía a excepción de Le bonnet cuyo ren-

dimiento fué el más bajo de todos en el sur-oriente con 1.7 TM/ha., Cuadro 13. Este bajo rendimiento anotado se debió a que la variedad citada de un ciclo vegetativo precoz, fué seriamente afectada por el factor sequía ya que al ocurrir este, la variedad se encontraba en la etapa de embuchamiento e inicio de floración. Lo anterior está relacionado con lo expuesto por De Datta S. et al (1970) citados por Salaues E. (1976), cuando dicen que la época de mayor exigencia de agua para el cultivo, puede situarse a partir de la formación del primordio de la panoja hasta la floración y que fallas en la precipitación durante este período, dan lugar a considerables bajas en el rendimiento.

La variedad Diwani fué el genotipo que mostró ser resistente a todas las condiciones limitantes de humedad aún en las condiciones más extremas Cuadro 18, sin embargo, en el ambiente más pobre, su rendimiento fué igual al resto de los materiales (ver Cuadros 21 y 22 en el apéndice). Cabe hacer mención que esta variedad posee un tipo de planta con hojas casi erectas, bastante rígidas, angostas y no son pubescentes. Estas características podrian muy bien estar relacionadas con su manifiesta resistencia a sequía.

5.4 De los rendimientos y su correlación con el volumen ocupado por las raíces y/o con días a flor.

Al estudiar la posible correlación existente entre el volú-

men de raíces y el rendimiento registrado con cada uno de los materiales estudiados a través de todos los ambientes considerados, se encontró una correlación altamente significativa y positiva con un $r_c = 0.329$ contra un r de tablas al 1% de significancia = 0.181. Sin embargo este valor es bastante bajo por lo que el resultado no debe ser considerado como un criterio básico al seleccionar para rendimiento en base a volumen de raíces.

Al calcular la correlación entre rendimiento y días a flor en base a 72 pares de datos correspondientes al ensayo de Cuyuta, se obtuvo un $r_c = 0.516$ contra el valor tabular al 1% de significancia igual a 0.302, encontrándose una correlación altamente significativa y positiva para este par de datos.

5.5 De las características agronómicas

Diferencias marcadas en algunas características agronómicas se observaron en ambas zonas, Cuadros 15 y 16.

El período días a flor fué más prolongado en la zona sur-oriental debido probablemente a un estado de latencia en el crecimiento como resultado de las deficiencias de humedad, así como a las bajas temperaturas nocturnas en donde la tolerancia o recuperación a sequía son determinantes para la obtención de buenos rendimientos. Para el caso cabe citar a la variedad precoz Le bonnet cuyo período días a flor fué similar en ambas zo-

nas y como se dijo anteriormente coincidió con los períodos secos en el sur oriente. Esto confirma lo referente al porque de la prolongación del período vegetativo de los demas materiales en esa zona, ya que encontrándose éstos, en la etapa de macollamiento cuando ocurrió la "canicula". tuvieron que soportar esas condiciones adversas para luego al reiniciarse las lluvias recobrar la turgencia y continuar con el proceso de crecimiento. Por otra parte con variedades precoces del tipo Le bonnet podria establecerse que toda vez se ha llegado a la etapa de floración y se presenta un período se seguía, el cultivo no se recupera, de donde el material seguira en su proceso de maduración a expensas de las reservas de agua que quedan en el suelo, repercutiendo en una baja considerable de los rendimientos.

La diferencia en floración de los materiales criollos se debe fundamentalmente a que la variedad Americanito es de un ciclo intermedio y Canelo es de un ciclo precoz.

En el sur-oriente, todos los materiales alcanzaron menor altura que en el sur lo que podría estar influenciado además de los factores expuestos, por deficiencias nutricionales, pues líneas como la B541b-kn-7-1-2-3 y Kn-361-1-8-6 con alturas de 101 y 115 centímetros, respectivamente, en condiciones del sur del país, pueden adaptarse mejor en la zona sur-oriental donde su altura se reduce a 71 centímetros en la B541b-kn-7-1-2-3 y 87 cen-

timetros para el caso de la Kn-361-1-8-6, tornandoles asi resistentes al vuelco.

Un alto porcentaje de vaneamiento y desgrane se observa en ambas zonas aunque este último es mayor en la zona sur-oriental, probablemente como resultado del secamiento rápido que se opera en el grano antes de ser cosechado.

5.6 De la incidencia de enfermedades

Se observarán diferencias en cuánto a la incidencia de las enfermedades prevalentes en las dos zonas, dónde las condiciones ambientales y otros factores limitan o favorecen el desarrollo de las mismas, Cuadros 15 y 16. Con excepción de un ligero ataque de piricularia en el follaje y el cuello de la panícula en algunos de los materiales estudiados, las enfermedades no son tan limitantes en el sur-oriental. No obstante, la variedad Americanito utilizada como comparador mostró ser relativamente susceptible a dicha enfermedad. En general la incidencia de enfermedades es muy limitante en la zona sur, especialmente por la presencia de hongos que atacan al follaje, espiga y otras partes de la planta de arroz, siendo ellos Pyricularia, Helminthosporium y Rhynchosporium oryzae.

Un alto porcentaje de granos manchados sí es de importancia general en ambas zonas, por lo que los factores posiblemente involucrados en este problema, tales como hongos, insectos, conformación de la planta y otros, deben ser particularmente considerados.

6. CONCLUSIONES

1. A pesar de que la cantidad total de precipitación pluvial registrada durante el ciclo vegetativo del cultivo fué adecuada en todos los sitios donde se realizarón los experimentos, en algunas localidades se observaron períodos secos alternos que permitieron evaluar eficientemente los materiales bajo estudio con respecto al factor susceptibilidad a sequía, especialmente en el sur-oriente del país.
2. Tanto la resistencia como la recuperación a sequía son factores que determinan a una variedad de arroz como estable bajo condiciones limitantes de humedad, aunque su media de rendimiento sea alta o baja.
3. Un alto poder de recuperación después de épocas secas, es fundamental para obtener buenos rendimientos, en el que también juegan un papel determinante la resistencia a enfermedades y los componentes de rendimiento.
4. La incidencia de organismos patógenos como Pyricularia, Helminthosporium y Rhynchosporium, es otro de los factores limitantes para la obtención de buenas cosechas de arroz en la zona sur.
5. Algunas características de las hojas tales como: cierta inflexibilidad, posición semi-erectas, y angostas en su dimensión,

parecen ser atenuantes a los efectos de la deficiencia de humedad cuando ésta se presenta asociada con la presencia de vientos constantes.

6. Cualquier variedad que no sea resistente o tolerante a la sequía podría constituir un riesgo en siembras comerciales bajo las condiciones de baja precipitación y distribución no uniforme de la misma en la zona sur-oriental de Guatemala.
7. Algunas variedades de comportamiento estable bajo cualquier condición ambiental como Taichung-Sen-Yu-195 e IR 4422-98-3-6-1 y variedades que responden mejor en ambientes desfavorables en forma consistente como la IR 2070-199-3-6-6 podrían ser una alternativa en siembras donde las condiciones no son las más adecuadas para este cultivo.
8. Las variedades tradicionales con tipo de planta diferente a las variedades modernas de alto rendimiento, responden mejor en ambientes desfavorables pero su comportamiento es inconsistente.
9. Del análisis de correlación para rendimiento y días a flor se concluye que la mayoría de las variedades con un período vegetativo largo tendrán un mayor rendimiento que las de período corto.

7. RECOMENDACIONES

1. Cuando a través de un programa de selección de genotipos de arroz se obtengan variedades que muestren tolerancia o resistencia a la sequía, se recomienda utilizar en siembras comerciales, aquellos cuyo ciclo vegetativo permita que el período de floración escape al período mas largo de sequía conocido como canicula, lo cual podría garantizar en mayor grado la obtención de una buena cosecha.
2. La variedad Tikal 2, que alcanzó el más alto rendimiento a través de todos los ambientes se recupera bien a deficiencias de humedad y posee buenas características agronomicas, por lo que debe seguir siendo cultivada en la zona sur-oriental. Contrario a esto, bajo ciertas condiciones de la zona sur, ésta variedad mostró ser muy susceptible a la enfermedad incitada por el hongo Helminthosporium oryzae lo cual limita en alto grado recomendar su explotación en la misma.
3. La variedad B541b-Kn-7-1-2-3 con un alto poder de recuperación a sequía posee además, buenas características agronomicas, resistencia a enfermedades y buen rendimiento, condiciones estas que hacen posible recomendarla para su utilización comercial en la zona sur-oriental del país, previo a efectuar las pruebas de calidad molinera y culinaria necesarias para satisfacer las exigencias de molinería y del ama de casa.

4. Las variedades Taichung-Sen-Yu-195 con buena resistencia a sequía e IR 4422-98-3-6-1 con buena recuperación, poseen además buenas características agronómicas, resistencia a enfermedades y buen rendimiento en la zona sur, por lo que pueden ser aprovechadas en esa zona también previo a efectuar las pruebas de calidad molinera y culinaria.

5. Se recomienda incluir en el programa de cruzamientos la variedad "Diwani" para tratar de recombinar las características deseables de tipo de planta y resistencia a sequía mostrados por esta variedad a través de las evaluaciones realizadas en este estudio, con el objeto de derivar variedades que puedan adaptarse al sur-oriente de Guatemala o en zonas con condiciones similares que además de ser resistentes a la sequía posean un mayor potencial de rendimiento y una calidad adecuada de grano.

6. Se recomienda que en trabajos de investigación relacionados con la identificación de genotipos resistentes o tolerantes a la sequía se considere la realización de los mismos bajo condiciones controladas de invernadero si el objeto es medir en mejor forma los factores concernientes al desarrollo radicular y su correlación con el rendimiento de grano.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ARIAS, R. Ensayo preliminar de rendimiento con híbridos y variedades experimentales de maíz. In: Reunión Anual del PCCMCA. 22^a. San José, Costa Rica 26-29 Julio 1976. San José, 1976. pp. M-2-1 a M-2-14.
2. CABALLERO, A. W. Introducción a la estadística. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Libros y Materiales Educativos no. 28. 1975. pp. 276-284.
3. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Sistema de evaluación estándar para arroz. Pruebas internacionales de arroz para América Latina. Trad. por Manuel Rosero. Cali, Colombia, 1975. 62 pp.
4. _____ Informe anual del programa de arroz. Cali, Colombia, 1980. p. 56.
5. CORDOVA, H. S. Uso de parámetros de estabilidad para evaluar el comportamiento de variedades criollas de maíz (Zea Mayz L.) en Chimaltenango. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, 1978. 41 p. mimeo.
6. CHANG, T. T. y VERGARA, B. S. Diversidad varietal y características morfo-agronómicas del arroz de secano. In International Rice Research Institute, 1975. Major Research in Upland Rice. Los Baños, Philippines, 1975. pp. 72-90.
7. CHEANEY, R. L. Arroz de secano. In Centro Internacional de Agricultura Tropical. Programa de arroz. Cali, Colombia, 1973. 13 pp. mimeo.
8. DE DATTA, S. K., FAYE, F. G. y MALLICK, R. N. Relaciones suelo-agua en arroz de secano. In Seminario sobre manejo de suelos y el proceso de desarrollo en América Tropical 1^o. Cali, Colombia 10-14 Feb. 1974. USA, Editores Elemer Bornemisza y Alfredo Alvarado, 1975. pp. 172-190.

9. DE DATTA, S. K., LEVINE, G. y WILLIAMS, A. Manejo del agua y necesidades de riego del arroz. In Cultivo del arroz, Manual de producción. Trad. por Agustín Contin. México, Limusa-AID, 1975. p. 122.
10. DE LA CRUZ, J. R. y HOLDRIDGE, L. R. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. s. esc.
11. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. Informe económico del Banco de Guatemala. Guatemala, 1979. pp. 43-45.
12. _____ DIRECCION GENERAL DE CARTOGRAFIA. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala, Tipografía Nacional, 1961. v. 1. 499 pp.
13. _____ INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Informe anual, la Máquina 1975. Guatemala, 1976. pp. 54-64.
14. _____ Recomendaciones agronómicas para la región VI. Boletín técnico no. 6. Guatemala, 1979. 17 pp.
15. _____ INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Atlas Nacional de Guatemala. Guatemala, 1972. 101 pp.
16. _____ INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de registro mensual 1970-79.
17. LEIVA, R. R. Efecto de la selección familiar sobre el rendimiento y características agronómicas en tres poblaciones de maíz (Zea mays L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1977. 87 p.
18. MAS ARROZ por hectárea. Correo fitosanitario Bayer (Alemania). 1(2): 26-27. 1977.

19. MERCK, E. F. Evaluación de rendimiento y estabilidad de 17 materiales experimentales de maíz (Zea mays L.), en el sur oriente del país. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1979. 75 pp.
20. MORAN, B. L. República de Guatemala, mapa de regionalización agrícola. Guatemala, Unidad de publicaciones del Consejo Nacional de Planificación Económica, 1970. s. esc.
21. PAUL, I. Evaluación de variedades e híbridos precoces de maíz (Zea mays L.) seleccionados bajo condiciones limitadas de humedad. Tesis Ing. Agr. Guatemala Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1979. 57 pp.
22. REYES, C. P. Diseño de experimentos agrícolas. México, Trillas, 1978. pp. 109-138.
23. SALAUES, E. E. Manual del cultivo de arroz para el área de Santa Cruz. Santa Cruz, Bolivia. Estación Experimental Agrícola de Saavedra. Centro de Investigación Agrícola Tropical. Boletín técnico no. 1. 1976. pp. 3-8.
24. SALGUERO, V. Estimación de los parámetros de estabilidad para medir el rango de adaptabilidad de 4 híbridos y 6 variedades de maíz (Zea mays L.), en el sur-oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1977. 83 pp.
25. SANCHEZ, R. R. Producción de granos y forrajes. México, Limusa, 1976. pp. 285-288.
26. SIMMONS, CH. S., TARANO, J. M. y PINTO, J. H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 pp.



A P E N D I C E

Cuadro 19 Análisis de varianza del rendimiento de 18 genotipos de arroz en la aldea el Tempisque.

A N D E V A							Signifi- cancia
Fuente de variación	G. de L.	S.C.	C.M.	Fc	F5%	F1%	
Bloques (Rep.)	3	1.34	0.45	0.41	2.79	4.20	N S
Variedades	17	58.50	3.44	3.15	1.85	2.39	* *
Error	51	55.76	1.09				
Total	71	115.60					

C.V. = 31 %

Cuadro 20 Comparación de medias de rendimiento por el método de Tukey, de 18 genotipos de arroz en la aldea el Tempisque. Tukey = 2.68

Línea o variedad	Rendimiento TM/ha.	Agrupación
Tikal 2	5.1	a
C46-15/IR 24 ²	4.0	a b
Blue bonnet-50	3.9	a b
B541b-kn-7-1-2-3	3.8	a b
C46-15/IR 22 ²	3.7	a b
IR 4422-98-3-6-1	3.7	a b
Diwani	3.6	a b
Kn-361-1-8-6	3.6	a b
CR 261-7039-236	3.5	a b
IET 4094	3.5	a b
Bg-375-1	3.4	a b
Taichung-Sen-Yu-195	3.1	a b c
Criollo	3.0	a b c
IR 1529-430-3	3.0	a b c
IR 36	2.6	a b c
IET 2815	2.5	a b c
IR 2070-199-3-6-6	2.4	b c
Le bonnet	0.6	c

Cuadro 21 Análisis de varianza del rendimiento de 18 genotipos de arroz en el caserío Pozas de Agua.

A N D E V A							
Fuente de variación	G.de L.	S.C.	C.M.	Fc	F5%	F1%	Signifi- cancia
Bloques (Rep.)	3	2.78	0.93	1.75	2.79	4.20	N S
variedades	17	5.77	0.34	0.64	1.85	2.39	N S
Error	51	27.01	0.53				
Total	71	35.56					

C. V. = 31 %

Cuadro 22 Comparación de medias de rendimiento en el caserío Pozas de Agua.

Linea o variedad	Rendimiento TM/ha.	Agrupación
IR 4422-98-3-6-1	2.9	a
Tikal 2	2.8	a
Kn-361-1-8-6	2.8	a
IET 4094	2.6	a
Taichung-Sen-Yu-195	2.5	a
Diwani	2.5	a
IET 2815	2.3	a
Criollo	2.3	a
Bg-375-1	2.3	a
CR 261-7039-236	2.3	a
C46-15/IR 24 ²	2.2	a
IR 1529-430-3	2.2	a
B541b-kn-7-1-2-3	2.2	a
Blue bonnet-50	2.2	a
IR 36	2.1	a
IR 2070-199-3-6-6	2.1	a
C46-15/IR 22 ²	2.0	a
Le bonnet	1.8	a

Cuadro 23 Análisis de varianza del rendimiento de 18 genotipos de arroz en Jutiapa cabecera.

A N D E V A							
Fuente de variación	G.de L.	S.C.	C.M.	Fc	F5%	F1%	Signifi- cancia
Bloques (Rep.)	3	9.40	3.13	6.60	2.79	4.20	* *
Varietades	17	103.60	6.09	12.85	1.85	2.39	* *
Error	51	24.19	0.47				
Total	71	137.19					

C.V. = 13 %

Cuadro 24 Comparación de medias de rendimiento por el método de Tukey, de 18 genotipos de arroz en Jutiapa cabecera.

Línea o variedad	Rendimiento t/ha.	Agrupación
Tikal 2	6.5	a
B541b-kn-7-1-2-3	6.3	a b
IR 1529-430-3	6.1	a b
Kn-361-1-8-6	6.0	a b
Bg-375-1	5.8	a b
IET 4094	5.7	a b
Taichung-Sen-Yu-195	5.6	a b
IR4422-98-3-6-1	5.5	a b c
CR 261-7039-236	5.5	a b c
C46-15/IR 24 ²	5.4	a b c
Blue bonnet-50	5.1	a b c
IR 36	4.9	a b c
IET 2815	4.8	a b c
C46-15/IR 22 ²	4.7	b c d
Diwani	4.6	b c d
IR 2070-199-3-6-6	3.8	c d
Criollo	3.0	d e
Le bonnet	1.6	e

Tukey = 1.75

Cuadro 25 Análisis de varianza del rendimiento de 18 genotipos de arroz en Cuyuta.

A N D E V A							
Fuente de variación	G.de L.	S.C.	C.M.	Fc	F5%	F1%	Signifi- cancia
Bloques (Rep.)	3	1.92	0.64	1.85	2.79	4.20	N S
Variedades	17	144.31	8.49	24.53	1.85	2.39	* *
Error	51	17.65	0.35				
Total	71	163.88					

C. V. = 11 %

Cuadro 26 Comparación de medias de rendimiento por el método de Tukey, de 18 genotipos de arroz en Cuyuta.

Linea o variedad	Rendimiento TM/ha.	Agrupación
CR 261-7039-236	7.2	a
IR 1529-430-3	7.1	a b
C46-15/IR 22 ²	6.9	a b c
Bg-375-1	6.8	a b c
IET 4094	6.5	a b c
B541b-kn-7-1-2-3	6.3	a b c d
Tikal 2	6.1	a b c d e
IET 2815	5.6	b c d e
IR 4422-98-3-6-1	5.5	c d e f
Taichung-Sen-Yu-195	5.4	c d e f
Diwani	5.1	d e f g
IR 36	4.7	e f g h
C46-15/IR 24 ²	4.2	f g h i
IR 2070-199-3-6-6	3.8	g h i
Criollo	3.5	h i
Kn-361-1-8-6	3.4	h i
Le bonnet	3.4	h i
Blue bonnet-50	2.7	i

Tukey = 1.50

Cuadro 27 Análisis de varianza del rendimiento de 18 genotipos de arroz en el parcelamiento la Máquina línea B-4.

A N D E V A							
Fuente de variación	G.de L.	S.C.	C.M.	Fc	F5%	F1%	Signifi- cancia
Bloques (Rep.)	3	15.02	5.01	6.51	2.79	4.20	* *
Variedades	17	55.26	3.25	4.22	1.85	2.39	* *
Error	51	39.26	0.77				
Total	71	109.54					

C. V. = 27 %

Cuadro 28 Comparación de medias de rendimiento por el método de Tukey, de 18 genotipos de arroz en el parcelamiento la Máquina línea B-4.

Línea o variedad	Rendimiento TM/ha.	Agrupación
IET 2815	4.4	a
CR 261-7039-236	4.2	a b
C46-15/IR 22 ²	4.2	a b
IR 4422-98-3-6-1	4.1	a b c
Tikal 2	4.0	a b c
IET 4094	4.0	a b c
B541b-kn-7-1-2-3	3.8	a b c d
Taichung-Sen-Yu-195	3.7	a b c d
Bg-375-1	3.5	a b c d
IR 1529-430-3	3.3	a b c d
Diwani	3.2	a b c d
C46-15/IR 24 ²	3.2	a b c d
IR 2070-199-3-6-6	3.1	a b c d
Criollo	2.4	a b c d
Kn-361-1-8-6	2.1	b c d
IR 36	1.9	c d
Le bonnet	1.9	c d
Blue bonnet-50	1.6	d

Tukey = 2.27

Cuadro 29 Análisis de varianza del rendimiento de 18 genotipos de arroz en el parcelamiento la Máquina línea B-8.

A N D E V A

Fuente de variación	G.de L.	S.C.	C.M.	Fc	F5%	F1%	Signifi- cancia
Bloques (Rep.)	3	0.03	0.01	0.04	2.79	4.20	N S
Variedades	17	52.18	3.07	14.35	1.85	2.39	* *
Error	51	10.91	0.21				
Total	71	63.11					

C. V. = 19 %

Cuadro 30 Comparación de medias de rendimiento por el método de Tukey, de 18 genotipos de arroz en el parcelamiento la Máquina línea B-8.

Línea o variedad	Rendimiento TM/ha.	Agrupación
Bg-375-1	3.9	a
C46-15/IR 22 ²	3.7	a b
IR 1529-430-3	3.3	a b c
IR 4422-98-3-6-1	3.2	a b c
C46-15/IR 22 ²	3.0	a b c
B541b-kn-7-1-2-3	2.8	a b c
Taichung-Sen-Yu-195	2.7	b c d
Diwani	2.5	c d
Tikal 2	2.5	c d
IET 4094	2.5	c d
IR 2070-199-3-6-6	2.3	c d e
CR 261-7039-236	2.3	c d e
IET 2815	1.7	d e f
IR 36	1.7	d e f
Blue bonnet-50	1.6	d e f
Le bonnet	1.2	e f
Kn-361-1-8-6	1.2	e f
Criollo	0.9	f

Tukey = 1.19

Cuadro 31 Rendimientos por Parcela y Volumen ocupado por Raíces en 6 localidades del Sur y Sur-Oriente de Guatemala, 1979

REPETICION I

Linea o Variedad	El Tempisque		Pozas de Agua		Jutiapa		Cuyuta		LA MAQUINA			
									Loc. 1		Loc. 2	
	Rend. TM/ha	Vol(cc)										
1. IR 1529-430-3	2.8	18,849	1.3	6,166	6.1	3,770	7.0	18,281	2.5	5,429	3.9	10,137
2. KN-361-1-8-6	3.7	17,698	2.6	7,939	5.6	4,842	3.6	29,073	2.8	5,768	0.8	6,702
3. IR 36	3.3	17,907	1.5	10,525	3.8	5,768	4.1	17,263	2.2	2,262	1.5	5,131
4. C46-15/IR 24 ²	4.9	20,525	1.7	9,630	4.4	4,289	4.6	18,796	4.3	2,478	3.4	14,476
5. C46-15/IR 22 ²	3.9	10,644	1.6	6,786	3.7	6,427	7.5	26,421	5.2	6,107	3.5	15,268
6. CR-261-7039-236	4.2	5,898	1.5	10,525	3.6	5,429	7.1	15,205	5.1	4,021	1.4	9,215
7. IR 2070-199-3-6-6	2.7	4,477	1.3	12,435	3.1	5,089	4.1	12,164	3.5	3,770	2.3	8,375
8. IET 2815	2.4	6,447	1.5	11,657	4.6	7,121	5.0	33,072	6.7	6,107	1.5	5,768
9. IET 4094	2.9	11,151	3.1	7,125	3.8	6,107	5.8	13,744	5.0	6,107	2.5	8,378
10. B541b-Kn-7-1-2-3	4.2	14,158	2.5	6,355	6.0	6,427	6.0	39,949	4.8	6,447	2.6	5,429
11. IR 4422-98-3-6-1	4.0	8,313	2.6	13,270	5.5	6,702	5.1	29,063	4.6	7,540	3.4	8,109
12. BG-375-1	3.7	8,796	4.0	11,079	5.4	6,427	6.7	39,949	5.2	7,540	4.4	6,786
13. Taichung-Sen-Yun-195	4.0	13,090	2.5	3,770	5.8	7,540	5.1	22,898	4.0	4,241	2.6	6,786
14. OIWANI	3.7	7,561	2.2	6,786	5.2	6,658	5.1	19,113	3.3	4,825	3.2	6,786
15. TIKAL 2	6.0	9,073	3.2	7,464	5.9	9,215	5.5	17,173	3.9	4,557	2.3	5,145
16. LE CONNET	0.8	7,959	0.7	5,145	1.4	8,378	2.4	44,791	1.8	5,094	1.2	8,378
17. CRIOLLO	0.9	6,447	2.1	5,184	3.0	7,183	3.1	23,779	2.4	4,825	0.5	5,362
18. BLUE BONNET 50	3.5	18,321	1.4	11,151	4.4	12,064	2.8	35,223	1.6	9,630	1.6	5,419

Cuadro 32 Rendimientos por Parcela y Volumen ocupado por Raíces en 6 localidades del Sur y Sur Oriente de Guatemala, 1979

Repetición III

Linea o Variedad	<u>El Tempisque</u>		<u>Pozas de Agua</u>		<u>Jutiapa</u>		<u>Cuyuta</u>		<u>La Máquina</u>			
	Rend. TM/ha	Vol(cc)	Rend. TM/ha	Vol(cc)	Rend. TM/ha	Vol(cc)	Rend. TM/ha	Vol(cc)	<u>Loc. 1</u>		<u>Loc. 2</u>	
									Rend. TM/ha	Vol(cc)	Rend. TM/ha	Vol(cc)
1. IR 1529-430-3	2.9	16,805	3.0	6,805	6.8	7,851	6.8	23,779	3.7	10,254	2.8	7,540
2. KN-361-1-8-6	6.9	16,786	3.1	3,880	6.3	7,121	4.5	39,949	2.5	8,378	1.5	6,702
3. IR 36	1.8	15,145	2.9	5,768	5.0	5,145	4.3	29,063	1.8	7,959	1.9	4,842
4. C46-15/IR 24 ²	4.4	15,768	2.5	5,448	6.6	7,121	4.3	12,930	3.4	8,109	2.9	6,702
5. C46-15/IR 22 ²	5.1	8,313	2.9	5,362	5.5	4,842	6.7	28,182	4.2	9,123	4.0	10,137
6. CR-261-7039-236	2.4	10,137	2.8	8,774	5.5	8,310	6.5	18,980	1.9	7,184	2.7	6,107
7. IR 2070-199-3-6-6	1.9	5,094	2.6	4,842	3.3	4,842	3.7	24,128	2.6	6,107	2.1	6,283
8. IET 2815	1.5	6,447	3.0	6,805	5.2	5,768	5.6	24,630	3.4	9,651	1.5	4,285
9. IET 4094	2.6	6,805	1.4	5,362	6.4	5,145	6.4	21,375	3.5	9,123	2.4	6,702
10. 8 54 1b-Kn-7-1-2-3	3.3	10,644	2.5	6,805	6.1	8,616	6.1	20,289	2.6	10,525	3.0	5,448
11. IR 4422-98-3-6-1	3.9	8,774	3.5	8,796	4.7	5,768	5.7	22,902	4.1	10,857	3.1	7,183
12. 8G-375-1	4.1	8,774	2.0	6,107	6.8	7,959	6.8	29,217	3.0	12,064	3.6	9,971
13. Taichung-Sen-Yu 195	3.1	5,145	3.0	6,447	6.4	5,768	5.2	37,633	3.8	9,236	2.7	4,005
14. DIWANI	3.3	7,540	3.0	4,105	4.6	6,805	4.1	35,228	3.6	7,540	2.8	7,561
15. TIKAL 2	4.9	6,049	2.1	6,107	8.0	6,427	6.0	19,635	4.3	7,959	2.0	6,702
16. LE BONNET	0.3	6,107	2.7	7,183	1.7	6,702	4.0	24,216	1.9	8,774	1.3	3,534
17. CRIOLLO	3.4	6,805	1.8	5,768	3.1	5,429	3.6	25,485	2.3	10,137	0.4	4,021
18. BLUE BONNET 50	4.6	12,187	1.8	7,464	5.8	11,079	2.5	34,216	2.7	6,053	2.7	4,241

Cuadro 33 Datos de rendimiento y días a flor de 18 genotipos de arroz en Cuyuta 1979.

Línea o variedad	R E P E T I C I O N E S							
	I		II		III		IV	
	Rendi- miento	100% Flor	Rendi- miento	100% Flor	Rendi- miento	100% Flor	Rendi- miento	100% Flor
IR 1529-430-3	7.0	102	6.8	100	7.4	100	7.1	97
Kn-361-1-8-6-1	3.6	81	4.5	83	3.5	81	2.0	83
IR 36	4.1	88	4.3	88	4.4	91	5.9	89
C46-15/IR 24 ²	4.6	92	4.3	96	3.7	95	4.4	93
C46-15/IR 22 ²	7.5	104	6.7	101	6.4	102	6.9	102
CR 261-7039-236	7.1	102	6.5	101	7.5	102	7.8	102
IR 2070-199-3-6-6	4.1	100	3.7	97	4.0	98	3.3	95
IET 2815	5.0	97	5.6	97	5.0	102	6.7	100
IET 4094	5.8	87	6.4	91	7.1	91	6.6	90
B541b-kn-7-1-2-3	6.0	97	6.1	102	6.7	100	6.5	95
IR 4422-98-3-6-1	5.1	100	5.7	101	6.2	102	4.9	102
Bg-375-1	6.7	99	6.8	98	7.7	101	6.0	103
Taichung-Sen-Yu-195	5.1	93	5.2	93	5.8	92	5.7	92
Diwani	5.1	95	4.1	95	5.3	95	6.1	93
Tikal 2	5.5	91	6.0	91	7.0	93	6.0	90
Le bonnet	2.4	80	4.0	79	4.0	81	3.1	79
Criollo	3.1	80	3.6	80	4.1	82	3.3	79
Blue bonnet-50	2.8	99	2.5	102	2.8	101	2.6	101



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia _____
Asunto _____

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CARLOS ORLANDO ARJONA
DECANO EN FUNCIONES