

870132

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA**  
INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO  
ESCUELA DE INGENIERIA AGRICOLA

4  
20



**EL ARROZ HIBRIDO Y SU PRODUCCION  
COMERCIAL**

**FALLA DE ORIGEN**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA  
AREA PLANEACION, ADMINISTRACION  
Y ORGANIZACION RURAL**

**P R E S E N T A**

**HERLINDA LANDIN ALCANTAR**

**GUADALAJARA, JAL., 1986**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

	Página
LISTA DE TABLAS	iv
LISTA DE FIGURAS	iv
1. INTRODUCCION	1
2. LITERATURA REVISADA	
2.1. Antecedentes del arroz híbrido	3
2.1.1. Estudios de heterosis	4
2.1.2. Esterilidad masculina y sistemas de re- tauración de la fertilidad.	7
2.1.3. Cruzamiento natural en líneas androesté- riles y técnicas de producción de semi- lla híbrida.	9
2.1.3.1. Cruzamiento natural.	9
2.1.3.2. Producción de semilla híbrida	10
3. MATERIALES Y METODOS	
3.1. Ensayo comparativo del rendimiento entre germoplasma de arroces híbridos y varie- dades comerciales.	15
4. RESULTADOS	18
5. DISCUSION	25
6. CONCLUSIONES	28
7. RESUMEN	30
8. SUMMARY	33
9. BIBLIOGRAFIA CITADA	36
APENDICE	40

## LISTA DE TABLAS

TABLA		Página
1.	Datos de heterosis y heterobeltiosis observados en arroz (Virmani, S.A., Chaudhary, R.C. and Khush, G. S. 1981).	6
2.	Relación de 13 arroces híbridos y variedades que se evaluaron en ensayo comparativo de rendimiento.	15
3.	Caracterización agronómica de 8 híbridos y una variedad internacional introducidos del IRRI - y 4 variedades locales usadas como testigos.	19
4.	Significancia estadística del peso de 1000 semillas de 13 híbridos y variedades evaluados.	22
5.	Significancia estadística del número de granos por panícula de 13 híbridos y variedades evaluados.	25

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		
1.	Arreglo de surcos de las líneas (A) y (B) para la producción de semilla de la línea A.	11
2.	Arreglo de surcos de la línea restauradora y la línea androestéril para la producción de semilla híbrida.	11

APENDICE	Página
1A. Análisis de varianza del rendimiento de 13 híbridos y variedades evaluados.	41
2A. Análisis de varianza del peso de 1000 semillas de 13 híbridos y variedades evaluados.	41
3A. Análisis de varianza del número de granos por panícula de 13 híbridos y variedades evaluados.	42
4A. Análisis de varianza de la longitud de panículas de 13 híbridos y variedades evaluados.	42
5A. Análisis de varianza del número de panículas por metro cuadrado de 13 híbridos y variedades evaluados.	43
6A. Escalas utilizadas para la evaluación de algunos caracteres agronómicos en plantas de arroz.	44

## INTRODUCCION

El incremento demográfico que se observa en los diferentes países del mundo, trae como consecuencia una demanda adicional de productos alimenticios básicos, la cual solo puede satisfacerse a través de la expansión del área cultivable, incorporación de zonas de temporal al riego y/o incrementos en la productividad por unidad de superficie.

En el mundo actualmente se cultivan con arroz alrededor de 145 millones de hectáreas en las que se cosechan 387 millones de toneladas de arroz palay las cuales proporcionan la mitad de la dieta de 1 600 millones de consumidores y otros 400 millones usan el arroz en un tercio de su alimentación.

En México, en el quinquenio de 1980-1984 se cultivó un promedio de 160,243 hectáreas usando tres sistemas de cultivo, trasplante y siembra directa bajo riego y temporal, en las cuales se obtuvo una producción promedio de 524,118 toneladas y un rendimiento medio de 3270 kg. Por otra parte, el Estado de Sinaloa se ha caracterizado como el primer productor de arroz a nivel nacional, habiéndose sembrado de 1981-85 un promedio de 60 000 hectáreas con una producción medio de 256,832 toneladas y un rendimiento promedio de 4282 kg/ha.

Debido a problemas climáticos la producción de arroz de 1984 mayormente cosechada de noviembre a diciembre fue insuficiente para cubrir la demanda nacional de 1985 habiéndose importado alrededor de 160 000 toneladas de arroz. Situaciones como esta exigen una mayor productividad la cuál a futuro puede mejorarse aprovechando el alto potencial de rendimiento de los arroces híbridos. En la República Popular de China han obtenido

rendimientos comerciales de arroz de 12 ton/ha.

El objetivo del presente estudio fué evaluar el potencial de rendimiento de ocho híbridos introducidos del IRRI (International Rice Research Institute-Instituto Internacional de Investigaciones sobre Arroz) y China Popular en comparación con cinco variedades comerciales.

## REVISION DE LITERATURA

Antecedentes del arroz híbrido.

En 1926 Jones fué el primero en reportar el fenómeno de la heterosis en arroz, basado en lo anterior varios mejoradores de arroz mostraron interés en el estudio de la heterosis (Stansel and Craigmiles 1966; Shinjyo and Omura 1966; Yuan 1966; Watanabe 1971; Athwal and Virmani 1972; Swaminathan et. al. 1972), los cuales sugirieron explotarla comercialmente a través del desarrollo de híbridos del arroz.

Posteriormente varios científicos desarrollaron líneas con androesterilidad citoplásmica (Shinjyo and Omura 1966; Erickson 1969; Carnahan et. al. 1972; Athwal and Virmani 1972), los cuales se caracterizaron por tener muy bajo cruzamiento natural restando ánimo en estos investigadores para continuar investigando sobre arroz híbrido.

A pesar de estos problemas en la República Popular de China se continuó trabajando activamente en el programa de formación de arroces híbridos el cuál se inició desde 1964. En un principio los científicos chinos empezaron trabajando con androesterilidad la cuál estaba controlada por genes nucleares recesivos lo cuál no permitió encontrar satisfactoriamente líneas mantenedoras de la esterilidad, motivando a partir de 1970 tratar de identificar líneas con androesterilidad citoplásmica.

En el otoño de ese mismo año se encontró accidentalmente una planta de arroz silvestre con androesterilidad carácter identificado como "wild abortive" (WA), la identificación de plantas "WA" dió un gran impulso al mejoramiento de arroz híbrido (Lin and Yuan, 1980).

En 1977 sorprendentemente los científicos chinos de arroz informaron

acerca del desarrollo y cultivo de híbridos de arroz en China (Anonymous, 1977) aunque desde 1974 se empezó a producir en China Popular arroz híbrido a nivel comercial, solo a partir de 1976 se tuvieron datos cuantitativos acerca de la superficie sembrada sin incluir rendimiento por hectárea, la cuál fué de 139,000 hectáreas y para 1980 ascendió a 5'867,000 hectáreas (Virmani, et. al. 1981).

De acuerdo con Lin and Yuan (1980), sus arroces híbridos han rendido mas del 20-30% y poseen una adptabilidad mas amplia que las variedades mejoradas por el método convencional.

El éxito del arroz híbrido en China ha motivado que científicos arroceros del Instituto Internacional de Investigaciones sobre Arroz (IRRI) de Filipinas y de Programas Nacionales de Investigación de Arroz tales como India, Indonesia, Tailandia, Paquistán, Bangladesh, Filipinas, Corea del Sur y México entre otros se interesan en reanudar la investigación con el fin de observar el potencial de éstos arroces híbridos en sus propios países.

Con el fin de dar una idea general acerca de los estudios que deben realizarse para la formación de arroces híbridos se puede decir que esta tiene tres componentes principales: 1. Estudio de heterósis, 2. Esterilidad masuclina y sistemas de restauración de la fertilidad y 3. Cruzamiento natural en líneas androestériles y técnicas de producción de semilla híbrida.

#### 1. Estudios de heterósis.

Desde el punto de vista genético heterósis se refiere al incremento ó decremento del valor de la  $F_1$  ó primera generación filial en

comparación con el valor medio parental. Por otra parte desde el punto de vista del fitomejoramiento un incremento del valor de la  $F_1$  en comparación con el mejor progenitor y/o la mejor variedad comercial se considera como mas relevante. De acuerdo con Fanneco and Peterson (1968), este último concepto es conocido como heterobeltiosis y la definición inicial como heterosis estandar.

Los primeros estudios realizados sobre heterosis en arroz fueron publicados a partir de 1935 por Ramiah e Idsumi (1937), entre otros, seguidos por una serie de autores entre los que se tienen Chang et. al. (1971), Li (1977), y Nayak et. al. (1978). A manera de ejemplo en la Tabla 1 se resumen algunos trabajos de heterosis y heterobeltiosis publicados para tres caracteres agronómicos en arroz.

Aunque son numerosos los trabajos realizados sobre heterosis en arroz se tiene la desventaja de que las poblaciones  $F_1$  han sido evaluadas en campo con densidades de plantas que no alcanzan un nivel comercial ó en macetas bajo condiciones de invernaderos, razón por la cuál la validez de sus resultados ha sido cuestionada.

Se estima que los estudios mas completos sobre la explotación de la heterosis han sido realizados en la República Popular de China los cuales han cultivado arroces híbridos a escala comercial. Así se tienen datos de ensayos de rendimiento realizados en 27 sitios diferentes de la provincia de Hunan en 1977 y 1979, en el primer año se tuvo un incremento del rendimiento con híbridos de 14.6 a 18.0% y de 11.4 a 21.4% en el peso del grano en comparación con la variedad testigo, por otro lado, en 1979 el rango de superioridad en rendimiento de los arroces híbridos fué 12.0 a 21.2% y de 24.4 a 56.2% en el peso del grano en comparación con la varie-

TABLA 1. Datos de heterosis y heterobeltiosis observados en arroz  
(Virmani, S. A., Chaudhary, R. C. and Khush, G. S. 1981).

Carácter	Número de híbridos estudiados	Heterosis	Hetero - beltiosis (%)	Cita bibliografica
Rendimiento	1	34.0	33.0	Pillai (1961)
	20	-72.0 a 161.0	-81.0 a 57.0	Karunakaran (1968)
	12	-16.6 a 48.5	-69.0 a 28.7	Sivasubramanian and Menon (1973).
	45	-	-41.0 a 67.0	Davis and Putger (1967).
	21	-	37.0 a 125.0	Maurya and Singh (1978).
	2	33.3 a 64.3	1.9 a 22.0	Singh and Singh (1978).
Altura de planta	1	100.2	99.8	Pillai (1961).
	4	14.9 a 42.7	-	Namboodiri (1963).
	107	3.4 a 39.7	-	Parmar (1974).
	6	- 0.4 a 28.9	-14.9 a 25.1	Mallick et. al. (1978).
Días a floración	20	-17.0 a 35.5	-37.0 a 27.0	Karunakaran (1968).
	15	-28.5 a 5.0	-12.9 a 12.3	Khaleque et. al. (1977).
	6	-18.5 a 3.1	-19.8 a 4.7	Mallick et. al. (1978).

dad testigo (Virmani et. al. 1981).

De acuerdo con Lu (1979) y Lin and Yuan (1980), el rendimiento mas alto que se ha obtenido con una variedad de arroz híbrido ha sido de 12.8 toneladas por hectárea en comparación con 10.4 ton/ha obtenidas con una variedad de arroz no híbrida.

La heterósis observada en los híbridos  $F_1$  han manifestado superioridad a las variedades de arroz en algunos caracteres fisiológicos tales como área fotosintética contenido de clorofila por unidad de área, eficiencia fotosintética, actividad mitocondrial, actividad radicular, tolerancia a la alcalinidad, y mas amplia adaptabilidad a variaciones de fotoperíodo y temperaturas (Lin y Yuan 1980, Akbar and Yabuno 1975, McDonald et. al. 1971).

Permitiendo esto postular que el incremento del rendimiento de las variedades de arroz que han sido formadas hasta la fecha por los métodos de mejoramiento genéticos convencionales ha sido primordialmente debido a la mejora en el tipo o arquitectura de planta infiriéndose que mejoras adicionales en el potencial de rendimiento puede ser posible incrementando la eficiencia fisiológica de las variedades modernas de arroz (Virmani et. al. 1981).

2. Esterilidad masculina y sistemas de restauración de la fertilidad.

Las plantas androestériles se caracterizan por la ausencia ó presencia de polen no funcional y al mismo tiempo con pistilo normal. De acuerdo con su origen, podemos tener dos categorías de esterilidad: a) Androesterilidad fisiológica, la cual es una resultante del efecto de condiciones ambientales adversas, y no es hereditaria, b) Androesterilidad ge-

nética, causada por la acción de genes nucleares ó citoplásmicas, y ésta sí es heredable. (Lu, 1979).

En 1954 Weeraratna fué el primero en reportar la influencia del citoplasma en la inducción de la esterilidad masculina en arroz, al observar que cuando usaba la variedad PTB16 como progenitor femenino, en algunas cruza, éstas mostraban una pronunciada esterilidad. Sin embargo correspondió el mérito a Shinjyo y Omura (1966), de desarrollar una línea con androesterilidad genética-citoplásmica (Cms) de una cruce indica x japónica. Posteriormente en los Estados Unidos de Norteamérica, Erickson (1969) y Carnahan et. al. (1972) informaron el desarrollo de otras dos líneas androestériles también con genotipo japónica. En 1972 Athwal y Virmani, desarrollaron la primera línea androestéril en un genotipo indica, la cual no pudo usarse directamente en desarrollar híbridos de arroz debido a que era alta y sensible al fotoperíodo. Las primeras líneas androestériles con genotipo indica y tipo de planta mejorado se desarrollaron en China en 1973 (Lin y Yuan 1980).

Posteriormente a estos avances en algunos países tales como Korea, Estados Unidos de Norteamérica, IRRI de Filipinas y Japón han desarrollado líneas androestériles las cuales en su gran mayoría se han colectado, evaluado y mantenido en IRRI (Virmani et. al. 1981). Las líneas que se han comprobado son; V20A, V41A, Er Jui Nan 1A, y Zhen Shan 97A, las cuales se desarrollaron en China.

Como es de suponerse, las líneas mantenedoras de la androesterilidad corresponden al genotipo original o normal antes de haberles incorporado el gene Cms, es decir para las líneas V41A y V20A sus mantenedoras naturales son V41B y V20B respectivamente. Sin embargo es posible encontrar

otros genotipos capaces de actuar como mantenedores de la androesterilidad para un sistema genético-citoplásmico determinado. Así, en IRRI han identificado a las líneas IR747-B2-6-3, IR9859-45-2-3, IR10154-23-3-3, IR10176--24-6-2, IET3257, IET4728, Suweon 205 entre otras como buenas mantenedoras del sistema citoplásmico-genético WA.

Para la producción de arroz híbridos es necesario la identificación de líneas restauradores de la fertilidad. Shinjyo (1969, 1972a, 1972b, 1975) fué el primer científico que identificó un gene restaurador para la línea BT-cms la cuál se desarrolló en Japón. Estudios de la herencia indicaron que la restauración de la fertilidad en la línea BT-cms está controlada por un solo gene derivado del progenitor Chinsurah Boro II. El efecto del gene restaurador de la fertilidad (Rf) fué gametofítico.

En 1973 se identificó en la República Popular de China el primer juego de líneas restauradoras para las líneas androestériles WA (Lin y Yuan 1980). Desde entonces varias líneas restauradoras se han seleccionado y/o desarrollado en China e IRRI tales como; IR24, IR26, IR661, C55, C57 y Beijing 300 entre otras (Virmani et. al. 1981).

### 3. Cruzamiento natural en líneas androestériles y técnicas de producción de semilla híbrida.-

#### 3.1. Cruzamiento natural.

El arroz es una planta autógama debido a su muy particular estructura floral, antésis y manera en que ocurre la dehiscencia de la antera.

Estudios de Ramiah y Rao (1953), indican que el cruzamiento natural de las variedades cultivadas de arroz varía de 0.1 a 4%. Sin em--

burgo la amplitud del cruzamiento en plantas androestériles es significativamente alta; ya que estudios de Stansel y Craigmiles (1966), indicaron que en plantas semiestériles hubo alrededor del 28% de cruzamiento; por otro lado, datos de Carnahan et. al. (1972), indicaron de 0.5 a 44% de polinización cruzada en 2 líneas androestériles.

De acuerdo con Lin y Yuan (1980), se ha observado entre 15 a 45% de polinización cruzada en líneas androestériles, en un caso extraordinario en China se observó la producción de semilla por polinización cruzada en 74% en una línea Cms (Sneep et. al. 1979).

Estudios realizados en IRRI se observó hasta un 28% de producción de semilla en la línea androestéril Zhen Shan 97A la cuál se introdujo de China Popular. La producción de semillas por polinización cruzada puede variar de acuerdo con la línea androestéril que se trate, la orientación con respecto a los vientos dominantes en que se efectúa la siembra y la distancia de siembra del donante de polen. Así, se ha observado que las plantas androestériles sembradas perpendicularmente a la dirección de los vientos dominantes producen mayor cantidad de semilla que aquéllas plantadas paralelamente a los vientos dominantes.

### 3.2. Producción de semilla híbrida.-

La producción de semilla de arroz híbrida utilizando el sistema de androestérilidad citoplásmico genético involucra tres pasos: a) Multiplicación de la línea (Cms) androestéril (A) y la (s) mantenedoras (B) de la esterilidad; b) Multiplicación de la línea restauradora (R) y c) Producción de semilla híbrida (A x R) (Virmani et. al. 1981, Medina, 1985).

FIGURA 1. Arreglo de surcos de las líneas (A) y (B) para la producción de semilla de la línea A.

Línea B (O)	Línea A (O)	Línea B (O)
o o	X X X X	o o
o o	X X X X	o o
o o	X X X X	o o
o o	X X X X	o o
o o	X X X X	o o
o o	X X X X	o o
o o	X X X X	o o
o o	X X X X	o o

O Plántulas de la primera siembra.

o Plántulas de la segunda siembra.

A= Línea androestéril (Cms).

B= Línea mantenedora de la androesterilidad.

FIGURA 2. Arreglo de surcos de la línea restauradora y la línea androestéril para la producción de semilla híbrida.

Línea R (O)	Línea A (O)	Línea R (O)
o	X X X X X X	o
o	X X X X X X	o
o	X X X X X X	o
o	X X X X X X	o
o	X X X X X X	o
o	X X X X X X	o
o	X X X X X X	o
o	X X X X X X	o

A= Línea androestéril (Cms).

R= Línea restauradora de la fertilidad.

- a) Multiplicación de la línea (Oms) androestéril (A) y la (u) línea (s) mantenedoras (B) de la esterilidad.-

En la figura 1 se puede apreciar el arreglo de los surcos utilizados para la incrementación de la línea androestéril (A) utilizando como donante el polen a la línea mantenedora (B)/ En el caso particular del arroz se utilizan dos surcos de la línea (B) y cuatro de la línea (A). En el caso de la línea (B) es conveniente alternar plantas de dos fechas de siembra diferentes con el fin de tener polen disponible por un período más prolongado que si se tuviese una sola fecha de siembra.

- b) Multiplicación de la línea restauradora.-

Esta multiplicación no tiene variante alguna a la siembra realizada comercialmente, ya sea esta directa o de trasplante.

- c) Producción de semilla híbrida ( A x R ).-

De acuerdo con Virmani et. al. (1981), Virmani y Edwards (1983), en la República Popular de China se han aplicado con éxito las técnicas de producción de semilla híbrida de arroz a nivel de equipo en las comunas populares la cuál involucra los siguientes pasos (Fig. 2):

- i. Ajuste de fecha de siembra de los progenitores con el fin de tener una sincronización de la floración.
- ii. Una proporción de surcos 1:6 del donante de polen (R) y de la línea androestéril respectivamente.
- iii. Orientación de los surcos en forma perpendicular a los vientos dominantes.

- iv. Corte de las 2/3 partes de la longitud de la hoja bandera (ápice-base) tanto de la línea androestéril como de la restauradora con el fin de permitir una mayor polinización cruzada.
- v. Aplicación de giberelina (20 ppm) sobre la línea androestéril y restauradora en la fase inicial de embuche con el fin de mejorar la ejerción de la panícula.
- vi. Polinización suplementaria pasando una cuerda sobre las espigas de la línea restauradora con el fin de distribuir el polen al máximo, haciendo ésto de 3 a 5 veces al momento de la antesis.
- vii. Aislamiento de 40 a 100 metros entre lotes ó un aislamiento en tiempo de 21 días.

Con el uso de ésta técnica de producción de semilla, en China han obtenido rendimiento de 450 a 1500 kg/ha dependiendo ésto, de la línea androestéril, sincronización de la floración entre los 2 progenitores, condiciones ambientales y manejo general del cultivo.

## HIPOTESIS

Ha: La introducción, evaluación y explotación del arroz híbrido permi  
tirá incrementar el rendimiento promedio del arroz de riego en México.

Ho: El potencial de rendimiento de los arroces híbrido y las variedades comerciales son iguales.

## MATERIALES Y METODOS

Experimento 1. Ensayo comparativo del rendimiento entre germoplasma de arroces híbridos y variedades comerciales.

Se compararon en su potencial de rendimiento ocho arroces híbridos, una variedad como testigo internacional y cuatro variedades locales como testigos (Tabla 2).

Tabla 2. Relación de 13 arroces híbridos y variedades que se evaluaron en ensayo comparativo de rendimiento.

No. de Orden	Nomenclatura	Caracterización
1	IR21845-90-3-A/IR54	Híbrido
2	IR46830A/IR13292-5-3	"
3	Wei You 64	"
4	IR46828A/Milyang 54	"
5	Zhen Shan 97A/Iri 347	"
6	Zhen Shan 97A/Miliyang 54	"
7	IR46830A/IR9761-19-1	"
8	IR46830A/IR50	"
9	IR64	Testigo internacional
10	CICA 6	Variedad precoz
11	Navolato A71	Variedad madurez intermedia.
12	Culiacán A82	Variedad madurez intermedia.
13	Sinaloa A80	Variedad madurez intermedia.

El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con 3 repeticiones. La parcela experimental se integró por 8 surcos de 5 m. de longitud espaciados entre sí cada 20 cm.

La siembra se realizó en forma manual, colocando dos semillas cada 20 cm., para dar una población total de 52 plantas por surco y de 416 por cada parcela.

Se aplicó el método de riegos intermitentes con entables estáticos (Armenta et. al. 1985).

Las malezas se controlaron con la aplicación en preemergencia de 4.0 litros del herbicida Ronstar, utilizando una aspersora Robin a la cual se le acopló un aguilón de 2.0 metros de largo en la que se espaciaron equitativamente (50 cm) 5 boquillas tipo Tee Jet # 8004. El volúmen de agua aplicado por hectárea fué de 530 litros.

En cuanto a la fertilización, se aplicaron al voleo 150 kg de nitrógeno por hectárea en dos épocas y se usaron dos fuentes de nitrógeno. La primera fertilización se hizo a los 25 días contados a partir del riego de germinación aplicándose 340 kg de Sulfato de Amonia (20.5%) y la segunda fertilización se realizó cuando las plantas tenían 66 días de edad aplicándose 175 kg de Urea (46%).

Se evaluaron 13 caracteres agronómicos de acuerdo al Sistema de Evaluación Estandar para Arroz (IRRI y CIAT 1983); como son: Días a floración, días a madurez, altura, resistencia al acame, a Pyricularia oryzae y a Helminthosporium oryzae, aceptabilidad fenotípica, expresión de la panícula, tipo de grano, número de panículas por metro cuadrado, longitud de la panícula, número de granos por panícula y rendimiento.

En el caso particular del rendimiento, una vez cosechada la parcela se limpió la semilla con un ventilador eliminándose así; paja, granos vanos y otras impurezas. Se determinó el porciento de hume-

dad del grano con un determinador de humedad marca Steinlite usándose una muestra limpia de arroz de 100 gramos y finalmente el peso se ajustó al 14% de humedad usando las formulas siguientes:  $A = \frac{100 - H}{86}$ , y peso ajustado =  $A \times P$ .

Donde A= Dato calculado como factor de corrección del peso inicial.

H= Humedad del grano recién cosechado.

86= Constante para obtener el factor de corrección del peso de la semilla al 14% de humedad (6 sea 100-14).

P= Peso del grano recién cosechado.

## RESULTADOS

Con respecto al carácter días a floración entre el germoplasma evaluado se tuvo un rango de 73 a 103 días con un promedio general de 86 días. (Tabla 3).

Los híbridos y variedades maduraron de 109 y 131 días con un promedio de 120 días.

El híbrido Zhen Shan 97A/Milyang 54 fue el más precoz con 109 días a madurez y el híbrido IR21845-90-3A/IR54 fue el más tardío ya que maduró en 134 días. La variedad CICA 6 (Testigo 1) maduró en 122 días y los tres testigos restantes en un máximo de 131 días (Tabla 3).

En el caso de longitud de panícula se tomaron al azar 10 por cada repetición y de cada híbrido/variedad, realizándose un análisis de varianza el cual no indicó diferencia significativa entre tratamientos.

La altura de planta varió de 62 cm. como máximo (IR46828A/Milyang 54) y 43 cm. como mínimo (IR46830A/IR50) (Tabla 3).

Resistencia al acame. Todo el germoplasma evaluado fue altamente resistente al acame (Tabla 3).

Resistencia a P. oryzae. Con respecto a la quema del arroz causado por el hongo Pyricularia oryzae casi todos fueron resistentes observándose el mayor daño en las panículas de CICA 6 e IR46830A/IR50.

Resistencia a H. oryzae. La variedad CICA 6 se vio mas afectada por la mancha café (Helminthosporium oryzae) con alrededor de un 10% de área foliar afectada, que el germoplasma restante e l cual mostró resistencia

Tabla 3. Caracterización agronómica de 8 híbridos y una variedad internacional introducidos del IIRI y 4 variedades locales usadas como testigos.

Co. de Zonas	Var. No.	Etimología	Hías a Plor. (1)	Hías a No. (1)	Long. de Penicilo (cm) (2)	No. de Panículas (Nº) (3)	Altura de Planta (1)	Persistencia			Adapt. Temat. (2)	Espr. Pan. (2)	Tipo Grano (3)	Fito- Quím. (4)	Significancia Estadística Duncan ** (5)
								Arroz 1971	1972	1973					
1	13	Sinolon A80 (Test. local 1)	96	131	22	295	52	1	3	1	1	3	AD	5-23	a
2	5	Zhen Shan 97A/121 1-7	79	114	21	310	55	1	1-1	1	1	5-7	AM	5-27	a
3	12	Culiacán A2 (Test. local 3)	95	130	21	264	51	1	3	1-3	1	3-5	AD	5-23	a b
4	9	1964 (Test. Internacional)	80	123	21	274	47	1	1-3	1	1	3-3	AD	5-23	a b
5	11	Mevriate AT1 (Test. local 2)	94	132	20	319	49	1	3	1-3	1	1	AD	4-24	a b
6	1	1821845-90-3A-18 54	103	134	23	257	52	1	3	1	1	1	AD	4-25	b c
7	10	DICA 6 (Test. local 1)	72	122	22	252	50	1	3-7	3-5	1	3-3	AD	3-28	c d
8	1	Mel You 64	79	133	20	225	57	1	1-3	1	1	3	AD	3-7	d e
9	2	1846830A/1P13292-5-3	79	114	23	366	53	1	1	1	1	5	AD	3-23	e
10	6	Zhen Shan 97A/111yang 54	73	109	21	200	60	1	3	1	1	1	AM	2-24	e f
11	4	1846830A/111yang 54	79	113	21	269	62	1	3	1	1	3-5	AM	2-25	e f
12	7	1846830A/1P13292-5-3	76	110	21	283	45	1	1	1	5	3-5	AM	2-23	e f
13	8	1846830A/1P13	32	117	21	311	43	1	3-5	1	1-7	5-7	AM	2-24	f

(1) Promedio de tres repeticiones.

(2) El significado de los números que aparecen en cada columna se indica en el apéndice.

(3) AD = Alargado Grande; AM = Alargado Mediano; TM = Oblongo Mediano.

(4) Las letras que aparecen con las mismas letras no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad en la prueba de Duncan.

(5) Promedio de 33 panículas, correspondiendo a 10 panículas por repetición.

apreciable (Tabla 3).

**Aceptabilidad Fenotípica.** Los híbridos IR46830A/IR13292-5-3, IR46830A/IR50 e IR46828A/Milyang 54 tuvieron una aceptabilidad fenotípica de regular a pobre y los restantes incluyendo testigos de excelente a buena.

**Exerción de la Panícula.** En la Tabla 3 se observa que hubo cierta variación en la exerción de la panícula entre los híbridos y testigos evaluados, los híbridos no. 5 y 8 tuvieron panículas con exerción casi definida a parcial; el híbrido no. 2 tuvo una exerción de panícula casi definida; el testigo Culiacán A82 y los híbridos no. 4 y 7 tuvieron panículas con exerción moderada a casi definida, por otra parte, a Sinaloa A80 y Wei You 64 se les observó panículas con exerción moderada. Los híbridos restantes tuvieron de buena a moderada exerción.

**Tipo de Grano.** Solo los híbridos no. 5 y 6 son de grano oblongo mediano, correspondiendo a los híbridos nos. 4, 7 y 8 un tipo de grano alargado mediano y alargado grande al resto (Tabla 3).

**Rendimiento.** Con respecto al rendimiento se realizó un análisis de varianza en el cuál se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Tabla 1A). Posteriormente se hizo la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% con la cuál se identificaron seis grupos estadísticos. El primer grupo estadístico lo constituyeron los híbridos nos. 13, 5, 12, 9 y 11.

El segundo grupo estadístico se integró por el híbrido no. 1 y el cuál no tuvo diferencia significativa con los híbridos no. 12, 9 y 11 del primer grupo. La variedad CICA 6 integró el tercer grupo estadístico la cuál no tuvo diferencia significativa con el híbrido no. 1 del segundo

grupo (Tabla 3).

Los híbridos nos. 3 y 2 formaron el cuarto grupo los cuales no tienen significancia estadística con la variedad testigo CICA 6. El penúltimo grupo se formó con los híbridos nos. 6, 4 y 7 los cuales son estadísticamente iguales al híbrido no. 2 del grupo anterior. El último grupo se formó con el híbrido no. 8 el cual es estadísticamente igual a los híbridos 6, 4 y 7 del grupo anterior (Tabla 3).

Peso de 1000 Semillas. Se realizó un análisis de varianza con los datos de peso de 1000 semillas observándose diferencia significativa entre tratamientos (Tabla 2A). De acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan se identificaron tres grupos estadísticos; el primero se integró por los híbridos nos. 5, 3, 12, 6, 13, 1 y 9 los cuales tuvieron un rango de 25 a 30 gramos por cada 1000 semillas. El segundo grupo lo formaron los híbridos 4, 2, 10 y 11 los cuales fueron estadísticamente iguales a los híbridos 12, 6, 13, 1 y 9 del primer grupo. El tercer y último grupo se formó con los híbridos no. 7 y 8, los cuales son estadísticamente iguales a los híbridos nos. 13, 1, 9, 4, 2, 10 y 11 (Tabla 4).

Número de Granos por Panícula. Se realizó un análisis estadístico con los datos de número de grano por panícula, observándose diferencias significativas entre tratamiento. Al aplicar la prueba de Duncan al 5% se formaron cuatro grupos estadísticos, el primero se integró por el híbrido no. 5 (Zhen Shan 97A /Iri 347) el cuál tuvo un promedio de 139. El segundo grupo se integró por los híbridos nos. 6, 13, 3, 2, 12, 7, 4, 1 y 10 los cuales tuvieron un rango de 106 a 135 granos por panícula. El tercer grupo estadístico se formó con los híbridos no. 8 (IR46830A/IR50), no. 11 (Navolato A71) los cuales son estadísticamente iguales a los híbridos nos. 3, 2, 12,

TABLA 4. Significancia estadística del peso de 1000 semillas de 13 híbridos y variedades evaluados.

No.de Orden	No.de Var.	Híbrido/Varietal	Peso de 1000 Semillas (g)	Sig. Estadística Duncan 5%
1	5	Zhen Shan 97A/Iri 347	30	a
2	3	Wei You 64	29	a
3	12	Culiacán A82	27	a b
4	6	Zhen Shan 97A/Milyang 54	27	a b
5	13	Sinaloa A80	25	a b c
6	1	IR21845-90-3A/IR54	25	a b c
7	9	IR64 (International Check)	25	a b c
8	4	IR46828 A/Milyang 54	24	b c
9	2	IR46830 A/IR43292-5-3	24	b c
10	10	CICA 6	24	b c
11	11	Navolato A71	23	b c
12	7	IR46830 A/IR13292-5-3	22	c
13	8	IR46830 A/IR 50	22	c

7, 4, 1 y 10. El último grupo estadístico se formó con el testigo internacional IR64 el cual es estadísticamente igual a los híbridos nos. 12, 7, 4, 1, 10, 8 y 11 (Tabla 5).

El análisis de varianza y la prueba de rangos múltiples de Duncan aplicados a los datos de rendimiento y sus componentes, se basaron en la metodología explicada por Gómez y Gómez (1976).

TABLA 5. Significancia estadística del número de granos por panícula de 13 híbridos y variedades evaluados.

No.de Orden	No.de Var.	Híbrido/Variedad	No.de granos por panícula	Sig. Estadística Dúncan 5%
1	5	Zhen Shan 97A/Iri 347	139	a
2	6	Zhen Shan 97A/Milyang 54	135	b
3	13	Sinaloa A80	127	b
4	3	Wei You 64	124	b c
5	2	IR46830A/IR13292-5-3	124	b c
6	12	Culiacán A82	123	b c d
7	7	IR46830 A/IR13292-5-3	118	b c d
8	4	IR46828 A/Milyang 54	112	b c d
9	1	IR21845-90-3A/IR54	106	b c d
10	10	CICA 6	106	b c d
11	8	IR46830A/IR50	94	c d
12	11	Navolato A71	93	c d
13	9	IR64 (International Check)	92	d

## DISCUSION

En términos generales los híbridos resultaron ser mas precoces que las variedades utilizadas como testigos. Entre los testigos, la variedad mas precoz fue CICA 6 con 122 días a madurez; exceptuando al híbrido IR-21845-90-3A/IR54 que maduró en 134 días, los híbridos restantes superaron en precocidad a CICA 6 en un mínimo de 5 días y en un máximo de 12 días (Tabla 3). Esta condición de heterosis ha sido reportada por varios autores tales como Namboodiri (1963), Karunakaran (1968) y Mallick et. al. (1978) (Todos citados por Virmani et. al. 1981).

Con respecto a la longitud de la panícula este carácter parece ser que es uno de los componentes del rendimiento en el que es más difícil observar heterosis ya que en la literatura revisada se mencionan otros componentes donde ésta condición si se manifiesta. La longitud de panícula observada entre los testigos e híbridos evaluados están entre 20 y 23 centímetros lo cual es una diferencia reducida y que pudo haber influido en la significancia entre tratamientos.

Con respecto al número de panículas por metro cuadrado, los datos de la Tabla 3 indican diferencias apreciables entre híbridos y variedades testigos, sin embargo no hubo significancia estadística entre el germoplasma evaluado. Esta situación puede obedecer a un relativamente alto coeficiente de variación (C.V.=25.6%) observado en el análisis de varianza de la Tabla 5A. Además que no parece ser un carácter muy estable como uno de los responsables del rendimiento total ya que en ninguna de las referencias disponibles sobre arroz híbrido lo mencionan. En 1981 Virmani et. al. observaron heterosis negativa para número de panículas por metro cuadrado, pero en combinaciones que mostraron heterosis positivas para el valor pa--

rental medio y mejor progenitor en rendimiento, este fué sobre-compensado por heterosis positiva en el carácter número de semillas por panícula.

Con respecto al peso de 1000 semillas de los trece cultivares evaluados si hubo diferencias apreciables y significativas predominando la heterosis para tal carácter en los híbridos Zhen Shan 97A/Iri 347 y Wei You 64 (Tabla 4). Resultados de estudios realizados por Pillai (1961), Namboodiri (1963), Mohanty y Mohapatra (1973), Saini et. al. (1974), Davis y Rutger - (1976), y Chang et. al. (1973). (Todos citados por Virmani et. al., 1981), Carnahan et. al. (1972) y Virmani and Edwards (1983) indican que el peso de la semilla es un componente del rendimiento en el que se observa heterosis, lo cual coincide con nuestros resultados.

En el caso particular de nuestro estudio el número de granos por panícula fué otro componente del rendimiento en el que se observó diferencia significativa entre tratamientos (Tabla 5), condición común en estudios de heterosis reportados por Pillai (1961), Namboodiri (1963), Chang et. al. - (1973), Davis y Rutger (1976), Khaleque et. al. (1977) (Todos citados por Virmani et. al. 1981), Carnahan et. al. (1972), Virmani y Edwards (1983).

Con respecto al rendimiento, en términos generales puede decirse que las variedades testigo superaron a la gran mayoría de los híbridos evaluados (Tabla 3), observándose que la variedad testigo Sinaloa A80 fué el máximo rendidor; sin embargo al medir el rendimiento en términos de productividad diaria (kg/día) el híbrido Zhen Shan 97A/Iri 347 rindió 46.7 - - kg/día superando a este testigo (41.2 kg/día) en 5.5 kg/día.

Los híbridos en general tuvieron un rango de productividad diaria de 19.1 a 46.7 kg/día, por otra parte el rango de las variedades testigo fué

de 30.5 a 41.2 kg/día. Se considera que con híbridos formados localmente - estos niveles de productividad diaria pueden elevarse a un poco mas de 100 kg/día ya que hay evidencias que en China Popular el rendimiento mas alto- obtenido con híbridos de 115 días a madurez ha sido de 12.8 ton/ha (Virmani et. al. 1981, Virmani and Edwards 1983). Esta situación debe siempre observarse debido a la ventaja que los híbridos manifiestan en necesitar menor número de días para alcanzar su madurez y en términos futurísticos o - de planeación es importante debido a que permitirían un uso más dinámico - de la tierra, cosechándose mas cultivos por unidad de superficie al año.

## CONCLUSIONES

Entre los 6 híbridos evaluados, exceptuando a IR21845-90-3A/IR54, los restantes resultaron ser mas precoces (109 a 117 días a madurez) que los testigos con los cuales se compararon (122 a 131 días a madurez)

En términos generales todas las variedades utilizadas como testigo su peraron en producción a los híbridos, exceptuando al híbrido Zhen Shan 97A/Iri 347 el cual rindió 77 kg menos que la variedad Sinaloa A80 (5402 kg/ha), máximo rendidora.

Desde el punto de vista de productividad diaria (rendimiento/no. de días a madurez) el híbrido Zhen Shan 97A/Iri 347 fué el mas eficiente (46.7 kg/día) que el resto del germoplasma, superando en 5.5 kg/día a la variedad testigo mas rendidora (Sinaloa A80).

Entre los componentes del rendimiento, el peso de 1000 semillas y nú mero de semillas por panícula se vieron mas fuertemente influenciados por la heterosis de los híbridos, de esto se derivó su significancia estadística entre los tratamientos (Tablas 4 y 5).

Entre los híbridos y variedades, el híbrido Zhen Shan 97A/Iri 347 resultó ser el mas sobresaliente, ya que ocupó el primer lugar en productividad diaria (46.7 kg/día), peso de 1000 semillas (30 g.) y número de semillas por panícula (139) según puede observarse en las Tablas nos. 3, 4 y 5.

Aunque es posible la producción comercial de arroz híbrido en México, particularmente en el Estado de Sinaloa, los híbridos evaluados en el presente estudio no superan en la magnitud deseada a las mejores va--

riedades comerciales para hacer atractivo su uso. El punto de referencia del híbrido deseado estaría basado en superar en alrededor del 30% del rendimiento potencial de la mejor variedad el cual es de 7.0 toneladas por hectárea.

Para cumplir con lo anterior, tal vez como estrategia se requiere continuar introduciendo y evaluando híbridos y a la par formar híbridos locales que ofrezcan mayores posibilidades de una buena adaptación y un potencial de rendimiento superior al de las variedades locales que vislumbren a futuro la producción comercial de arroces híbridos en México.

## RESUMEN

En China Popular actualmente se practica la producción comercial de arroz en alrededor de 15 millones de hectáreas; con arroces híbridos, con rendimiento superior de un 30% que el de las variedades mejoradas. Por esta razón se consideró importante introducir y evaluar los arroces híbridos en México, lo cual permitirá definir las perspectivas futuras de su explotación.

Se evaluaron en un ensayo comparativo de rendimiento ocho híbridos - una variedad internacional y cuatro variedades locales. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, el tamaño de la parcela -- fué de ocho surcos de cinco metros de largo espaciados entre sí cada 25 cm; la siembra fué realizada en suelo seco y en forma directa depositando dos semillas cada 25 cm; lo cual equivalió a una densidad de ocho kg/ha.

El experimento se realizó en los terrenos del Campo Agrícola Experimental del Valle de Culiacán (CAEVACU) localizado en 24° latitud norte 107 oeste.

El manejo agronómico referente a riegos, control de maleza y fertilización se hizo de acuerdo a las recomendaciones dadas por el CAEVACU para el arroz comercial.

Se tomaron datos de los híbridos y variedades de 14 caracteres agronómicos tales como: días a floración y madurez, longitud de panícula, número de panícula por metro cuadrado, altura de la planta, resistencia al acame y a las enfermedades causadas por los hongos Pyricularia oryzae y Helminthosporium oryzae, aceptabilidad fenotípica, ejerción de la panícula, tipo de grano, peso de 1000 semillas (P 1000 S) número de granos por panícula (NGP) y rendimiento (kg/ha); para el cálculo del rendimiento se

determinó la humedad del grano y se ajustó al 14%.

Se aplicó un análisis de varianza para el rendimiento y sus componentes, indicados anteriormente. Solo hubo significancia estadística para los caracteres; rendimiento, número de granos por panícula y peso de 1000 semillas, razón por la cual se procedió a aplicar la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% habiéndose definido grupos estadísticos para cada carácter.

La variedad Sinaloa A80 fué la más rendidora ( 5402 kg/ha ) seguido por el híbrido Zhen Shan 97A/Iri 347 (5325 kg/ha), Culiacán A82 (5079 kg/ha), IR64 (4859 kg/ha), Navolato A71 (4806 kg/ha) las cuales corresponden al primer grupo estadístico de seis de acuerdo a la prueba de Duncan.

En términos de productividad diaria calculada por la relación  $\text{kg ha}^{-1}/\text{No. días a madurez}$ , el híbrido Zhen Shan 97A/Iri 347 (46.7 kg/día) fué el más eficiente superando a Sinaloa A80 (41.2 kg/día) en 5.5 kg/día.

En términos generales, los híbridos fueron más precoces que las variedades ya que maduraron en promedio de 115 días contra 128 días respectivamente.

Con respecto al rendimiento y sus componentes, el híbrido Zhen Shan 97A/Iri 347 fué el más consistente de todo el germoplasma evaluado, ya que ocupó el segundo lugar en rendimiento y el primero en productividad diaria, número de granos por panícula y peso de 1000 semillas.

El presente estudio y previos realizados, indican la factibilidad de producir comercialmente arroces híbridos agrónomicamente hablando.

sín embargo se requiere la formación de híbridos locales que se adapten a nuestras condiciones ecológicas y que superen al potencial de rendimiento de las variedades locales de arroz en alrededor de un 30% , lo cual hará económicamente atractivo para el productor la explotación de estos arroces.

## SUMMARY

In China, at the present time, the commercial rice farming is carried out in 15 million hectares. Using hybrid rice, with outyields in 30% -- the improved varieties.

For this reason it was considered of importance to introduce in to Mexico the hibrid rice and evaluate its performance, wich will allow to define the future perspectives of its production.

Eight hybrid varities, an international variatie and four national - varieties were evaluated in this comparative experiment, using three repetitions in a random blok design.

The parcel dimentions were eight five meter long furrows, spaced --- 0.25 ml between each forrow the seeding was carriedout in dry soil, put--- ting two seed each 0.25 mt thus the seeding density was eight kg/ha.

This experiment took place at the Culiacan Valley's Agricultural Experimental station CAEVACU located at 24°North latitud and 107°longitud West.

The agricultural practices regarding to watering weed control and - fertilization were made following the CAEVACU recomendations for commercial rice planting.

Data of 14 agronomic traits suchas: flowering age, maturity age, -- panicle lenght, panicles per square meter, plant height, leying resistance, resistance to fungi origned diseases such as Pyricularia oryzae - and Helminthosporium oryzae phenotipic acceptability, panicle exertion - seed type, weight of 1000 seeds (W 1000 S), seeds per panicle and yield (kg/ha), were collected from both the hybrid varieties and the other varieties.

To calculate the yielding, the humidity was determined and adjusted to 14%.

The previous yielding data and its components were analyzed by means of an ANOV. Significant statistical difference was found only for: yield, seeds per panicle and 1000 seeds weight, for this reason a multiple range Duncan test was applied at five percent level, having defined statistic - groups for each trait.

Sinaloa's A80 variety had the best yield (5402 kg/ha) followed by: - the hybrid variety Zhen Shan 97A/Iri 347 (5325 kg/ha), Culiacan A 82 (50\_79 kg/ha), IR 64 (4859 kg/ha), Navolato A 71 (4806 kg/ha); All of them -- belonging to the first of six statistical groups according to Duncan test's results.

In daily productivity terms estimated by the relation of kg per hectare /days to maturity, the hybrid variety Zhen Shan 97A/Iri 347 (46.7 kg/day), was the most efficient overpassing Sinaloa's A 80 variety (41.2kg/day).

Generally talking, the hybrid varieties were more precocious than - the other varieties having reached maturity at 115 days versus 128 days to maturity of the non hybrid varieties.

Respecting to yield and its components, the hybrid variety Zhen -- Shan 97A/Iri 347 was the most consistent of all the evaluated germoplasm since it ranked second in yield and first in daily productivity, seeds - per panicle and 1000 seeds weight.

This work, the same as previous experiments indicate the feasibility of commercial production of hybrid rice in agronomical terms although

The development of hybrid adapted to our ecological conditions and - with a 30% higher yielding potential than the local varieties is required in order to economically attract the producers to use the hybrid rice varieties.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Akbar, M. y T. Yabuno. 1975. Breeding for Saline Resistant Varieties of Rice III. Response of  $F_1$  Hibrids to Salinity in Reciprocal Crosses Between Jhona 349 and Magnolia. Jpn. J. Breed. 25:215-220.
- Anonymous 1977. Rice Breeding in China Int. Rice Res. Newsl. 2(5):27-28.
- Armenta Soto J. L. et. al. 1984. Como Cultivar Arroz en los Valles de Culiacán y San Lorenzo. Folleto para Productores No. 16, Mayo de 1984. SARH-INIA, CIAPAN, CAEVACU, CPIPEAS. Culiacán, Sin. Méx. 19 p.
- Athwal, D. S. y S. S. Virmani. 1972. Cytoplasmic Male Sterility and Hybrid Breeding in Rice. In. Rice Breeding, Int. Rice Res. Inst., Los Baños, Laguna, Philippines, p. 615-620.
- Carnahan, H. L., J. R. Erickson, S. T. Tseng y J. N. Rutger. 1972. Outlook for Hybrid Rice in USA. In. Rice Breeding, Int. Rice Res. Inst., Los Baños, Philippines, p. 603-60.
- Chang, W. L., E. H. Lin, y C. H. Yang 1971. Manifestation of Hybrid Vigour in Rice. J. Taiwan Agric. Res. 20 (4): 8-23.
- Erickson, J. R. 1969. Cytoplasmic Male Sterility in Rice (Oryza sativa L.). Agron. Abstr. p. 6.
- Fansco, S. y F. L. Peterson, 1968. Hybrid Vigour in a Seven Parent Diallel Cross in Common Wheat (T. aestivum L.) Crop. Sci. 8:85-88.
- Gomez K. A. y A. A. Gomez 1976. Statistical Procedures for Agricultural Research with Emphasis on Rice. The International Rice Research Institute. Los Baños, Laguna, Philippines. 294 p.

- Idsumi, Y. 1937. Investigations in Heterosis of Rice Plants. Plant Breed. Abstr. 7:1265.
- International Rice Research Institute y Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1983. Sistema de Evaluación Estandar para Arroz. Traducción del Inglés y Adaptación a América Latina por Manuel Rosero. CIAT, Cali, Colombia, 61 p.
- Jones, J. W. 1926. Hybrid Vigour in Rice. J. Am. Soc. Agron. 18:423-428.
- Li, P. H. 1977. How we Studied Hybrid Rice. Acta Bot. Sin. 19:7-10 ( en Chino, con resumen en Inglés).
- Lin, S. C. y L. P. Yuan. 1980. Hybrid Rice Breeding in China. In. Innovative Approaches to Rice Breeding, Int. Rice Res. Inst., Los Baños, Philippines. pp. 35-51.
- Lu, Y. K. 1979. The Hybrid Rice in China. People Republic of China, Mimeographed paper. 19 p. No publicado.
- Mcdonald, D. J., E. C. Gilmore y J. W. Stansel. 1971. Heterosis for Rate of Gross Photosynthesis in Rice. Agron. Abstr. p. 11-12.
- Medina, Ch. S. 1985. Informe de Asistencia al Curso de Adiestramiento sobre Evaluación y Utilización Genética (GEU) Efectuado en el Instituto Internacional de Investigación de Arroz (IRRI), Los Baños, Filipinas. SARH, INIA, CIAPAN, CAEVACU, Culiacán, Sin. Méx. 35 p.
- Nayak, P., S. N. Ratho, K. M. Sahoo y R. N. Misra. 1978. Diallel Analysis of Bacterial Leaf Blight Resistance in Rice. II/ Combining Ability and Heterosis. Riso. 27: 27 -31.

- Ramiah, K. y M. B. V. N. Rao. 1953. Rice Breeding and Genetics. ICAR Scientific Monograph No. 19, New Delhi (India). 360 p.
- Shinjyo, C. y T. Omura. 1966. Cytoplasmic Male Sterility and Fertility Restoration in Rice. (Oryza sativa L.) Sci. Bull. Coll. Agric. Univ. Ryukyus. 22: 1-57.
- Shinjyo, C. 1969. Cytoplasmic Genetic Male Sterility in Cultivated Rice. Oryza sativa L. II. The Inheritance of Male Sterility. Jpn. J. Genet. 44: 149-156.
- Shinjyo, C. 1972a. Distribution of Male Sterility Inducing Cytoplasm and Fertility Restoring Genes in Rice. I. Commercial Lowland Rice Cultivated in Japan. Jpn. J. Genet. 47 (4): 237-243.
- Shinjyo, C. 1972b. Distribution of Male Sterility Inducing Cytoplasm and Fertility Restoring Genes in Rice. II. Varieties Introduced From Sixteen Countries. Jpn. J. Breed. 22: 329-333.
- Shinjyo, C. 1975. Genetical Studies of Cytoplasmic Male Sterility and Fertility Restoration in Rice, Oryza sativa L. Sci. Bull. Coll. Agric. Univ. Ryukyus. 22: 1-57.
- Sneep, J., A. J. T. Hendriksen. y O. Holbek (Eds.). 1979. Plant Breeding and Perspectives. Edit. PUDOC, Wageningen, The Netherlands. (Holland). p. 173-174.
- Stansel, J. W. y J. P. Craigmiles. 1966. Hybrid Rice: Problems and Potentials. Rice J. 69 (5): 14-46.

- Swaminathan, M. S., E. A. Siddiq y S. D. Sharma. 1972. Outlook for Hybrid Rice in India. In. Rice Breeding, Int. Rice Res. Inst., Los Baños, Philippines, p. 609-613.
- Virmani, S. S., R. C. Chaudhary y G. S. Khush. 1981. Current Outlook on Hybrid Rice. *Oryza*. 18:67-84.
- Virmani, S. S. e I. B. Edwards. 1983. Current Status and Future Prospects for Breeding Hybrid Rice and Wheat. In. Advances in Agronomy 36: 145-214.
- Watanabe, Y. 1971. Establishment of Cytoplasmic and Genetic Male Sterile Lines by Means of Indica Japonica Cross. *Oryza* 8(2):9-16.
- Weeraratna, H. 1954. Hybridization Technique in Rice. *Trop. Agric. (Colombo)* 110:93-97.
- Yuan, L. P. 1966. A Preliminary Report on the Male Sterility in Rice. *Science Bull.* 4:32-34 (En Chino con resumen en Inglés).

ESTA NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## A P E N D I C E

TABLA 1A. Análisis de varianza del rendimiento de  
13 híbridos y variedades evaluados.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tabular	
					5%	1%
Trat.	12	47607081.75	396725.81	22.3**	2.18	3.03
Bloq.	2	304965.50	152482.75	0.86		
Error	24	4262159.00	177589.96			
Total	38	52174206.25				
C.V. = 10.88%		Error Estandar = 243.30				

TABLA 2A. Análisis de varianza del peso de 1000 semi-  
llas de 13 híbridos y variedades evaluados.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tabular	
					5%	1%
Trat.	12	207.67	17.30	5.01**	2.18	2.03
Bloq.	2	28.39	14.19	4.11	3.46	5.61
Error	24	82.81	3.45			
Total	38	318.87				
C.V. = 7.42%		Error Estandar = 1.07				
** Significancia estadística al 1% de probabilidad.						

TABLA 3A. Análisis de varianza del número de granos por panícula de 13 híbridos y variedades evaluados.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tabular	
					5%	1%
Trat.	12	9037.59	753.13	2.83*	2.18	3.03
Bloq.	2	512.54	256.27	0.96		
Error	24	6370.89	265.45			

Total 38 15921.02

C.V. = 14.20% Error Estandar = 9.41

\* Significancia estadística al 5% de probabilidad.

TABLA 4A. Análisis de varianza de la longitud de panículas de 13 híbridos y variedades evaluados.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tabular	
					5%	1%
Trat.	12	35.79	2.98	1.54 n.s.	2.18	3.03
Bloq.	2	0.39	0.19	0.10		
Error	24	46.31	1.91			

Total 38 85.49

C.V. = 6.53% Error Estandar 0.80

n.s. = No significativa

TABLA 5A. Análisis de varianza del número de panículas por metro cuadrado de 13 híbridos y variedades evaluados.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tabular	
					5%	1%
Trat.	12	72924.77	6077.06	1.16 n.s.	2.18	3.03
Bloq.	2	2535.44	1267.72	0.24		
Error	24	125841.23	5243.38			

Total 38 201301.44

C.V. = 25.6% Error Estandar = 41.80

n.s. = No significativa

TABLA 6A. Escalas utilizadas para la evaluación de algunos caracteres agronómicos en plantas de arroz.

---

Volcamiento, Acame, Tumbada (Lg)

---

Asegúrese de que el volcamiento no está influenciado por plantas de parcelas adyacentes.

Tiempo de evaluación: estados de crecimiento 8 y 9.

Aplicación de la escala:

- 1 Tallos fuertes. Sin volcamiento.
- 3 Tallos moderadamente fuerte. La mayoría de las plantas (más del 50%) presenta tendencia al volcamiento.
- 5 Tallos moderadamente débiles. Plantas moderadamente volcadas en su mayoría.
- 7 Tallos débiles. La mayoría de las plantas casi caídas.
- 9 Tallos muy débiles. Todas las plantas volcadas.

Exerción de la panícula (Exs)

La inhabilidad de las panículas para emerger completamente de la hoja bandera se considera comunmente como un defecto genético. Los factores ambientales y las enfermedades pueden contribuir a este defecto.

Tiempo de evaluación: estados de crecimiento 7 a 9.

Aplicación de la escala:

- 1 todas las panículas con buena exerción.
- 3 Panículas con exerción moderada.
- 5 Panículas con exerción casi definida.
- 7 Panículas con exerción parcial.
- 9 Panículas sin exerción.

## Continuación Tabla 6A.

---

 Volcamiento, Acame, Tumbada (Lg)
 

---

## Aceptabilidad fenotípica (PACP)

La evaluación del material se hace subjetivamente, de acuerdo con los objetivos de mejoramiento para cada localidad específica; por lo tanto la calificación debe reflejar las condiciones del material con respecto a las características que tienen valor para la localidad.

Tiempo de evaluación: estados de crecimiento 7 a 9.

## Aplicación de la escala:

- 1 Excelente
- 3 Buena
- 5 Regular
- 7 Pobre o mala
- 9 Inaceptable

 Pyricularia en el cuello de la panícula y en los nudos (NBl) (*Pyricularia oryzae*)

Síntomas: Panículas con lesiones necróticas en el cuello y las ramificaciones; frecuentemente están quebradas en el punto de la infección, en cuyo caso son de color grisáceo y parcial o totalmente vanas.

Tiempo de evaluación: estados de crecimiento 7 y 8.

## Aplicación de la escala:

Se hace según el porcentaje de panículas o de nudos afectados, así:

- 0 Sin infección.
- 1 Menos del 1%. Pocas ramificaciones secundarias afectadas.
- 3 1-5%. Varias ramificaciones secundarias afectadas.

## Continuación Tabla 6A.

## Volcamiento, Acame, Tumbada (Lg)

		o ramificación principal afectada.
5	6-25%	Eje o base de panícula parcialmente afectada.
7	26-50%	Eje o base de panícula afectada totalmente con más del 30% de grano - lleno.
9	51-100%	Base de panícula o entrenudo superior afectado totalmente con menos.

Helminthosporiosis (Bs) [*Cochliobolus - miyabeanus* [*Bipolaris oryzae*]]

Antes: *Helminthosporium oryzae* y *Dreschlera oryzae*.

Síntomas: Las manchas típicas de la hoja son pequeñas, ovaladas o circulares y de un color café oscuro. Las lesiones más grandes son generalmente del mismo color en los bordes pero tienen un centro pálido, usualmente grisáceo. La mayoría de las manchas tienen un halo amarillo claro alrededor del borde exterior.

Tiempo de evaluación: estados de crecimiento 6 a 9.

Aplicación de la escala:

Se hace según área foliar afectada

0 Ninguna lesión

1 Menos del 1%

3 1 - 5%

5 6 - 25%

7 26 - 50%

9 51 - 100%