



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores "Cuautitlan"

12  
2 ej

**EVALUACION AGRONOMICA Y  
FITOPATOLOGICA DE 17 LINEAS AVANZADAS  
Y 7 VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)  
BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN LA  
CUENCA BAJA DEL PAPALOAPAN**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA  
**P R E S E N T A**

**José Luis García Angulo**

Asesor de tesis:  
**ING. M. C. JESUS ABEL FLORES GAXIOLA**



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.

## C O N T E N I D O

	PAG.
I.- RESUMEN	
II.- INTRODUCCION	1
III.- REVISION DE LITERATURA	3
1.- Aspectos generales del cultivo del arroz	3
1.1 Origen y taxonomía	4
1.2 Morfología de la planta de arroz	5
2.- Condiciones agroclimáticas para el cultivo de arroz de temporal	6
3.- Características morfoagronómicas del arroz de temporal	9
4.- Adaptabilidad fisiológica y morfológica de las variedades de arroz al clima	12
5.- Principales parámetros para el mejoramiento genético del arroz de temporal	14
6.- Problemática del cultivo de arroz de temporal en la Cuenca Baja del Papaloapan	18
7.- Enfermedades del cultivo del arroz en Veracruz	
La Quema del Arroz <u>Pyricularia oryzae</u> Cav.	21
7.1 Características del patógeno	21
7.2 ciclo de vida de la "quema del arroz"	23
7.3 Factores que influyen en el desarrollo de la enfermedad	26
7.4 Razas patogénicas y variabilidad	27
7.5 Resistencia del arroz al patógeno	29
Escala de la Hoja <u>Rhynchosporium oryzae</u>	35
7.6 Generalidades	35
7.7 Síntomas	36
7.8 Factores que afectan la enfermedad	37

7.9 Resistencia del arroz al patógeno	PAG. 37
IV.- MATERIALES Y METODOS	38
1.- Descripción de la zona de estudio	38
1.1 Localización	38
1.2 Clima	38
1.3 Vegetación	40
1.4 Suelos, Geología y Relieve	41
2.- Diseño, tratamientos y características de la parcela experimental	42
3.- Prácticas culturales	42
4.- Parámetros de evaluación	44
V.- RESULTADOS	53
VI.- DISCUSION	67
VII.- CONCLUSIONES	70
VIII.- LITERATURA CITADA	71
IX.- APENDICE	77

## INDICE DE CUADROS

	PAG.
CUADRO 1. Relación de genotipos de arroz evaluados, su origen y algunas de sus características agronómicas	43
CUADRO 2. Evaluación de altura de la planta	45
CUADRO 3. Escala de evaluación de resistencia al acame	45
CUADRO 4. Escala de evaluación de forma de grano	45
CUADRO 5. Escala de evaluación de resistencia a piricularia en hoja	46
CUADRO 6. Escala de evaluación de resistencia al escalado de la hoja. <u>Rhynchospo<sup>r</sup>ium oryzae</u>	48
CUADRO 7. Escala de evaluación de resistencia a piricularia en cuellos y panículas	51
CUADRO 8. Escala para establecer la calidad molinera y culinaria del grano de arroz	52
CUADRO 9. Principales características agronómicas y resistencia a enfermedades de 17 líneas y 7 variedades de arroz " La Esperanza " Mpio. de Cosamaloapan, Ver.	56

- CUADRO 10. Analisis de la calidad molinera y culinaria de los materiales evaluados en " La Esperanza, Mpio. de Cosamaloapan, Ver. 57
- CUADRO 11. Principales características agronómicas y resistencia a enfermedades de 17 líneas y 7 variedades de arroz Loma Bonita, Oax. 60
- CUADRO 12. Analisis de la calidad molinera y culinaria de los materiales evaluados en Loma Bonita, Oax. 61
- CUADRO 13. Principales características agronómicas de 17 líneas y 7 variedades de arroz. Medias Aguas, Mpio., de Sayula de Alemán, Ver. 64
- CUADRO 14. Analisis de la calidad molinera y culinaria de los materiales evaluados en Medias Aguas Mpio., de Sayula de Alemán, Ver. 65
- CUADRO 15. Características agronómicas y reacción a enfermedades de los genotipos de arroz que mejor comportamiento mostraron en tres localidades de la Cuenca Baja del Papaloapan. 66

## INDICE DE GRAFICAS

	PAG.
GRAFICA 1. Precipitación y temperatura media en " La Esperanza " Mpio., de Cosamaloapan, Ver. 1982	54
GRAFICA 2. Precipitación y temperatura media en Loma Bonita, Oax., 1982.	58
GRAFICA 3. Precipitación y temperatura media en "La Florencia", Mpio., de Sayula de Alemán, Ver. 1982.	62

## INDICE DE FIGURAS

	PAG.
FIGURA 1. Estados productores de arroz en México y área infectada por <u>Pyricularia oryzae</u>	20
FIGURA 2. Localización de la Cuenca del Papaloapan	39
FIGURA 3. Area foliar afectada y los correspondientes niveles de severidad para <u>Pyricularia oryzae</u> en hoja.	47
FIGURA 4. Area foliar afectada y los correspondientes niveles de severidad para <u>Rhynchosporium</u> <u>oryzae</u>	49



## INDICE DEL APENDICE

Cuadro No.		PAG.
A 1	Producción de arroz palay de 1975 a 1981 en el distrito de temporal No. VII, Bajo Papaloapan.	78
A 2	Superficie y producción de arroz en el distrito de temporal No. VII en los ciclos P-V 1980 y P-V 1981	79
A 3	Análisis de varianza del experimento establecido en La Esperanza, Mpio., de Cosamaloapan, Ver.	80
A 4	Análisis de varianza del experimento establecido en Loma Bonita, Oax.	81
A 5	Análisis de varianza del experimento establecido en Medias Aguas, Mpio., de Sayula de Alemán, Ver.	82

## 1.- RESUMEN

Un problema general en la mayoría de las zonas arroce-  
ras de temporal es la falta de variedades propias para estas  
condiciones.

El presente trabajo se realizó ante la necesidad de  
contar con variedades mejoradas que presenten característi-  
cas agronómicas y de calidad, que presenten tolerancia a  
factores adversos como sequía, enfermedades, acame, etc.,  
para tal fin se evaluaron líneas y variedades de arroz; se  
leccionando aquellas con características deseables y que  
se adapten a las condiciones ambientales de la región.

El estudio se efectuó en tres localidades, dos en  
la Cuenca Baja del Papaloapan: una de ellas ubicada en el  
municipio de Cosamaloapan en el estado de Veracruz y otra  
en Loma Bonita, Oax. La tercera localidad se ubicó al  
sur del estado de Veracruz en el municipio de Sayula de  
Aleman.

Se evaluaron 24 materiales de los cuales siete fueron  
de origen nacional y 17 extranjeros, se utilizó un diseño  
experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones,  
los parámetros de evaluación fueron: días a madurez, altu-  
ra de la planta, resistencia al acame y a enfermedades  
como p<sup>i</sup>ricularia y escaldado de la hoja, así como rendi-  
miento y calidad de grano.

De acuerdo a los resultados se observaron diferen-  
cias entre los materiales y entre localidades de evaluación;  
la mayoría de los materiales mostraron buen comportamiento  
agronómico a nivel regional. La resistencia en campo a p<sup>i</sup>-  
ricularia varió entre localidades principalmente por condi-  
ciones ambientales que influyeron en el nivel de inciden-  
cia y severidad de la infección al igual que en el escalda-  
do de la hoja.

Los materiales que presentaron mejores características agronómicas, resistencia a Pyricularia oryzae y Rhizosporium oryzae, además de buen rendimiento y calidad fueron: TOX 728-2, TOX 494-5-1-2 consideradas como los materiales más promisorios; Cárdenas A-80 y Campeche A-80 que son los materiales ya liberados con mejor adaptación a las condiciones ambientales de las zonas arroceras de Veracruz.

## II.- INTRODUCCION

El arroz es el cereal más cultivado del mundo después del trigo; constituye la base de la alimentación de los pueblos asiáticos, sobre todo aquellos localizados en el área de incidencia de los monzones.

Este cultivo se produce tanto en áreas bajo riego como de temporal, siendo esta última la más extensa ocupando cerca de la sexta parte del área total cultivada del mundo.

Los rendimientos del arroz de temporal son generalmente bajos: de 0.5 a 1.5 ton/ha en Asia; aproximadamente 0.5 ton/ha en Africa y de 1 a 4 ton/ha en América Latina, esto se debe a diversos problemas tanto físicos como biológicos que limitan la producción del cultivo.

En México el arroz es uno de los cultivos básicos de mayor importancia, ya que ocupa el cuarto lugar después del maíz, trigo y frijol, sembrándose en una superficie aproximada de 200 mil hectáreas con rendimiento medio de 3.3 toneladas; sin embargo tanto la superficie como los rendimientos varían regionalmente.

La principal área de cultivo de arroz de temporal se localiza en el sureste del país, siendo los principales estados productores Campeche, Veracruz y Oaxaca. En el estado de Veracruz se sembraron en 1981 un total de 11,700 ha. de arroz de las cuales alrededor de un 75% se estableció bajo condiciones de temporal; el rendimiento promedio de arroz en el estado fue de 3.0 ton/ha.

Aún cuando en las zonas temporaleras las condiciones climáticas son propicias para el desarrollo de este cereal, es aquí donde se tienen los más serios problemas para obtener una buena producción, las principales limitantes a que se enfrenta el cultivo en el estado son: la falta de variedades que se adapten al medio ambiente regional y a la alta incidencia de enfermedades como la quema del arroz causada por el hongo Pyricularia oryzae. En relación al control de esta enfermedad los medios más utilizados son el empleo de fungicidas y de variedades resistentes, con respecto a los primeros, su alto costo y escasez dificultan llevar a cabo un buen control químico. Con los trabajos de mejoramiento genético del arroz de temporal, se ha buscado incorporar resistencia a Pyricularia oryzae, que es la principal enfermedad que ataca al cultivo en el trópico húmedo. A la fecha se han liberado cinco variedades para su cultivo en áreas temporaleras con precipitaciones superiores a 1500 mm y con buena distribución estas son: Grijalva A-71, Macuspana A-75, Campeche A-80, Champotón A-80 y Cárdenas A-80, de las cuales las tres últimas poseen resistencia vertical a la quema del arroz.

Para las condiciones del estado de Veracruz no se han liberado variedades pero entre los trabajos de selección de líneas y evaluación de resistencia a Pyricularia oryzae, se tiene un grupo de líneas uniformes promisorias con amplio espectro de resistencia a P. oryzae y buen rendimiento.

Estos materiales se están evaluando bajo ensayos repetidos de rendimiento en diferentes localidades para observar su adaptación y resistencia a la enfermedad durante un período mínimo de tres años al término del cual se podrá evaluar su estabilidad en rendimiento y resistencia.

## OBJETIVOS

Los objetivos que se persiguen con el presente trabajo son:

- 1.- Evaluar el comportamiento agronómico de algunas líneas promisorias y variedades de arroz de temporal en diferentes localidades para observar su adaptación.
- 2.- Medir la resistencia en campo de dichos materiales a la infección de Pyricularia oryzae y observar su reacción al escaaldado de la hoja en diferentes localidades.
- 3.- Identificar las líneas y variedades de arroz con mejores características agronómicas, sanitarias y calidad para las zonas arroceras del estado de Veracruz.

## III.- REVISION DE LITERATURA

### 1.- Aspectos generales del cultivo del arroz

Llamamos arroz de temporal al que se cultiva en campos planos o en pendientes, que se siembra en seco y depende del agua de lluvia para obtener humedad.

El arroz es un cultivo cuyo producto comestible es básico en la alimentación de una buena parte de la población del mundo; por lo tanto, está siendo objeto de gran atención en los actuales esfuerzos por mejorar la situación alimentaria mundial.

### 1.1. Origen y Taxonomía

Angladette (1969) mencionó como centro de origen del arroz Oryza sativa L. al sureste de Asia, concretamente en la zona de los grandes Lagos de Camboya. A partir de esta área el arroz se propagó rápidamente. De esta zona fue llevado a China, Corea y de ahí al Japón. Paralelamente, del sur de la India fue llevado a Ceilán de donde fue introducido a la Cuenca Mediterránea; fueron los Arabes quienes lo llevaron a España durante su intervención y posteriormente fue traído al Continente Americano por los conquistadores.

El arroz africano (Oryza glaberrima) tuvo su centro primario de origen en las zonas pantanosas del alto Río Níger, y dos centros secundarios en el sureste cerca de la Costa de Guinea.

A nivel mundial predomina el cultivo de variedades pertenecientes a O. sativa aunque se está incrementando el cultivo de O. glaberrima éste se concentra principalmente en ciertas regiones de Africa. Gran cantidad de líneas de arroz africano se están utilizando como progenitores donantes de resistencia a sequía en numerosos programas de mejoramiento.

Hernández (1978) señaló que el arroz pertenece a la familia Gramineae, a la subfamilia Poacoideaceae y a la tribu Oryceae, la cual comprende 15 géneros. El género Oryza es el único importante de esta tribu; las especies más importantes de este género son: Oryza sativa L. y Oryza glaberrima Steud., las cuales son cultivadas comercialmente.

La especie Oryza sativa comprende tres subespecies o razas geográficas que son: Indica, Japónica y Javánica. El arroz tipo Indica es originario del sureste de Asia, de la Península de Indochina. Este mismo autor señaló que las subespecies Indica se cultiva en mayores superficies que las subespecies, Japónica y Javánica juntas.

En México se siembran únicamente variedades de la raza Indica, cuyo cultivo se inició alrededor de 1521, es decir poco después de la conquista Española.

## 1.2. Morfología de la planta de arroz

La Universidad de Filipinas (1979) describió la planta de arroz como una hierba anual con tallos redondos huecos, hojas bastante planas y panoja terminal. Está adaptada para crecer en suelos inundados, pero puede también hacerlo muy bien en suelos no anegados.

La planta de arroz se divide en: órganos vegetativos que comprenden raíces, tallos y hojas; órganos florales que comprende la panoja que en realidad es una inflorescencia con un conjunto de espiguillas.

Morfológicamente la planta de arroz se compone de un sistema radicular de tipo fibroso, compuesto de radículas y vellos radicales; posee raíces adventicias que se forman en los nudos subterráneos; las raíces se desarrollan muy superficialmente en los primeros 20 cm abajo del suelo. Es una planta herbácea con tallos delgados formados por una serie de nudos y entrenudos ordenados alternadamente.



El nudo lleva una hoja y una yema que puede desarrollarse, para constituir un vástago o renuevo, éstos se desarrollan a partir del tallo principal en orden alterno pueden ser primarios, secundarios y terciarios; al conjunto de renuevos se le denomina macollo. La hoja del arroz está constituida por una vaina foliar y limbo este último es largo, estrecho y plano en general casi siempre pubescente en Oryza sativa y desprovista de vello en Oryza glaberrima. Posee pequeños apéndices o aurículas en forma de oreja, son de tipo plumoso y permiten diferenciar al arroz de otras gramíneas. La panoja es un grupo de espiguillas nacidas en el nudo superior del tallo, está formada por una rama principal o ráquiz de la cual se desarrollan ramificaciones de donde brotan las espiguillas, las cuales están formadas por dos glumas externas (lemas estériles) muy pequeñas, la flor crece por encima de estas glumas y consta de seis estambres y un pistilo; el estigma es una estructura plumosa nacida en el estilo, la flor está cubierta por dos estructuras duras llamadas lema y pálea.

El grano de arroz es un cariósipide formado por la unión de un embrión y endospermo, la lema y la pálea constituyen la cáscara. Al grano de arroz con cáscara se conoce como arroz palay.

## 2.- Condiciones agroclimáticas para el cultivo de arroz de temporal.

Yoshida y Parao (1976) mencionaron que los factores climáticos, como temperatura, radiación solar y precipitación influyen directa e indirectamente en el crecimiento y rendimiento de arroz. Directamente afecta procesos fisiológicos relacionados con la producción de grano, tales como crecimiento vegetativo, formación de órganos de almacenamiento y llenado de grano; e indirectamente afectan el rendimiento de grano a través de la incidencia de plagas y enfermedades.

Estos mismos autores mencionaron que de los factores climáticos, la precipitación pluvial aparece como el parámetro de mayor influencia en el rendimiento del cultivo de secano.

De Datta (1975) asentó que aproximadamente el 80% de la superficie arroceras del mundo, depende de las precipitaciones pluviales el suministro esencial de agua para la producción. En Asia el comienzo de los monzones determina la época de plantación y, por tanto, la radiación disponible durante el período de cultivo. Asimismo, este autor mencionó que con frecuencia, la variación en cantidad y distribución de la precipitación pluvial provoca reducciones graves en la producción de grano en los arrozales alimentados con agua de lluvia.

En Latinoamérica, Brown citado por De Datta (1975) reportó que las condiciones adecuadas para cultivar arroz de temporal son 1000 mm de lluvia anual y 200 mm mensuales durante el ciclo vegetativo de la planta.

De León (1979) mencionó que en la Cuenca del Papaloapan (Distrito de Temporal No. VII) se tiene un promedio anual de 1500 mm de agua (exceptuando la región de Los Tuxtlas); esta precipitación se concentra en los meses de junio a octubre en donde ocurre entre el 80 y 85% de la precipitación anual. Esta cantidad de lluvia se considera suficiente para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo de arroz que se desarrolla en condiciones de temporal. Las lluvias invernales (15-20% del total anual) son escasas y se ven influenciadas por los llamados "nortes".

Mencionó De Datta (1975) que el hecho de que el arroz de temporal se cultive durante la temporada de monzones en días nublados, pone un límite a su rendimiento.

Se dispone de poca información sobre la intensidad de la radiación solar en las áreas donde se cultiva arroz, pero en centros de investigación como el Instituto Internacional para Investigaciones en Arroz (IRRI), localizado en Filipinas, se ha determinado que muchas variedades de arroz han respondido positivamente al aumento de las radiaciones solares durante sus períodos reproductivos, o sea que los rendimientos de grano más altos se obtuvieron al sembrar en fecha más tempranas (al inicio del temporal).

Moomaw et al citado por Yoshida y Parao (1976) demostraron que existe una alta correlación entre el rendimiento de grano y la radiación solar recibida en el período de maduración durante los 45 días anteriores a la cosecha. Esto se debe a que la actividad fotosintética durante este período aumenta.

De Datta (1975) mencionó que en las áreas de temporal, los campos de arroz generalmente se preparan y se siembran al principio de la temporada de lluvias, coincidiendo con la época del año con más horas luz diarias. Esta cantidad de horas luz prácticamente no afecta al cultivo, ya que la mayoría de las variedades con que se trabaja bajo condiciones de temporal no son afectadas por fotoperiodismo.

Por su parte la Universidad de Filipinas (1979) reportó que el cambio de duración en el crecimiento de plantas de arroz es uno de los principales efectos del fotoperiodismo. Para una variedad fotoperiódica sensible dada, cuanto más largo sea el día, tanto más largo será el período de crecimiento. Las longitudes desfavorables del día pueden provocar una floración muy temprana o retrasada, además de irregularidades en la floración, que dan como resultado una madurez no uniforme. Por supuesto, las variedades fotoinsensibles no muestran ninguna respuesta marcada a la longitud del día.

Nishigama (1976) mencionó que el efecto de la temperatura en el crecimiento vegetativo de las plantas de arroz influye considerablemente en procesos fisiológicos como: germinación, crecimiento, enraizamiento y macollamiento. Agrega que algunos procesos fisiológicos de la planta de arroz tales como: germinación y diferenciación panicular pueden ocurrir sobre una amplitud de temperatura de 0°-3°C y 45°-48°C respectivamente. No obstante se observó que los rangos de temperatura favorables para los principales procesos fisiológicos de la planta de arroz van de 15°-18°C y de 30°-33°C.

De León (1979) citó que en el estado de Veracruz, en las zonas arroceras, la temperatura media es alrededor de 26°C, en los meses de junio a octubre, en los que se desarrolla este cultivo, por lo que este factor climático no es una limitante directa para el desarrollo del arroz de temporal; proporciona por otra parte ciertas condiciones que permiten la incidencia y proliferación de algunas plagas y enfermedades que atacan al cultivo.

### 3.- Características morfoagronómicas del arroz de temporal

Chang y Vergara citados por De Datta (1975) mencionaron que las variedades tradicionales de temporal varían menos en sus características morfoagronómicas en comparación con las de riego. La mayor parte de los arroces típicamente tropicales que han sido designados para temporal, son generalmente de tipo alto, de maduración moderadamente temprana, bajos en macollamiento y generalmente tolerantes a la sequía.

#### Características de las plántulas

Hasegawa citado por De Datta (1975), resumió la información de diferentes fuentes para mostrar que durante la

germinación, las variedades de temporal tienden a absorber el agua más rápidamente que las variedades de riego, y producen coleoptilos más cortos y mesocotilos más largos que las variedades de riego.

Indicó también que las variedades tropicales de temporal generalmente emergen más rápido después de la siembra directa y que el desarrollo de las plántulas es más vigoroso, lo que las capacita para competir más efectivamente contra la maleza.

#### Características de la hoja

De Datta (1975) asentó que la mayor parte de las variedades de temporal tienen hojas verde pálido, las cuales son relativamente largas e inclinadas. Tienen áreas foliares grandes debido a la longitud y ancho de las hojas.

Mencionó también que en experimentos en macetas, los fisiólogos del IRRI, encontraron que las variedades de riego tuvieron el doble del número de hojas por mata que las variedades de temporal. Bajo la tensión por sequía, las variedades tradicionales de temporal tuvieron mayor resistencia estomática para el escape del vapor de agua y fueron menos dañadas por las altas temperaturas (53°C) que otras variedades de riego.

#### Habilidad de macollamiento

También De Datta (1975) mencionó que las variedades de temporal tienen una baja capacidad de macollamiento, lo cual limita su potencial de rendimiento en condiciones más favorables de cultivo.

## Duración del crecimiento

Chang citado por De Datta (1975) reportó que la duración del desarrollo en la mayoría de las variedades de temporal varía de 80 a 170 días, añadió que las variedades comunes para temporal no responden fuertemente a las diferencias en fotoperiodismo.

En relación a la altura de planta adulta, el mismo autor mencionó que en las variedades de temporal varía de 80 a 175 cm; estas variedades tienen tallos largos y anchos, además sus hojas y tallos envejecen rápidamente al madurar.

## Sistemas radiculares

Hasegawa citado por De Datta (1975) asentó que en general el sistema radicular de la planta de arroz es de tipo fibroso y se desarrolla a poca profundidad bajo la superficie del suelo, aunque se ha observado que en variedades de temporal crece más en longitud y con mayor grosor al presentarse el estrés de sequía, esta característica hace que la planta de arroz pueda obtener agua de zonas más profundas del suelo.

Concluyó que las combinaciones de dos o más de las siguientes características de la raíz, generalmente se encuentran en las variedades de temporal, lo que las hace resistir la sequía: alta proporción de raíces gruesas; varias raíces muy gruesas y largas; un sistema radicular denso; y una ramificación uniforme de raíces finas en las raíces principales.

#### 4.- Adaptabilidad fisiológica y morfológica de las variedades de arroz al clima.

Vergara (1976) mencionó que en arroz, las características necesarias de la planta para una amplia adaptabilidad a los factores del clima son: insensibilidad a la longitud del día, tolerancia a cambios de temperatura, baja estatura y resistencia a sequía. Con la conjugación de las características anteriores, se pretende aumentar el rendimiento de grano en áreas marginales, como zonas de temporal deficiente, áreas con suelos ácidos, áreas frecuentemente inundadas, áreas con aguas profundas, áreas con bajas temperaturas, etc.; para aumentar la adaptabilidad del cultivo de arroz a estas áreas ha sido necesario seleccionar gran cantidad de líneas y variedades. Nuevas prácticas agronómicas pueden ser probadas para incrementar la adaptabilidad de las variedades de arroz en estas áreas. No obstante, la alteración del genotipo puede ser el mejor método de aumentar la adaptabilidad.

Chang y Oka (1976) asentaron que en general el rango de adaptabilidad de una variedad cultivada puede ser evaluada desde dos puntos de vista: rendimiento medio y estabilidad de rendimiento; llevando a cabo estas evaluaciones bajo un gran número de ambientes. La estabilidad de rendimiento de una variedad puede ser medida por la desviación estándar de los rendimientos en diferentes medios, de esta manera muchas variedades evaluadas se encuentran extensamente distribuidas debido a la amplitud de adaptación, entre ellas se cuentan Taichung native 1 e IR8 (Milagro filipino). La insensibilidad de estas variedades al fotoperíodo ha sido el factor de mayor contribución en su estabilidad de rendimiento, otros atributos pueden ser su intermedia habilidad de macollamiento, su baja respuesta a los cambios de temperatura y alta fertilidad de panículas.

Estos autores mencionaron también que la estabilidad de rendimiento y una amplia adaptación pueden ser mejoradas por la selección consecutiva de progenies híbridas cultivadas en diferentes temporadas de cultivo.

La Universidad de Filipinas (1979) mencionó que sembrando durante la época de los monzones las variedades mejoradas de arroz bien manejadas presentaron rendimientos de 5 a 6 ton/ha de grano, demostrando en esta forma, que es posible obtener grandes rendimientos en los trópicos.

También, este autor mencionó que son muchas las características que deben incorporarse a las variedades de arroz con el fin de satisfacer las exigencias de los agricultores, entre ellas se incluyen: variación en la duración del período de crecimiento para adaptarse a las diversas condiciones que prevalecen en los trópicos, tolerancia a bajas temperaturas, resistencia a enfermedades e insectos, tolerancia a sequía, latencia del grano y mejores características de descascamiento y cocción.

Ayón (1983) mencionó que en la selección de materiales para el estado de Veracruz se buscan plantas de altura intermedia (100-110 cm), de arquitectura compacta o semi-compacta, estabilidad en rendimiento, raíces profundas, enrollamiento foliar, ciclo de madurez de temprano (110-115 días) a medio (130-135 días), así como resistencia al acame y al hongo Pyricularia oryzae y buena calidad molinera y culinaria.



## 5.- Principales parámetros para el mejoramiento genético del arroz de temporal.

Jennings, Coffman y Kauffman (1981) mencionaron que las principales características agronómicas que se toman en cuenta en los programas de mejoramiento del arroz de temporal son: resistencia al acame, vigor vegetativo, macollamiento y tamaño de panícula.

Otros autores además de tomar en cuenta características agronómicas deseables incluyen la resistencia a enfermedades como un parámetro importante para la selección de materiales.

Quintero (1976) reportó que en ensayos de rendimiento establecidos en Quintana Roo para observar resistencia a Pyricularia oryzae y sequía los rendimientos obtenidos fueron bajos observándose que aún bajo condiciones drásticas de sequía y enfermedades, algunos materiales llegaron a producir rendimientos mayores de 2 ton/ha. Esto significa que bajo condiciones adecuadas de humedad, estas líneas pueden elevar sus rendimientos; los mejores materiales fueron: IR2061-427-1-17-7-5, IR2071-559-2-4-6-1, IR2053-1-6-3-1.

Ayón (1977) mencionó que en prueba de variedades de arroz bajo condiciones de temporal en la Cuenca del Bajo Papaloapan, la variedad CICA-4 presentó una amplia adaptabilidad en la zona temporalera debido a que presenta cierta tolerancia a la falta de agua cuando las lluvias escasean, así como moderada resistencia a Pyricularia oryzae. También observó que las variedades Macuspana A-75 y Grijalva A-71 presentan adaptabilidad a las zonas temporaleras las cuales dieron mejores resultados en aquellos lugares de tierras bajas y con precipitaciones pluviales más uniformes (áreas de temporal favorecido).

Flores (1977) mencionó que para formar una variedad mejorada de arroz es necesario combinar en ella diversos aspectos que influyen favorablemente en el rendimiento y calidad del arroz, estos aspectos constituyen los factores de selección entre los que se encuentran: buen tipo de planta; resistencia al acame, hojas erectas para mayor captación de energía luminosa, buen vigor en estado de plántula para mejor competencia con malezas y buen macollamiento, precocidad, ciclo de 100-120 días e insensible al fotoperiodismo, grano largo, de buena calidad molinera y culinaria, con una recuperación de 55% de granos pulidos enteros sobre palay y un buen contenido de amilosa (21-25%) y resistencia a píricularia y desgrane.

Citalan (1977) realizó evaluaciones con líneas y variedades de arroz en Chiapas de 1973 a 1976 para determinar los materiales con mejores características de producción, resistencia a enfermedades y adaptación, observó que los genotipos más destacados tanto en rendimiento como en resistencia a píricularia fueron: la cruza Mamoriaka/IR202-1-RI, las líneas IR2053-205-1-6-3, IR1416-151-5 que rindieron, 5.0, 4.7 y 4.5 ton/ha respectivamente, superando considerablemente a los testigos CICA-4 y Navolato A-71 que rindieron 2.0 y 2.4 ton/ha. Además este autor agregó que todos los materiales evaluados mostraron susceptibilidad al ataque de píricularia en el cuello de la panícula.

Guerrero, Clayton y Alas (1978) reportaron que en un ensayo regional realizado en El Salvador en el que compararon 14 líneas de arroz con 4 variedades testigos bajo condiciones de secano, en cuatro localidades, utilizaron como criterio de selección la resistencia a Pyricularia oryzae y Rhynchosporium oryzae, así como de otras características agronómicas. En los resultados observaron que los mayores rendimientos fueron registrados para las líneas 1340 (7018 kg/ha), 1345 (6637 kg/ha),

y 1341 (6319 kg/ha) además presentaron buena resistencia a las enfermedades anteriormente mencionadas. Los testigos CICA-4, CICA-6, CICA-9 e IR634-8 fueron altamente susceptibles a piricularia y escaldado de la hoja presentando rendimientos no mayores de 4,500 kg/ha.

Orellana et al (1979) utilizaron la metodología del IRR1 en las pruebas de Viveros Internacionales en la región de Matanzas, Cuba para evaluar la resistencia a Pyricularia oryzae de 491 materiales de arroz entre líneas y variedades. De ellas 103 se comportaron resistentes, 190 intermedias y 198 susceptibles. Entre las resistentes destacaron Tetep, IR1544-284-3-5, IR1721-11-5-3-2-3, IR1292-52-3-1, IR759-54-2-2-2 e IR937-72-2-2. En dichos trabajos se observó también que las variedades Alupí e ICA-10 y la línea PNA 12-24-1-2-1 continuaron comportándose intermedias como en años anteriores. De las variedades que se explotan comercialmente en Cuba IR880 y CICA-4 se comportaron susceptibles e intermedias respectivamente. Se estudiaron además 1128 progenies de 88 cru zamientos que se evaluaron para determinar su reacción a piricularia y encontraron que el 12% del material se comportó resistente. Los progenitores que aportaron mayor número de progenies resistentes fueron Tetep, IR833-26-2-2-2, IR1416-131-5, IR1416-128, IR1416-128-5 y CAB-15 entre otros; concluyeron que es necesario continuar probando el material resistente en varias localidades, así como caracterizar las razas patogénicas del hongo.

Deus (1979) evaluó un grupo de variedades y líneas de arroz con resistencia a Pyricularia oryzae en las estaciones experimentales de Guanamón y Los Palacios, Cuba. La metodología utilizada fue la de camas de infección que se emplea en la evaluación de Viveros Internacionales de Arroz.

Las líneas IR1544-340 e IR1529-430 y las variedades tradicionales Gloria y Centuri Patna, presentaron resistencia en las pruebas realizadas en ambas localidades. La variedad CICA-4 usada comercialmente, presentó una reacción moderadamente susceptible en una de las pruebas realizadas en Guanamón, mostrando resistencia en las pruebas restantes. En evaluaciones sucesivas de material genético mostraron variación en la reacción a piricularia dependiendo de la época y localidad, lo que supone presencia de diferentes razas patogénicas.

Martínez (1980) mencionó que en Colombia las condiciones climáticas son altamente favorables para la presencia y diseminación de piricularia; además de que los productores utilizan altas densidades de siembra y excesivas cantidades de nitrógeno, lo cual favorece a esta enfermedad, esto dificulta la obtención de variedades de arroz con resistencia estable a piricularia. Agrega que se han identificado once líneas promisorias las cuales podrían tener resistencia piramidal que consiste en incorporar en una sola variedad varios genes de resistencia; entre las principales líneas están: P1369-4-16M-1-2M-4, P1377-1-15M-4-1M-1, P1392-4-9M-3-3M-3, P1429-8-9M-2-1M-5 y P1264-6-11M-1-13M-4. Los genes de resistencia en dichas líneas provienen de las variedades Colombia 1, Dissi Hatif, C46-15, Tetep y Carreón.

Alvarez (1981) evaluó las características agronómicas y reacción a piricularia de un grupo de variedades de arroz entre las que se encontraba Caribe, PNA-2, IR1529, CICA-4, IR880, Naylam y PNA-3 observó que los materiales que destacaron fueron las variedades Caribe, IR1529 e IR880. Por lo que recomienda estas variedades como muy estables tanto desde el punto de vista agrícola como industrial.

Orellana (1981) asentó que en pruebas realizadas con líneas y variedades de arroz para resistencia a *P. oryzae* en Cuba los materiales más destacados fueron: IR759-54-2-2-2, P896-8-7-3-2-1, Dawn, P921-85-16-6 y Caloro, los cuales serán usados como progenitores donantes de resistencia.

#### 6.- Problemática del cultivo de arroz de temporal en la Cuenca Baja del Papaloapan.

Hernández (1976) reportó que un problema general en las zonas arroceras de temporal es la falta de variedades propias para estas condiciones.

En el área arroceras de la Cuenca Baja del Papaloapan se han venido cultivando variedades de arroz propias de zonas de riego, como son la CICA-4, Sinaloa A-68, etc., o bien variedades de temporal muy favorecido como es el caso de Grijalva A-71 y Macuspana A-75, que debido a sus grandes requerimientos de humedad bajan notablemente sus rendimientos cuando existe un déficit de agua por la irregularidad de las lluvias y la poca capacidad de los suelos de retener este elemento; además son presa de enfermedades como la quema del arroz y de algunas plagas, que merman aún más su rendimiento.

Esqueda (1982) asentó que los daños que causan las malas hierbas al cultivo de arroz no se reducen únicamente a las materias nutritivas que toman del suelo, sino es más importante considerar el consumo de agua en las áreas temporales, pues la maleza tiene por lo general mayor superficie evaporante que los cereales, compiten también por luz y espacio y también, son huéspedes alternantes de enfermedades y plagas que atacan al cultivo. Este mismo autor señaló que mediante levantamientos ecológicos realizados en la Cuenca Baja del Papaloapan, encontró que las principales malas hierbas presentes en el cultivo de arroz fueron: coquillos y

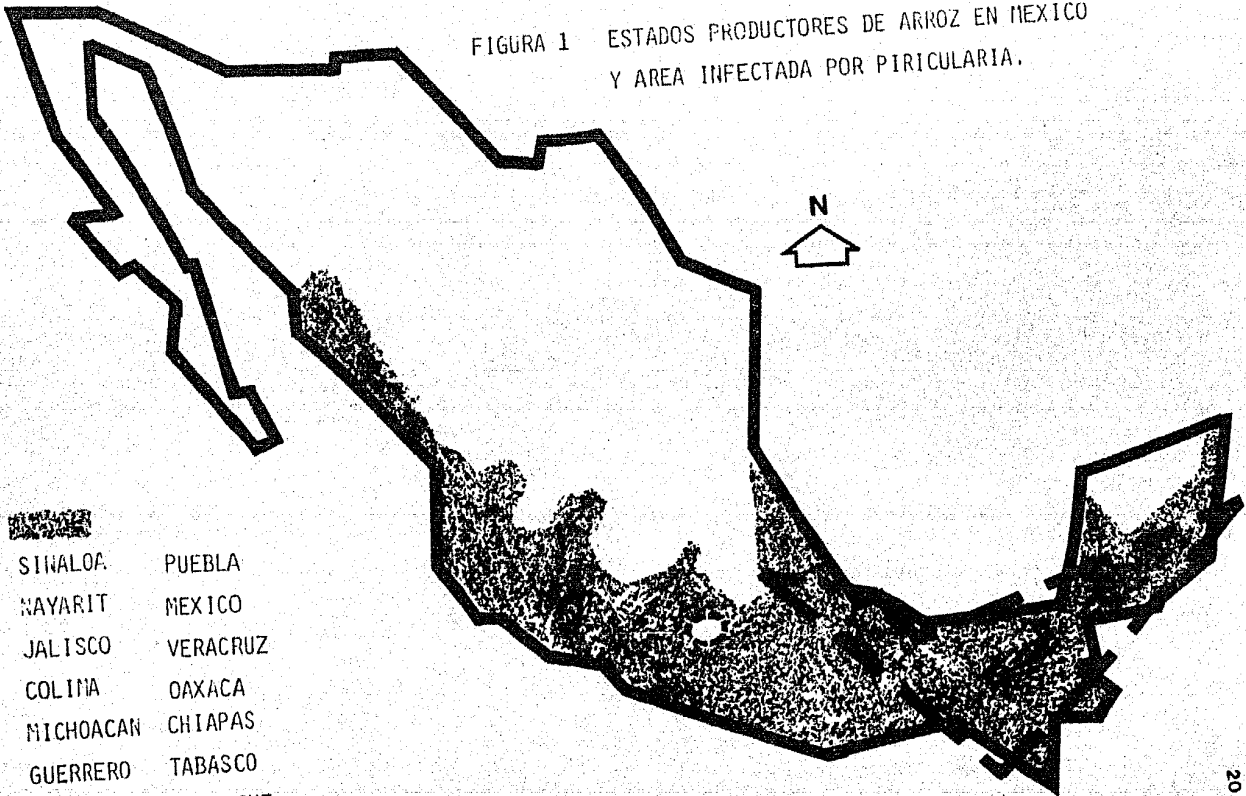
pelillos (*Cyperus* sp); zacate de agua (*Echinochloa colona*); navajuela (*Scleria* sp); zacate carricillo (*Panicum fasciculatum*) y la malva peluda (*Malachra fasciata*).

Ayón (1981) y Flores (1982) asentaron que uno de los principales problemas de las zonas arroceras del trópico húmedo de México, es la enfermedad "quema del arroz", la cual es causada por el hongo *Pyricularia oryzae* Cav., que ataca todas las partes aéreas de la planta en cualquier etapa de su ciclo vegetativo, ocasionando considerables pérdidas al cultivo (Fig. 1). Mencionaron también que debido a las condiciones ambientales que se presentan en el estado de Veracruz, esta enfermedad se desarrolla más en la región temporalera de la Cuenca Baja del Papaloapan que en la zona sur del estado, ya que en esta última debido a su mayor precipitación, propicia un microclima alrededor de la planta más favorable a ésta que al patógeno. Por otra parte, se siembra más superficie con arroz en la Cuenca Baja del Papaloapan, y ésto resulta en una mayor cantidad de inóculo presente en el ambiente y en las malas hierbas hospederas del hongo.

En la Cuenca Baja del Papaloapan, se ha observado que esta enfermedad se presenta con mayor frecuencia durante la etapa de macollamiento e inicio de la floración, siendo esta última etapa la más crítica ya que las pérdidas que puede causar el hongo son mayores. Otras enfermedades pero de menor importancia económica que se presentan en esta región son: el escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*) y la mancha café (*Helminthosporium oryzae*).

Ayón (1981) mencionó que las plagas frecuentemente causan daños de consideración en el cultivo de arroz en temporal, la más común es la chinche café (*Oebalus insularis*), la cual daña los granos en formación reduciendo el rendimien

FIGURA 1 ESTADOS PRODUCTORES DE ARROZ EN MEXICO  
Y AREA INFECTADA POR PIRICULARIA.



- |           |              |
|-----------|--------------|
| SINALOA   | PUEBLA       |
| NAYARIT   | MEXICO       |
| JALISCO   | VERACRUZ     |
| COLIMA    | OAXACA       |
| MICHOACAN | CHIAPAS      |
| GUERRERO  | TABASCO      |
| MORELOS   | CAMPECHE     |
|           | QUINTANA ROO |



AREA INFECTADA POR PIRICULARIA.

to y la calidad de éstos. Los gusanos cortadores y defoliadores (*Spodoptera* sp, *Agrotis* sp y *Prodenia* sp), también son importantes, ya que atacan al arroz durante la mayor parte de su ciclo vegetativo. Otra plaga de importancia en temporal es la chinche pequeña (*Blissus* sp), la cual en grandes poblaciones llega a causar la muerte de las plantas. Existen otras plagas de menor importancia pero que también dañan en ocasiones al cultivo, como el barrenador del tallo (*Chilo loftini* y *Rupela albinella*).

## 7.- Enfermedades del cultivo del arroz en Veracruz.

### La quema del arroz (*Pyricularia oryzae* Cav.)

#### 7.1. Características del patógeno.

##### Taxonomía

Ramakrishnan (1971) y Ou (1972), consideraron a *Pyricularia oryzae* Cav. como la enfermedad más seria, la más difundida y la más destructiva para el desarrollo del arroz, ya que ataca todas las partes aéreas de la planta en cualquier etapa de su ciclo vegetativo, ocasionando considerables pérdidas en el rendimiento del cultivo.

Ou (1972) citó con respecto a la taxonomía de este patógeno, que dos nombres genéricos han sido usados para este hongo, *Pyricularia* y *Dactylaria*, ambos fueron establecidos por Saccardo en 1880. Los nombres *Pyricularia grisea* y *Dactylaria grisea*, *P. oryzae* y *D. oryzae* han sido usados para nombrar este hongo por varios investigadores a través del tiempo.



Por su parte, Padmanabhan (1974) mencionó que esta enfermedad fue inicialmente reportada en la India en 1913; la cual devastó en 1919 grandes extensiones cultivadas con arroz en el área del Delta del Río Tanjore en el estado de Madras. El organismo causal fue nominado por Cávvara en Italia en 1891 y fue descrito en Japón por Shirai en 1896. Este autor mencionó también que el hongo pertenece a la clase de los Deuteromycetes, conocidos también como hongos imperfectos (al parecer carecen de fase sexual de reproducción conocida), cuyo único medio de reproducción son los conidios.

### Biología y hábitos

Ou (1972) realizó la siguiente descripción morfológica del hongo:

Quando inicia su desarrollo tiene un micelio septado transparente, que conforme aumenta su edad el color cambia a un tono café-aceituna.

Los conidióforos emergen a través de los estomas o a través de las células epidérmicas, de uno en uno o en pequeños racimos, éstos son de color café oscuro y septados (2 a 4 septas) y llevan en el ápice al conidio. Se sabe que en cada conidióforo son producidos de 7 a 9 conidios con intervalo de una hora. La aparición de una ondulación en la porción terminal del conidióforo es característico y significa el crecimiento de los conidios.

El conidio es típicamente piriforme, con un extremo agudo, es casi cristalino, con dos septas y un pequeño apéndice basal, su tamaño varía de 14-40 micras de largo y 6 a 15 micras de ancho.

El rango de hospederos de Pyricularia oryzae es muy variado, Asugama citado por Ou (1972) reportó que se ha encontrado este hongo parasitando cereales como el arroz, avena, maíz y mijo, así como zacates de los géneros Echinochloa, Festuca, Digitaria, Setaria, Pennisetum, Panicum y Brachiaria entre otros.

## 7.2. Ciclo de vida de la "quemadura del arroz"

### A.- Infección.

Con respecto a la fase de infección, Kato (1974) reportó que cuando el conidio absorbe agua favorece la turgencia y son capaces de germinar en un período de tres horas. Entonces el germen del tubo forma un apresorium sobre la superficie de un órgano huésped iniciándose el proceso de infección.

Añade que la iniciación de la infección ocurrió de cinco a siete horas a temperaturas de 21 a 27°C, y ocho horas a 18°C después de la deposición de los conidios sobre las hojas.

Ramakrishnan (1971) reportó que el hongo durante el proceso de infección produce sustancias como son enzimas (diastasas, amidasas, lipasas y celulasas), que se encargan de disolver la pared celular de los tejidos huésped para su alimentación. También hay producción de toxinas que ocasionan la aparición de extensas manchas patológicas. Entre las principales toxinas que produce el hongo están la piricularia y el ácido picolínico.

Ou (1972) asentó que para que se produzca la infección, se requieren de temperaturas entre 24 y 28°C y una humedad relativa de 90%, durante un periodo de 16 a 24 horas. El proceso de infección se ve favorecido por la sombra u obscuridad.

La duración de la viabilidad de los conidios y del micelio puede ser mayor a temperaturas cercanas a los 28°C y una humedad relativa alta.

Con respecto a la clase de los Deuteromycetes, a la cual pertenece el hongo Pyricularia oryzae, Alexopoulos (1977) mencionó que las estructuras somáticas de estos hongos están constituidas por hifas bien desarrolladas, tabicadas, ramificadas. Los compartimientos o células por lo general son multinucleados. Los tabiques son perforados y permiten la circulación de las corrientes citoplásmicas como también la migración de núcleos de una célula a otra.

En relación a la morfología de las estructuras reproductoras, mencionó que los conidios generalmente son llevados por conidióforos que pueden producirse en forma laxa e indiscriminada en las hifas somáticas o agruparse para constituir varios tipos de cuerpos fructíferos asexuales. Los conidióforos de Pyricularia oryzae se disponen en un simpodio. La esporulación se realiza con bastante rapidez tanto en medios de cultivos artificiales como en la naturaleza.

#### B.- Diseminación

Susuki (1970) mencionó que cambios alternados de luz y oscuridad bajo saturación de humedad son esenciales para la liberación de conidios; añade que si la velocidad del viento es inferior a 3.5 m/seg, la liberación de conidios por

la acción mecánica del viento no ocurre. Las gotas de agua inducen la liberación de conidios por contacto en la unión de conidios y conidióforo. El rocío durante el amanecer es el mejor activador en la liberación de conidios.

Ramakrishnan (1971) reportó que los conidios son producidos en lesiones de la planta de arroz, aproximadamente 6 días después de la inoculación. La tasa de esporulación se incrementa cuando aumenta la humedad relativa; si ésta es menor del 93%, no hay producción de conidios.

Ou (1972) asentó que el viento es el principal medio de dispersión de los conidios, llegando a transportarlos hasta a 20 km de distancia; el hongo sobrevive en residuos de cosecha o sobre huéspedes alternantes como son zacates y algunos otros cereales.

### Sintomatología

Ou (1972) mencionó que esta enfermedad ataca todas las partes de la planta de arroz: hojas, nudos, cuellos, panículas y las bases de éstas. Añadió que los síntomas más evidentes se encuentran en las hojas y en los cuellos de las panículas.

Cheaney y Jennings (1975) reportaron que los síntomas en las hojas aparecen por lo común desde la etapa de plántula. Las manchas provocadas por la enfermedad en las hojas inicialmente son del tamaño de la cabeza de un alfiler y a medida que va progresando la enfermedad las manchas aumentan de tamaño, tomando la forma de diamantes (con los extremos ahusados); esta lesión típica alcanza longitudes de 1.5 a 2.0 cm, presenta un margen de color café y un centro grisáceo o blanquecino.

Cuando los ataques son severos las manchas se van uniendo, formando áreas necróticas de gran tamaño que llegan a cubrir toda la planta, la cual finalmente muere.

Los daños más graves que ocasiona piricularia son cuando ataca el cuello de las panículas. Las lesiones se encuentran con frecuencia cerca del nudo más alto, esta parte es la más vulnerable a los ataques durante la emergencia de la panícula pero conforme madura se vuelve menos propensa. Aparecen lesiones de color café grisáceo en el cuello, que se tornan negras cuando éste se pudre; finalmente la parte dañada se dobla y las panículas quedan colgando. Si el ataque se presenta antes del estado lechoso, los granos no llenan; en ataques posteriores los granos pueden estar parcialmente llenos pero son grisáceos y quebradizos. Cuando la enfermedad afecta los nudos del tallo éstos se oscurecen, los tejidos se descomponen, los tallos se desecan por encima del nudo y las cañas se quiebran y se doblan.

Flores (1982) asentó que el único órgano que rara vez ataca el hongo es la vaina de la hoja; agregó que en ataques a la hoja, tanto la forma como el color de las manchas varía de acuerdo a las condiciones ambientales, la edad de las lesiones y el grado de susceptibilidad de la variedad. Cualquiera parte de la panícula puede ser infectada, desde el cuello, ramificaciones hasta las glumas del grano.

### 7.3. Factores que influyen el desarrollo de la enfermedad.

Susuki (1970) asentó que la aparición de esta enfermedad está marcadamente influenciada por factores climáticos, presentándose los ataques más fuertes bajo condiciones de baja temperatura e insolación y alta humedad relativa.

Padmanabhan (1974) dividió en dos a los factores que favorecen el desarrollo e infección de piricularia: factores de predisposición del hospedero y factores climatológicos. Entre los primeros consideró, el estado nutricional de la planta y su edad, mencionó que una planta fertilizada con excesivas cantidades de nitrógeno es más susceptible a la infección y en relación a su edad es más susceptible en estado de plántula, macollamiento y floración. Con respecto a los factores climatológicos mencionó como importantes para el desarrollo de la enfermedad a la temperatura nocturna y la humedad relativa.

Kato (1974) reportó que los principales factores que influyen la enfermedad son climatológicos y que cada fase de desarrollo del hongo requiere de ciertas condiciones ambientales más o menos específicas; para el proceso de germinación de conidios y formación del apresorium, requiere de humedad relativa superior de 90% -condiciones de rocío- y temperatura media de 24°C.

Para el proceso de penetración y colonización, requiere de temperaturas no mayores de 28°C y períodos prolongados de rocío. Con respecto a la esporulación, ésta no ocurre debajo de 9°C y arriba de 35°C, debe existir por otra parte una humedad relativa no menor de 85%. La esporulación necesita de una buena aireación.

#### 7.4. Razas patogénicas y variabilidad

Ou (1972) citó que la existencia de razas fisiológicas de P. oryzae difiriendo en patogenicidad, fue notado primeramente por Sasaki en 1922, el cual observó que variedades de arroz resistentes a una forma A de piricularia,

fueron severamente infectadas por una forma B. No fue sin embargo hasta 1950 cuando algunas variedades como la Futaba, desarrollada por hibridación y de reconocida resistencia por más de 10 años, repentinamente se volvió susceptible. Debido a esto dió principio en Japón un estudio intensivo sobre razas patogénicas del hongo.

Susuki citado por Ou (1972) estudió y reportó que el conidio, apresorio y células miceliales son heterocarióticas y que cada célula contiene de tres a siete núcleos, concluyendo que la heterocariosis (micelio constituido por células que llevan dos o más núcleos genéticamente distintos), es la responsable de la variabilidad patogénica del hongo.

Castaño (1975) reportó que aparentemente el número de razas fisiológicas del hongo puede llegar a ser muy grande, como en las Filipinas, donde se ha podido identificar 200 razas fisiológicas de P. oryzae. La existencia de gran número de razas fisiológicas de P. oryzae complica los programas de mejoramiento del arroz para resistencia a la enfermedad.

Agregó este autor que en el campo la variación patogénica dentro de la población del hongo es considerable, catorce cultivos monoconidiales probados se diferenciaron en cuatro razas patogénicas del hongo. La mayor prevalencia de una raza del hongo, no necesariamente indica mayor grado de patogenicidad de esa raza sobre las variedades de arroz comunmente cultivadas en un área arrocerá determinada.

Flores (1982) asentó que el hongo es sumamente variable formando razas patogénicas con tanta facilidad que inclusive aislamientos derivados de la misma lesión difirieron en patogenicidad respecto a las variedades diferenciales. Las razas patogénicas pueden variar con la localidad e inclusive dentro de un mismo lugar en diferente época.

Hernández (1982) mencionó que Pyricularia oryzae es un hongo altamente variable, en la actualidad se han identificado más de 100 razas fisiológicas en el mundo. En Morelos, a la fecha se han identificado las razas IG-1, IG-2, ID-4 e IB-16. Todavía no se han identificado las razas que atacan al arroz en Chiapas, Campeche, Quintana Roo, Veracruz, Oaxaca y Tabasco.

### 7.5. Resistencia del arroz al patógeno.

#### Desarrollo de variedades y tipos de resistencia.

La búsqueda de variedades resistentes plantea el problema de la transmisión hereditaria de la resistencia; este problema se complica también por la falta de identificación, o por la distinción imperfecta de las razas patógenas.

Jensen citado por Allard mencionó en 1952 que uno de los caminos para resolver el problema de la conservación de la resistencia es la utilización de variedades multilíneas o compuestas.

Por su parte Hernández (1975) citó que anteriormente se creía que la resistencia varietal a piricularia estaba determinada cuando mucho por tres pares de genes, siendo dominante en muchos casos (herencia cualitativa), denominándose resistencia vertical; esta resistencia se pierde al cabo de unos años en que las variedades se explotan en forma comercial. Aclara posteriormente que en la actualidad y después de conocerse la existencia de razas fisiológicas, se encontró que en algunos casos son cuatro pares de genes los responsables de la resistencia y que cada gene es de acción acumulativa (herencia cuantitativa), que se llamó resistencia horizontal, la cual proporciona un mayor espectro de resistencia a las razas del hongo durante mayor tiempo.

Al profundizar un poco más respecto a estos tipos de resistencia, encontramos que Ventura (1978) reportó que fue van Der Plank el que introdujo los términos de resistencia



vertical y horizontal, al considerar que existe resistencia vertical cuando hay una interacción diferencial entre variedades (genotipos) y razas del patógeno, y resistencia horizontal cuando no hay interacción diferencial y la resistencia es igualmente amplia contra todas las razas del patógeno. Advierte que la resistencia vertical se pierde cuando una nueva raza del patógeno surge y puede atacar al hospedero. En cambio con la resistencia horizontal los cultivos permanecen resistentes aunque el patógeno varíe; la única desventaja que tiene este tipo de resistencia es la dificultad que existe para incorporarla.

La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (1978) señaló que la selección y mejoramiento para el desarrollo de resistencia, trata de combinar la resistencia fisiológica, que se basa en la presencia de sustancias inhibitoras en el protoplasma de la planta huésped o en alguna forma de incompatibilidad metabólica entre el huésped y el patógeno; la resistencia mecánica que tiene características tales como una cutícula más gruesa, una capa de cera u otra característica física que dificulte la penetración del patógeno; y la resistencia funcional que comprende fenómenos tales como el cierre de estomas cuando las condiciones son favorables para la infección.

Como podemos ver la creación de variedades resistentes a una enfermedad es un trabajo difícil ya que no se trata solamente de incorporar resistencia a las variedades, sino de mantener ésta a través del tiempo.

Hernández (1982) mencionó que el mejoramiento del arroz para resistencia a *Pyricularia oryzae* se inició en México en 1973. Añadió que los trabajos de mejoramiento para resistencia a piricularia en nuestro país, han consistido en incorporar genes de fuentes de variedades élite introducidas del extranjero, tales como Dawn, Tetep, Mamoriaka y Carreón; mismas que fueron usadas como progenitores masculinos en cruces con

variedades comerciales que se usaron como progenitores femeninos. Después de dos cruizas regresivas hacia las variedades comerciales, la selección en  $F_2$  se hizo con el método de "bulk" modificado, y a partir de la  $F_3$  por el de pedigrí.

El mejoramiento genético para resistencia horizontal a *P. oryzae*, es el objetivo más importante en la actualidad de todos los programas de mejoramiento del arroz en el mundo. La búsqueda de este tipo de resistencia también ha ocurrido en otros cultivos, a la fecha solamente se ha obtenido resistencia horizontal al chahuixtle de la gluma del trigo (*Puccinia striiformis*) y al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en la papa.

Hernández (1982) reportó que en el caso de arroz, en México se han liberado cinco variedades para su cultivo en áreas temporales con precipitación pluvial de 1,200 a 1,400 mm, con buena distribución durante el período comprendido de junio a octubre, tales variedades son: Grijalva A-71, Macuspana A-75, Campeche A-80, Champotón A-80 y Cárdenas A-80, de las cuales las cuatro primeras son de paja intermedia y la quinta es de porte corto. Su resistencia a *P. oryzae* es variable y del tipo vertical, siendo Cárdenas A-80, Campeche A-80 y Champotón A-80 las de mayor resistencia.

#### Forma de evaluación de la resistencia

Angladette (1969) mencionó que la búsqueda de variedades resistentes puede realizarse por selección o por hibridación, pero que es indispensable hacer pruebas con las variedades seleccionadas o con los progenitores destinados a cruzamientos con respecto a la distribución de las razas fisiológicas de piricularia.

Ou (1972) asentó que la resistencia varietal es usualmente evaluada en estado de plántula. De acuerdo a los efectos de condiciones ambientales sobre el desarrollo de la enfermedad, las condiciones ambientales más favorables para pruebas de resistencia varietal de campo, pueden sumarse como sigue: un cultivo en tierra seca es más favorable que en tierra de inundación. Se requiere una fuerte aplicación de fertilizante nitrogenado (El IRRI ha usado de 120-160 kg de N/ha dependiendo de la fertilidad original del suelo). Debe ser mantenida una alta humedad en el microclima del cultivo (condiciones de secano). Un vivero uniforme para el estudio de la enfermedad fue desarrollado por el autor en 1965 y ha sido adoptado por más de 25 países participantes en el programa internacional de pruebas uniformes de piricularia.

En pruebas de campo sobre resistencia a la enfermedad las plantas son expuestas a todas las razas presentes del hongo en la localidad, durante el tiempo de prueba. Sin embargo, las razas y su prevalencia difieren de un ciclo a otro, a tal grado que repetidos ensayos son necesarios para descubrir la reacción de variedades o líneas a las varias razas del hongo presentes en alguna localidad.

El autor agregó que otro medio de evaluar la resistencia de un grupo de genotipos es mediante camas de infección, en las cuales, las plantas sembradas son expuestas a razas específicas mediante inoculación natural y artificial. El método más convencional es asperjar una suspensión conidial en agua sobre las hojas. Muchos investigadores inyectan una suspensión de esporas dentro de la vaina de la hoja, apareciendo las lesiones sobre hojas jóvenes las que se desarrollan en pocos días.

Wong (1977) asentó que a partir de 1974 se han venido introduciendo a México arroces de diferentes tipos y características tanto agronómicas como fisiológicas. Dentro de éstos, muy especial es el grupo correspondiente al de resistencia a Pyricularia oryzae Cav., que constituyen viveros formados y distribuidos por el Instituto Internacional para Investigación de Arroz (IRRI) con sede en Manila, Filipinas.

Estos viveros son evaluados tanto bajo pruebas de campo como en camas de infección, en distintas localidades de nuestro país. Agregó que los objetivos a nivel internacional de esta evaluación de resistencia son: 1) identificar más variedades y líneas mejoradas con amplio espectro de resistencia a esta enfermedad, 2) desarrollar un grupo internacional de variedades diferenciales para estudios de razas fisiológicas, y 3) obtener información sobre dispersión de razas en los países que cultivan arroz.

Brauer (1980) mencionó que una vez que en un programa fitogenético se ha decidido que es necesario desarrollar variedades de una especie de planta con resistencia a enfermedades, es necesario considerar de inmediato que las plantas donde se espera encontrar esa resistencia, cualquiera que sea su origen, tienen que estar sometidas a pruebas que determinen cuales de ellas son resistentes y cuales no. Estas pruebas deben hacerse de acuerdo con el tipo de enfermedad y a las condiciones en que ésta se desarrolla, procurando además, que la estimación de ésta sea lo más justa posible.

Fuchs y Rosenstiel citados por Brauer (1980) clasificaron las pruebas de resistencia en cuatro grupos, como sigue: 1) pruebas ecológicas o de campo, 2) provocación artificial de los daños, 3) pruebas de laboratorio o invernadero, y 4) pruebas indirectas de laboratorio (usadas principalmente en pruebas de resistencia a factores meteorogénicos).

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (1982) reportó que la obtención de resistencia durable a piricularia continua siendo la principal meta del programa de mejoramiento, para lo cual se estan empleando diversas estrategias genéticas como la inclusión piramidal de genes, la concentración de componentes de desarrollo lento de la enfermedad y la combinación de genes.

Se han llevado a cabo gran número de cruces entre variedades de riego y seco como IRAT-8, IRAT-10, IRAT-13, 63-83, Moroberekan, OS-6, Azucena, IAC-23, IAC-25, etc., formándose 52 poblaciones  $F_2$  a las cuales se evaluó su resistencia a piricularia y escaldado de la hoja, seleccionándose 22 por el sistema masal modificado; las combinaciones Camponi/IAC-25, Camponi/Azucena, Coysvoni/IAC-25 y Camponi/IR 11-452 lucieron bastante promisorias.

En forma separada se hicieron evaluaciones de piricularia en la panícula en condiciones de campo evaluándose un total de 191 materiales. De las cuales varias líneas derivadas de cruces incluyendo CICA-8 y Tetep fueron susceptibles mientras que muchas líneas que tenían a CICA-7 como progenitor fueron resistentes. Entre las variedades comerciales en Colombia, CICA-4, CICA-9 y Bluebonnet 50 reaccionaron con alta susceptibilidad a piricularia.

Para la evaluación de los distintos materiales se ha utilizado un sistema de evaluación standar para arroz, diseñado en 1975 por el IRRI para el programa de pruebas internacionales. Este sistema tiene dos funciones principales; la primera es uniformizar los criterios de evaluación de los materiales y la segunda es agilizar la colección de datos, prosesamiento y análisis de los mismos.

Una escala uniforme permite clasificar correcta y rápidamente un gran número de materiales.

Se ha adoptado una escala general con valores de 0-9. Desde el punto de vista del mejoramiento de arroz, las características con calificación de "3" ó menos pueden ser consideradas deseables o aceptables para progenitores o variedades comerciales. Características con calificación de 4 a 6 pueden ser aceptables para variedades comerciales si nada mejor hay disponible, o para resistencia horizontal a enfermedades, pero generalmente no son aceptables para propósitos de mejoramiento genético. Calificaciones de 7 a 9 deben ser consideradas indeseables para cualquier uso.

Escaldado de la hoja Rhynchosporium oryzae

#### 7.6. Generalidades

Ramakrishnan (1971) mencionó que el agente causal de esta enfermedad es el hongo Rhynchosporium oryzae Hashioka y Yokogi, la cual se reportó en Japón en 1955.

Posteriormente Ou (1972) citó que esta enfermedad fue observada en Costa Rica y Guatemala, siendo aparentemente común en América Latina. Otros países que han reportado su presencia son Tailandia, Vietnam e India.

Cheaney y Jennings (1975) citaron que esta enfermedad ataca las hojas más viejas de la planta de arroz sobre todo en cultivos de temporal. El escaldado de la hoja puede producir pérdidas en el rendimiento cuando el ataque es severo, pero no se le considera una enfermedad importante desde el punto de vista económico en América Latina excepto en los llanos orientales de Colombia.

En México, Flores (1982) asentó que esta enfermedad se ha observado en el estado de Veracruz en lo que se conoce como Cuenca del Río Papaloapan, aunque todavía no se han reportado daños de consideración en los campos infestados y es de momento una enfermedad menor del cultivo. No obstante, se están evaluando materiales para ver su reacción a esta enfermedad ya que puede convertirse en una seria amenaza para el arroz de esta región y llegar a competir con piricularia en cuanto a reducciones en el rendimiento.

### 7.7. Síntomas

Ou (1972) reportó que la enfermedad comúnmente ataca en hojas maduras, principalmente cerca de las puntas, aunque algunas veces empieza en el margen de las mismas y progresa hacia la punta. La lesión es oblonga en forma de diamante, dando la apariencia de estar húmeda, más o menos restringida por las venas; el daño característico en la hoja es en forma de zonas, con bandas sucesivas de color anaranjado claro o café oscuro.

Las lesiones individuales son de 1-5 cm de longitud y de 0.5-1.0 cm de ancho. Posteriormente las áreas escaladas se tornan de color olivo grisáceo claro.

El continuo alargamiento y coalescencia de las lesiones resulta en marchitamiento de gran parte de la hoja.

En la vaina de la hoja y en inflorescencia jóvenes, solo ocurre un pardeado de éstas.

Flores (1982) mencionó que el ataque a la panícula es posible, resultando en considerable esterilidad y decoloración de las glumas del grano.

En México, Flores (1982) asentó que esta enfermedad se ha observado en el estado de Veracruz en lo que se conoce como Cuenca del Río Papaloapan, aunque todavía no se han reportado daños de consideración en los campos infestados y es de momento una enfermedad menor del cultivo. No obstante, se están evaluando materiales para ver su reacción a esta enfermedad ya que puede convertirse en una seria amenaza para el arroz de esta región y llegar a competir con piricularia en cuanto a reducciones en el rendimiento.

### 7.7. Síntomas

Ou (1972) reportó que la enfermedad comúnmente ataca en hojas maduras, principalmente cerca de las puntas, aunque algunas veces empieza en el margen de las mismas y progresa hacia la punta. La lesión es oblonga en forma de diamante, dando la apariencia de estar húmeda, más o menos restringida por las venas; el daño característico en la hoja es en forma de zonas, con bandas sucesivas de color anaranjado claro o café oscuro.

Las lesiones individuales son de 1-5 cm de longitud y de 0.5-1.0 cm de ancho. Posteriormente las áreas escaldadas se tornan de color olivo grisáceo claro.

El continuo alargamiento y coalescencia de las lesiones resulta en marchitamiento de gran parte de la hoja.

En la vaina de la hoja y en inflorescencia jóvenes, solo ocurre un pardeado de éstas.

Flores (1982) mencionó que el ataque a la panícula es posible, resultando en considerable esterilidad y decoloración de las glumas del grano.



## 7.8 Factores que afectan la enfermedad

Flores (1982) citó que el hongo crece bien en temperaturas que van de 20-27°C siendo la óptima de 20°C. Es una enfermedad que requiere más bien temperaturas frescas, por lo que las altas temperaturas de muchas áreas en el trópico mexicano no favorecen su establecimiento.

## 7.9. Resistencia del arroz al patógeno

Cheaney y Jennings (1975) reportaron que las aplicaciones de dosis altas de nitrógeno favorecen el desarrollo de la enfermedad, por lo que al evitarlas se controla en gran medida. En los llanos orientales de Colombia, Villarraga, Andrade y Leal citados por Flores (1982) identificaron las variedades CICA-8, CICA-6, CICA-4 y Costa Rica como moderadamente resistentes, mientras que CICA-9, CICA-7, IR-22 y Bluebonnet 50 fueron susceptibles; no se tienen reportes de presencia de especialización patogénica.

#### IV.- MATERIALES Y METODOS

##### 1. Descripción de la zona de estudio

###### 1.1. Localización

En el estado de Veracruz las zonas productoras de arroz se localizan en la parte centro y sur del estado.

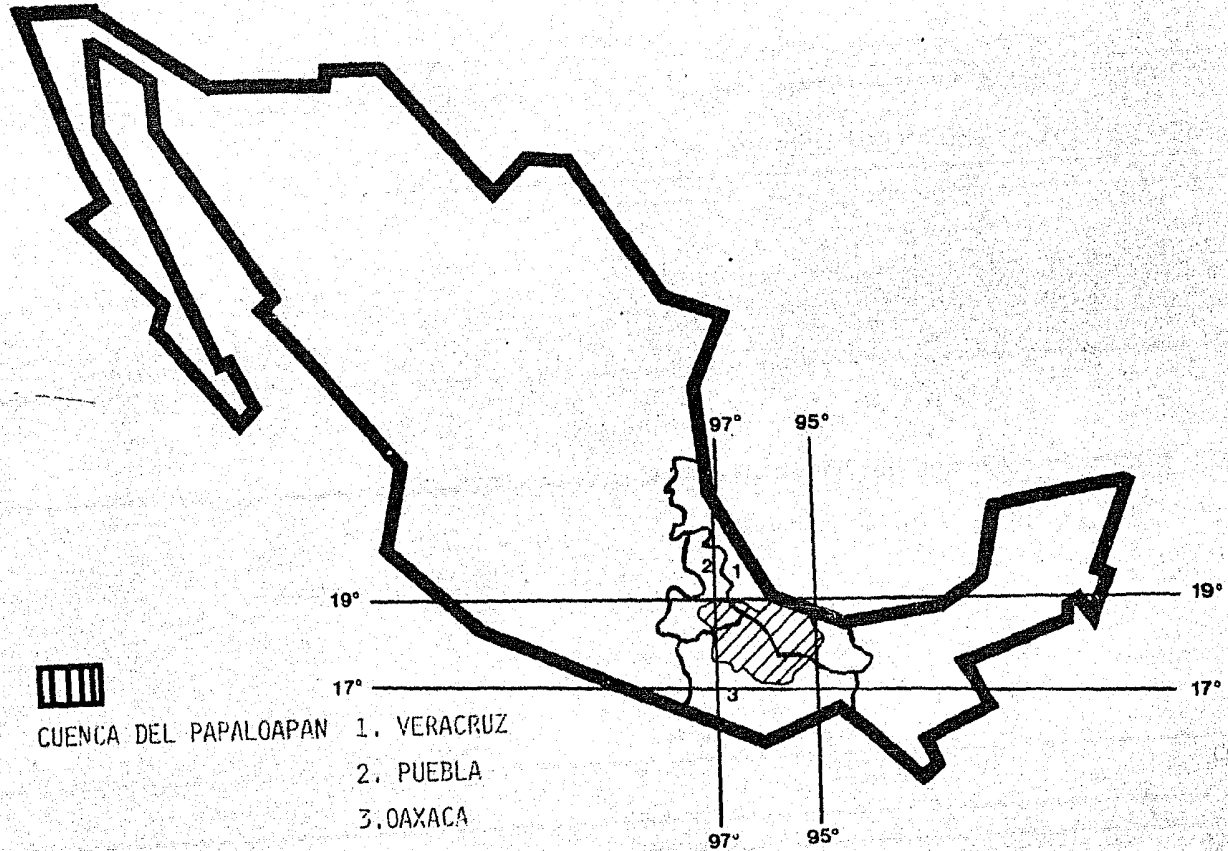
Dentro de la parte central de Veracruz se encuentra un área importante la cual se localiza en la Cuenca Baja del Río Papaloapan; esta se ubica en la vertiente sur del Golfo de México y abarca una superficie de 46,517 km<sup>2</sup> (2.4% del territorio nacional). La Cuenca está comprendida entre los 17° y 19° de latitud norte y entre los meridianos 90° y 97° de latitud norte y entre los meridianos 90° y 97° de longitud oeste del meridiano de Greenwich (Fig. 2).

###### 1.2. Clima

Su ubicación dentro de las regiones intertropicales y su proximidad al Golfo de México hacen que sea una región con altas temperaturas, sin estaciones bien definidas y con buena humedad, precipitaciones de 1,300 a 3,000 mm anuales, humedad relativa de 73 a 88%.

La fórmula climática de acuerdo a la clasificación climática de Köppen que corresponde a la zona de la Cuenca Baja del Papaloapan es el tipo Awg cuyo significado es el siguiente: Aw clima cálido, en el que la temperatura media del mes más frío es superior a los 18°C; subhúmedo con la máxima concentración de lluvias en verano.

FIGURA 2 LOCALIZACION DE LA CUENCA DEL  
PAPALOAPAN.



La diferencia del clima en la zona se presenta en lo referente a humedad ya que esta varía de  $Aw_1$  (subtipo de humedad media de los cálidos-subhúmedos) al  $Aw_2$  que corresponde a los subtipos más húmedos de los cálidos subhúmedos, con precipitación del mes más seco mayor de 60 mm y el porcentaje de lluvia invernal menor de 5.

La variación general de temperatura es tipo ganges (g), es decir que el máximo de temperatura anual ocurre antes del solsticio de verano (21 de julio).

En lo que respecta al área arrocera del sur del estado, se tiene lo siguiente: corresponde la fórmula  $Af(m)g$ , clima cálido con temperatura media anual mayor de  $22^{\circ}C$  y la del mes más frío mayor de  $18^{\circ}C$ , húmedo con lluvias todo el año. La precipitación del mes más seco es mayor de 60 mm, la temperatura media mensual más alta se presenta en el mes de mayo (Comisión del Papaloapan-SARH 1977).

### 1.3. Vegetación

La vegetación nativa en la región está clasificada dentro de los siguientes tipos: bosque tropical subcaducifolio, cuyas especies más importantes son: Cedro rojo (*Cedrela mexicana*), Granadillo (*Dalbergia granadillo*), Guapinol (*Hymenaea courbanl*), Amate (*Ficus spp*) etc. El tipo anterior de vegetación alterna con otro grupo importante que es el de la sabana tropical, este tipo de vegetación se caracteriza por el promedio de gramíneas silvestres y algunas introducidas.

Los principales géneros de gramíneas que existen son: Paspalum, Andropogon, Axonopus, Digitaria, Panicum y Echinochloa.

#### 1.4. Suelos, Geología y Relieve

El cultivo del arroz en el estado de Veracruz se explota principalmente en una área denominada Cuenca Baja del Papa loapan cuyos suelos predominantes se encuentran clasificados dentro del tipo de los Vertisoles, que son suelos de color gris negruzco, que se caracterizan por ser duros, arcillosos, masivos; tienen un drenaje interno deficiente, se agrietan profundamente cuando se secan. Con un buen manejo en relación a sus condiciones de permeabilidad son capaces de producir altos rendimientos en cultivos como el arroz mediante la aplicación simultánea de fertilizantes nitrogenados y fosforados. Este tipo de suelos se localizan en las áreas arroceras del municipio de Cosamaloapan y Tuxtepec.

En las regiones de Isla y Loma Bonita se presentan suelos del tipo Acrisol, que poseen baja fertilidad, acidez acentuada; en las partes bajas presentan acumulaciones de agua en época de lluvia, son suelos con texturas ligeras como son los migajones arenosos y las arenas migajosas.

Con respecto a la región sur del estado de Veracruz los suelos se clasifican como Luvisoles, los cuales se caracterizan por tener la capa freática muy próxima a la superficie del suelo buena parte del año, son de drenaje deficiente con reacción ácida o fuertemente ácida con gran deficiencia de fósforo, calcio y en algunas zonas también en potasio.

En relación a la geología de estos suelos, se ha determinado que se originaron de rocas sedimentarias, son de formación reciente (período cenozoico cuaternario), constituidos por capas y lentes de limo arcilloso y arenas graduadas, presentan una estructura heterogénea con un espesor variable de 10 a 100 m.

## 2. Diseño, tratamientos y características de la parcela experimental

Este trabajo se llevó a cabo, durante el ciclo de verano 1982 en tres localidades: La Esperanza, mpio. de Cosamaloapan, Medias Aguas, mpio. de Sayula de Alemán en el estado de Veracruz y en terrenos del Campo Experimental Papaloapan en Loma Bonita, Oax.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones.

La parcela experimental estuvo formada por seis surcos de 5 m de largo con un espaciamiento entre ellos de 0.30 m ( $9.0 \text{ m}^2$ ). Se tomó como parcela útil los cuatro surcos centrales, dejando 0.5 m en cada extremo para eliminar los efectos de orilla. Las calles entre parcelas fueron de 0.30 m y entre bloques de 1.0 m.

## 3. Prácticas culturales

El ensayo estuvo constituido por 24 materiales tanto nacionales como extranjeros (Cuadro 1).

La siembra de éstos se efectuó a chorrillo utilizando 20 g de semilla por surco (110 kg de semilla/ha).

Con respecto a fertilización se empleó la dosis 80-40-00, aplicando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno a la siembra y el resto 35 días después. Como fuente de nitrógeno se utilizó Urea y de Fósforo Superfosfato triple.

En lo que respecta al control de malas hierbas, se aplicó Ronstar en dosis de 4 lt/ha en pre-emergencia. Posteriormente se mantuvo limpio el experimento mediante deshierbes manuales.

CUADRO 1. RELACION DE LOS GENOTIPOS DE AROZ EVALUADOS, SU ORIGEN Y ALGUNAS DE SUS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS.

No.	GENOTIPO	DIAS A MADUREZ	ALTURA cm	PAIS DE ORIGEN
1	MACUSPANA A-75	135	110	MEXICO
2	GRIJALVA A-71	130	135	MEXICO
3	CARDENAS A-80	123	105	MEXICO
4	CICA-4 (T1)	120	70	COLOMBIA
5	CAMPECHE A-80	145	105	MEXICO
6	CHAMPOTON A-80	145	110	MEXICO
7	TOX-494-b-1-2	132	110	NIGERIA
8	TOX-728-2	141	80	NIGERIA
9	MORADO CRIOLLO (T2)	130	150	MEXICO
10	CICA-4/IP-665-23-1//TETEP	130	80	MEXICO
11	TOX-718-A1-19	130	115	NIGERIA
12	TOX-718-A1-28	127	115	NIGERIA
13	BL-545	128	120	NIGERIA
14	BL-515	130	105	NIGERIA
15	TOX-718-A1-8	130	115	NIGERIA
16	TOX-718-A1-27	127	100	NIGERIA
17	TOX-718-A1-14	127	90	NIGERIA
18	TOX-718-A1-13	127	110	NIGERIA
19	IP-6114-1-1-1	138	55	FILIPINAS
20	IR-8072-65-6-1	125	70	FILIPINAS
21	IP-4744-295-7-3	125	90	FILIPINAS
22	IR-5146-5	125	100	BANGLADESH
23	IR-4773-179-1-2	125	70	FILIPINAS
24	IR-10781-75-3-2-2	142	80	FILIPINAS

T<sub>1</sub> = TESTIGO COMERCIAL

T<sub>2</sub> = TESTIGO TRADICIONAL

En relación a plagas se presentaron ataques de gusano soldado (*Spodoptera* sp) y chinche café (*Oebalus insularis*) la primera durante la fase de macollamiento de los genotipos y la segunda en la fase de llenado de grano. Para el control de éstas se emplearon los siguientes productos: Sevin 80 1 kg/ha y para la chinche Foley 50 CE 1 lt/ha.

#### 4. Parámetros de evaluación

Los parámetros a seguir para la evaluación de este trabajo fueron:

a.- Para evaluar las características agronómicas de estos materiales se tomaron datos de días a madurez, altura de planta, resistencia al acame y forma de grano para lo cual se utilizaron las escalas del sistema de evaluación estandar para arroz propuestas por el IRRI en 1980 (Cuadros 2, 3 y 4).

Para la determinación de rendimiento se siguió la siguiente metodología: se cosecharon los cuatro surcos centrales, dejando 0.5 m en cada extremo; posteriormente se tomaron muestras de 100 g para determinar la humedad del grano y ajustar el peso al 14% de humedad. El peso de grano por parcela se transformó a ton/ha.

b.- Las lecturas de evaluación de resistencia a enfermedades se hicieron a los 60 y 120 días, después de la siembra, la primera para evaluar la incidencia de Pyricularia oryzae y Rhizosporium oryzae en hoja para lo cual se tomó el tamaño de las lesiones y el área foliar afectada (apreciación visual), se calificó también de acuerdo a las escalas propuestas por IRRI (Cuadros 5 y 6).



---

**CUADRO 2. EVALUACION DE LA ALTURA DE PLANTA**


---

Se usa la medida real (cm) desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta (excluyendo las aristas).

El dato se debe de tomar en números enteros, no use decimales.

Se toma desde el estado lechoso del grano a la madurez fisiológica.

**ESCALA**

- 1 Semienana (menor de 110 cm).
  - 5 Intermedia (de 111 a 130 cm).
  - 9 Alta (mayor de 130 cm).
- 

Standard Evaluation System for Rice (IRRI 1980)

**CUADRO 3. ESCALA DE EVALUACION DE RESISTENCIA AL ACAME**


---

Volcamiento, acame, tumbada (Ldg)

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

Se puede evaluar desde el estado pastoso del grano hasta la madurez fisiológica.

**ESCALA**

- 1 Sin acame
  - 3 La mayoría de las plantas (más del 50%) ligeramente acamados.
  - 5 La mayoría de las plantas moderadamente volcadas.
  - 7 La mayoría de las plantas casi caídas.
  - 9 Todas las plantas en el suelo.
- 

Standar Evaluation System for Rice (IRRI 1980)

**CUADRO 4. ESCALA PARA EVALUAR LA FORMA DE GRANO**


---

La forma de grano se estima mediante la relación largo/ancho. La muestra debe ser representativa y no incluir granos partidos.

**ESCALA**

- 1 Alargada (relación largo/ancho mayor de 3.0)
  - 5 Media (relación 2.1 a 3.0)
  - 7 Oblonga (relación menor de 2.0)
- 

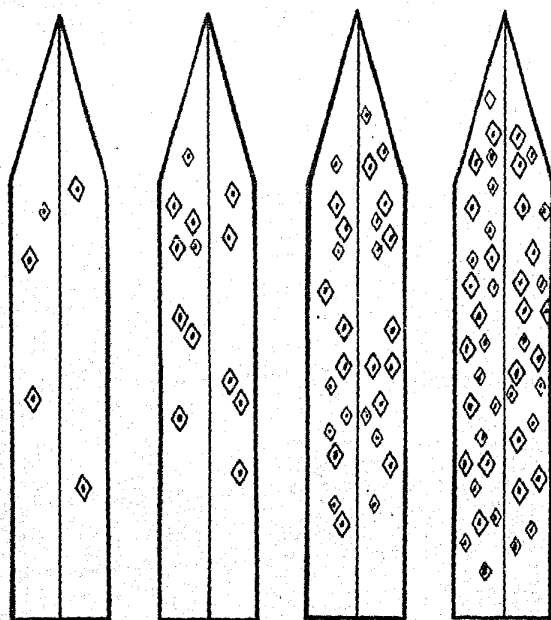
Standar Evaluation System for Rice (IRRI 1980).

CUADRO 5. EVALUACION DE RESISTENCIA A PIRICULARIA EN HOJA  
(*Pyricularia oryzae* Cav.)

VALOR INDICE	DESCRIPCION	SEVERIDAD O INCIDENCIA	REACCION
1	Ninguna a pequeñas manchas cafés, aproximadamente 0.5 mm de diámetro.	Menos del 1%	Resistente
3	Manchas necróticas grises pequeñas, ligeramente alargadas, de 1.2 mm de diámetro con un margen café.	1 - 5%	Moderadamente resistente
5	Menos del 10% del área foliar afectada con lesiones típicas de piricularia (elíptica de 1-2 cm de largo).	5 - 25%	Moderadamente susceptible
7	Promedio cercano al 50% del área foliar afectada con lesiones típicas de piricularia.	25 - 50%	Susceptible
9	Cerca del 100% del área foliar afectada.	+ 50%	Altamente susceptible

Standard Evaluation System for Rice (IRRI 1980).

FIGURA 3 AREA FOLIAR AFECTADA Y LOS CORRESPONDIENTES NIVELES DE SEVERIDAD PARA PYRICULARIA ORYZAE EN HOJA.



Estimación

Resistente

Moderada-  
mente  
Resistente

Susceptible

Altamente  
Susceptible

Area foliar  
Afectada

1%

5%

25%

50%

( STANDARD EVALUATION SYSTEM FOR RICE IRRRI 1980)

CUADRO 6. EVALUACION DE RESISTENCIA AL ESCALDADO DE LA HOJA  
(Rhynchosporium oryzae).

---

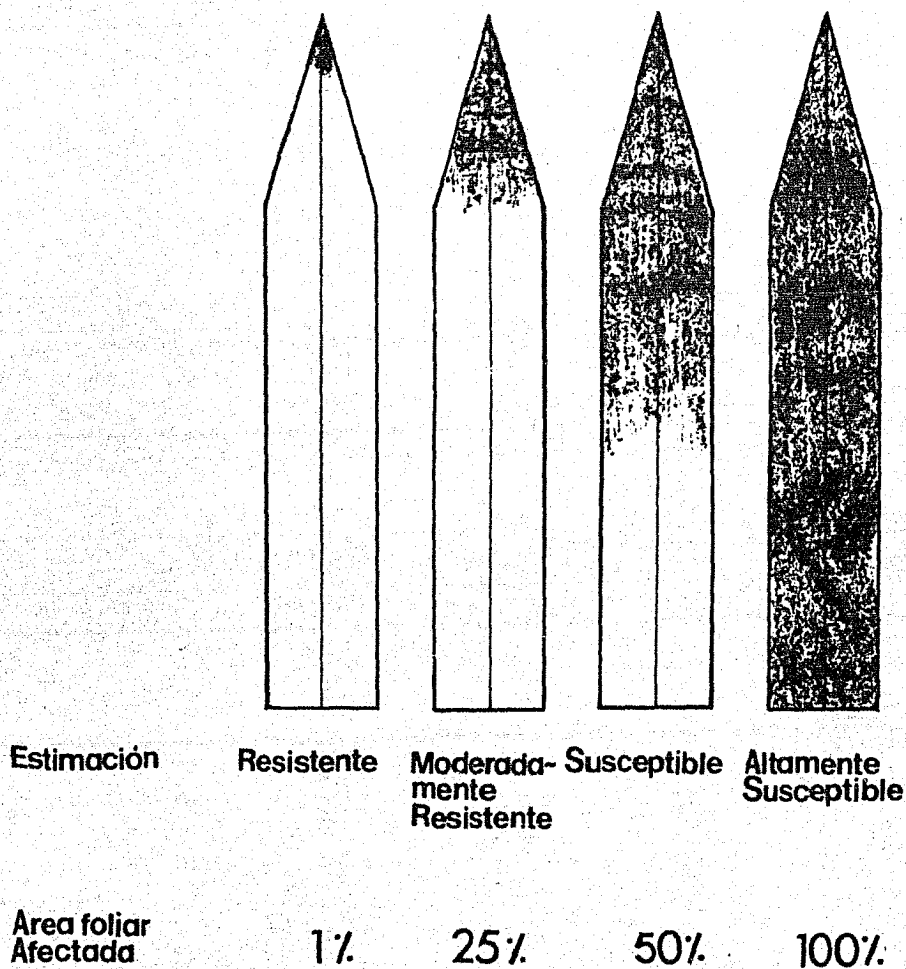
NOTA: La lesión ocurre más frecuentemente cerca del ápice de la hoja pero algunas veces se inicia en el margen de la lámina foliar, y se transforma en áreas elipsoides grandes rodeadas por bordes de color café oscuro y bandas angostas acompañadas por un halo café claro.

E S C A L A (% de área foliar afectada)

- 1 Menos del 1% (igual al testigo resistente)
  - 3 1 - 5%
  - 5 5 - 25%
  - 7 25 - 50%
  - 9 Más del 50% (igual al testigo susceptible)
- 

Standard Evaluation System for Rice (IRRI 1980).

FIGURA 4. HOJA FOLIAR AFECTADA Y LOS CORRESPONDIENTES NIVELES DE SEVERIDAD PARA RHYNCHOSPORIUM ORIZAE (ESCALADA DE LA HOJA)



(— STANDARD EVALUATION SYSTEM FOR RICE IRRI 1980)

La segunda lectura se hizo para evaluar el ataque de piricularia al cuello y a la panícula para lo cual se contaron las panículas afectadas en un  $m^2$  de parcela y ver el grado de recuperación que presentaron los materiales al ataque de ambos patógenos al follaje (Cuadro 7).

c.- Se realizó un análisis estadístico en base a rendimiento.

d.- Se tomaron muestras de 100 g de cada genotipo y en cada localidad para analizar su calidad molinera como culinaria. La selección de materiales se basó en los siguientes puntos: porcentaje de granos enteros pulidos, yesosidad, contenido de amilosa y calidad culinaria (conservación de la forma y consistencia posterior a la cocción) (Cuadro 8).

CUADRO 7. EVALUACION DE RESISTENCIA A PIRICULARIA EN CUELLOS Y PANICULAS

ESCALA	No. PANICULAS AFECTADAS/m <sup>2</sup>	REACCION
1	1 - 10	RESISTENTE
3	10 - 25	MODERADAMENTE RESISTENTE
5	25 - 30	MODERADAMENTE SUSCEPTIBLE
7	30 - 50	SUSCEPTIBLE
9	50 - 100	ALTAMENTE SUSCEPTIBLE

Standard Evaluation System for Rice (IRRI 1980).

CUADRO 8. ESCALA PARA ESTABLECER LA CALIDAD MOLINERA Y CULINARIA DEL GRANO DE ARROZ

ESTIMACION	CALIF.	ANALISIS DE MOLIENDA			% AMILOSA	CALIDAD CULINARIA*
		LONGITUD DE GRANO (mm)	% YESOSIDAD	% GRANOS ENTEROS		
EXCELENTE	(1)	EL + 7.5	0	75-100	+ 25	1
BUENA	(3-5)	L 6.6 - 7.5	-10	50-75	21 - 25	3 - 5
REGULAR	(7)	M 5.5 - 6.6	10-20	25-50	8 - 20	7
MALA	(9)	C - 5.5	+ 20	1-25	1 - 5	9

FUENTE: CIAT 1979 Evaluación de calidad del arroz.

\* Se clasifica de acuerdo a las siguientes características: los granos permanecen separados y secos o forman una masa pegajosa; conservan su forma, bajo tiempo de cocción y buen sabor.

EL= Extra largo

L= Largo

M= Mediano

C= Corto



## V.- RESULTADOS

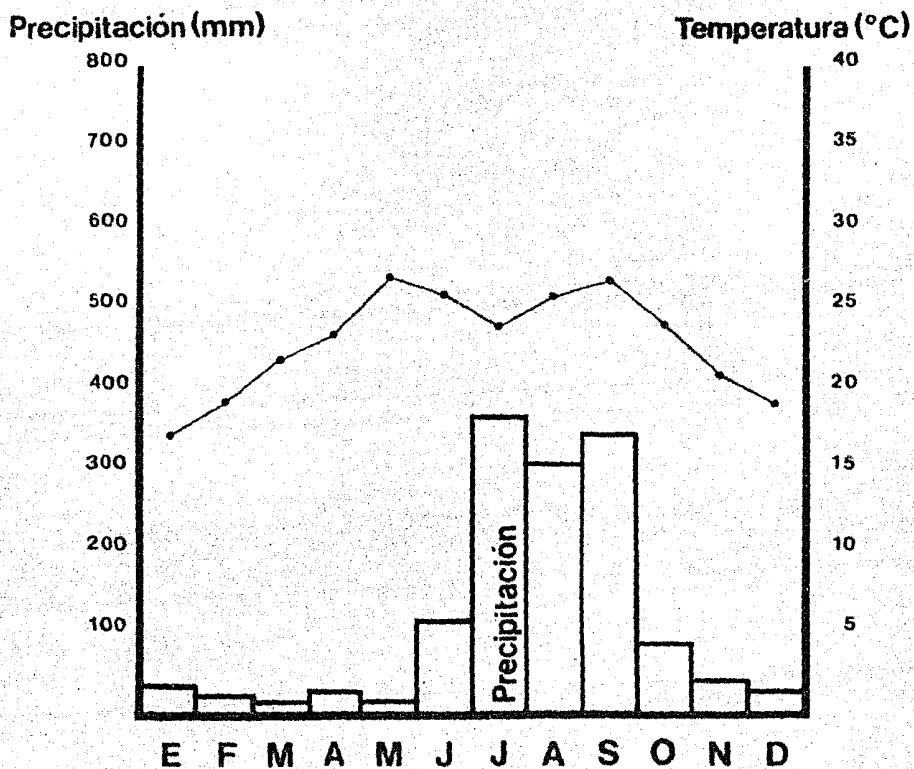
Las características más importantes que se tomaron para calificar la adaptación de los materiales fueron: días a madurez, altura, resistencia al acame, a enfermedades, rendimiento y calidad de grano.

En La Esperanza, Ver. los materiales evaluados se vieron afectados en forma crítica por las condiciones ambientales y por las enfermedades, lo cual permitió observar grandes diferencias entre ellos.

La mayoría de los materiales presentaron un ciclo vegetativo de aproximadamente 135 días considerado como intermedio, con excepción de BR-51-46-5, Campeche A-80 y Champoton A-80 cuyo ciclo fué de 150 días (tardío), la altura de los materiales fué muy variable la mayoría superó los 130 cm por lo que se presentaron muchos problemas de acame.

En cuanto a enfermedades, la infección de Pyricularia oryzae fué bastante severa tanto en follaje como en panícula, con respecto a Rhynchosporium oryzae su incidencia y severidad fué baja por lo que no se observaron grandes diferencias en cuanto a resistencia. La fuerte infección de Pyricularia oryzae estuvo bastante condicionada por la sequía que se presentó en la localidad, ya que favoreció el desarrollo del patógeno y debilitó a las plantas de arroz, (Grafica 1).

En esta localidad los materiales más destacados por su rendimiento fueron: IR 6115-1-1-1, IR 4744-295-2-3, TOX 718-A1-14, Tox 718-A1-27 e IR 4723-179-1-2 el cual superó las 5 ton/ha no obstante presentaron ciertos defectos como susceptibilidad al acame y a piricularia.



GRAFICA 1 PRECIPITACION PLUVIAL Y TEMPERATURA MEDIA EN LA ESPERANZA MPIO. DE COSA MALOAPAN, VER. 1982.

El rendimiento medio de la mayoría de los materiales fué de aproximadamente 4.0 ton/ha. Los testigos CICA-4 y Morado Criollo comparados con el resto de los materiales presentaron características indeseables en cuanto a resistencia a enfermedades y acame, además de que su rendimiento fué bajo.

El análisis aplicado para conocer la calidad industrial de los materiales mostró que la mayoría presentan más de 50% de granos enteros pulidos, y poseen un contenido intermedio de amilosa (8-25%) que les permite tener una consistencia adecuada después de la cocción, por lo que su calidad culinaria es buena. (Cuadros 9 y 10).

En Loma Bonita, Oax. la evaluación de los materiales se hizo también bajo condiciones adversas en cuanto a cantidad y distribución de la precipitación durante el ciclo de cultivo (Grafica 2) así como la incidencia y severidad de enfermedades. Lo cual hizo variar el comportamiento de los materiales.

En esta localidad la mayoría de los materiales mostraron un ciclo vegetativo intermedio de 120 a 130 días y solamente la cruz CICA-4X (IR 665-23-1X Tetep), las líneas IR 10781-75-3-2-2, BR 61-46-5 y la variedad Campeche A-80 presentaron un ciclo tardío.

Con respecto a la altura de los materiales esta fué intermedia, alrededor de 110 cm, teniéndose solamente problemas de acame en BL 515 y en Morado Criollo, cuya altura fué mayor.

En cuanto a enfermedades la incidencia y severidad de piriularia fue mayor en panícula que en follaje, los materiales más susceptibles fueron: BR 51-46-5, CICA-4, Morado Criollo y Champotón A-80. La incidencia de Rhynchosporium oryzae fué alta aunque no con gran severidad, mostrándose susceptibles a este patógeno las líneas: IR 4744-295-2-3, TOX 718-A1-19 e IR 8073-65-6-1. Se presentó un período de sequía de 20 días que afectó considerablemente al material evaluado y favoreció el desarrollo de enfermedades.

CUADRO 9. PRINCIPALES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y REACCION A ENFERMEDADES DE 17 LINEAS Y 7 VARIETADES DE ARROZ "LA ESPERANZA" MPIO. DE COSAMALOAPAN, VER. CAEPAP-CIAGOC-INIA CICLO P/V 1982.

No.	GENEALOGIA	DIAS A MADUREZ	ALTURA (cm)	RESISTENCIA AL ACAME	RESIST. A <i>P. oryzae</i>		RESISTENCIA A <i>Rhynchosporium oryzae</i>	FORMA DE GRANO	REND. DUNCAN (ton/ha) 5%	
					HOJA	PANICULA				
1	IR 6115-1-1-1	136	105	A	R	AS	R	AG	5.9	a
2	IR 4744-295-2-3	135	100	B	R	AS	R	AG	5.7	ab
3	TOX 718-A1-14	129	130	A	R	AS	I	AG	5.7	ab
4	TOX 718-A1-27	131	150	A	R	MS	R	AG	5.6	ab
5	IR 4723-179-1-2	140	95	A	R	MS	I	AG	5.4	ab
6	CICA-4X(IR 665-23-1XTETEP)	143	105	M	R	AS	R	AG	5.3	abc
7	TOX 728-2	145	95	A	MR	I	I	AG	5.2	abcd
8	CARDENAS A-80	140	115	B	MR	MR	I	AG	5.1	abcde
9	IR 10781-75-3-2-2	150	115	A	R	MS	MR	AG	4.5	bcdef
10	TOX 718-A1-28	131	135	B	R	MR	I	AG	4.4	bcdef
11	TOX 718-A1-8	129	150	A	R	MR	R	AG	4.1	cdef
12	TOX 494-5-1-2	143	115	B	MR	I	I	AG	4.0	cdef
13	BR 51-46-5	150	130	B	MR	MR	I	AG	4.0	cdef
14	CAMPECHE A-80	153	110	A	R	MR	R	AG	4.0	cdef
15	TOX 718-A1-13	129	170	A	R	MS	I	AG	3.9	defg
16	CICA-4 (T1)	131	90	A	MR	AS	R	AG	3.9	defg
17	BL-545	129	150	M	R	AS	R	AG	3.8	efg
18	TOX 718-A1-19	131	130	A	R	MR	R	AG	3.6	efg
19	CHAMPOTON A-80	150	110	A	MS	MS	R	AG	3.6	fg
20	IR 8073-65-6-1	131	80	A	MR	AS	R	AG	3.5	fg
21	GRIJALVA A-71	143	145	A	MR	AS	R	AG	3.2	fg
22	BL-515	129	135	M	R	I	R	AG	3.2	fg
23	MACUSPANA A-75	143	150	A	MR	S	R	AG	3.1	fg
24	MORADO CRIOLLO (T2)	143	170	B	MR	AS	MR	AG	2.4	g

C. V. = 20%

$\bar{X}$  = 4.1

DMS.05= 1.21 ton.

A= ALTA

M= MEDIA

B= BAJA

R= RESISTENTE

S= SUSCEPTIBLE

I= INMUNE

AG=ALARGADO GRANDE

CUADRO 10. ANALISIS DE CALIDAD MOLINERA Y CULINARIA DE LOS MATERIALES EVALUADOS EN LA ESPERANZA MPIO. DE COSAMALOAPAN, VER. INIA-DEPTO. DE CEREALES LAB. DE ARROZ 1982.

No. DE VARIEDAD	GENEALOGIA	% GRANO ENTERO	YESOSIDAD*	CALIDAD** CULINARIA	% AMILOSA
1	MACUSPANA A-75	44	1	3	22
2	GRIJALVA A-71	53	1	3	22
3	CARDENAS A-80	60	1	3	21
4	CICA-4 (T1)	55	1	5	23
5	CAMPECHE A-80	47	1	3	25
6	CHAMPOTON A-80	55	1	3	22
7	TOX 494-5-1-2	55	5	3	25
8	TOX 728-2	58	9	3	24
9	MORADO CRIOLLO (T2)	50	5	3	21
10	CICA-4X(IR 665-23-1XTETEP)	60	1	3	22
11	TOX 718-A1-19	60	1	5	14
12	TOX 718-A1-28	55	1	5	14
13	BL-545	50	1	5	16
14	BL-515	56	1	5	14
15	TOX 718-A1-8	55	1	5	10
16	TOX 718-A1-27	60	1	5	11
17	TOX 718-A1-14	55	1	5	11
18	TOX 718-A1-13	55	1	5	10
19	IR 6115-1-1-1	58	5	3	23
20	IR 8073-65-6-1	55	9	5	19
21	IR 4744-295-2-3	50	5	3	26
22	BR-51-46-5	50	5	3	26
23	IR 4723-179-1-2	70	5	3	26
24	IR 10781-75-3-2-2	50	5	3	27

\*YESOSIDAD

1=0%

5= -10%

7= 10-20%

9= +20%

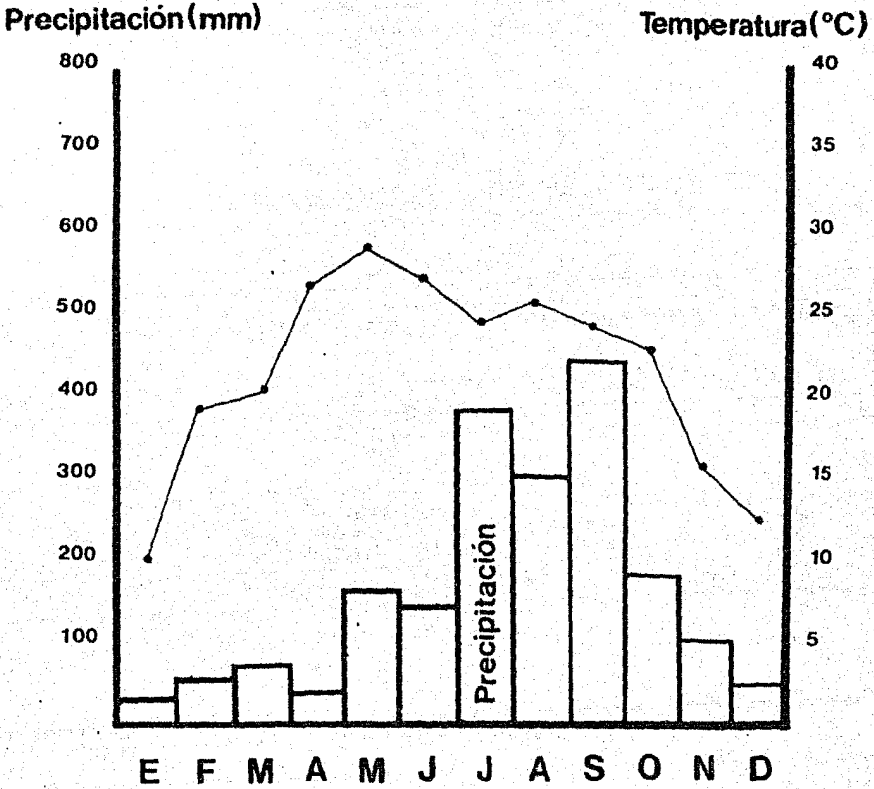
\*\* CALIDAD CULINARIA

1=EXCELENTE

3-5=BUENA

7=REGULAR

9=MALA



GRAFICA 2 PRECIPITACION PLUVIAL Y TEMPERATURA MEDIA EN LOMA BONITA OAXACA. 1982

El rendimiento promedio en esta localidad fué de 3.86 ton/ha, los mejores materiales en cuanto a rendimiento fueron: IR 4723-179-1-2 (5.8 ton/ha), IR 6115-1-1-1 (5.3 ton/ha), IR 4744-295-2-3 (4.7 ton/ha), - Cárdenas A-80 (4.7 ton/ha) y CICA-4 X (IR 665-23-1 X Tetep) (4.6 ton/ha), sin embargo se observaron otros materiales como : TOX 728-2 y TOX 494-5-1-2 con un rendimiento un poco más bajo pero con mejores características agrnómicas y sanitarias (Cuadro 11) .

La calidad industrial de los materiales fué buena, ya que se observó en la mayoría de ellos una recuperación de más de 50% de granos enteros pulidos, y con respecto a la calidad culinaria se calificó como regular, a pesar de que tienen buen contenido de amilosa (Cuadro-12) .

La localidad de Medias Aguas, Ver., tuvo las mejores condiciones para el desarrollo de los materiales, ya que no se presentaron problemas de sequía ni de enfermedades, la precipitación fué superior a 1400 mm y con una distribución más amplia, (Grafica 3).

El ciclo vegetativo observado fué de 120-130 días (intermedio). La altura alcanzada por la mayoría de los materiales fué intermedia (110 cm) solamente presentaron problemas de acame Morado Criollo y TOX 718-A1-28.

Debido principalmente a las altas precipitaciones y a la ausencia de períodos de sequía no se tuvo problemas de enfermedades, ya que estas condiciones resultan adversas para el desarrollo tanto de pircularía como del escaldado de la hoja.

CUADRO 11. PRINCIPALES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y REACCION A ENFERMEDADES DE 17 LINEAS Y 7 VARIETADES DE ARROZ LOMA BONITA, OAX. CAEPAP-CIAGOC-INIA CICLO P/V 1982.

No.	GENEALOGIA	DIAS A MADUREZ	ALTURA (cm)	RESISTENCIA AL ACAME	RESIST. A <i>P.oryzae</i>		RESISTENCIA A <i>Rhynchosporium oryzae</i>	FORMA DE GRANO	REND. (ton/ha)	D U N C A N 5 %
					HOJA	PANICULA				
1	IR 4723-179-1-2	130	95	A	R	MR	R	AG	5.8	a
2	IR 6115-1-1-1	120	110	A	R	MR	R	AG	5.3	ab
3	IR 4744-295-2-3	120	110	A	R	MR	MS	AG	4.7	abc
4	CARDENAS A-80	130	110	A	R	MR	R	AG	4.7	abc
5	CICA-4X(IR 665-23-1XTETEP)	140	98	A	MR	MR	R	AG	4.6	abc
6	TOX 494-5-1-2	130	105	A	R	R	R	AG	4.5	abc
7	TOX 718-A1-19	120	148	A	MR	MR	MS	AG	4.5	abc
8	TOX 718-A1-14	120	145	A	R	R	R	AG	4.5	abc
9	IR 10781-75-3-2-2	140	100	A	R	R	R	AG	4.5	abc
10	TOX 728-2	130	110	A	MR	R	R	AG	4.4	abc
11	BL-515	120	128	M	R	R	R	AG	4.4	abc
12	TOX 718-A1-8	120	150	A	R	MR	R	AG	4.0	bcd
13	BR 51-46-5	140	105	A	MR	S	R	AG	4.0	bcd
14	TOX 718-A1-28	120	125	A	R	R	R	AG	3.9	bcd
15	GRIJALVA A-71	130	127	A	R	R	R	AG	3.8	cd
16	BL-545	120	110	A	R	MR	R	AG	3.6	cde
17	TOX 718-A1-13	120	120	A	R	R	R	AG	3.5	cdef
18	MACUSPANA A-75	130	135	A	R	MR	R	AG	3.4	cdefg
19	TOX 718-A1-27	120	145	A	R	R	R	AG	3.3	defg
20	IR 8073-65-6-1	120	110	A	R	MR	MS	AG	2.9	efg
21	CICA-4 (T1)	120	106	A	MS	AS	R	AG	2.3	efg
22	MORADO GRIOLLO (T2)	130	154	B	MR	AS	R	AG	2.1	fg
23	CAMPECHE A-80	150	85	A	MS	MR	R	AG	2.0	g
24	CHAMPOTON A-80	130	108	A	MS	AS	R	AG	2.0	g

C. V. = 20%

$\bar{X}$  = 3.8

DMS .05 = 1.24 ton



CUADRO 12. ANALISIS DE CALIDAD MOLINERA Y CULINARIA DEL ENSAYO EVALUADO EN LOMA BONITA, OAX. INIA-DEPTO. DE CEREALES LAB. DE ARROZ 1982.

No. DE VARIEDAD	GENEALOGIA	% GRANO ENTERO	YESOSIDAD*	CALIDAD** CULINARIA	% AMILOSA
1	MACUSPANA A-75	60	1	3	22
2	GRIJALVA A-71	47	0	5	22
3	CARDENAS A-80	42	1	3	22
4	CICA-4 (T1)	59	9	3	23
5	CAMPECHE A-80	53	1	3	24
6	CHAMPOTON A-80	50	1	3	23
7	TOX 494-5-1-2	59	1	7	15
8	TOX 728-2	53	1	7	15
9	MORADO CRIOLLO (T2)	55	1	7	17
10	CICA-4X(IR 665-23-1XTETEP)	61	1	3	
11	TOX 718-A1-19	65	1	7	12
12	TOX 718-A1-28	70	0	7	13
13	BL-545	53	1	7	17
14	BL-515	61	1	7	16
15	TOX 718-A1-8	58	0	7	12
16	TOX 718-A1-27	65	0	7	12
17	TOX 718-A1-14	65	1	7	12
18	TOX 718-A1-13	62	0	7	12
19	IR 6116-1-1-1	65	5	3	25
20	IR 8073-65-6-1	50	1	3	26
21	IR 4744-295-2-3	62	1	3	25
22	BR 51-46-5	50	1	3	27
23	IR 4723-179-1-2	63	9	3	26
24	IR 10781-75-3-2-2	47	9	5	26

\*YESOSIDAD

1=0%

5= -10%

7= 10-20%

9= +20%

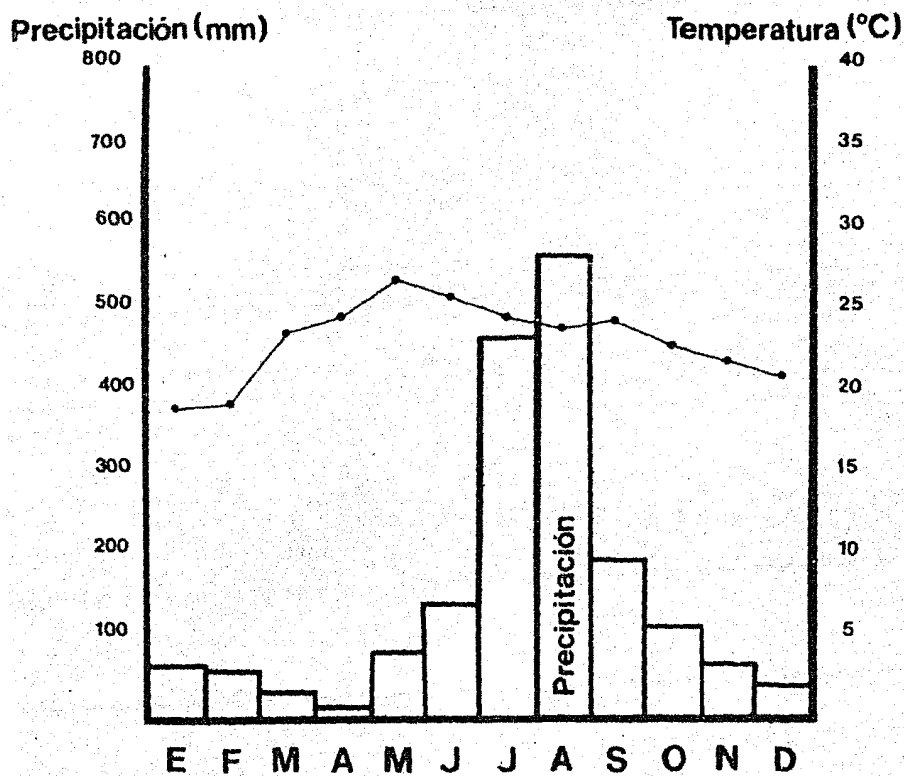
\*\*CALIDAD CULINARIA

1=EXCELENTE

3-5=BUENA

7=REGULAR

9=MALA



GRAFICA 3 PARTICIPACION Y TEMPERATURA MEDIA  
EN LA FLORENCIA MPIO. SAYULA DE ALEMAN,  
VER. 1982.

El rendimiento medio en la localidad fué de 4.02 ton/ha. presentándose materiales con rendimientos muy superiores al promedio, tales como: IR 10781-75-3-2-2, Champotón A-80, BR 51-46-5, TOX 728-2 y Cárdenas A-80 que produjeron más de 5.8 ton de grano por hectárea - (Cuadro 13).

En esta localidad se observó buena calidad de los materiales, tanto por su rendimiento en molino como por su calidad al cocimiento (Cuadro 14).

Los materiales que mostraron mayor adaptación en la región presentando buenas características agronómicas, sanitaria y de calidad fueron: TOX 728-2, Cárdenas A-80, TOX 494-5-1-2 y Campeche A-80 cuyas características generales se presentan a continuación (Cuadro 15).

CUADRO 13. PRINCIPALES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE 17 LINEAS Y 7 VARIETADES DE ARROZ  
EVALUADAS EN MEDIAS AGUAS, MPIO. DE SAYULA DE ALEMAN, VER. CAEPAP-CIAGOC-INIA.  
CICLO P/V 1982.

No.	GENEALOGIA	DIAS A MADUREZ	ALTURA (cm)	RESISTENCIA AL ACAME	FORMA DE GRANO	RENDIMIENTO (ton/ha)	D U N C A N 5 %
1	IR 10781-75-3-2-2	130	110	A	AG	6.8	a
2	CHAMPOTON A-80	140	98	A	AG	6.3	ab
3	BR 51-46-5	130	118	A	AG	6.0	abc
4	TOX 728-2	130	95	A	AG	5.9	abc
5	CARDENAS A-80	130	124	A	AG	5.8	abc
6	IR 6115-1-1-1	120	80	A	AG	5.6	abcd
7	CAMPECHE A-80	140	125	A	AG	5.5	abcd
8	TOX 494-5-1-2	130	95	A	AG	4.9	bcde
9	CICA-4X(IR665-23- IXTETEP)	130	70	A	AG	4.8	bcdef
10	CICA-4 (T1)	120	75	A	AG	4.6	cdef
11	IR 4723-179-1-2	130	70	A	AG	4.4	cdef
12	MACUSPANA A-75	130	130	A	AG	4.3	cdefg
13	IR 8073-65-6-1	120	65	A	AG	4.2	cdefg
14	IR 4744-295-2-3	120	70	A	AG	3.9	defgh
15	TOX 718-A1-8	120	150	A	AG	3.7	defghi
16	GRIJALVA A-71	130	130	A	AG	3.5	defghi
17	BL-545	120	123	A	AG	3.2	efghi
18	TOX 718-A1 19	120	130	A	AG	3.1	fghi
19	BL-515	120	121	A	AG	2.6	ghij
20	TOX 718-A1-27	120	129	A	AG	2.4	hij
21	TOX 718-A1-14	120	128	A	AG	2.3	hij
22	TOX 718-A1-13	120	127	A	AG	2.2	ijk
23	MORADO CRIOLLO (T2)	130	140	B	AG	1.4	jk
24	TOX 718-A1-28	120	128	M	AG	0.6	k

C. V. = 25%      A= ALTO  
 X = 4.02      M= MEDIO  
 DMS.05= 1.53 ton.      B= BAJO

CUADRO 14. ANALISIS DE CALIDAD MOLINERA Y CULINARIA DEL ENSAYO EVALUADO EN MEDIAS AGUAS  
 MPIO. DE SAYULA DE ALEMAN, VER. INIA-DEPTO. DE CEREALES LAB. DE ARROZ. 1982.

No. DE VARIEDAD	GENEALOGIA	% GRANO ENTERO	YESOSIDAD*	CALIDAD** CULINARIA	% AMILOSA
1	MACUSPANA A-75	50	1	5	23
2	GRIJALVA A-71	53	1	5	23
3	CARDENAS A-80	55	1	5	23
4	CICA-4 (T1)	60	1	5	24
5	CAMPECHE A-80	50	9	3	22
6	CHAMPOTON A-80	62	1	5	21
7	TOX 494-5-1-2	62	0	5	15
8	TOX 728-2	57	9	5	18
9	MORADO CRIOLLO (T2)	55	9	5	25
10	CICA-4X(IR665-23- 1XTETEP)	65	1	3	23
11	TOX 718-A1-19	55	0	5	11
12	TOX 718-A1-28	37	1	5	16
13	BL-545	55	1	5	15
14	BL-515	58	0	5	13
15	TOX 718-A1-8	56	1	7	12
16	TOX 718-A1-27	50	0	5	11
17	TOX 718-A1-14	55	0	5	13
18	TOX 718-A1-13	50	0	5	13
19	IR 6115-1-1-1	65	9	3	26
20	IR 8073-65-6-1	60	1	3	27
21	IR 4744-295-2-3	63	1	3	26
22	BR 51-46-5	58	1	5	27
23	IR 4723-179-1-2	68	5	3	28
24	IR 10781-75-3-2-2	55	9	5	28

\*YESOSIDAD

1= 0%

5= -10%

7= 10-20%

9= +20%

\*\*CALIDAD CULINARIA

1= EXCELENTE

3-5= BUENA

7= REGULAR

9= MALA

CUADRO 15. CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y REACCION A ENFERMEDADES DE LOS GENOTIPOS DE ARROZ QUE MEJOR COMPORTAMIENTO MOSTRARON EN TRES LOCALIDADES DE LA CUENCA BAJA DEL PAPALOAPAN. CAEPAP-CIAGOC-INIA CICLO P/V 1982.

GENOTIPO	DIAS A MADUREZ	ALTURA (cm)	RESISTENCIA AL ACAME	RESIST. A <i>P. oryzae</i>		RESISTENCIA <i>Rhynchosporium oryzae</i>	CALIDAD		RENDIMIENTO TON/HA
				HOJA	PANICULA		MOL*	CUL**	
CARDENAS A-80	135	115	A	R	MR	I	53	3	5.2
TOX 728-2	135	100	A	MR	I	I	56	5	5.1
TOX 494-5-1-2	135	105	A	R	I	I	58	5	4.4
CAMPECHE A-80	145	105	A	MR	MR	R	50	3	4.0
CICA-4 (T1)	125	90	A	MS	AS	R	58	5	3.5
MORADO CRIOLLO(T2)	135	155	B	MR	AS	R	53	5	1.9

A= ALTA

B= BAJA

I= INMUNE

R= RESISTENTE

MR= MODERADAMENTE RESISTENTE

MS= MODERADAMENTE SUSCEPTIBLE

AS= ALTAMENTE SUSCEPTIBLE

\*% DE GRANOS ENTEROS PULIDOS

\*\* 3-5 = BUENA CALIDAD

## VI.- DISCUSION

Los resultados del análisis de varianza para rendimiento de grano en las tres localidades, mostraron que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos (variedades) .

Los principales factores que influenciaron la diferencia en rendimiento y calidad de los materiales probados fueron: la alta incidencia y severidad de Pyricularia oryzae, la mala distribución de la precipitación así como la escasa cantidad ocurrida; los fuertes vientos - que ocasionaron problemas de acame, además de la baja capacidad productiva de algunos materiales.

En relación a las enfermedades, se observó que tanto en La Esperanza, Ver., como en Loma Bonita, Oax., la incidencia y severidad de Pyricularia oryzae fué bastante alta ocasionando mermas en rendimiento sobre todo por que la mayor severidad se mostró más en el ataque a la panícula que en el follaje. A pesar de que en algunos materiales se observó una reacción de susceptibilidad, estos presentaron buenos rendimientos, ya que el ataque fué tardío, cuando el grano estaba en proceso de cristalización. Con respecto al ataque en follaje la mayoría de los materiales reaccionaron en forma resistente tolerando la infección del hongo.

El escaldado de la hoja producido por Rhynchosporium oryzae se presentó con alta incidencia pero su severidad fué baja por lo que la mayoría de los materiales presentaron buena resistencia de campo.

Se observó que el factor ambiental precipitación fué determinante en el rendimiento de los materiales, ya que en localidades como Medias Aguas, Ver., en donde su cantidad fué adecuada así como su distribución; fué donde se obtuvieron los mejores rendimientos; en comparación con La Esperanza y Loma Bonita en donde su cantidad y distribución fueron deficientes, por lo que la presencia de períodos de sequía dentro del temporal (canícula) afectaron considerablemente el rendimiento de los materiales evaluados ya que la deficiencia de humedad coincidió con las etapas de iniciación panicular y embuche, además de que favorecieron el desarrollo de patógenos como Pyricularia oryzae la cual -incidió con mayor severidad durante la floración del cultivo.

Tanto pyricularia como sequía además de afectar el rendimiento de grano, perjudicaron la calidad de este; no obstante que algunos materiales tuvieron buen rendimiento, los granos se encontraban manchados además de que su consistencia era blanda lo que los hacía muy quebradizos por lo que su rendimiento en molino fué inferior a 50% de granos enteros pulidos y su calidad culinaria se calificó como regular.

En La Esperanza fué donde se presentaron los mayores problemas de acame debido a que el experimento no se encontraba protegido por alguna barrera natural, por lo que los fuertes vientos tuvieron mayor influencia sobre los materiales.

En las localidades el acame de algunos materiales fué ocasionado más por sus tallos débiles que por la acción mecánica del viento, como es el caso de la variedad Morado Criollo utilizado como testigo tradicional.



En cuanto a producción en las tres localidades se observó un rendimiento medio de 4.0 ton/ha, lo cual muestra que el comportamiento general de los materiales evaluados es bueno, de éstos los que mostraron mayor adaptación en las tres localidades fueron: Cárdenas A-80, TOX 728-2, - TOX 494-5-1-2 y Campeche A-80; no obstante que sus rendimientos no fueron muy altos, estos fueron uniformes en los tres sitios además de que se mostraron más resistentes a piricularia que el resto de los materiales, estas líneas y variedades superaron en características agronómicas, sanidad, rendimiento y calidad a los testigos CICA-4 y Morado Criollo.

Una vez que se han determinado algunos genotipos con buena adaptación y características agronómicas deseables, además de buena resistencia a enfermedades, es necesario evaluarlos nuevamente bajo distintos ambientes con el fin de medir la estabilidad de sus características así como de su rendimiento, para así confirmar los resultados obtenidos en estos trabajos de identificación y obtención de variedades de arroz de temporal, ya que si algún material mantuviera por varios ciclos de prueba sus buenas características, podría ser liberado como una variedad mejorada regional.

## VII.- CONCLUSIONES

Una vez analizados los resultados del presente trabajo podemos concluir lo siguiente:

- 1.- La mayoría de los materiales de arroz evaluados mostraron buen comportamiento agronómico a nivel regional, algunos de ellos parecen promisorios para liberarse como variedades.
- 2.- Es necesario evaluar la estabilidad de los materiales más sobresalientes en los diferentes ambientes donde se produce arroz de temporal en el estado de Veracruz.
- 3.- Por las evaluaciones agronómicas que se hicieron, el tipo de planta que mejor comportamiento presenta para las condiciones ambientales de Veracruz tiene un ciclo de vida intermedio 130-135 días, altura intermedia (111-130 cm) arquitectura semicompacta, tallos gruesos hojas no erectas gran vigor inicial y resistente al hongo Pyricularia oryzae.
- 4.- La resistencia en campo a piricularia varió entre localidades principalmente por condiciones ambientales que influyeron en el nivel de incidencia y severidad de la infección al igual que en el escaldado de la hoja.
- 5.- Los materiales que presentaron mejores características agronómicas, resistencia a Pyricularia oryzae y Rhynchosporium oryzae, además de buen rendimiento y calidad fueron: TOX-728-2, CARDENAS A-80, TOX 494-5-1-2 y CAMPECHE A-80

## VIII.- LITERATURA CITADA

- 1.- Alexopoulos C. 1977. *Introducción a la micología*. Buenos Aires, Argentina UDEBA, p. 392 - 427.
- 2.- Alvarez M. 1981. *Aplicación del análisis de componentes principales efectuado a un grupo de variedades de arroz Oryza sativa L. atendiendo a las variables de rendimiento agrícola e industrial. Cultivos Tropicales (CUBA) 3 (2) : 157 - 167.*
- 3.- Angladette A. 1969. *El Arroz*. Barcelona, España. Blume 867 p.
- 4.- Ayón R.E. 1977. *Prueba de variedades de arroz para condiciones de temporal en la Cuenca Baja del Papaloapan. In : " Memoria de la II - Reunión Técnica del Programa Nacional de Arroz "*. Villahermosa, Tab. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidraulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas p. 48 - 57 .
- 5.- \_\_\_\_\_ 1981. *El cultivo del arroz en el Sureste de México; Trabajo presentado en el IX Simposio Nacional de Parasitología Agrícola Mazatlan, Sin. 14 - 17 de Octubre. 14. p.*
- 6.- \_\_\_\_\_ 1983. *Estudios en arroz tendientes a producir variedades tolerantes a sequía. Trabajo presentado en el I Taller de Sequía. México, D. F. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidraulicos Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (mimeografiado).*
- 7.- Brauer O. 1980. *Fitogenética aplicada*. México, D.F. LIMUSA 518 p.
- 8.- Castaño Z.J. 1975. *Variación patogénica en (*Pyricularia oryzae* Cav.) agente causal del añublo del arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis Maestría en Ciencias. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados 63.p.*

- 9.- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1982. *Informe del Programa de Arroz*. Cali, Colombia CIAT p. 7- 32.
- 10.- Cheaney R.L. y Jennigs P.R. 1975. *Problemas en cultivo de Arroz en América Latina*. Cali, Colombia, CIAT 91 p.
- 11.- Chang T.T. y Oka H.I. 1976. *Genetic information on the climatic adaptability of rice cultivars*. In : " *Proceedings of the Symposium on climate and rice* ". Los Baños Laguna, Philippines IRRI p. 87-114.
- 12.- Citalán L.W. 1977. *Resultados preliminares de pruebas de líneas y variedades de arroz de temporal en la Costa de Chiapas*. In " *Memooria de la II Reunión Técnica del Programa Nacional de Arroz* ". Villahermosa, Tab., Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. p. 93 - 102.
- 13.- De Datta S.K. 1975. *Major research in upland rice*. Los Baños, - Laguna, Philippines. IRRI. 270 p.
- 14.- Deus J.E. 1979. *Evaluación de variedades de líneas de arroz - (Oryza sativa L.) para resistencia al hongo Pyricularia oryzae*. Cultivos Tropicales (CUBA) 1 (2) : 165 - 173 .
- 15.- E.E.U.U. Academia Nacional de Ciencias. 1978. *Desarrollo y control de las enfermedades de las plantas*. Trad. de la Ed. en Inglés por - Manuel Aragonés M. México, LIMUSA p. 138 - 139 .
- 16.- Esqueda E.V. 1982. *Identificación, daño y control de las malas hierbas en el cultivo del arroz (Oryza sativa L.) en condiciones de temporal en la región central de Veracruz*. Tesis Profesional. Guadalajara, Jal., Universidad de Guadalajara 117 p.
- 17.- Flores G.J. 1977. *Informe general del curso de fitomejoramiento y producción de arroz*. Cali, Colombia. CIAT. p. 39 - 55 .

- 18.- \_\_\_\_\_ 1982. *Enfermedades del arroz en el Sureste de México*. In : " I Curso de Capacitación sobre producción de arroz de temporal "; Chetumal Quintana Roo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas 18 p. (mimeografiado).
- 19.- Guerrero R.L. Clayton W.J. y Alas de Velis M. 1978. *Ensayo Regional de adaptación y rendimiento de líneas promisorias de arroz en El Salvador*. Revista Agricultura en El Salvador 17 (3) : 22 - 28 .
- 20.- Hernández A.L. 1975. *Mejoramiento del arroz para resistencia a (*Pyricularia oryzae* Cav)*. In " Informe del Departamento de Cereales. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas 6 p.
- 21.- \_\_\_\_\_ 1976. *El arroz su cultivo y mejoramiento genético en México*. Chapingo, México 16 p. (mimeografiado).
- 22.- \_\_\_\_\_ 1978. *Arroz*. In : Cervantes Santana T.ed. Recursos genéticos disponibles a México. Chapingo, México. Sociedad Mexicana de Fitogenética p. 105 - 117.
- 23.- \_\_\_\_\_ 1982. *Nuevas alternativas en el mejoramiento del arroz para resistencia a (*Pyricularia oryzae* Cav.) en México*. In : " Memoria de la I Reunión sobre Metodología de selección para resistencia a piricularia ". Campo Agrícola Experimental Cotaxtla, Ver. México, 5 - 6 abril p. 1-11.
- 24.- International Rice Research Institute. 1980. *Standard evaluation system for rice*. Los Baños, Laguna, Philippines. International Rice Testing Program. 43 p.
- 25.- Jennings P.R. Coffman W.R. y Kauffman H.E. 1981. *Mejoramiento del Arroz*. Cali, Colombia CIAT 233 p.

26.- Kato H. 1974. *Epidemiology of Rice Blast Disease*. Rev. Plant Protect. Res. National Institute of Agricultural Science ( Nishigahra, Tokio) 7 : 10 - 18 .

27.- León Maycotte J.R. de 1979. *Marco de referencia regional del Campo Agrícola Experimental Papaloapan*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidraulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Campo Agrícola Experimental Papaloapan (mimeografiado).

28.- Martínez R. C. 1980. *Diferentes alternativas en la obtención de variedades de arroz resistentes a piricularia (Pyricularia oryzae)*. Arroz. (Bogota, Colombia)29 (306) : 26 - 36 .

29.- Nishiyama T. 1976. *Effects of temperature on the vegetative growth of the rice plant*. In : " Proceedings of the symposium on climate and rice". Los Baños, Laguna. Philippines. International Rice Research Institute p. 159-185.

30.- Orellana P.A., Martínez P.J. y Martínez G.L. 1979. *Evaluación de resistencia del arroz (Oryza sativa L.) a Pyricularia oryzae durante 1975 y algunos aspectos sobre fuentes de resistencia*. Agrotecnica de Cuba. 11 (1): 32-44.

31.- Orellana P.A. 1981. *Aspectos relacionados con la resistencia genética del arroz al insecto Sogatodes oryzicola, Hoja blanca y Pyricularia oryzae*. Agrotecnia de Cuba 13 (1) : 37 - 44.

32.- Ou S.H. 1972. *Rice disease*. Kew surrey, England. Commonwealth Mycological Institute. p. 97 - 184.

33.- Padmanabhan S.Y. 1974. *Fungal diseases of rice in India*. New Delhi, India. Indian Council of Agricultural Research. 2 - 30 p.

- 34.- Quintero S.H. 1976. *Estudio de tolerancia a sequía en el arroz para la formación de variedades temporales para el estado de Quintana Roo.* In " Memoria de la II Reunión Técnica del Programa Nacional de Arroz ". Villahermosa, Tab. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. p. 79.
- 35.- Ramakrishan T.S. 1971. *Diseases of rice.* New Delhi, India. Indian Council of Agricultural Research. 1-25 p.
- 36.- Susuki H. 1970. *Interrelationship between the occurrence of rice blast disease and meteorological conditions.* Rev. Plant Protect Res. Hokuriku Agricultural Experiment Station Tokio 3 : 1 - 11 .
- 37.- Universidad de Filipinas 1979. *El cultivo del arroz; manual de producción.* México LIMUSA. 425 p.
- 38.- Ventura F.C. 1978. *Defensa genética del arroz contra pínicularia (Pyricularia oryzae).* Cali, Colombia CIAT p. 24.
- 39.- Vergara B.S. 1976. *Physiological and morfological adaptability of rice varieties to climate.* In : " Proceedings of the Symposium on Climate and Rice". Los Baños, Laguna, Philippines p. 67 - 85 .
- 40.- Wong P.J. 1977. *Evaluación del sexto vivero internacional de (Pyricularia oryzae Cav.) en camas de infección.* In : " Memoria de la II Reunión Técnica del Programa Nacional de Arroz". Villahermosa, Tab., Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. p. 179 - 181.

41.- Yoshida S. Parao F. T. 1976. *Climatic influence on yield and yield components of lowland rice in the tropics*. In : " Proceedings of the Symposium on Climate and Rice ". Los Baños, Laguna, Philippines p. 471-494.



## A P P E N D I C E

A1. PRODUCCION DE ARROZ PALAY DE 1975 A 1981 EN EL DISTRITO DE TEMPORAL  
No. VII, BAJO PAPALOAPAN.

AÑO	SUPERFICIE SEMRADA (HA)	PRODUCCION (TON)	REND./HA (TON)	VALOR DE LA PRODUCCION (MILES DE PESOS)
1975	2,551	4,196.6	1.64	12,589.8
1976	2,547	7,412.1	2.91	22,236.3
1977	2,013	4,234.1	2.10	12,702.0
1978	6,455	15,828.5	2.45	58,043.1
1979	8,272	20,984.5	2.53	84,210.8
1980	5,048	11,082.0	2.19	55,410.0
1981	5,520	12,665.0	2.29	82,322.5

FUENTE: DISTRITO AGROPECUARIO DE TEMPORAL No. VII 1982.

A2. SUPERFICIE Y PRODUCCION DE ARROZ EN EL DISTRITO DE TEMPORAL No. VII EN LOS CICLOS P-V 1980 Y P-V 1981.

UNIDAD	C I C L O P-V 80/80			C I C L O P-V 81/81		
	SUP. SEMBRADA (HA)	PRODUCCION (TON)	REND/HA (TON)	SUP. SEMBRADA (HA)	PRODUCCION (TON)	REND/HA (TON)
ACAYUCAN	1,200	3,000	2.5	1,350	3,240	2.4
LOS TUXTLAS	300	540	1.8	200	299	1.4
ISLA	100	190	1.9	20	46	2.3
COSAMALOAPAN	3,000	6,300	3.0	3,100	7,130	3.0
ALVARADO	448	1,052	2.3	850	1,950	2.2
T O T A L	5,048	11,082		5,520	12,665	

FUENTE: DISTRITO AGROPECUARIO DE TEMPORAL No. VII 1982.

A3. ANALISIS DE VARIANZA DEL EXPERIMENTO ESTABLECIDO EN LA ESPERANZA MPIO.  
DE COSAMALOAPAN, VER. CICLO P-V 1982.

FACTOR DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	VARIANZA	Fc.	Ft	
					0.05	0.01
ENTRE TRATAMIENTOS	87.49	23	3.80	5.13	1.94	2.39**
ENTRE REPETICIONES	3.30	3	1.10	1.49	3.34	4.73 N.S.
ERROR	51.18	69	0.74			
TOTAL	141.98	95				
$\bar{X}$ GENERAL	4.34					

C. V. = 20%

\*\* ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

N. S. NO SIGNIFICATIVO

A4. ANALISIS DE VARIANZA DEL EXPERIMENTO ESTABLECIDO EN LOMA BONITA,  
OAX. CICLO P-V 1982.

FACTOR DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	VARIANZA	Fc.	Ft	
					0.05	0.01
ENTRE TRATAMIENTOS	94.68	23	4.12	5.27	1.68	2.09**
ENTRE REPETICIONES	5.89	3	1.96	2.51	2.75	4.10 N.S.
ERROR	53.90	69	0.78			
TOTAL	154.47	95				
$\bar{X}$ GENERAL	3.88					

C. V. = 20%

\*\*= ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

N.S. NO SIGNIFICATIVO

A5. ANALISIS DE VARIANZA DEL EXPERIMENTO ESTABLECIDO EN MEDIAS AGUAS  
 MPIO. DE SAYULA DE ALEMAN, VER. CICLO P-V 1982.

FACTOR DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	VARIANZA	Fc.	Ft	
					0.05	0.01
ENTRE TRATAMIENTOS	275.16	23	11.96	10.04	1.67	2.07**
ENTRE REPETICIONES	14.03	3	4.68	3.92	2.74	4.08*
ERROR	82.23	69	1.19			
TOTAL	371.41	95				
$\bar{X}$ GENERAL	4.02					

C. V. = 25%

\*\* ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

\* SIGNIFICATIVO