

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



EVALUACION DE 17 GENOTIPOS DE ARROZ Y SU
RESPUESTA A Pyricularia oryzae, Cav., EN
CONDICIONES DE TEMPORAL EN EL
VALLE DE LOS CUXTEPEQUES, CHIAPAS.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
ORIENTACION FITOTECNIA
P R E S E N T A
RAUL PEREZ PEREZ
GUADALAJARA, JALISCO. 1984



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

23 de Julio de 1984

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____
RAUL PEREZ PEREZ _____ titulada,

" EVALUACION DE 17 GENOTIPOS DE ARROZ Y SU RESPUESTA A *Pyricularia oryzae*, cav. EN CONDICIONES DE TEMPORAL EN EL VALLE DE LOS CUX-
TEPEQUES, CHIAPAS."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO

ASESOR.

ING. ELIAS SANDOVAL ISLAS

ASESOR.

ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

A G R A D E C I M I E N T O S

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) por permitirme utilizar los resultados experimentales de este trabajo.

Al Ing.M.C. Leonardo Hernández Aragón por su asesoría y apoyo en la realización de los trabajos de campo.

Al Ing. M.C. Santiago Sánchez P. y los Ingenieros Salvador Mena M. y Elías Sandoval I., por su dirección y asesoramiento de esta tesis.

A los Ingenieros M.C. Andrés Maldonado O., Romualdo Zárate R. y Armando Córdoba B., por su valiosa colaboración en la revisión de este escrito.

Al personal de campo del Programa de Arroz, con sede en Benito Juárez, - Chis. (Manuel N. Gómez, Eugenio Pérez y Fernando Montoya).

A las señoras Celia Hernández A. y Elizabeth Ortega M. por su gran ayuda en el trabajo de mecanografía.

DEDICATORIA

A mis padres

J. Jesús y Ma. Salomé

Por su enorme esfuerzo que
realizaron para mi superación

A mis hermanas

Esperanza, Raquel, Rosa, Consuelo, Teresa
y Ma. de Jesús

Por el cariño que nos une

Amorosamente a mi esposa Rebeca:

Por su cariño y comprensión, y a mi hijo Raúl Cuauhtémoc
porque los frutos de su aventura sean grandes

A mis maestros

Con respeto y gratitud

A mis amigos y compañeros

Con infinita estimación

C O N T E N I D O

	Pág.
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	viii
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS E HIPOTESIS	4
III. ANTECEDENTES	5
3.1. Situación actual del cultivo	5
3.2. Sistemas de producción existentes	6
3.3. Prácticas de cultivo	6
IV. REVISION DE LITERATURA	9
4.1. Orígen e historia	9
4.2. Clasificación botánica	12
4.3. Medio ambiente para el cultivo	19
4.4. Características agronómicas del arroz de temporal	24
4.5. Enfermedad "quema del arroz"	27
4.6. Interacción genotipo - ambiente	42
V. MATERIALES Y METODOS	46
5.1. Descripción del área de estudio	46
5.2. Localidades	54
5.3. Características físico-químicas de los suelos	54
5.4. Precipitación pluvial	54
5.5. Material genético	55
5.6. Desarrollo de los experimentos	56
5.7. Análisis estadístico	60

	Pág.
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	67
6.1. Localidades.	67
6.2. Análisis de varianza individual	69
6.3. Análisis de varianza combinado	86
6.4. Contrastes ortogonales.	87
6.5. Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad.	90
VII. CONCLUSIONES.	94
VIII. APENDICE	96
IX. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.	111

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro	Pág.
1 Superficie y rendimiento de los principales cultivo en el Valle de los Cuxtepeques, Chiapas. P/V 1981.....	52
2 Líneas y variedades de arroz evaluadas en el presente estudio.....	55
3 Análisis de varianza individual.....	61
4 Análisis de varianza combinado.....	62
5 Análisis de varianza para estimar parámetros de estabilidad.....	65
6 Situaciones posibles que pueden tomar los parámetros - de estabilidad. Carballo y Márquez (1970).....	66
7 Resultados del análisis físico-químico de muestras de suelo tomadas a una profundidad de 0-30 cm en los - sitios experimentales.....	68
8 Características y rendimiento de 17 líneas y variedades de arroz en La Tigrilla, Chiapas. INIA-CAECECH - P/V 1979.....	70
9 Características y rendimiento de 17 líneas y variedades de arroz en Benito Juárez, Chiapas. INIA-CAECECH - P/V 1979.....	72
10 Características y rendimiento de 17 líneas y variedades de arroz en Nueva Libertad, Chis. INIA-CAECECH P/V 1979	74
11 Características y rendimiento de 17 líneas y variedades de arroz en La Tigrilla, Chiapas. INIA-CAECECH P/V 1981	75
12 Características y rendimiento de 17 líneas y variedades de arroz en Benito Juárez, Chiapas. INIA-CAECECH. P/V 1981.....	77

Cuadro		Pág.
13	Características y rendimiento de 17 líneas y variedades de arroz en Nueva Libertad, Chiapas. INIA-CAECECH. P/V 1981.....	78
14	Características y rendimiento de 17 líneas y variedades de arroz en Benito Juárez, Chiapas. INIA-CAECECH. P/V 1980.....	80
15	Rendimiento y reacción a <i>Pyricularia oryzae</i> de 17 líneas y variedades de arroz ejido La Tigrilla, Chiapas. Promedio de 2 ciclos (verano 1979 y 1981).....	82
16	Rendimiento y reacción a <i>Pyricularia oryzae</i> de 17 líneas y variedades de arroz ejido Benito Juárez, Chiapas. Promedio de 3 ciclos (verano 1979, 1980 y 1981).....	83
17	Rendimiento y reacción a <i>Pyricularia oryzae</i> en 17 líneas y variedades de arroz ejido Nueva Libertad, Chiapas. Promedio de 2 ciclos (verano 1979 y 1981).....	84
18	Características de calidad de grano de 14 líneas y variedades en estudio.....	85
19	Análisis de varianza conjunto para 17 variedades de - - arroz, evaluadas en 7 ambientes.....	87
20	Análisis de varianza de contrastes.....	89
21	Análisis de varianza (ton/ha) para estimar los parámetros de estabilidad de 17 líneas y variedades de arroz evaluadas en 7 ambientes.....	91
22	Rendimiento promedio y parámetros de estabilidad estimada para 17 genotipos de arroz ensayados en 7 ambientes.	92
Figura		
1	Partes de un embrión en germinación (Chang y Bardenas, 1965).....	14
2	Partes de un tallo primario y su tallo secundario (IRRI 1965).....	15

Figura	Pág.
3 Partes componentes de una panoja (se muestran en forma parcial).....	16
4 Partes de una espiguilla (IRRI, 1965).....	17
5 Estructura de un grano (Grist, 1965).....	18
6 Localización del área de estudio	47
7 Temperatura media, máxima y mínima mensual en Benito - Juárez, municipio de la Concordia, Chiapas. Promedio - de 9 años (71-79).....	48
8 Evaporación y lluvia media mensual en el área de estudio, Loc. de Benito Juárez, municipio de la Concordia, Chiapas. Promedio de 9 años (71-79).....	49
9 Precipitación en Benito Juárez, municipio de la Concordia, Chiapas, durante 1972-1979.....	50

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS EN EL APENDICE

Cuadro	
1a. Superficie, Producción y Rendimiento de Arroz palay en México por regiones y entidades, 1981.....	97
2a Superficie de Arroz en México por estados y sistemas - de cultivo, 1981.....	98
3a Resultados de análisis físico-químico de muestras de - suelo tomadas a una profundidad de 30-60 cm en los - sitios experimentales.....	99
4a Análisis de varianza (kg/ha) del ensayo de La Tigrilla Chiapas. INIA-CAECECH. P/V 1979.....	100
5a Análisis de varianza (kg/ha) del ensayo de Benito Juárez, Chiapas. INIA-CAECECH. P/V 1979.....	100
6a Análisis de varianza (kg/ha) del ensayo de Nueva Libertad, Chiapas. INIA-CAECECH. P/V 1979.....	101

Cuadro	Pág.
7a Análisis de varianza (kg/ha) del ensayo de Benito Juárez, Chiapas. INIA-CAECECH. P/V 1980.....	101
8a Análisis de varianza (kg/ha) del ensayo de La Tigrilla, Chiapas. INIA-CAECECH. P/V 1981.....	102
9a Análisis de varianza (kg/ha) del ensayo de Benito Juárez, Chiapas. INIA-CAECECH. P/V 1981.....	102
10a Análisis de varianza (kg/ha) del ensayo de Nueva Libertad Chiapas. INIA-CAECECH. P/V 1981.....	103
Figura	
1a Precipitación cada 10 días durante el desarrollo del cultivo en el ejido Benito Juárez, municipio de La Concordia Chiapas, 1979.....	104
2a Precipitación cada 10 días durante el desarrollo del cultivo en el ejido La Tigrilla, municipio de La Concordia, Chiapas. 1980.....	105
3a Precipitación cada 10 días durante el desarrollo del cultivo en el ejido Benito Juárez, municipio de La Concordia Chiapas. 1980.....	106
4a Precipitación cada 10 días durante el desarrollo del cultivo en el ejido La Tigrilla, municipio de La Concordia, Chiapas. 1981.....	107
5a Precipitación cada 10 días durante el desarrollo del cultivo en el ejido Benito Juárez, municipio de La Concordia Chiapas. 1981.....	108
6a Precipitación cada 10 días durante el desarrollo del cultivo en el ejido Nueva Libertad, municipio de La Concordia Chiapas. 1981.....	109
7a Precipitación cada 10 días durante el desarrollo del cultivo en el ejido Nueva Libertad, municipio de La Concordia Chiapas. 1981.....	110

El Valle de los Cuxtepeques en el Centro de Chiapas ha destacado en la producción de arroz. Durante 1975, se llegaron a sembrar más de 6,000 ha - bajo condiciones de temporal; los rendimientos obtenidos han sido generalmente bajos, debido entre otras causas al uso de variedades con potencial de rendimiento limitado y susceptibles al ataque de la enfermedad conocida como "quema" ó "avanamiento del arroz" cuyo agente causal es el hongo Pyricularia oryzae, Cav.

Por esta razón se realizó el presente trabajo con el objeto de encontrar una o más variedades de arroz que se adapten a las condiciones de ésta zona, que presenten resistencia a la enfermedad mencionada, que tengan buenas características agronómicas para su cultivo de temporal, buena calidad molinera y alto rendimiento.

Se evaluaron 13 líneas y variedades sobresalientes del Programa de Arroz del CAECECH, INIA y se compararon con cuatro variedades comerciales de la región, en tres localidades y por tres años en los veranos de 1979, 1980 y 1981.

Se usó un diseño de bloques al azar con 17 tratamientos y cuatro repeticiones. Los rendimientos de grano se ajustaron al 14% de humedad para realizar el análisis estadístico de los resultados, bajo el siguiente orden: 1) Análisis individual, 2) Análisis de varianza conjunto y 3) Análisis de varianza para estimar parámetros de estabilidad por medio del modelo de Eberhart y Russell (1966).

Después de los análisis e interpretación de los datos se obtuvieron los resultados y conclusiones siguientes: 1) Se encontraron diferencias entre variedades en todos los experimentos; 2) El análisis conjunto también - -

mostró diferencias entre variedades, ambientes y por la interacción variedades x ambientes; 3) El análisis para parámetros de estabilidad igualmente mostró diferencias entre medias de variedades y entre coeficientes de regresión; 4) De acuerdo con los valores de significancia para el coeficiente de regresión (b_i) y de las desviaciones de regresión (S_{di}^2) y con base en la clasificación de variedades según Carballo y Márquez (1970), el 75% de los genotipos son estables o sea que tienen $b_i=1$ y $S_{di}^2 = 0$; 5) Seis líneas y variedades fueron las mejores estadísticamente en los siete ambientes según la prueba de Tuckey al 5% y son: Cica 9 y las líneas IR 2053-205-1-8-6, IR 2061-522-6-9 y KN 361-1-8-6 y 6) Las variedades más resistentes a Pyricularia oryzae en condiciones de campo fueron en orden de importancia: Tres Meses, IR 2061-522-6-9, Cica 9, 4462, Bluebonnet-50, C 22, 118 y Timacle.

1. INTRODUCCION

El arroz constituye el alimento básico de más de 2,000 millones de habitantes en el mundo. La producción anual de este cereal se calcula en 350 millones de toneladas con un valor aproximado de 1'750 mil millones de pesos (Hernández, 1980). El 90% de la superficie y producción es cosechada en Asia, el resto se cultiva en gran parte de Africa, área del Mediterráneo en Europa, - Norte de Oceanía, Sur de los Estados Unidos y América Latina en general.

En México este cereal ocupa un lugar importante en la dieta del mexicano ya que es el tercer cereal que más se produce y consume en nuestro país, después del maíz y el trigo (Hernández, 1980). El 80% del contenido nutricional de estos tres granos son carbohidratos, que se traduce en fuentes de energía.

Además de lo anterior, la importancia del arroz se manifiesta en la gran ocupación de mano de obra de miles de personas que trabajan tanto en las labores de cultivo como en el procesamiento del grano en la industria.

Desde la década pasada se le ha dado gran impulso a su cultivo ya que se ha incrementado su superficie en los últimos años, abasteciendo casi totalmente la demanda interna de este grano, el consumo per capita anual es alrededor de ocho kilogramos (Tavitas, 1981). Además se están realizando numerosas investigaciones con la finalidad de mejorar las técnicas de producción y así poder incrementar los rendimientos.

Los sistemas de producción que se practican son tres 1) siembra directa - bajo riego, 2) trasplante bajo riego y 3) bajo temporal. En el año 1981 se sembraron 179,633 ha que produjeron 643,550 ton con un rendimiento promedio de 3,582 kg/ha (SAM-SARH, 1981) De la superficie anterior el 59% se cultivaron bajo condiciones de riego (siembra directa y trasplante) y el 41% fue de-

de temporal (cuadros 1 y 2 del apéndice).

El arroz de temporal según De Datta (1975), se produce en tres continentes principalmente por pequeños agricultores con producción de subsistencia en las regiones más pobres del mundo. El rendimiento de grano es generalmente bajo: de 0.5 a 1.5 ton/ha en Asia; alrededor de 0.5 ton/ha en Africa y de 1 a 4 ton/ha en América Latina.

Las variedades que se utilizan son en su mayoría de porte alto, susceptibles al acame y de poco amacollamiento, que han sido creadas específicamente para el cultivo de temporal ó seleccionadas localmente de acuerdo a su comportamiento en condiciones de poca humedad.

Las áreas más importantes de México donde se cultiva arroz de temporal, se localizan principalmente en Campeche, Cuenca Baja del Papaloapan y Sur de Veracruz, Centro y Costa de Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y parte Alta del Istmo en Oaxaca; todas ellas localizadas en la zona tropical húmeda del Sureste, donde la precipitación es generalmente abundante; sin embargo en muchas ocasiones las lluvias son irregulares sobre todo en las zonas del Centro de Chiapas y Chetumal, Quintana Roo; donde se presentan prolongados períodos de sequía que afectan el desarrollo y productividad del cultivo. Además de este problema el cultivo es infestado por varias especies de maleza, plagas y enfermedades; dentro de esta última sobresale la "quemadura del arroz" causada por el hongo Pyricularia oryzae, Cav., la cual es muy severa en el trópico húmedo.

En el estado de Chiapas el total de la superficie es de temporal, destacando como principales zonas arroceras, la región de los Cuxtepeques en el Centro y el Soconusco en la Costa. Durante 1981 se sembraron 6,903 ha con una producción de 12,415 ton y un rendimiento medio de 1,827 kg/ha (D.G.E.A., 1981)

La región de los Cuxtepeques constituyó hasta 1975 la principal zona de producción en el Estado en donde se llegaron a sembrar más de 6,000 ha; sin embargo la superficie se ha reducido considerablemente en los últimos años, en 1981 se cultivaron únicamente 2,645 ha con un rendimiento promedio de 1.2 ton/ha.

Los principales factores que han ocasionado la disminución de la superficie de siembra son; como ya se mencionó la precipitación irregular, la presencia de la enfermedad conocida como "quemadura ó avanamiento del arroz"; la fuerte infestación de maleza y el uso de variedades de bajo potencial de rendimiento y susceptibles al ataque de la enfermedad ya mencionada.

II. OBJETIVOS E HIPOTESIS

2.1. Objetivos

El objetivo de este estudio es obtener una o más variedades de arroz que superen en rendimiento a las que se cultivan actualmente, que sean resistentes al ataque del hongo Pyricularia oryzae, Cav., tolerantes a los períodos de sequía y con características agronómicas propias para cultivarse bajo las condiciones de los Cuxtepeques, Chiapas.

2.2. Hipótesis

- 1) Existen variedades de alto rendimiento que se adaptan a la región
- 2) Entre las variedades que se adaptan por su rendimiento y características agronómicas existen algunas resistentes al hongo Pyricularia oryzae

III. ANTECEDENTES

3.1. Situación actual del cultivo

El cultivo de arroz en los Cuxtepeques depende completamente del agua de lluvia, situación que hace que éste sea afectado por una serie de factores que limitan en gran medida su producción. Entre los más importantes se tiene la irregularidad con que se presenta la precipitación dentro del período de lluvias; por otra parte durante la época de floración se presentan condiciones de alta humedad relativa y nubosidad que favorecen el desarrollo del hongo Pyricularia oryzae, causante del avanamiento del arroz. Las variedades cultivadas comercialmente son de bajo potencial de rendimiento y en ocasiones son severamente dañadas por el hongo. Además el cultivo es infestado por varias especies de maleza.

A pesar de que éste se realiza en forma mecanizada, las labores de preparación de suelo y manejo del cultivo no se efectúan en forma adecuada, lo cual viene a repercutir de manera negativa en los demás componentes de la producción como el agua, la planta y organismos dañinos principalmente.

Durante los años 1973 y 1975 en la zona se construyeron drenes, los cuales han abatido el poder retención de humedad en algunos suelos, esto aunado a la falta de costumbre en la construcción de bordos para retener el agua de lluvia y la irregularidad de ésta, se cree que son las causas principales de la disminución de la superficie y producción de arroz en los últimos años.

Jerarquización de factores limitantes en el cultivo

1.- Precipitación irregular.

- 2.- Falta de variedades adecuadas.
- 3.- Inoportunas y deficientes prácticas culturales.
- 4.- Alta incidencia de organismos dañinos (hongos, malas hierbas e insectos).
- 5.- Suelos con topografía irregular (escasa retención de agua).

Viendo la necesidad de apoyar la producción de este cereal en la zona, el INIA estableció a partir de 1974 el Programa de Arroz; el cual ha realizado investigación en diferentes aspectos del cultivo como: introducción de variedades estudios fitopatológicos y prácticas agronómicas. Contando a la fecha con valiosa información que permitirá incrementar la productividad del cultivo y por consiguiente elevar el nivel de vida del productor arrocero.

3.2. Sistemas de producción existentes.

El arroz en esta zona se siembra como cultivo solo bajo dos sistemas: el totalmente mecanizado y donde se utiliza la "yunta" para realizar las labores de cultivo (sistema tradicional). En ambos sistemas, la siembra se hace a chorri- llo utilizando de 70 a 100 kg de semilla por hectárea, y en superficie reducida se practica la siembra "mateada" con una separación aproximada de 30 cm entre - matas. La distancia más común entre hileras es de 50 a 60 cm, lo cual les per- mite efectuar el control mecánico de malas hierbas mediante escardas; sin embargo, también son utilizados distanciamientos de 15 a 30 cm en siembras mecaniza- das.

3.3. Prácticas de cultivo.

3.3.1. Preparación del suelo y fecha de siembra.

Por lo general la preparación de los suelos se inicia después de la primeras lluvias ocurridas en el mes de mayo, prolongándose esta labor hasta el momento - de la siembra (mes de Junio).

La preparación del suelo consiste en dar un barbecho y posteriormente dos pasos de rastra en forma cruzada. Sin embargo, la maquinaria disponible en la zona no es suficiente para efectuar la preparación de suelos en un tiempo muy corto, por lo que muchos agricultores se ven obligados a realizar siembras extemporáneas.

3.3.2. Variedades.

Las variedades utilizadas pertenecen al tipo de planta de paja alta, con poco amacollamiento y susceptibles al ataque de P. oryzae y son: Bluebonnet-50, Edith del Yaqui y Cuxtepeques o Tres Meses, sus rendimientos oscilan al rededor de 2 toneladas de arroz palay por hectárea a nivel comercial.

3.3.3. Control de malas hierbas.

El control de la maleza se efectúa utilizando herbicidas post-emergentes a base de Propanil y 2,4 D Amina. Sin embargo, la oportunidad con que se hacen las aplicaciones no siempre es la adecuada, requiriendo para ello dosis altas de producto las cuales causan daño al cultivo; además de los distanciamientos de siembra y la falta de humedad en el suelo por escurrimientos dificultan en gran manera este control. Para realizar las aplicaciones de los herbicidas utilizan equipo aéreo, bombas de mochila o aspersora de tractor.

3.3.4. Control de plagas.

En la región, las plagas de mayor importancia que atacan el cultivo se encuentran en el suelo, mencionándose entre ellas la Gallina ciega Phyllopagea spp), Gusano de alambre (Agriotes spp) y otro coleóptero al que llaman "cucarachita", las cuales reducen la densidad de plantas de arroz, ya que por lo general el agricultor no toma medida de control; sin embargo, en algunas --

ocasiones aplica insecticidas cuando observa los daños, razón por la cual su control es poco eficiente.

3.3.5.- Fertilización.

Actualmente la fertilización que se utiliza en este cultivo es de 100 kg del compuesto 18-46-00, aplicados entre los 25 y 40 días después de la siembra. En algunos casos aplican urea o sulfato de amonio al 46 y 20,5% de nitrógeno respectivamente en la misma cantidad y época del anterior. La aplicación la hacen en forma manual a chorrillo o al voleo dependiendo de la distancia entre surcos.

3.3.6. Control de enfermedades.

Existen varias enfermedades que atacan al cultivo en la zona, pero la única que reviste importancia económica es la "quema" ó "avanamiento del arroz" cuyo agente causal como ya se mencionó es el hongo Pyricularia oryzae Cav., actualmente los agricultores no hacen aplicaciones de fungicidas debido principalmente a la reducción de la superficie de siembra y falta de organización de los productores, ya que anteriormente las aplicaciones se hacían con equipo aéreo. Debido a lo anterior, el hongo causa daños considerables al cultivo incrementándose la presencia del mismo en la zona.

3.3.7.- Cosecha.

La cosecha se realiza con trilladora en su mayor parte y cuando las trilladoras existentes no son suficientes o la humedad del suelo impide el acceso de la maquinaria, cosechan en forma manual lo cual eleva los costos por hectárea.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1. Origen e historia

El arroz es una de las plantas alimenticias más antiguas de la humanidad. No se ha podido determinar con exactitud la época en que el hombre comenzó a cultivarla, sin embargo, muchos países Asiáticos se atribuyen su origen aunque éste aún permanece confuso (Ayón, 1976).

Grist(1975), señala que con seguridad su siembra data desde las primeras edades del hombre y de mucho antes de la era en que se tienen pruebas históricas de que el arroz probablemente era el alimento básico y la primera planta cultivada en Asia.

Las evidencias sobre los orígenes de las especies cultivadas, se basan principalmente en la distribución y en el hábitat de las especies silvestres, las cuales se cree que tienen relación con las formas cultivadas. Vavilov (1930) citado por Grist (1975), menciona que la dimensión de un grupo que ha sido establecido en una área dependerá del número de especies que se encuentren y concluye que la riqueza de formas y variedades de arroz que se presentan en el suroeste de los Himalayas se encuentra estrechamente relacionadas con muchas de las variedades chinas, asignando a esa región como el centro de origen del arroz.

Las especies silvestres se encuentran distribuidas por todas las regiones tropicales y sub-tropicales de Asia, África y América; pero la mayor variabilidad se ha encontrado en Asia Monzónica, que se extiende desde el Este de la India, a todo Birmania, Tailandia, Laos, Norte de Vietnam y Sur de China (Huke, 1976).

Este mismo autor indica que de acuerdo a evidencias arqueológicas, y por lo que respecta a la domesticación del arroz en el Sureste Asiático, discutido primeramente por Solheim II en 1966; en el área de Korat en Tailandia se han encontrado impresiones de granos y cascarillas de arroz en vasijas de barro que datan de mas de 4,000 años A.C. Posteriormente cuando se examinaron restos de plantas con una edad de 10,000 A.C. descubiertas en la frontera de Birmania y Tailandia hacen suponer que su cultivo pudo ser anterior a como se creía.

Las referencias históricas más antiguas se encuentran en escritos chinos de hace unos cinco mil años, en donde se asienta que el arroz era la más importante de las cinco principales plantas alimenticias.

De Candolle (1886), citado por Ayón (1976), menciona algunos ritos religiosos que se hacían en la siembra del arroz presididos por el emperador de China Ching-Nong (2,800 a 2,700 A.C.). Por otra parte se han descubierto en el Valle del Yang Tse Kiang restos de plantas que remontan a 3,000 ó 4,000 años A.C., pero esto no significa que el cultivo del arroz no sea anterior a esta época ni que sea originario de China.

Watt (1892), citados por Angladette (1960), cita en su diccionario de los productos económicos de la India, que el arroz también era usado en varias ceremonias religiosas de ese país, concluyendo que puede ser originario de la India peninsular de donde fué llevado a China por el Sur y Sureste de Asia - aproximadamente 3,000 años A.C.

De acuerdo con la información anterior se concluye que el arroz se propagó de la India y Sureste de Asia a China aproximadamente 3,000 años A.C.

Grist (1975) menciona que de Deutermo-Malasia fué llevada la tradición de cultivar arroz a Indonesia hacia el año 1599 A.C. De China se introdujo a Corea, y de ahí o de ambos sitios se llevó a Japón en el siglo I A.C., pero no fué sino hasta fines del siglo XVIII que se introdujo a Hokkaido, las islas más boreales del Japón (Martínez y Cols., 1980). También se cree que del Sur de China fué introducido a Filipinas en donde se cultiva desde hace aproximadamente 2,000 años A.C. Simultáneamente, del Sur de la India fué llevado a Srilanka (Ceylán).

La introducción de Oryza sativa, L., a Asia Occidental y a la Costa del Mediterráneo, fué sin duda realizada por el imperio Persa y a consecuencia de la invasión a la India por Alejandro Magno, en el año 320 A.C., los griegos introdujeron el arroz a Grecia, pero fué hasta el siglo VII cuando el arroz se implantó como un cultivo en ese país.

La expansión del arroz por los árabes desde el siglo IX al I A.C., fué sin duda mucho más importante, quienes lo introdujeron primero a Egipto, y del siglo VIII al X D.C., se dedicaron al comercio del arroz de grano largo, en la Costa Oriental del Africa, Marruecos y España durante su dominación y posteriormente fueron los españoles quienes lo introdujeron a México durante la conquista (Preciado, 1955).

A finales del siglo XVII, los holandeses y portugueses introdujeron el arroz en América del Norte (Carolina) y en América del Sur, principalmente en Brasil, así como en Australia y en las Islas del Pacífico.

Sin embargo hasta este siglo ha sido cuando el cultivo del arroz se ha extendido considerablemente, debido al uso de diversas variedades que han sido liberadas en varios países productores.

4.2. Clasificación botánica

División: Embrifita sifonógama

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Monocotiledonea

Subclase: Apétalas

Orden: Graminales

Familia: Gramineae

Subfamilia: Festucoídea

Tribu: Oryceas

Género: *Oryza*

Especie: *sativa*

De la tribu de las Oryceas el género *Oryza* es el único importante y a él pertenecen 20 especies hasta ahora identificadas, las cuales se encuentran - distribuidas en diferentes partes del mundo. De estas 20 especies solo dos se cultivan comercialmente, *Oryza sativa*, Linn. y *Oryza glaberrima*, Steud., siendo la primera la más importante. *Oryza glaberrima* se encuentra limitada a pequeñas áreas de Africa Occidental (Lu y Chang, 1980)

La especie *Oryza sativa* ó arroz asiático comprende tres subespecies o razas geográficas que son: Índica, japónica y javánica.

El arroz de la subespecie Índica se cultiva en las zonas tropicales, donde destacan los siguientes países productores; India, Centro y Sur de China, Pakistán, Bangladesh, Sri Lanka, Filipinas, Indochina (Vietnam, Tailandia, Laos y Campuchea), Australia y Continente Americano (a excepción de California, U.S.A.). Las variedades de ésta subespecie se distinguen por su grano largo, delgado, transparente y con alto contenido de amilosa, razón por la que los granos no se pegan al cocinarse (Grist, 1965).

Las variedades de la subespecie japónica son típicas de áreas con mayor latitud donde se cultiva el arroz (clima templado) y prosperan con fotoperíodos muy largos; sus granos son cortos, aperlados, con bajo contenido de amilosa y alto contenido de amilopectina, los cuales tienden a volverse blandos si se pasan ligeramente de cocción. Los arroces de la subespecie javánica se consideran intermedios entre los índica y los japónica.

La planta del arroz es anual y se reproduce por semilla; se cultiva ampliamente en regiones tropicales y subtropicales tanto como cultivo de secano (de tierras altas) como en terrenos inundados. Sus raíces son fibrosas y se desarrollan en los nudos de los tallos situados debajo de la superficie del suelo. La capacidad del arroz para germinar y crecer en un medio acuático (anaeróbico), se atribuye a que la planta tiene un sistema enzimático que compensa la disminución de la respiración aeróbica (Taylor, 1942). Las raíces tienen espacios porosos llenos de aire a través de los cuales puede difundirse el oxígeno que se produce durante la fotosíntesis.

El tallo se compone de una serie de nudos e internudos, en orden alterno, lo que determina la altura de la planta; el nudo lleva una hoja y una yema, que puede desarrollarse para constituir un rénuevo o vástago; los renuevos primarios se desarrollan de los nudos más bajos, produciendo renuevos secundarios a su vez estos últimos producen el tercer grupo de renuevos los terciarios; el conjunto del tallo forman un manojó que determinan un macollo de la planta.

Las hojas se encuentran en ángulo con el tallo dispuestas en dos hileras una en cada nudo, y están sujetas a éste por medio de la vaina; a cada lado de la base de la hoja están las aurículas y por encima de éste la lígula. Estas dos estructuras nos permiten diferenciar el arroz de los zacates (*Echinochloa* spp.) cuando las plantas son jóvenes.

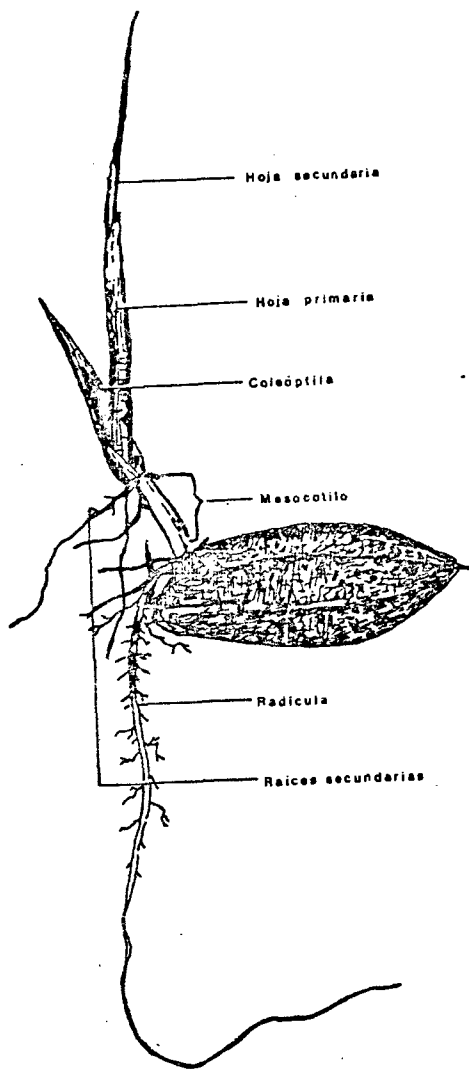


Fig.1 . Partes de un embrión en germinación (Chang y Bardenas, 1965).

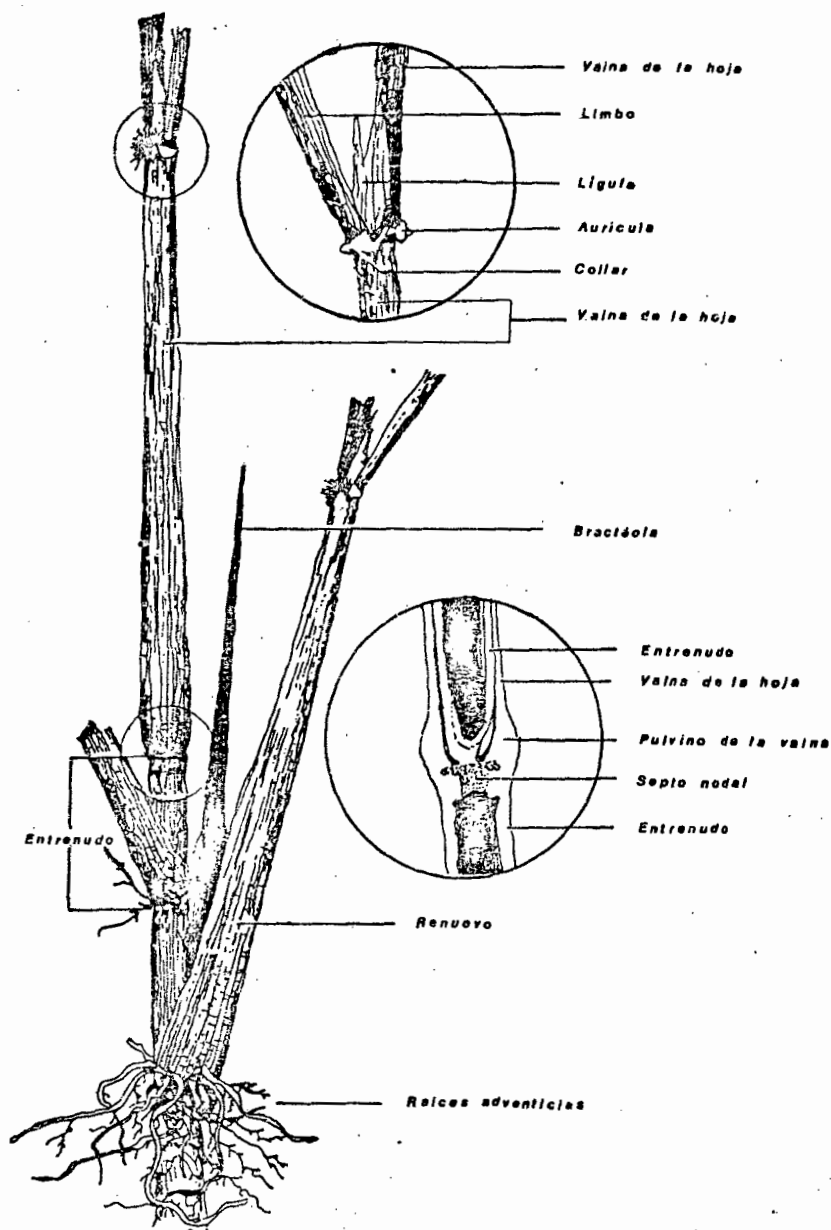


Fig.2 - Partes de un tallo primario y su tallo secundario (IRRI, 1965).

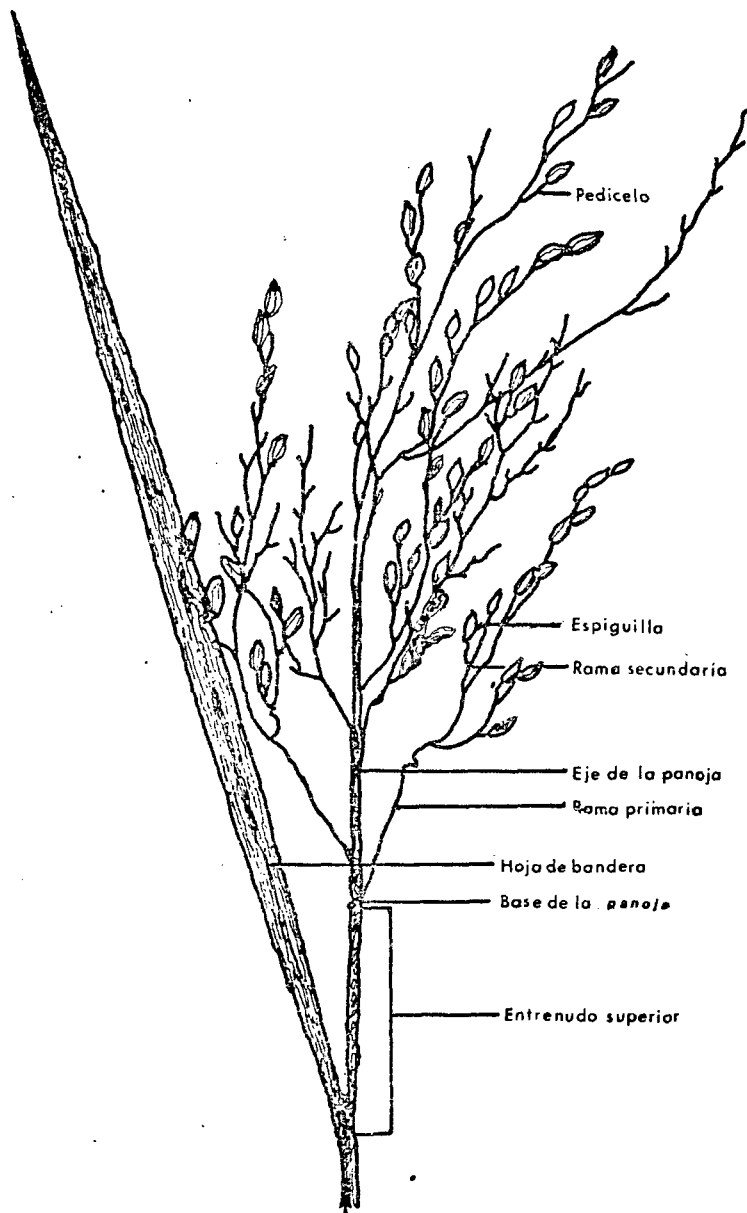


Fig.3 . Partes componentes de una panoja (se muestran en forma parcial).

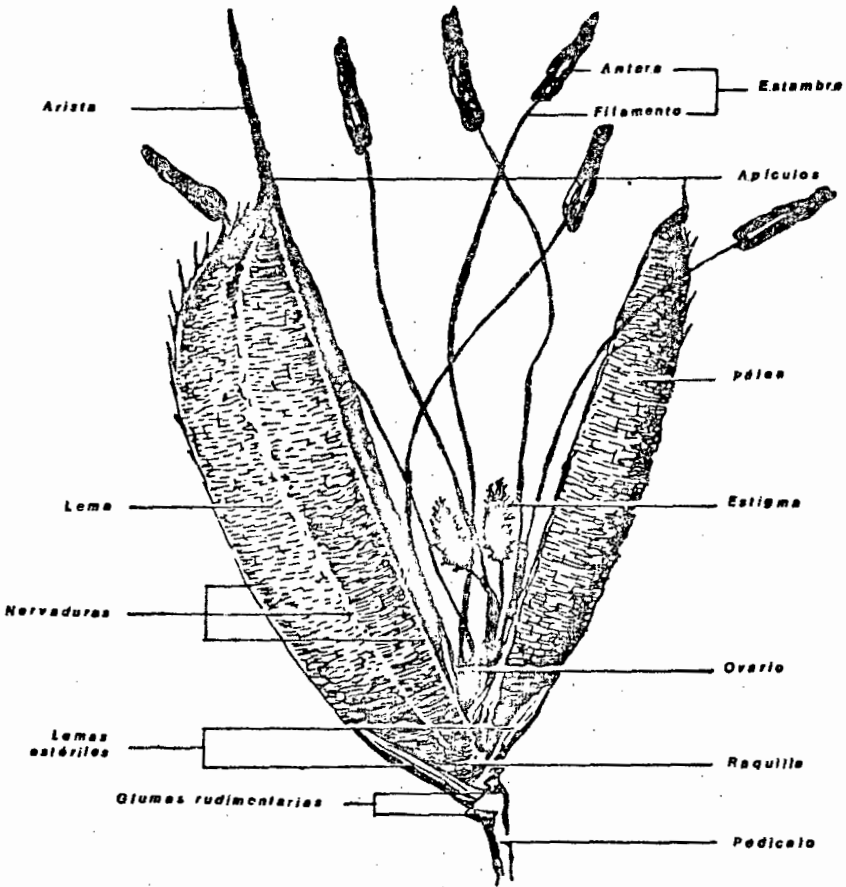


Fig.4 . Partes de una espiquilla (IRRI, 1965).

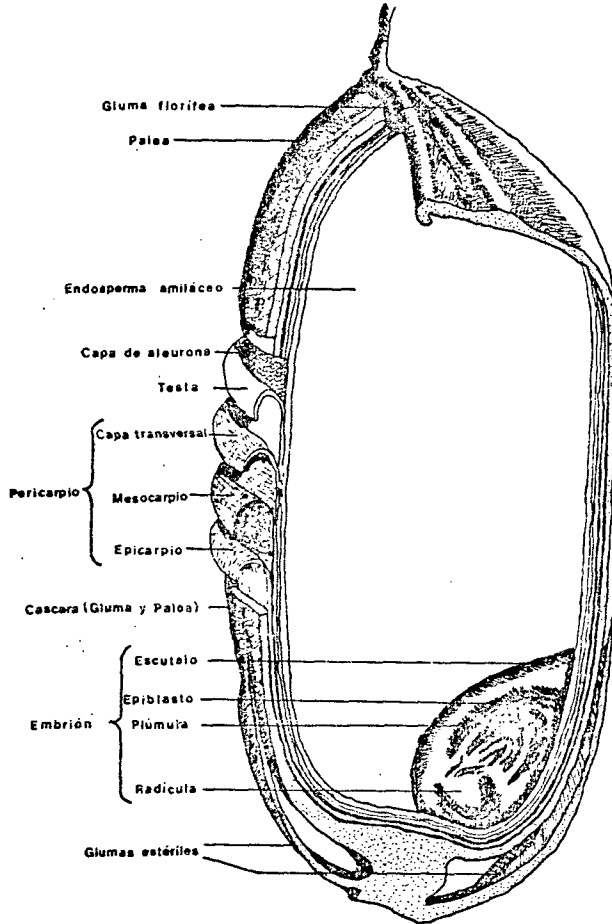


Fig.5 - Estructura de un grano (Grist, 1965).

La inflorescencia está dispuesta en el extremo de los tallos en forma de panícula con espiguilla uniflorales, las cuales son hermafroditas con seis estambres y dos estigmas plumosos; el grano se forma del ovario fecundado y maduro; el embrión se une con el endospermo, la lema y la palea con sus estructuras forman la cáscara; el patrimonio cromosómico del arroz es $2n=24$, dispuestos análogamente en 12 pares antes de que se inicie la división celular (IRRI, 1965).

4.3. Medio ambiente para el cultivo

4.3.1. Precipitación pluvial.

Debido a que el arroz de temporal depende totalmente del agua de lluvia, la cantidad caída y su distribución son determinantes para el buen desarrollo del cultivo.

Brown (1960), citado por De Datta y Vergara (1975), reportó que para América Latina, 1,000 mm de lluvia anual y 200 mm mensuales de lluvia caídos durante el desarrollo del cultivo, son adecuados para que se cultive arroz de temporal.

De Datta y Vergara (1975), consideran que la precipitación diaria es más crítica que la mensual o anual; estiman que es preferible una precipitación de 100 mm anuales distribuidos uniformemente que 200 mm caídos durante 2 ó 3 días consecutivos.

En el mundo, la precipitación pluvial en el trópico húmedo es generalmente abundante, sin embargo en muchas ocasiones ocurren largos períodos de sequía que afectan el desarrollo y producción de las plantas de arroz, lo cual se refleja en la reducción de los rendimientos (Chang, et al 1975).

Yoshida (1975), menciona que las plantas de arroz que se cultivan en temporal están sujetas a diferentes grados de tensión de humedad, son generalmente más cortas, el porcentaje de panícula por brotes es más bajo y florecen más tarde que el arroz de riego. Y concluye que la sequía es el primer factor

limitante del desarrollo y el rendimiento del arroz de temporal y que en caso de que el abastecimiento de agua no sea problema el nitrógeno tiende a ser el mayor factor limitante del rendimiento.

De Datta (1975), citado por Hernández (1980), ha observado en diferentes partes del mundo que los rendimientos de arroz de temporal son bajos, pero señala que estos pueden incrementarse si se desarrollan variedades con resistencia a sequía y se aplican adecuadas prácticas de cultivo, de acuerdo con los diferentes tipos de suelos.

En numerosos experimentos usando diferentes técnicas, variedades y definiciones de resistencia a sequía se encontraron diferencias a la respuesta de las variedades a strees de humedad (IRRI, 1975).

Morfológicamente la planta del arroz con strees de humedad manifiesta reducciones de peso y del área foliar, menor número de tallos por macollo y un notable enrollamiento de las hojas. Fisiológicamente, las plantas reaccionan generalmente al strees de humedad con el cierre de estomas y reducen la fotosíntesis (Vergara, 1976).

4.3.2. Temperatura

El arroz está adaptado a regiones con altas temperaturas e insolación prolongada. La temperatura promedio que requiere durante el ciclo de vida de la planta tiene un rango de 20 a 38°C. Temperaturas inferiores a 15°C retrasan el desarrollo de plántulas, reducen la formación de hijuelos, la altura de la planta y el número de hojas es afectada en gran manera, ocasionando atraso en la floración. Si las bajas temperaturas ocurren después de la floración existe una reducción del número de espiguillas fértiles y en su peso (Grist, 1975).

Osada (1964), citado por Vergara (1976), utilizando un juego de variedades -

reportó que el rango de temperatura para variedades índica era de 25 a 35°C, - mientras que para japónica fué más bajo, de 19 a 33°C.

Las variedades tolerantes a bajas temperaturas durante las etapas de plántulas y reproducción han sido desarrolladas en gran medida por los investigadores japoneses en la raza de arroz japónica.

Mikkelsen y De Datta (1980); indican que la temperatura más favorable para la antesis y una polinización efectiva es de 29 a 31°C; y que la floración es generalmente estimulada por una temperatura alta, aunque existen variaciones entre cultivares.

Estos mismos autores señalan que las temperaturas óptimas para la germinación se encuentran en el rango de 18 a 33°C, a 42°C la germinación se detiene y a 50°C la semilla muere. La temperatura baja límite para la germinación va ría de acuerdo a las variedades pero se ha observado que el proceso de germinación disminuye únicamente a 10°C.

Las temperaturas inferiores a 30°C retrasan la absorción de nitrógeno, fósforo, potasio y sílice (Grist, 1975).

4.3.3. Duración del día

El fotoperíodo ó duración del día es un factor importante que influye en el desarrollo de la planta de arroz, especialmente en la etapa de floración (Chang y Vergara, 1972).

En base a la respuesta a la duración del día, las variedades de arroz se agrupan en sensibles y no sensibles. Las sensibles florecen cuando la longitud del día disminuye influyendo de esta manera en su período de maduración. Las variedades no sensibles no responden a la longitud del fotoperíodo, siendo

la duración de su ciclo de vida independiente de éste, razón por la cual se pueden cultivar en cualquier época del año (Grist, 1975).

La longitud del día ejerce un gran efecto en la duración del desarrollo de los cultivares de arroz dependiendo de su sensibilidad al fotoperíodo. El alargamiento del ciclo ocurre en parte por la alteración del crecimiento vegetativo básico y afecta más fuertemente la duración de la fase reproductiva (Mikkelsen y De Datta, 1980).

La mayor parte de las variedades de temporal probadas en el IRRI, son insensibles al fotoperíodo, florecieron en días largos y la mayoría tienen períodos vegetativos largos (De Datta, 1975).

4.3.4. Radiación solar.

La radiación solar y las horas del sol son factores climáticos importantes y determinantes en la producción de arroz. Moormaw et al (1967) y Stansel (1975), citados por Mikkelsen y De Datta (1980), reportan que numerosos estudios han mostrado estrecha correlación entre la radiación solar, el crecimiento de la planta y el rendimiento de grano.

Stansel (1967), citados por los mismos autores reportó que el período más crítico de requerimiento de energía solar se encuentra desde la diferenciación de panícula hasta 10 días antes de la madurez.

Wada et al (1973) citado por Vergara (1976), reporta al igual que Stansel que la radiación solar afecta al arroz desde la floración a la cosecha en cuanto al número de espiguillas llenas y el peso de las mismas.

Vergara (1976), indica que frecuentemente los bajos rendimientos de arroz de temporal que se cultiva durante la temporada de monzones nublados se debe-

a la baja intensidad de la luz.

4.3.5. Suelo

Según De Datta y Feuer (1975), el arroz de temporal se cultiva en un amplio rango de condiciones de suelo, tanto en suelos, planos como en terrenos ondulados no aptos para retener el agua. Las características de suelo en los que se cultiva son muy variables. Prospera tanto en arenosos como arcillosos, en pH variable de 3 a 10, en presencia de materia orgánica de 1 a 50%, con contenido de sales de casi 0 a 1% y donde la disponibilidad de nutrientes varía desde una aguda deficiencia hasta la abundancia.

Moorman y Dudal (1965), consideran que la textura y la topografía del suelo pueden ser las características más importantes para el arroz de temporal puesto que ellas afectan enormemente el status de humedad del suelo y su facilidad para la labranza.

Grant (1960) y Moorman (1973), citados por De Datta y Feuer (1975) consideran que un suelo con textura media o arenosa en la superficie extendida sobre un subsuelo arcilloso, puede ser el suelo más favorable para el arroz de temporal, porque puede ser trabajado más fácilmente y necesita menos agua para el desarrollo inicial de la planta ya que la pérdida a través de las grietas es menor que las grietas formadas en un suelo con superficie arcillosa.

Grist (1965) menciona que la estructura del suelo ayuda a determinar su capacidad para retener la humedad, así como la capacidad de la planta para desarrollar raíces. En el cultivo de arroz de temporal, los suelos con estructura abierta favorecen un buen desarrollo de las raíces. En el cultivo de arroz de temporal, los subsuelos con estructura abierta favorecen un buen desarrollo de las raíces; sin embargo retienen pobremente el agua.

De acuerdo con Mikkelsen y De Datta (1980), la reacción del suelo para el arroz, de temporal es más favorable en un rango de pH de 5.5 a 6.5 sin embargo, la mayor parte de las áreas de arroz de temporal tienen pH más ácidos de 4.5 a 5.8 según De Datta y Feuer (1975).

Ponnam Peruma (1975), reporta que el arroz rinde menos en suelos aeróbicos que en los mismos suelos cambiados a anaeróbicos por inundación; los suelos aeróbicos de cualquier clase implican una deficiencia de fierro y baja disponibilidad de nitrógeno, fósforo y sílice, así como toxicidad por manganeso y aluminio en suelos ácidos. El mismo autor concluye que el arroz de temporal produce más en terrenos bajos con suelos ligeramente ácidos.

4.4. Características agronómicas del arroz de temporal

Chang y Bardenas (1965), mencionan que comúnmente se ha designado "variedad de arroz de temporal" a cualquier línea de arroz de la especie Oryza sativa ó de Oryza glaberrima que puede ser adecuada para su cultivo en condiciones de temporal.

Según Chang y Vergara (1975), no existe una separación clara en cuanto a las diferencias morfológicas de las diferentes variedades de arroz para temporal y para riego, cualquier variedad puede ser cultivada bajo condiciones de temporal o de inundación, pero su comportamiento en cuanto a crecimiento y rendimiento puede diferir marcadamente.

Estos mismos autores señalan que la mayoría de variedades tradicionales adaptadas al cultivo de arroz de temporal, son de altura intermedia o altas, sus hojas son relativamente largas y de color pálido, con poca o mediana capacidad de amacollamiento, sus panículas son largas con buena excursión y su período de maduración generalmente varía de 105 a 135 días.

En un estudio realizado en el IRRI de 1970 a 1972, con variedades de temporal y de riego, mostró que las variedades tradicionales de temporal tienen características de bajo potencial para amacollar, su área foliar es casi constante bajo diferentes regímenes de humedad del suelo y la mayoría son resistentes a Pvrícula (Chang, et al 1972).

Ono (1971), citado por Chang y Vergara (1975), menciona que las variedades temporales usadas en el Japón difieren de las de riego; son más altas, de menor amacollamiento, sus tallos son más gruesos, con hojas más largas y más anchas y raíces más profundas. Generalmente son más resistentes a la sequía y a la "quemadura del arroz", pero responden poco a las altas dosis de fertilizantes nitrogenados.

Chang y Bardenas (1965), consideran que las variedades tropicales de temporal generalmente emergen más rápido después de la siembra y que el desarrollo de las plántulas es más vigoroso, lo cual les permite competir más efectivamente con las malezas.

Chang et al (1972), indica que la baja capacidad de amacollamiento y la plasticidad de las variedades tradicionales de temporal limitan su potencial de rendimiento en condiciones más favorables de cultivo.

Chang y Vergara (1975), reportan que las variedades tradicionales de temporal frecuentemente tienen tallos más largos y anchos; sus hojas y tallos alcanzan rápidamente la senectud al madurar, motivo por el cual en ocasiones son susceptibles al "acame" en esta etapa fenológica, limitando así su respuesta al nitrógeno.

En estudios efectuados en el IRRI (1971), se encontró que algunas variedades de temporal resistentes a la sequía tenían la mayoría raíces más largas y con

mayor grosor bajo la tensión de la sequía, mientras que las raíces de algunas variedades semienanas son delgadas y fibrosas.

Chang et al (1972), citados por Yoshida (1975), ha encontrado que algunas variedades utilizadas en cultivos de temporal desarrollan raíces más profundas y más ramificadas.

Chang et al (1974), menciona que una característica sobresaliente de los arrozos de temporal, es su habilidad para producir en forma consistente panículas completamente fértiles de granos bien llenos, aún después de una sequía media y que por lo general son resistentes al desgrane.

Chang y De Datta (1975), señalan que varios fitomejoradores y agrónomos, tienen preferencia por un tipo de planta mejorada para su cultivo bajo condiciones de temporal, que tenga buen amacollamiento y de relativamente poca altura, que fluctúe de 90 a 100 cm y que presente mayor resistencia al acame por efecto del viento; concluyen que una buena capacidad de amacollamiento es una característica deseable para calificar una alta potencialidad de rendimiento cuando la lluvia es abundante y el suelo tiene buena capacidad de retención de agua. Plantas con estas características y con poca altura responden mejor al nitrógeno y rinden más que las variedades de mayor altura.

Chang et al (1972) indican que cuando la humedad del suelo es adecuada, las plantas semienanas producen buen amacollamiento, proporcionando así el follaje y la cobertura del suelo suficientes para competir efectivamente contra las malezas; sin embargo, en caso de una sequía prolongada, las variedades semienanas probadas han sufrido más por la sequía.

4.5. Enfermedad "quema del arroz"

4.5.1. Antecedentes

La "quema del arroz" causada por el hongo Pyricularia oryzae, Cav., es considerada una de las enfermedades del arroz más antiguas e importantes en todas las zonas húmedas del mundo donde se cultiva este cereal. Esta enfermedad fué reportada por primera vez en China en 1637 durante la dinastía Ming. El patógeno fué descrito por Cavara en Italia en 1891. En la actualidad cerca de 70 países han señalado su presencia (Crill, et al 1980).

Hernández (1983), menciona que en México se le conoce con los nombres de "quema" ó "avanamiento del arroz", denominándose con el primer término a los daños que produce en la etapa vegetativa del cultivo y con el segundo a los que causa en la etapa reproductiva (floración). Además considera que en nuestro país se le identificó desde hace más de 25 años, detectándose primeramente bajo riego en el estado de Morelos en el año de 1958 y posteriormente en condiciones de temporal en el Centro de Chiapas, y más recientemente en el resto del área tropical húmeda, desde la Cuenca del Papaloapan hasta el estado de Quintana Roo. Ultimamente también se le ha encontrado en algunas áreas de riego de los estados de Colima, Nayarit, Sinaloa, Tamaulipas, San Luis Potosí y en menor grado en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

4.5.2. Sintomatología

De acuerdo a la literatura, el hongo Pyricularia oryzae es uno de los pocos patógenos que están capacitados para atacar a la planta de arroz durante cualquier etapa de su desarrollo vegetativo y reproductivo. El daño se presenta en forma de manchas o lesiones en las hojas, nudos de los tallos, el

cuello y ramificaciones de las panículas y en los granos. Las manchas típicas en las hojas se presentan durante la etapa vegetativa de la planta. Estas tienen forma elíptica con los extremos puntiagudos, el centro es usualmente gris y el márgen café o café rojizo. Las manchas generalmente comienzan como puntos blancos, grises o azules en las gotas de rocío y si existen condiciones de humedad ó las variedades son susceptibles, éstas se van agrandando rápidamente hasta alcanzar de 1 a 1.5 cm de largo por 0.3 a 0.5 de ancho. En infecciones severas, las manchas pueden ser numerosas y juntarse; en este caso, las hojas se secan dando la apariencia de quedar la planta quemada, no hay amacollamiento y finalmente la planta muere (Ou, 1980).

Cuando las condiciones ambientales no son favorables ó las variedades son moderadamente resistentes, las lesiones aparecen como pequeñas manchas de color café, difíciles de distinguir de otras enfermedades.

El tamaño, forma y color de la manchas varía dependiendo de la edad de la mancha, de la susceptibilidad de las variedades y de las condiciones climáticas. De acuerdo a Ou (1980), el tipo de manchas es usualmente un indicador de la resistencia de las variedades de arroz al daño de Pyricularia.

Cuando la enfermedad aparece en los nudos éstos se ponen necróticos y se vuelven quebradizos de tal modo que los tallos pueden romperse fácilmente.

El daño más grave de la enfermedad se presenta cuando ataca el cuello de las panojas, lo que se conoce como "podredumbre del cuello", las lesiones se presentan en la base en forma de anillo. El cuello es más vulnerable a los ataques durante la emergencia de las panículas, haciéndose gradualmente menos propenso a medida que éstas maduran; si el daño ocurre al inicio la panoja quedará completamente vana, y si ocurre en forma tardía el grano será llenado parcialmente, siendo de poco peso.

En las ramificaciones de las panfculas y en los granos, la enfermedad se presenta en forma de manchas color café.

4.5.3. Etiología

De acuerdo a Hernández (1975), el hongo se disemina principalmente por el aire el cual transporta a las conidias a grandes distancias; en menor proporción se transmite por la semilla infectada; además el agua ya sea de riego o de lluvia también conduce las esporas desde otros campos infestados; *P. oryzae* hiberna en los residuos de cosecha.

En condiciones secas, el micelio del hongo puede conservarse hasta un año en la paja y hasta 28 meses en los nudos; las esporas conservan su poder germinativo durante 5-6 meses si cuentan con períodos secos.

Según Grist (1975), las condiciones óptimas para la multiplicación del hongo son: una temperatura de 25 a 28°C, lluvias continuas, humedad relativa ambiental de 93% y frecuente nubosidad; además el desarrollo del hongo se ve estimulado con la aplicación de altas dosis de nitrógeno. Este hongo necesita oxígeno para desarrollarse por tal razón, nunca se le encuentra en el interior de los tallos.

Las esporas al ser depositadas germinan en 3 ó 4 horas por lo común donde están las gotas de rocío; al germinar penetran directamente en los tejidos de las plantas ó a través de los estomas. La infección puede tomar posesión en 6 horas y solamente de 4 a 5 días son necesarios para que aparezcan las lesiones en las hojas; un nuevo cultivo de conidias puede ser producido en 5 ó 6 días (Ou, 1980).

En condiciones húmedas, se producen numerosas esporas, por lo común durante la noche. Una lesión típica produce de 4,000 a 5,000 esporas cada noche; en condiciones de laboratorio se ha visto que sigue produciéndolas durante 10 y 14 días.

4.5.4. Daños

La "quemadura del arroz" es generalmente considerada la principal enfermedad de este cultivo, por su amplia distribución y destructividad en condiciones climáticas favorables para la epifitias. La planta presenta tres períodos críticos en los cuales es más atacada por el hongo: en la etapa de almácigo, en el período de amacollamiento y durante la floración (Ou, 1980).

De acuerdo a Rodríguez y Hernández (1974), el hongo P. oryzae puede atacar a la planta del arroz en dos formas:

- a) Utilizando para su alimentación los carbohidratos que producen las plantas; además, destruye las áreas de actividad fotosintética en la hoja y afecta el sistema de translocación de los productos de la fotosíntesis entre las hojas y las panojas.
- b) El hongo produce sustancias tóxicas que inhiben el desarrollo de las plantas. Las manchas típicas son el resultado de la secreción de estas sustancias.

Ou (1980), reporta que los síntomas y desarrollo de la enfermedad en cualquier área dependen de las condiciones climáticas y de la susceptibilidad de las variedades, constituyendo la humedad el principal responsable de las diferencias de expresión de los síntomas.

La susceptibilidad de la planta de arroz a la "quemadura" también varía de acuerdo al contenido de agua en el suelo, siendo más susceptible bajo condiciones de temporal, especialmente cuando se presentan condiciones de sequía o cuando se siembra en terrenos secos; se comporta moderadamente resistente en tierras húmedas y más resistentes en condiciones de riego (Hopf, 1966) citado por Grist (1975).

Hernández (1975), señala que ésta enfermedad es más frecuente bajo condiciones de temporal que bajo riego, debido a que en éstos últimos la lámina de agua produce un microclima especial que evita en parte la esporulación del hongo, y en condiciones de temporal al no contar con este factor los daños son mayores, agudizándose éstos si se presentan períodos de sequía.

Du et al (1975), menciona que el microclima que se forma alrededor de las plantas de arroz de temporal favorece directamente la enfermedad "quemadura del arroz" aunque algunos experimentos han indicado que la alta susceptibilidad a esta enfermedad puede ser causada por la reducida absorción de sílice.

Reynier (1981), reporta que la falta de humedad ambiental parece disminuir la presión del hongo P. oryzae, ya que en presencia de períodos climáticos -- poco lluvioso y en ausencia de rocío matinal el nivel de infección es más bajo. Además reportó en un experimento conducido para evaluar el efecto de la deficiencia de humedad en el suelo sobre el grado de sensibilidad de la planta al parásito y sobre la presión de éste, observó que las variedades sensibles a -- Pyricularia en estado de déficit hídrico al momento de la inoculación mostraron manchas más numerosas y se desarrollaron más pronto que si el esfuerzo de humedad se desarrollaba después de la inoculación, concluyendo que ciertas variedades sometidas a esfuerzo hídrico tiene una sensibilidad más fuerte a la epidemia.

En un análisis realizado para ver los parámetros del tiempo que afectan al desarrollo de la "quemadura del arroz" en los trópicos (anónimo), encontraron que el rocío es quizás el factor más importantes que afecta los procesos de desarrollo de la enfermedad (liberación de esporas e infección), se encontró que la correlación entre el número de lesiones y el período de rocío es alto.

Sin embargo, la correlación entre el número de lesiones y el número de esporas no fue tan estrecho como aquel correlacionado con el período de rocío.

Prabhu (1980), señala que la "quemadura del arroz" en Brasil se encuentra muy extendida en todas las áreas donde se cultiva este cereal, sin embargo, éste adquiere mayor importancia en las áreas de temporal donde las condiciones de sequía son frecuentes y donde se presentan amplias diferencias de temperatura entre el día y la noche, lo cual da como resultado un pesado depósito de rocío de duración prolongada que provee las condiciones para el desarrollo del hongo.

4.5.5. Razas fisiológicas

El hongo Pyricularia oryzae, Cav., comprende diversas razas fisiológicas - una simple conidia puede producir muchas razas que difieren en su capacidad - para atacar a la planta de arroz (Ou, 1980). Este mismo autor menciona que - las razas presentes en el campo difieren no únicamente de un país a otro, sino entre localidades a poco kilómetros.

Ou (1980) señalan que la composición de razas también difiere de un mes a otro en la misma localidad; por tal razón, la selección de progenies para resistencia a Pyricularia presenta dificultades en los programas de mejoramiento.

De acuerdo a Grist (1975), existe una gran variación en la susceptibilidad del arroz a las diversas razas del hongo; por lo que una variedad determinada puede ser resistente en una zona pero susceptible en otras; por consiguiente las pruebas y selección para resistencia deben hacerse en diferentes lugares.

Estudios realizados en diferentes partes del mundo por investigadores japoneses y norteamericanos, establecen la existencia de 32 razas fisiológicas -

que causan la "quemadura"; 42 razas fueron reportadas en la India, 34 en Colombia y 48 en el IRRI; en Formosa señalan la presencia de 19 razas y 15 en Corea, en base a la reacción de diferentes variedades (Ou y Nuque, 1970).

Latterel et al (1960), definen una raza fisiológica como la forma de un organismo que difiere en la habilidad de atacar una variedad o especie de la planta huésped. En estudios efectuados por ellos reportan más de 200 cultivos aislados de razas de Pyricularia oryzae distribuidos en diferentes países que atacan la planta de arroz así como algunas otras gramíneas.

Atkins (1962), citado por Kou et al (1962) estudiando la distribución de razas patogénicas de P.oryzae en los E.U. encontró que una nueva raza difería de las 15 razas locales identificadas con anterioridad y estableció que varias variedades de arroz de E.U. eran resistentes a la mayoría de las razas, pero ninguna de ellas era resistente a todas.

Hashioka (1952), citado por Kou et al (1962), probó la resistencia de ocho variedades a la "quemadura" por cinco años consecutivos (1934-38) en cinco localidades de Taiwan. En los primeros cuatro años Taichung 165 fue la variedad más resistente de todas. En los dos años siguientes esta variedad llegó a ser moderadamente resistente y estableció que había ahí razas fisiológicas de P.oryzae con diferente patogenicidad.

Las razas fisiológicas de la enfermedad "quemadura del arroz" han jugado un papel importante en la investigación del mejoramiento del arroz. Las variedades resistentes se considera que son un método para limitar la incidencia de ésta en el cultivo. Sin embargo este método tiene sus restricciones ya que cuando las variedades se desarrollan y liberan, una nueva raza reemplaza a la original y ataca a la nueva variedad (Kou, et al 1962).

4.5.6. Resistencia varietal

En las pruebas extensivas de los Viveros Internacionales de Pyricularia - (IBN), han encontrado que los cultivares de arroz difieren grandemente en su espectro de resistencia a los cambios de las razas del hongo, desde un 30% - como es el caso de la variedad Fanny, hasta un 98% en la variedad Tetep, en base a las reacciones en amplias pruebas en el mundo por más de 10 años. - (Ou, et al 1972) citado por Ahn y Ou, (1978).

Ou (1975), reporta que se han identificado excelentes fuentes de resistencia a la "quema del arroz" a través del IBN. Muchas de estas fuentes han sido utilizadas generalmente en los programas de cruzamiento como donantes; entre los más importantes menciona las siguientes: Tetep, Tadukan, C46-15, Carreón, Memoriaka, Dawn, Kataktara y DA₂.

La resistencia a la enfermedad "quema" ó "avanamiento del arroz" ha sido generalmente dividida en dos tipos que son: monogénica y poligénica. Dentro de un contexto patológico o epidemiológico, éstas han sido referidas como resistencia vertical y resistencia horizontal respectivamente (Crill, et al - 1980) y concluye que en general la resistencia monogénica es específica a una raza y se manifiesta en la ausencia de síntomas ó de la enfermedad. La resistencia poligénica no es específica a una raza y se manifiesta en una reducción de la enfermedad cuando es comparada con genotipos normales ó susceptibles.

Van der Plank (1963) citado por Nelson (1978), fue el primero en discutir los conceptos de resistencia vertical y horizontal y las definió de la siguiente manera: "Cuando la resistencia es ampliamente extendida contra todas las - razas del patógeno nosotros llamaremos que es horizontal o lateral" y "cuando una variedad es resistente a algunas razas del patógeno entonces decimos que

tiene resistencia vertical o perpendicular".

Este mismo autor hace referencia que la resistencia horizontal han sido denominada en términos tales como: resistencia de campo, uniforme, generalizada, no-específica, parcial, multigénica, génica menor y más generalmente horizontal.

La resistencia a la infección es referida en término como: hipersensitiva, resistencia a razas específicas, no-uniforme, vertical o resistencia génica - mayor.

Kiyosawa (1970) y otros investigadores japoneses citados por Ikehashi y Kiyosawa (1981), separaron la resistencia varietal a Pyricularia dentro de dos categorías: resistencia verdadera y resistencia de campo. La primera la definieron como un alto nivel de resistencia (r. vertical), mientras que la segunda como un bajo nivel de resistencia, detectando en la ausencia de genes de resistencia verdadera; y mencionan que la resistencia de campo ó resistencia cuantitativa ha sido generalmente concebida por ser de naturaleza no específica a determinadas razas de hongo y frecuentemente designada con términos como resistencia horizontal, general o generalizada; sin embargo, señalan que muchas evidencias reportadas argumentan que ésta resistencia es específica a razas del organismo causal.

Ahn y Ou (1978) mencionan que la evaluación de la resistencia horizontal es cuantitativa en naturaleza; la resistencia a Pyricularia es determinada por el efecto acumulativo en las diversas fases del ciclo de la infección, reduciendo de este modo la eficiencia de infección; el número y longitud de las lesiones es reducido, así como la producción de esporas; y suponen que una variedad con tales características tendrá resistencia durable ó estable a Pyricularia.

Ahn (1981) utilizó el término "quemazón lenta"; para definir un tipo de -

resistencia cuantitativa donde los cultivares de arroz son capaces de bajar el desarrollo de la "quemada", aunque aparentemente hay indicios de susceptibilidad en un sentido cualitativo. Este término es usado para definir un tipo de resistencia estable y durable a Pyricularia, más bien en un contexto de epidemia que como un concepto genético como es el caso de la resistencia horizontal. Este tipo de resistencia se semeja a la resistencia de campo descrita y utilizada por los investigadores japoneses. Y concluye que muchas variedades, especialmente aquellas de origen de temporal, han sido reconocidas por demostrar este tipo de resistencia (Prabhu y Bedendo, 1979).

Según Crill et. al (1980) la resistencia monogénica ha sido usada eficientemente por los fitomejoradores en varios cultivos, para el control de numerosas enfermedades, porque ésta es relativamente fácil de trabajar con un programa de selección, este tipo de resistencia es reconocida por la falta de síntomas; y señala que el problema con este tipo de resistencia es que no ha sido estable en el sentido de que nuevas razas del patógeno que está capacitado para atacar las variedades resistentes usualmente desarrolladas.

Estos mismos autores mencionan que la resistencia verdadera es detectada -- por la coexistencia de genes para resistencia en la planta del arroz y genes para la patogenicidad del hongo. Además reportan que en la actualidad se han localizado 13 genes de resistencia a Pyricularia en 8 variedades japonesas y una variedad filipina (Tadukan).

Kwak (1979), señala que en varios estudios genéticos se ha encontrado que la resistencia a Pyricularia, es controlada por un gene dominante. Sin embargo el rápido cambio de la patogenicidad del hongo por mutación y por recombinación genética por medio de proceso sexual o asexual hace que las variedades --

que llevan un solo gene de resistencia pierdan fácilmente su resistencia -- cuando se presentan las nuevas razas y predominan a la raza original.

Hernández (1975), menciona que anteriormente se sabía que la resistencia a P. oryzae variaba de uno a tres pares de genes y que ésta resistencia era -- dominante (herencia cualitativa); con este tipo de herencia se obtenía una resistencia del tipo vertical, y que en la actualidad, después de conocerse la existencia de razas fisiológicas, se ha encontrado que cuatro pares de genes son los responsables de la resistencia y que cada gene es de acción acumulativa (herencia cuantitativa); con este tipo de resistencia se trata de -- obtener resistencia horizontal o al menos un mayor espectro de resistencia -- para que las variedades resistan un mayor número de razas fisiológicas del patógeno y puedan cultivarse comercialmente por mayor número de años en el -- campo. Y concluye que en la obtención de variedades comerciales con resisten -- cia horizontal pueda ser difícil la recombinación de la resistencia a la enfermedad con alto rendimiento y calidad de grano, por lo que es necesario -- realizar un gran número de cruzamientos con progenitores evaluados para este carácter.

De acuerdo con Hernández (1983), la incorporación de resistencia vertical y horizontal a P. oryzae, se puede resumir de la siguiente manera:

Clase de resistencia	Herencia	Grado	Comportamiento	Evaluación	Durabili - dad.
Vertical	Cualitativa	Alto, casi inmune.	Hipersensitivo ⁽¹⁾	Camas de infección es mala: Ou.	Poco tiempo de efectividad.
Horizontal	Cuantitativa (Acción aditiva).	Moderado Convivencia huesped patógeno	Hiposensitivo ⁽²⁾	Condiciones de campo es mala: No teghen.	Efectivo en mayor período de tiempo.

- (1) Capacidad del genotipo para reaccionar frente a P. oryzae de manera específica a través de zonas necróticas pequeñas que con el tiempo quizás puedan difundir la enfermedad.
- (2) Capacidad de genotipo para reaccionar frente a P. oryzae a manera de -- convivencia huésped patógeno pero sin que la enfermedad se desarrolle -- por mucho tiempo.

En estudios efectuados para determinar la relación entre la resistencia a Pyricularia en follaje y en el cuello de la panícula, por Hsich et al -- (1960) citado por Kwak (1979) encontraron que el 81% de las razas probadas -- mostraron correlación positiva entre la resistencia a la quema del follaje -- y la podredumbre del cuello; esto hace suponer que el mismo gene controla -- ambos tipos de resistencia.

Crill et al (1980), describen algunos métodos comunmente utilizados en la incorporación de genes de resistencia a Pyricularia en las variedades de arroz que son: resistencia poligénica, resistencia monogénica, variedades multilineales, genes piramidales y rotación génica.

Ahn (1979), menciona que la forma de expresión de la resistencia a la quema del arroz es diversa y controlada por varios componentes génicos. Esta diversidad genética provee opciones para el desarrollo de variedades resistentes a Pyricularia para un agro-ecosistema dado.

4.5.7 Control químico.

Por los problemas que presenta el control de la "quema del arroz" por medio de la resistencia varietal debido a la habilidad del patógeno para ven

cer la resistencia de los genes mayores mediante la producción de nuevas razas, se ha hecho necesario compensar la susceptibilidad genética por medio del control químico y otras prácticas de cultivo.

Crill et al (1981) mencionan que los primeros trabajos en el control químico de Pyricularia fueron hechos en Japón. Los agricultores japoneses usan rutinariamente varios fungicidas y métodos de control; más recientemente en los Estados Unidos y América Latina se ha utilizado este control, el cual tiende a volverse algo común entre los agricultores de este cereal, no así en la mayoría de las áreas donde se cultiva arroz en las que el control químico de la "quema" ó "avanamiento del arroz" está en sus inicios.

Prabhu (1980), reportó que en Brasil el empleo de fungicidas se ha incrementado significativamente; de 1,000 ha que se asperjaban con fungicidas en 1971 a más de medio millón de ha en 1975 principalmente en arroz de temporal, usándose actualmente un amplio rango de fungicidas para el control de Pyricularia como: (Benlate 50) Benomyl, (BAL-5) Blastocidín-5, (Hinosan) Edifenfos, (Kasumin) Kasugamycin, (Kitacín P) Kitazin, (Dithame M-45) Mancozeb, (Bim 75) Triziclazol y sus mezclas, principalmente para reducir la podredumbre del cuello y quema de la panícula.

Este mismo autor señala que la eficiencia del control químico depende principalmente de la intensidad de la enfermedad, como del tiempo de rocío y subsecuente lluvia.

Galvez y Castaño (1974), probaron fungicidas sistémicos aplicados al suelo para el control de Pyricularia encontrándose que únicamente el Benlate, NT -

44, NF 35, Duter, Brestan y Demosan mostraron ser promisorios y concluyeron que es posible controlar la enfermedad eficazmente haciendo aplicaciones al suelo de esos fungicidas.

Hernández (1975), reportó que los primeros estudios sobre el control químico de la "quema del arroz" en México se llevaron a cabo en los Cuxtepeques, Chiapas, durante los años 1968 a 1971, siendo los siguientes productos los que mejores resultados reportaron.

- 1.- Hinosan (sintético fosforado)
- 2.- Benlate (sintético a base de benzimidazol)
- 3.- Kasumín (antibiótico a base de Kasugamicina)

En estudios posteriores en esta misma zona Montás (1975), reportó resultados similares, encontrando que los fungicidas Hinosan, en dosis de 750 ml; Kasumín 1000 ml y Benlate en 350 gr por ha, mostraron un control efectivo contra el daño de Pyricularia en el cuello de la panoja en dos aplicaciones.

Crill et al (1981), señala que los fungicidas sistémicos son mucho más específicos contra P. oryzae y sin efecto en otros organismos del medio ambiente, presentando la ventaja que pueden ser aplicados sin inversión en equipos de aplicación y proveen completa protección al cultivo desde la siembra a la cosecha.

Pelaéz y Schans (1979), reportaron que el fungicida sistémico Triciclazol asperjado al follaje, tiene mejor control sobre la "pudricción del cuello" -

de la panícula en comparación con otros fungicidas. Estos investigadores hallaron que los mejores tratamientos fueron con dos aplicaciones, una efectuada en la emergencia de las panículas y la otra cuando el 80% de panículas emergieron en dosis de 150 a 225 g/ha.

pérez (1980) y (1981), encontró al igual que Pelaéz y Schan, que el fungicida Triciclazol (Bim) fué el que obtuvo mejor control contra la "podredumbre del cuello" ó "avanamiento del arroz", en comparación con los fungicidas Hinosan, Kasumín y Promyl ampliamente recomendados; en dos aplicaciones, en la etapa de embuche y a los 12 días después, en dosis de 200 y 300 g por ha.

4.5.8. Control cultural.

Además del control químico existen algunas prácticas que ayudan a reducir el ataque del hongo, las cuales se señalan a continuación.

- 1.- Quemar o triturar mediante un barbecho profundo los residuos de la cosecha anterior.
- 2.- Usar semilla proveniente de campos sanos.
- 3.- Usar semilla certificada y desinfectada con fungicidas protectores.
- 4.- Sembrar en épocas oportunas, ya que las siembras tardías predisponen a la planta al ataque de la enfermedad.
- 5.- Evitar altas densidades de siembra por ha.
- 6.- No fertilizar con dosis excesivas de nitrógeno, ya que éstas son un factor altamente estimulante de la enfermedad.

4.6. Interacción genotipo-ambiente

Es comunmente observado que el comportamiento relativo de diferentes genotipos se altera al evaluarse en diferentes ambientes; esta modificación en la respuesta de los genotipos es debida a la presencia de una interacción genotipo-ambiente (Int. G-A).

El reconocimiento, naturaleza y medida de la Int. G-A ha sido ampliamente analizada y discutida por diferentes autores, sin embargo, en la siguiente revisión de literatura, solo se citan algunos trabajos y modelos estadísticos - utilizados en la estimación de dicha interacción.

Plaisted (1960) citado por Díaz et al (1974), propuso un método corto para evaluar la adaptación de las poblaciones en diferentes localidades, por medio de la componente interacción genotipo x localidad. Para ello, se realiza inicialmente un análisis combinado de varianza para todos los genotipos en todas las localidades durante un año dado. Posteriormente se hacen análisis combinados excluyendo cada vez un genotipo diferente. El valor del componente de la interacción σ^2_{GL} en cada uno de estos combinados se compara con el σ^2_{GL} que posee todos los genotipos y el genotipo que dé el valor σ^2_{GL} más alto, será el de mejor adaptación a las localidades estudiadas.

Finlay y Wilkinson (1963), estudiaron la adaptación de 277 variedades de cebada en cuanto a sus rendimientos evaluándolas durante varios ciclos en tres localidades del Sur de Australia. Además del análisis de varianza efectuaron cálculos de regresión tomando como variable independiente el rendimiento promedio de todas las variedades evaluadas en cada medio ambiente y como variable dependiente del rendimiento de cada variedad transformado a escala logarítmica. Tomando como parámetro el coeficiente de regresión (b) y el rendimiento medio de cada variedad, encontraron que los genotipos con $b=1$ - -

representan estabilidad promedio, lo que asociado con amplio rendimiento indica amplia adaptación: genotipos con $b > 1$ presenta una estabilidad promedio baja, son sensibles a cambios ambientales y usualmente adaptadas a ambientes de alto rendimiento; $b < 1$ denota resistencia a cambios ambientales, con una estabilidad sobre el promedio y especificidad a ambientes de bajo rendimiento.

Eberhart y Russell (1966) propusieron un modelo estadístico en el cual - involucran la variación total dentro de genotipos y combinan los componentes de varianza ambiental y de interacción G-A en el análisis de varianza. Además, conjugaron el coeficiente y las desviaciones de regresión para definir - los parámetros de estabilidad fenotípica. Estos autores definen una variedad estable como aquella que muestra un coeficiente de regresión $b = 1.0$ y una - desviación de regresión $S^2_{di} = 0.0$; si esta variedad presenta además una media de rendimiento alta, se puede decir que se trata de una variedad deseable.

Carballo (1970), utilizó el modelo propuesto por Eberhart y Russell en un estudio de variedades de maíz, indicando en su resultados que éste método - catalogó eficientemente las variedades en función de los parámetros b_i y S^2_{di} ; y clasificó las variedades bajo diferentes situaciones de acuerdo a los valores que pueden tomar estos parámetros; consideró el término "consistente" como sinónimo de mayor confiabilidad en las predicciones que se hagan dentro del rango ambiental estudiando, es decir, $S^2_{di} = 0$; una variedad "inconsistente" por el contrario, es aquella que tiene un valor $S^2_{di} > 0.0$, es decir muestra mayores fluctuaciones a los cambios ambientales de la que debería esperarse en función de la tendencia de la variedad.

Livera (1979) menciona que la principal ventaja que le atribuyen a estos - modelos los investigadores que lo han utilizado en sus trabajos es la - -

evaluación cuantitativa de los ambientes sin necesidad de analizar los factores interactuantes que los componen; consideran además adecuado el coeficiente de regresión para estimar la adaptabilidad de los genotipos, con la condición de que los residuales sean insignificantes.

Por otra parte, Goldsworthy (1974) señala algunas limitaciones de los modelos propuestos por Finlay y Wilkinson (1963) y Eberhart y Russell (1966) refiriéndose a la dependencia que existe entre los índices ambientales y las variedades experimentales; lo cual ocasiona que los rendimientos de una variedad cualquiera estén inevitablemente correlacionados parcialmente con el índice ambiental contra el cual se prueban. Además la distribución de las variedades alrededor de la media de rendimiento dependerá de la muestra de variedades, estaciones y sitios experimentales.

Gómez (1977), usó la metodología de Eberhart y Russell y concluyó que es efectiva para caracterizar híbridos de sorgo en cuanto a rendimiento. Los materiales adaptados a los ambientes favorables fueron los más rendidores, los adaptados a los ambientes desfavorables los de menor rendimiento, y los que se adaptaron a todos los ambientes tuvieron un rendimiento intermedio. Señaló también que el método de selección por estabilidad resulta más deficiente y económico que el procedimiento de selección basado en el comportamiento promedio obtenido en una localidad a través de varios años, y que cuando éste se efectúa en una sola región, los materiales obtenidos presentan una alta inconsistencia al evaluarlos ampliamente.

Chávez (1977), determinó la estabilidad del rendimiento de 23 variedades experimentales de avena, encontrando una alta correlación entre la media de rendimiento y el coeficiente de regresión, de lo cual deduce que la selección efectuada para incrementar rendimientos en los materiales de estudio no fue

efectiva para mejorar su estabilidad.

Juárez (1977) estudió el efecto del número de ambientes sobre el valor de los parámetros de estabilidad propuestos por Eberhart y Russell en el rendimiento de grano en sorgo. Encontrando que la interacción de variedades por años resultó de menor importancia que de variedades por localidades, de lo cual deduce que es más conveniente evaluar los materiales en varias localidades en un solo ciclo que una localidad durante varios años, ya que en el primer caso es posible tener representada suficiente variabilidad que permita estimar la adaptación de los genotipos en corto tiempo. En relación al número de ambiente, encontró que con cinco ambientes de prueba todos los coeficientes de regresión no fueron estadísticamente diferentes a la unidad y que a medida que se incrementa el número de ambientes, aumenta el número de variedades con coeficientes de regresión de 1.0. En cuanto a las desviaciones de regresión determinó que a medida que se incrementa el número de ambientes, disminuye el número de variedades con desviaciones estadísticamente iguales a cero. Y concluye que 10 ambientes pueden considerarse como aceptables para tener estimaciones confiables en los parámetros de estabilidad.

Oyervides y Rodríguez (1981) utilizaron el modelo desarrollado por Eberhart y Russell en un estudio con once variedades tropicales de maíz y sus cruza posibles en función de sus efectos de aptitud combinatoria específica y de sus parámetros de estabilidad fenotípica, no encontrando asociación entre los coeficientes de regresión (b_i) y el rendimiento ni entre dichos coeficientes y los efectos de aptitud combinatoria general y específicas. Concluyen que los dos principales componentes de la adaptabilidad en maíz la productividad expresada por el rendimiento y la estabilidad expresada por los coeficientes de regresión cercanos a la unidad son independiente una de otra, estando consecuentemente contralados por genes diferentes.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Descripción del área de estudio

5.1.1. Ubicación geográfica

El Valle de los Cuxtepeques forma parte de la Depresión Central del estado de Chiapas, comprende parte de los municipios de la Concordia y Angel Albino-Corzo. Se localiza a los 15°35' y 16°20' latitud Norte y 92°40' y 93°0' de longitud Oeste, abarcando una superficie de 3,053 km² y con una altitud que varía de 545 a 645 msnm.

5.1.2. Clima

El clima en esta región de acuerdo a la clasificación de Koppen modificada por García (1973), es el Aw' 2 (w) (i')g que significa tropical subhúmedo con lluvias en verano y una oscilación térmica de 5 a 7 °C. La temperatura media anual es de 24.5 °C registrándose una máxima de 43 °C en el mes de mayo y una mínima de 3 °C en enero y febrero. Las medias mensuales se presentan en la figura 7.

La precipitación media anual es de 1,535 mm, siendo la época más húmeda en verano y la más seca a fines de invierno y principios de primavera. La evaporación media anual es de 1,886 mm (figura 8).

5.1.3. Vegetación

En los Cuxtepeques la vegetación se encuentra limitada a los márgenes de los ríos, arroyos y en los cerros circundantes al valle, ya que la mayor parte de las tierras bajas han sido abiertas a la agricultura. Según Miranda (1975) los tipos de vegetación existentes en esta zona son los siguientes:

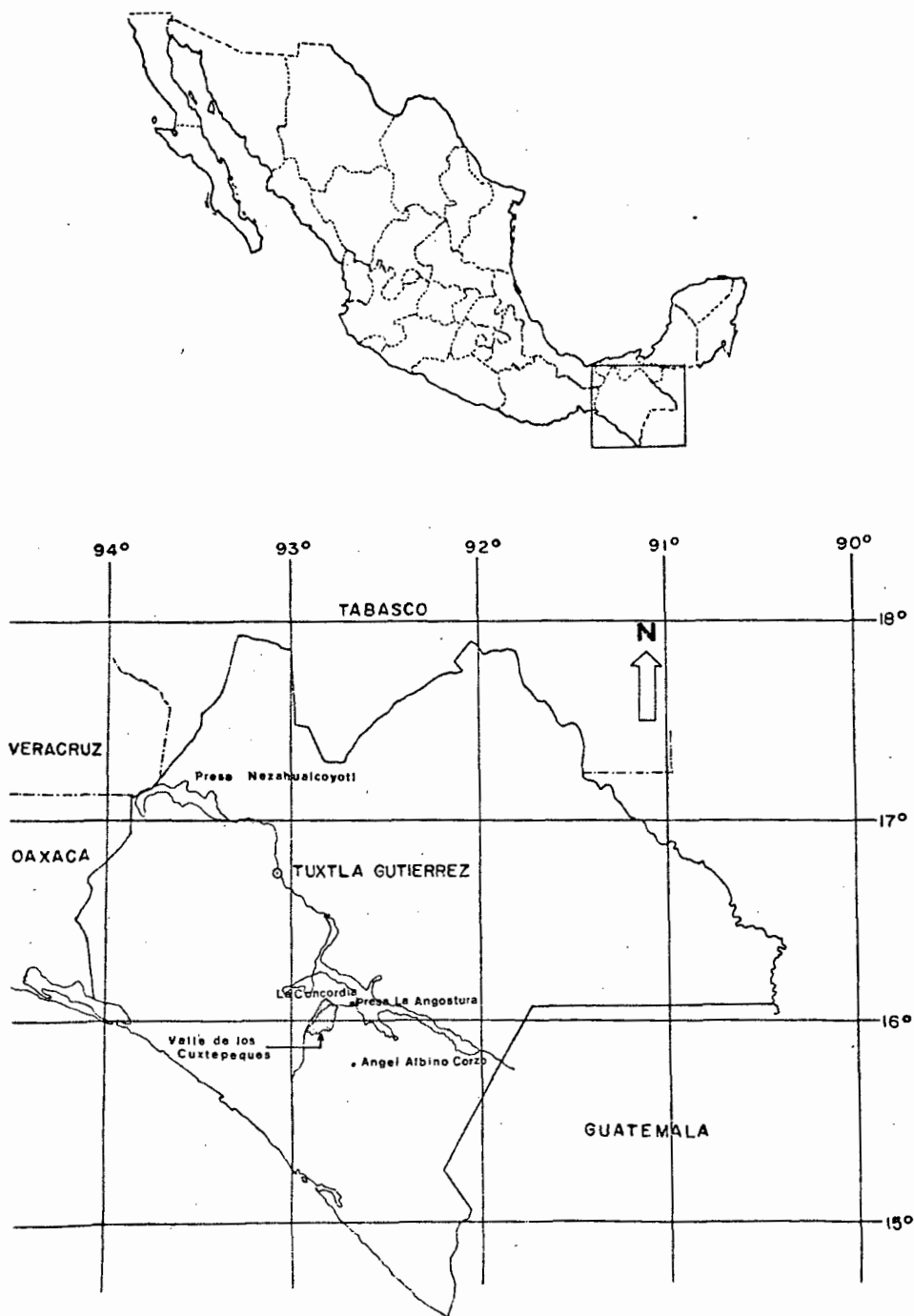


FIG.6- LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

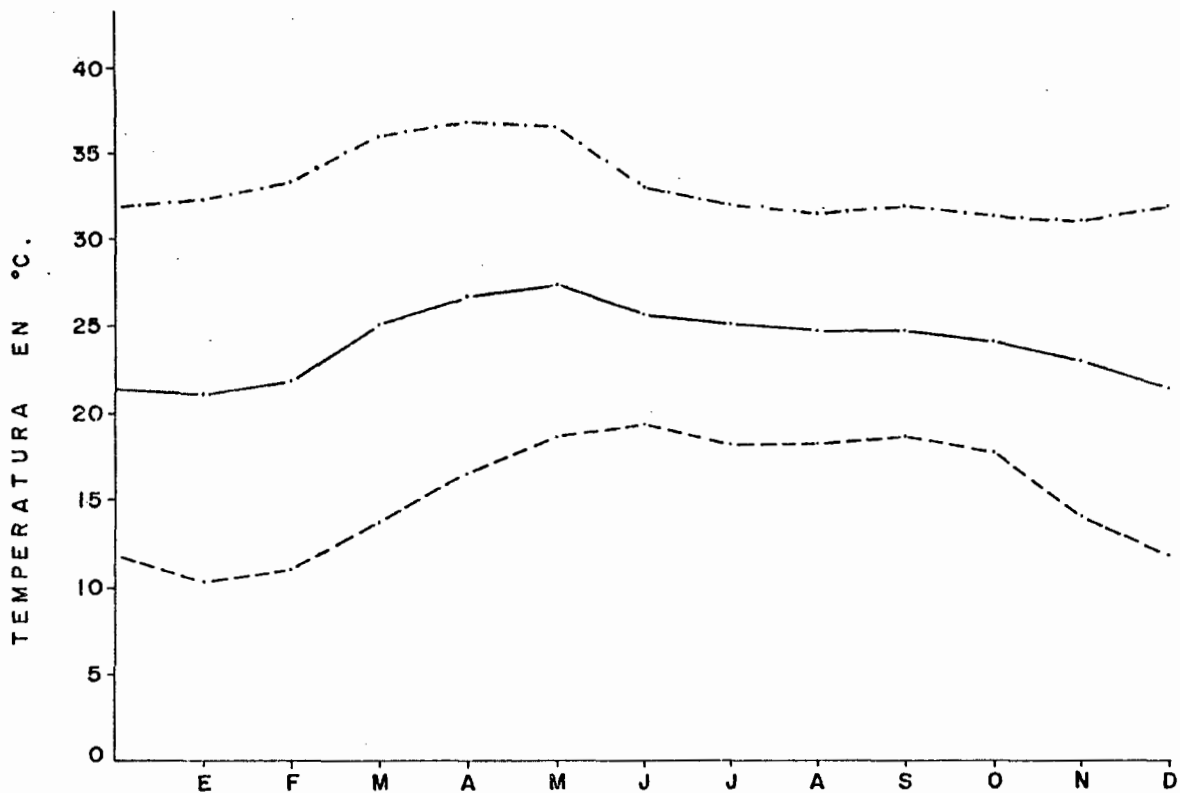


FIG.7.- TEMPERATURA MEDIA, MAXIMA Y MINIMA MENSUAL EN BENITO JUAREZ, MPIO. DE LA CONCORDIA, CHIS. PROMEDIO DE 9 AÑOS (71-79).

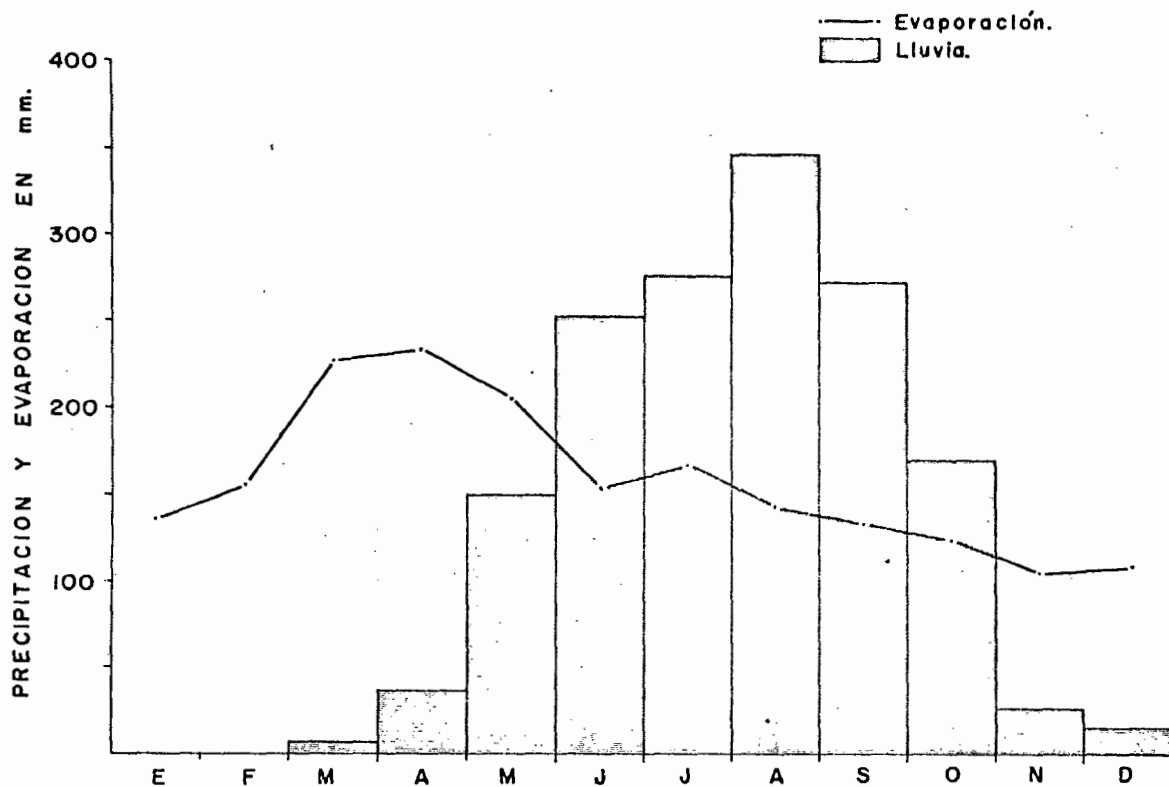


FIG.8.- EVAPORACION Y LLUVIA MEDIA MENSUAL EN EL AREA DE ESTUDIO LOC. DE BENITO JUAREZ, MPIO. DE LA CONCORDIA, CHIS. PROMEDIO DE 9 AÑOS (71-79).

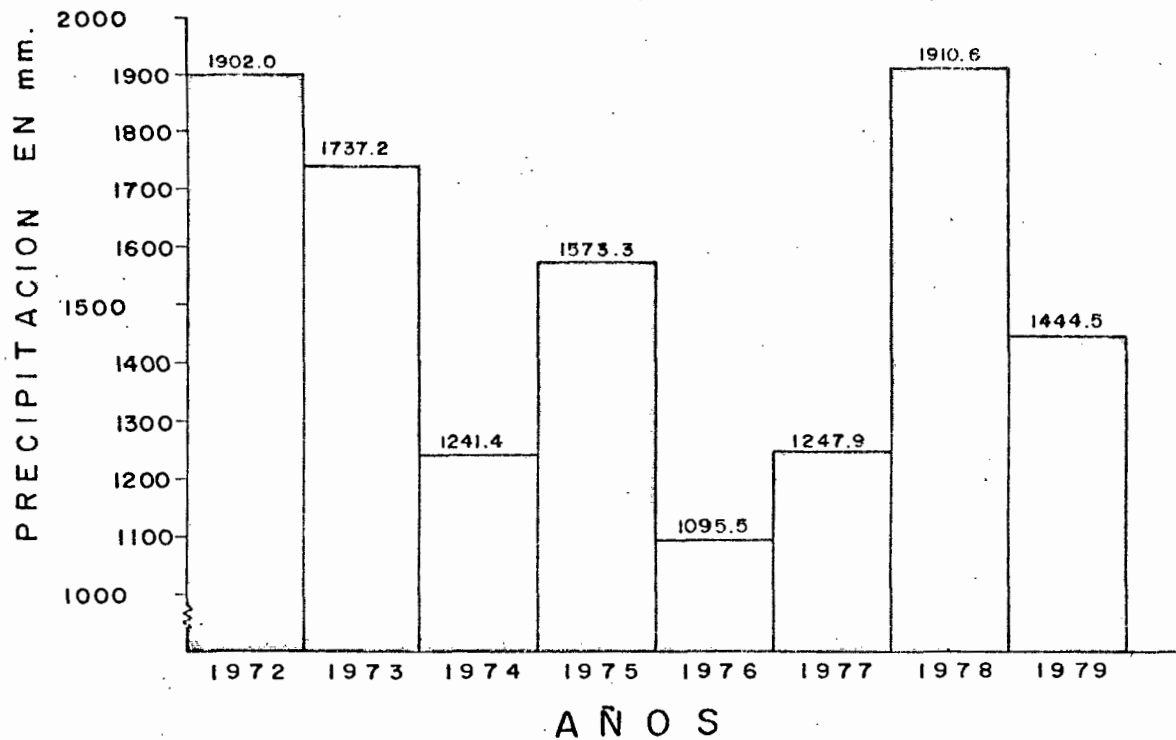


FIG.9.- PRECIPITACION, EN BENITO JUAREZ MPIO. DE LA CONCORDIA, CHIS. DURANTE 1972-1979.

a) Selva alta siempre verde. Este tipo de vegetación se encuentra a orillas de los ríos y se tienen las siguientes especies: Cedro (Cedrela mexicana), Caoba (Swietenia macrophylla), Canshan (Terminalia aborata), Matapalo (Ficus involuta) y Guanacastle (Enterolobium cyclocarpum).

b) Selva baja decidua. Se tienen especies como: Palo mulato (Bursera simaruba), Carnero (Secceleba acapulencis), Piñón (Jatropha curcas), Espino blanco (Acacia pennatula), Ishonal (Acacia cillinsii) y Madre de cacao (Caesalpinia velutina).

c) Sabanas y selvas altas subdeciduas. Se tiene: Espino Blanco (Acacia pennatula), Cuatecomate (Crescentia cujeta y C.alata), Guapinol (Hymenaea courbaril), Totoposte (Licania arborea), Nanche (Byrsonima crassifolia), Cuaulote blanco (Luehea candida), Garumbo (Cecropia peltata) y Tepesscahuite (Mimosa tenuiflora).

5.1.4. Hidrología

Existen algunos ríos importantes en esta zona; el río Cuxtepeques es el principal el cual es afluente al río Grijalva y tiene un escurrimiento de 603 millones de m³/año; sobre este río se construyó la Presa "Lic. Juan Sabines Gutiérrez" con una capacidad de almacenamiento de 100 millones de m³, la cual irrigará una superficie de 10,400 ha. Otros ríos de menor importancia son el Ostates y la Puerta.

5.1.5. Suelos

De acuerdo a un estudio agrológico realizado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH); los suelos son de escaso a moderado desarrollo pedogenético, considerándose que su edad varía de reciente a inmadura.

Los suelos inmaduros tienen horizonte más definido e interrelacionado entre sí, caracterizados por la acumulación de sesquióxidos principalmente de hierro que originan un horizonte B. Por su modo de formación pueden ser aluviales, coluviales e in situ y son derivados de la desintegración de rocas areniscas, lutitas (arenosas y arcillosas) y andesitas. Generalmente son suelos profundos a excepción de los adyacentes a afloramientos rocosos. Los colores varían de café rojizo, amarillento al gris amarillento opaco. Las texturas dominantes son las medias, tendiendo a gruesas, es decir con un alto contenido de arena, como la franco-arcillo-arenosa.

La topografía va desde suelos planos hasta pendientes de 15% en pequeños lomeríos y ondulaciones. El pH varía de 4 a 6 y el contenido de materia orgánica de 1 a 2%.

5.1.6. Sistemas de producción

Los cultivos existentes en esta región son arroz, maíz, frijol y soya. Dentro de estos se encuentran los siguientes patrones de cultivo: a) cultivo único de arroz, b) cultivo único de maíz, c) maíz-calabaza asociados, d) cultivo único de sorgo, e) soya y f) frijol. En el cuadro 1 se presenta la superficie sembrada y producción de cada cultivo en el ciclo primavera-verano 1981, bajo condiciones de temporal.

Cuadro 1.- Superficie y rendimiento de los principales cultivos en el Valle de los Cuxtepeques, Chis. P/V 1981.

Cultivo	Sup./ha sembrada	Cosechada	Rend./ha (ton)	Rend. bruto (ton)	Valor de la produc. (\$)
Maíz	4,065	4,065	2.87	11,688	75'975,000
Arroz	2,645	2,450(*)	1.21	2,983	17'898,000
Soya	40	40	3.00	120	1'392,000
Frijol	20	20	2.10	42	672,000

* Se perdieron 195 hectáreas por ataque de enfermedades (Pyricularia oryzae)

FUENTE: Departamento de Estadística Distrito de Riego 101 (Cuxtepeques)

5.1.7. Recursos de plazo largo

Mecanización. La maquinaria agrícola se utiliza en su totalidad para preparación de terrenos (barbecho y rastreo). En el caso del cultivo de arroz - este es mecanizado. Sin embargo en algunos casos también se utiliza la yunta sobre todo en las labores de siembra y aporque y en muchos casos en maíz y - frijol; cuando se trata de agricultores de bajos recursos y que no son sujetos de crédito.

Tamaño de la explotación. El tamaño de la explotación varía de 2 a 20 ha existiendo los tipos de tenencia de la tierra ejidal (90%) y pequeña propiedad (10%). Se dispone de crédito oficial en los cultivos de maíz, arroz y - sorgo.

Destino de la producción. El arroz se comercializa en un 90% a intermedios; el maíz se destina en un 70% al mercado; el sorgo y soya se comercializan en un 100%.

Infraestructura. Existe en la zona un molino o beneficio de arroz con capacidad de molienda inicial de 60 a 100 ton diarias. En 1975 se recibieron - 4,880 ton de arroz. Actualmente ha dejado de funcionar debido a la reducción del área de cultivo y falta de organización de las mismas sociedades ejidales arroceras. Además en esta zona se construyó la Presa "Lic. Juan Sabines Gutiérrez" y la red de canales que regarán un total de 10,400 ha; la cual entró - en funcionamiento en el ciclo otoño-invierno 1981-82 con la siembra de 500 ha de maíz.

Es importante mencionar que en la zona se construyeron una serie de drenes en 1975, lo cual perjudicó notablemente las siembras de arroz, esto aunado a la poca retención de humedad de algunos suelos, provoca que el cultivo sufra por sequía en períodos en los que la precipitación es deficiente.

5.2. Localidades

El presente trabajo se estableció en tres localidades del Valle de los Cuxteques, Chiapas; bajo condiciones de temporal en los veranos de 1979, 1980 y 1981. Las localidades seleccionadas fueron los ejidos La Tigrilla, Benito Juárez y Nueva Libertad, pertenecientes al Municipio de la Concordia. Se tomó en cuenta para su selección los regímenes de lluvia y tipos de suelo que predominan en el área de estudio. La distancia entre cada uno de los sitios experimentales es de aproximadamente seis km.

5.3. Características físico-químicas de los suelos

Los lotes seleccionados representan a dos tipos de suelo donde se cultiva arroz y son: suelos bajos con regular capacidad de retención de humedad en las localidades de La Tigrilla y Benito Juárez y suelo alto no hidromórfico, es decir, suelo seco con poca capacidad retención de humedad y donde el nivel freático es inferior al máximo desarrollo de las raíces de las plantas en la localidad de Nueva Libertad. La topografía es sensiblemente plana en los tres sitios.

Antes de la preparación del terreno se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 30 y 60 cm y se les realizaron análisis físico-químicos cuyos resultados se muestran en los cuadros 7 y 3a.

5.4. Precipitación pluvial

Para cuantificar el volumen de agua caído en cada sitio experimental se instalaron pluviómetros para llevar un registro de la precipitación pluvial diaria, mensual y total acumulada en todo el ciclo del cultivo, a excepción de dos de ellos en 1979. Las precipitaciones registradas se muestran en las gráficas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 en el apéndice.

5.5. Material genético

El material genético que intervino en este estudio lo formaron 13 líneas y variedades sobresalientes, evaluadas en años anteriores por el Programa de -- Arroz del Campo Agrícola Experimental Centro de Chiapas (CAECECH), INIA. Además se incluyeron cuatro variedades cultivadas en la región como testigos; la relación de los materiales y su origen se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.- Líneas y variedades de arroz evaluadas en el presente estudio.

No. de trat.	Geneología	Origen	
1	IR 2053-205-1-6-3	IRRI	Filipinas
2	C 87-23-32-7-12	CSAT-INIA	México
3	IR 2058-74-2-1-1	IRRI	Filipinas
4	Cica 9	ICA-CIAT	Colombia
5	IR 2053-325-1-1-5	IRRI	Filipinas
6	VF 19-69-115Mo-2C-1Mo-1Mo	INIA	México
7	IR 2061-522-6-9	IRRI	Filipinas
8	4462	CIAT	Colombia
9	Ceysvoni	SML	Surinam
10	118	CIAT	Colombia
11	KN 361-1-8-6	NRI	India
12	C 22	U. de F.	Filipinas
13	Timacle	Criollo	México
14	Bluebonnet-50*	ERPRS	E.U.A.
15	Edith del Yaqui*	INIA	México
16	Dawn*	ERPRS	E.U.A.
17	Tres Meses*	Criollo	México

* Variedades testigo.

IRRI = Instituto Internacional de Investigaciones de Arroz

CIAT = Centro Internacional de Agricultura Tropical

ICA = Instituto Colombiano Agropecuario

CSAT = Colegio Superior de Agricultura Tropical

INIA = Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

SML = Sociedad para la Mecanización de la Agricultura

NRRI = Instituto Nacional de Investigaciones de Arroz

U. de F. = Universidad de Filipinas

ERPRS = Estación Experimental de Arroz y Pastos. Beaumont, Texas.

5.6. Desarrollo de los experimentos

5.6.1. Preparación del terreno

Los terrenos donde se establecieron los lotes experimentales habían sido cultivados en ciclos anteriores con arroz, a excepción de la localidad Benito Juárez que en 1980 se encontraba como baldío. Para preparar la cama de siembra se dió un barbecho profundo de 20 a 30 cm y dos rastreos, siendo el segundo en forma cruzada.

5.6.2. Diseño y unidad experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 17 tratamientos (que son las líneas y variedades en estudio) y cuatro repeticiones. La parcela experimental estuvo formada de seis surcos de cinco m de longitud, separados entre sí a 30 cm, quedando como parcela útil cuatro surcos centrales de cuatro m de largo. Se dejó un espacio de 1.5 m entre cada repetición y 1.2 m entre cada dos parcelas en la misma repetición abarcando de esta manera cada experimento una superficie de 1,000 m².

5.6.3. Siembra

En el ejido La Tigrilla las siembras se hicieron el 9, 3 y 3 de junio de 1979, 1980 y 1981 respectivamente; en Benito Juárez se sembró el 6, 4 y 22 de junio; y en Nueva Libertad se efectuaron el 19, 10 y 11 de junio. Esta se hizo en forma manual a "chorrillo" en el fondo del surco y sobre suelo húmedo, a excepción de Benito Juárez en 1979, que se efectuó en seco y le llovió a los tres días; la densidad de siembra utilizada fué de 80 kg de semilla por ha.

5.6.4. Fertilización

La fertilización fué general para todos los tratamientos y se hizo de acuerdo a lo recomendado por el CAECECH o sea la fórmula 80-60-00 distribuída de la siguiente manera: todo el fósforo al momento de la siembra, 40 kg de nitrógeno de los 35 a 40 días después (período de amacollamiento) y los otros 40 kg de nitrógeno entre los 65 y 70 días después de la siembra (inicio de formación de panícula). Se usó urea al 46% como fuente de nitrógeno y superfosfato de calcio triple al 46% como fuente de fósforo.

5.6.5. Control de maleza

Las principales malas hierbas que se presentaron en los experimentos fueron en orden de importancia las siguientes: Zacate pataiste (Digitaria horizontalis), (Eleusine indica), Zacate borrego (Cynodon dactylon), Coquillo ó Chintul (Cyperus spp), Hierba del toro (Richardia scabra), (Comelina difusa) y en menor grado el Zacate lagunero (Echinochloa sp), las cuales se controlaron tal como se indica a continuación :

En los ciclos 1979 y 1980 el control de maleza se hizo entre los 15 y 20 - - días de edad de la planta, mediante la aplicación de herbicidas, usándose la mezcla de 6 lt de Stam LV-10 (Propanil) + 1 lt de 2.4 D Amina + 200 cc de Atlox

3069, disueltos en 400 lt de agua/ha. En el ciclo 1981 se utilizó herbicida pre-emergente Ronstar en dosis de 3 lt/ha, aplicado de los 3 a 5 días de la siembra, y disuelto en la misma cantidad de agua del caso anterior. La aspersión de los productos se hizo con bomba de motor.

Los experimentos se reinfestaron con nuevas generaciones de maleza sobre todo cuando se utilizaron herbicidas post-emergentes, lo cual hizo necesario hacer de uno a dos deshierbes. De esta manera el cultivo se mantuvo libre de la competencia de malas hierbas por humedad, espacio, luz y nutriente.

5.6.6. Control de plagas

Para el control de plagas del suelo gallina ciega (Phyllophaga spp), gusano de alambre (Agriotes spp) y "cucarachita" se aplicó insecticida Volatón al 2.5% en polvo a razón de 50 kg/ha en pre-siembra. El daño de plagas del follaje no fué significativo por lo que no hizo necesario su control.

5.6.7. Toma de datos

Estos se realizaron durante las diferentes etapas de desarrollo del cultivo tal como a continuación se describen:

- a) Vigor de planta (Vp) = Se tomó en dos etapas de desarrollo (en la primera y segunda fertilización de Nitrógeno) usando la escala internacional del 1 al 9, elaborado por el IRRI*
- b) Pyricularia al follaje (Pf) = Se evaluó el grado de infección del hongo en las hojas, con base en la escala internacional del 1 al 9, antes mencionada.

* Sistema de Evaluación Estandar para Arroz. Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina. CIAT/IRRI.

- c) Altura de planta (A_p) = Se midió la distancia en cm desde el nivel del suelo a la punta de las panojas.
- d) Longitud de panícula (L_p) = Se tomaron seis panículas por parcela al azar y se midieron desde su base hasta la última espiquilla.
- e) Reacción a sequía (R_s) = Es la habilidad de la planta para soportar la sequía y se evaluó en base a dos criterios: tolerancia y recuperación, de acuerdo a la escala internacional del 1 al 9 del IRRI.
- f) Reacción a enfermedades (R_e) = Se evaluó el daño de enfermedades en los diferentes estados de crecimiento de la planta en base a la escala internacional del 1 al 9 del IRRI.
- g) Fecha de floración (F_f) = Se determinó el número de días desde la siembra (1a. lluvia) hasta que el 50% de las plantas florecieron.
- h) Fecha de maduración (F_m) = Se determinó el número de días desde la siembra (1a. lluvia) hasta la maduración del grano (85% de los granos de las panículas maduros).
- i) Acame (A) = Se midió el porciento de plantas volcadas o caídas.
- j) Avanzamiento (A_v) = Se tomaron al azar un promedio de 85 panojas por parcela para ver el porciento de daño de Pyricularia al cuello (panojas vanas).
- k) Rendimiento (R) = Para determinar el rendimiento se cosechó la parcela útil, la cual constó, como ya se dijo líneas arriba de cuatro surcos centrales de 4 m x 30 cm.

5.6.8. Cosecha

Se realizó sobre los cuatro surcos centrales, cuando el grano había llegado a su madurez fisiológica. Esto ocurrió cuando las panojas adquirieron un color paja y el contenido de humedad del grano era alrededor de 19 a 21%. Posteriormente se pesó el grano proveniente de cada parcela y se le determinó el porcentaje de humedad con exactitud.

5.7. Análisis estadístico

Una vez obtenidos los datos de rendimiento de grano, se ajustaron los pesos al 14% de humedad para transformar los rendimientos parcelarios a toneladas por hectárea. El análisis estadístico de los resultados se hizo de acuerdo a la siguiente secuencia: a) análisis de varianza individual de cada experimento. b) análisis de varianza combinado, c) análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad.

5.7.1. Análisis de varianza individual

Este análisis se hizo para determinar la existencia de diferencias significativas de rendimiento entre tratamientos en cada experimento.

En este caso se utilizó el modelo propuesto por Cochran y Cox (1974) el cual se representa por:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

donde: Y_{ij} = i-ésima observación en el j-ésimo bloque

μ = media general

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = error experimental

A continuación se muestra el cuadro de análisis de varianza utilizado.

Cuadro 3.- Análisis de varianza

Factor de variación	G.L.	S.C.
Variedades	t-1	$\frac{\sum Y_{.j}^2}{b} - F.C.$
Bloques	b-1	$\frac{\sum Y_{i.}^2}{t} - F.C.$
Error	(t-1) (b-1)	$\sum_{ij=1,1}^{bt} Y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^b Y_{i.}^2 - \sum_{j=1}^t Y_{.j}^2 + F.C.$

5.7.2. Análisis de varianza combinado

Mediante este análisis se determinó la existencia de interacción genotipo x ambientes. Se calculó partiendo de los análisis individuales de acuerdo al modelo descrito por Cochran x Cox (1974); el cual se anota a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \pi_j + \tau_i + \gamma_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

donde

Y_{ij} = media observada para el i-ésimo tratamiento en la j-ésima localidad.

μ = media observada

π_j = efecto de la j-ésima localidad

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento

γ_{ij} = interacción tratamiento x localidad

ϵ_{ijk} = promedio de los errores experimentales en la r parcelas del i-ésimo tratamiento en la j-ésima localidad.

Cuadro 4. Análisis de varianza combinado

F. de V.	G.L.	S.C.
Ambientes	n-1	$\frac{\sum Y^2_{.j.}}{tr} - F.C.$
Error (a) rep. (Amb.)	n (r-1)	$\frac{\sum Y_{.j}}{t} - \frac{\sum Y^2_{.j.}}{tr}$
Variedad	t-1	$\frac{\sum Y^2_{i..}}{nr} - F.C.$
Var. x Amb.	(t-1) (n-1)	$\frac{\sum Y^2_{ij.}}{r} - \frac{\sum Y^2_{i..}}{nr} - \frac{\sum Y^2_{.j.}}{tr} + F.C.$
Error	dif.	dif.
Total	rtn-1	$\frac{\sum Y^2_{ijk}}{r} - F.C.$

5.7.3. Parámetros de estabilidad

La estabilidad del rendimiento de los genotipos estudiados se determinó en base al modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966).

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i l_j + \sigma_{ij}$$

donde: Y_{ij} = el rendimiento de la variedad i-ésima en el ambiente j-ésimo

μ_i = media de la variedad i-ésima en todos los ambientes

β_i = coeficiente de regresión que mide la respuesta de la variedad i-ésima a ambientes diferentes

l_j = índice ambiental definido como la media de todas las variedades

σ_{ij} = desviación de regresión de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente.

De acuerdo al modelo anterior, la estabilidad de una variedad queda definida por dos parámetros: el coeficiente de regresión y las desviaciones de la regresión.

El coeficiente de regresión mide el incremento en rendimiento de una variedad por unidad de incremento en el índice ambiental y se obtiene mediante la fórmula:

$$b_i = \frac{\sum_j y_{ij}}{\sum_j l_j} \quad l_j / \sum_j l_j^2$$

La varianza de desviación de regresión cuantifica que tanto que la respuesta predicha concuerda con la respuesta observada, y se calcula de la manera siguiente:

$$s^2_{di} = \left[\frac{\sum_j \sigma^2_{ij}}{n-2} \right] - \frac{s^2_e}{r}$$

donde:

$$\sum_j \sigma^2_{ij} = \sum_j y^2_{ij} - \frac{y^2_{i.}}{r} - \left(\sum_j y_{ij} l_j \right)^2 / \sum_j l^2_j$$

s^2_e/r = es el estimador de error conjunto (o la varianza de la media de una variedad en el ambiente j). r es el número de repeticiones

s^2_e = Se obtiene como promedio ponderado de los errores de todos los experimentos y se calcula con la siguiente fórmula

$$s^2_e = \frac{\sum_{j=1}^n S.C.j.}{\sum_{i=1}^n G.L.j.}$$

S.C.j. = suma de cuadrados debidos al error en el experimento j .

G.L.j. = grados de libertad del error en el experimento j .

Una vez estimados estos parámetros, se efectúa el análisis de varianza que se muestra en el cuadro 5.

De acuerdo a los valores que tienen b_i y S^2_{di} cada genotipo podrá clasificarse en algunas de las situaciones anotadas en el cuadro 6.

CUADRO 5. Análisis de varianza, Eberhart y Russell (1966).

F.V.	G.L	SC	CM
Total	nv-1	$\sum_{i,j} \sum Y_{ij}^2 - Fc$	
Variedades (V)	v-1	$1/n \sum_i Y_i^2 - Fc$	CM ₁
Medios Ambientes (E)	n-1		
	v(n-1)	$\sum_{i,j} Y_{ij}^2 - \sum_i Y_i^2 / n$	
E x V	(v-1)(n-1)		
Medios Ambientes (Lineal)	1	$1/v (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
V x E (Lineal)	v-1	$\sum_i (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2 - SC \text{ medio ambiente (Lineal)}$	CM ₂
Desviación Conjunta	v(n-2)	$\sum_{i,j} \delta_{ij}^2$	CM ₃
Variedad 1	n-2	$\sum_j Y_{1j}^2 - \frac{(Y_{1.})^2}{n} - \frac{(\sum_j Y_{1j} I_j)^2}{\sum_j I_j^2}$	
Variedad 2	n-2		
⋮	⋮		
Variedad v	n-2	$\sum_j Y_{vj}^2 - \frac{(Y_{v.})^2}{n} - \frac{(\sum_j Y_{vj} I_j)^2}{\sum_j I_j^2}$	
Error Conjunto	n(r-1)(v-1)		CM ₄

Cuadro 6. Situaciones posibles que pueden tomar los parámetros de estabilidad. Carballo y Márquez (1970).

Situación	Coefficiente de regresión	Desviaciones de la regresión	Descripción
a)	$b_i = 1.0$	$S_{di}^2 = 0$	Variedad estable
b)	$b_i = 1.0$	$S_{di}^2 > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.
c)	$b_i < 1.0$	$S_{di}^2 = 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente.
d)	$b_i < 1.0$	$S_{di}^2 > 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistente
e)	$b_i > 1.0$	$S_{di}^2 = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente.
f)	$b_i > 1.0$	$S_{di}^2 > 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistente

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Localidades

6.1.1. Características físico-químicas de los suelos.

De acuerdo a los resultados de los análisis físico-químicos de suelo que se presentan en los cuadros 7 y 3a del apéndice; se observa que los suelos son de textura media con tendencia a ligera, siendo más pronunciada en la localidad de Nueva Libertad; por lo tanto su capacidad de retención de agua es moderadamente baja; la conductividad eléctrica es menor de 2 lo cual nos indica que la cantidad de sales solubles es baja, sin problema para el desarrollo del cultivo. El pH es neutro en la Tigrilla y muy ligeramente ácido en las otras dos localidades, a una profundidad de 0 a 30 cm. El contenido de materia orgánica es moderado en la localidad de la Tigrilla y moderadamente pobre en las otras dos localidades. En general son suelos pobres en fósforo, con una capacidad de intercambio catiónico de alrededor de 26 me/100 g, el cual es indicativo de un buen potencial de fertilidad; pero la suma de los cationes intercambiables (Ca, Mg, Na y K) indican una saturación de bases entre 25 y 34 por ciento, la cual es baja por tratarse de suelos con tendencia a la acidez.

6.1.2. Precipitación pluvial

La precipitación registrada en cada sitio experimental durante el ciclo de cultivo, se muestra en las figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 del apéndice; en donde se puede observar que en general ésta fue favorable para el buen desarrollo del cultivo en cuanto al volumen caído y a su distribución en las tres localidades y años de prueba. En el ciclo de desarrollo del cultivo el total de lluvia osciló de 1227 mm en 1979 a 1839 mm en 1981; siendo respecti-

vamente 1981 el año más abundante y 1979 el menos lluvioso. En cuanto a lugares. fué en Nueva Libertad donde se registró menor precipitación en relación a La Tigrilla y Benito Juárez.

Cuadro 7. Resultados del análisis físico-químico de muestras de suelo tomadas a una profundidad de 0-30 cm en los sitios experimentales.

C o n c e p t o	La Tigrilla	Benito Juárez	Nueva Libertad
Textura	Migajón-Arenoso	Migajón-Arenoso	Migajón-Arenoso
Arena %	57	64	67
Limo %	32	20	15
Arcilla %	11	16	18
P. sat.	22.80	28.07	36.64
C.C	10.90	13.42	17.86
P.M.P.	5.92	6.55	9.79
C.E. extracto	1.6	1.23	1.85
Saturados (mmhos/cm)			
p.H.	6.9	6.7	6.7
M.O %	1.97	1.39	1.34
Fósforo aprov. (p.p.m.)	4.10	1.66	2.30
CO ₃ Ca %	2.50	1.23	1.66
C.I.C. me/100 g	26.80	26.12	25.93
Calcio me/100 g	4.16	4.91	4.13
Magnesio me/100 g	2.03	2.70	1.39
Sodio me/100 g	0.35	1.04	1.06
Potasio me/100 g	0.12	0.19	0.17

P. sat. = Porcentaje de saturación.

C.C. = Capacidad de Campo

P.M.P. = Punto de Marchitamiento Permanente

C.E. = Conductividad Eléctrica

p.H. = Potencial Hidrógeno

M.O = Materia Orgánica

p.p.m. = Partes por millón

C.I.C. = Capacidad de Intercambio Catiónico.

6.2. Análisis de varianza individual.

De los nueve experimentos sembrados, dos de ellos no se lograron cosechar debido a los daños por ganado a los lotes, lo cual no interfiere en la interpretación de los resultados de los siete restantes. Los experimentos perdidos corresponden al año de 1980 en las localidades de la Tigrilla y Nueva Libertad.

De acuerdo al análisis de varianza individual se encontraron diferencias altamente significativas (1%) entre tratamientos en los siete experimentos (cuadro 4, 5, 6, 7, 8, 9, y 10 en el apéndice).

Experimento 1 (Loc. La Tigrilla, 1979). En este experimento los rendimientos oscilaron entre 2,767 a 6,237 kg/ha, con una media de rendimiento de 4,813 kg/ha; la variedad testigo Bluebonnet-50 que rindió 4,594 kg/ha se encuentra en el primer grupo de significancia de acuerdo a la prueba de -- Tuckey al 5%, junto con 10 líneas y variedades entre las que destacan por -- sus altos rendimientos y buenas características agronómicas la línea 118, -- la variedad Cica 9 y las líneas IR 2053-205-1-6-3, KN 361-1-8-6 e IR 2061-522-6-9 que rindieron 6 237, 6 170, 5 991, 5 785 y 5 709 kg/ha respectiva -- mente (cuadro 8).

En este sitio no se presentó daño de Pyricularia oryzae en el follaje en ninguno de los cultivares; mientras que el daño en el cuello de la panoja -- éste fué moderado siendo menor de 5% a excepción de la variedad Ceysvoni -- que fué de 11.9%. El ciclo vegetativo de los materiales varió de 107 días en la variedad Tres meses (testigo) a 152 días en las líneas 2, 3 y 6 o sea de precoz a tardío. Las líneas sobresalientes 10, 4, 1, 11, 7 y 8 son --

Cuadro 8. Características y rendimiento de 17 líneas y variedades de arroz en La Tigrilla, Chiapas.
 INIA - CAECECH P/V 1979.

No. de Trat.	Nomenclatura	Vigor	Pyricularia en follaje	Altura cm	Días a Floración	Días a Madurez	Avanamiento %	Acame %	Rendimiento kg/ha
10	118	5	1	104	105	138	2.00	5	6237 a
4	Cica 9	5	1	107	101	134	0.79	7	6170 a
1	IR 2053-205-1-6-3	5	1	109	109	148	0.98	5	5991 a
11	KN 361-1-8-6	4	1	132	91	119	3.11	90	5785 a
7	IR 2061-522-6-9	5	1	108	97	125	0.47	10	5709 a
8	4462	6	1	95	103	127	1.15	0	5391 a
3	IR 2058-74-2-1-1	5	1	90	113	152	1.44	0	5377 a
5	IR 2053-325-1-1-5	4	1	112	108	146	1.29	0	5362 a
12	C 22	5	1	118	102	133	2.50	5	4874 a
13	Timacle	4	1	155	102	125	0.38	0	4598 a
14	Bluebonnet 50 (T)	4	1	134	104	131	4.09	0	4594 a
17	Tres Meses (T)	4	1	114	78	109	0.32	0	4219
2	C87-23-32-7-12	4	1	109	111	153	3.00	0	4139
6	VF 19-69-115Mo-2C-1Mo-1Mo	5	1	92	113	153	1.28	0	3880
9	Ceysvoni	5	1	84	108	138	11.92	0	3498
15	Edith del Yaqui (T)	5	1	155	110	136	0.33	2	3235
16	Dawn (T)	5	1	113	78	109	1.54	0	2767

DMSH = 1,985 kg/ha

C.V. = 11.06%

\bar{X} = 4,813 kg/ha

a = Estadísticamente iguales entre sí al 5% de probabilidad.

de ciclo intermedio entre 131 a 148, siendo el de los testigos de 109 - a 136 días. La altura de la planta varía de semienana en las variedades 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10; intermedia en la 5, 12, 16 y 17 y alta en la 11, 13, 14 y 15.

Experimento 2 (Loc. Benito Juárez, 1979). En este experimento los - rendimientos oscilaron de 1,181 kg/ha en la variedad testigo Dawn, hasta - 6,825 kg/ha en la línea IR 2053-205-1-6-3, el promedio de rendimiento fué de 4,465 kg/ha. Las cuatro variedades testigo ocuparon los últimos lugares en rendimiento. Siete tratamientos se encuentran en el primer grupo - de significancia incluyendo la línea IR 2053-205-1-6-3 seguida por la IR 20-58-74-2-1-1, la variedad Cica 9 y la línea 118 con 6 825, 6 174, 6 095 y -- 5 868 kg/ha respectivamente (cuadro 9). Respecto al daño de Pyricularia - oryzae en el follaje, la mayoría de las variedades fueron resistentes, solo los tratamientos 6, 13 y los cuatro testigos mostraron moderada resistencia. El daño del hongo en el cuello de la panoja fué moderado en los tratamientos 2, 3, 5, 6, 9, 11, 12, 13 y 14; las variedades testigo Edith del yaqui, -- Dawn y Tres Meses fueron susceptibles y las variedades 1, 4, 7, 8 y 10 se - comportaron como resistentes. En cuanto al ciclo vegetativo de las variedades éstas fueron un poco más precoces en relación al experimento 1, el cual varío de 103 a 143 días a la madurez; en general la altura de planta también fué mayor en éste experimento, de 82 a 159 cm.

Experimento 3 (Loc. Nueva Libertad, 1979). En esta localidad los rendimientos variaron de 690 a 4,563 kg/ha, muy inferiores a los que se obtuvieron en los dos experimentos anteriores. El promedio de rendimiento fué de - 2,311 kg/ha.

Cuadro 9. Características y rendimiento de 17 líneas y variedades de arroz en Benito Juárez, Chiapas. INIA-CAECECH P/V 1979.

No. de Trat.	Nomenclatura	Vigor	Pyricularia en follaje	Altura cm	Días a Floración	Madurez	Avanamiento %	Acame %	Rendimiento kg/ha	
1	IR 2053-205-1-6-3	5	1.0	104	107	140	0.0	0	6828	a
3	IR 2058-74-2-1-1	6	1.0	86	114	144	2.66	0	6174	a
4	Cica 9	5	1.0	97	100	130	0.0	0	6095	a
10	118	6	1.0	96	104	133	0.0	0	5868	a
8	4462	5	1.25	94	106	134	0.0	0	5451	a
5	IR 2053-325-1-1-5	5	1.0	106	110	139	1.32	0	4987	a
7	IR 2061-522-6-9	5	1.0	101	96	125	0.0	33	4898	a
9	Ceysvoni	5	1.0	82	112	137	1.25	0	4452	
6	VF 19-69-115Mo-2C-1Mo-1Mo	5	1.75	86	115	144	2.1	0	4420	
12	C 22	4	1.0	115	106	132	4.67	9	4208	
11	KN 361-1-8-6	4	1.25	120	89	117	3.1	20	4179	
2	C 87-23-32-7-12	5	1.0	114	111	141	5.23	0	4080	
13	Timacle	4	2.0	142	104	130	3.11	0	3560	
15	Edith del Yaqui (T)	4	2.25	159	109	133	11.2	0	3425	
14	Bluebonnet 50 (T)	4	2.0	123	107	134	3.04	0	3073	
17	Tres Meses (T)	4	2.0	105	80	103	11.55	0	3026	
16	Dawn (T)	5	1.5	107	95	120	18.01	0	1181	

DMSH = 2,080 kg/ha

C.V. = 12.20%

\bar{X} = 4 465 kg/ha

Solo tres tratamientos forman el primer grupo de significancia al 5% y son la variedad Cica 9 y las líneas KN 361-1-8-6 y 118 que rindieron 4,563, -- 3,617 y 3,277 kg/ha respectivamente. Se considera que los bajos rendimientos se debieron principalmente al tipo de suelo y su ubicación que como ya se mencionó estuvo situado en un terreno alto de textura media con tendencia a ligera no apto para retener el agua de lluvia. El daño de Pyricularia -- oryzae fué significativamente mayor en esta localidad; en el follaje, únicamente los tratamientos 9 y 10 mostraron resistencia y el resto fueron moderadamente resistentes; en cuanto al daño en el cuello de la panoja los tratamientos 2, 3, 5, 6 y 9 tuvieron más del 25% de panojas vanas, y el resto de las variedades entre 5 y 25% (cuadro 10). El ciclo vegetativo de los materiales fué mayor siendo de 107 a 163 días.

Experimento 4 (Loc. La Tigrilla, 1981). En este ciclo los rendimientos variaron de 2,539 a 6,817 kg/ha y fueron mayores comparados con los de 1979 de esta misma localidad. El rendimiento promedio fué de 5,234 kg/ha; probablemente debido a la precipitación más favorable en este año. Los tratamientos sobresalientes coinciden con los del año 1979, incluyendo la variedad Cica 9 con 6,817 kg/ha y las líneas IR 2061-522-6-9, 118 e IR 2053-205-1-6-3 con 6 717, 6 714 y 6 657 kg/ha respectivamente. Once tratamientos integran el primer grupo de significancia al 5%, superando ampliamente a las cuatro variedades testigo (cuadro 11). El daño de P. oryzae en esta localidad fué similar a 1979, no se presentaron síntomas en las hojas en ninguna variedad, el daño en el cuello fué también de poca importancia. En cuanto a sus características agronómicas, fueron similares que en 1979 y se presentan en el -- mismo cuadro 11.

Cuadro 10. Características y rendimiento de 17 líneas y variedades de arroz en Nueva Libertad, Chiapas.
 INIA - CAECECH P/V 1979.

No. de Trat	Nomenclatura	Vigor	<u>Pyricularia</u> en follaje	Reacción a sequía	Altura cm	Días a Floración	a Madurez	Avanamiento %	Rendimiento kg/ha
4	Cica 9	6	4.0	5		111	144	8.3	4262 a
11	KN 361-1-8-6	5	4.0	7	93	99	129	17.0	3617 a
10	118	6	1.5	5		113	146	13.6	3277 a
14	Bluebonnet 50 (T)	4	4.0	4	124	112	141	9.4	2867
8	4462	6	4.0	5		112	145	6.3	2862
12	C 22	6	3.0	5	89	109	132	5.1	2699
1	IR 2053-205-1-6-3	6	4.0	5		117	146	18.0	2644
7	IR 2061-522-6-9	6	4.0	5		108	131	6.1	2491
5	IR 2053-325-1-1-5	5	4.0	6		118	143	33.0	2104
13	Timacle	4	5.2	4	142	109	139	9.1	2074
15	Edith del Yaqui (T)	4	4.2	4	158	115	144	9.8	1990
9	Ceysvoni	6	1.7	3		114	138	29.2	1974
17	Tres Meses (T)	6	4.0	7	110	84	108		1952
16	Dawn (T)	6	4.0	6	114	96	125		1281
2	C87-23-32-7-12	6	4.0	5		118	151	35.8	1222
3	IR 2058-74-2-1-1	7	4.0	4		124	152	36.4	977
6	VF 19-69-115Mo-2C-1Mo-1Mo	6	2.5			127	164	72.8	690

DMSH = 1,650 kg/ha

C.V = 13.46%

\bar{X} = 2,311 kg/ha

Cuadro 11. Características y rendimiento de 17 líneas y variedades de arroz en La Tigrilla, Chiapas. INIA CAECECH P/V 1981.

No. de Trat.	Nomenclatura	Vigor	Particularia en follaje	Altura cm	Días a Floración	Madurez	Avanamiento %	Rendimiento kg/ha	
4	Cica 9	4	1	93	97	129	0.70	6817	a
7	IR 2061-522-6-9	4	1	101	91	122	0.00	6717	a
10	118	4	1	95	102	134	0.00	6714	a
1	IR 2053-205-1-6-3	5	1	106	104	136	0.27	6657	a
8	4462	5	1	89	103	134	0.30	6448	a
12	C 22	5	1	107	100	130	2.35	5838	a
11	KN 361-1-8-6	4	1	119	87	111	0.00	5811	a
9	Ceysvoni	4	1	85	112	134	0.80	5632	a
5	IR 2053-325-1-1-5	6	1	102	106	137	0.00	5474	a
3	IR 2058-74-2-1-1	6	1	85	109	139	0.00	5437	a
2	C 87-23-32-7-12	6	1	99	104	136	0.00	5440	a
6	VF 19-69-115Mo-2C-1Mo-1Mo	5	1	84	116	147	0.00	4625	
17	Tres Meses (T)	3	1	107	77	102	0.00	4400	
16	Dawn (T)	4	1	106	92	118	0.75	3716	
14	Bluebonnet 50 (T)	3	1	113	105	131	3.50	3476	
13	Timacle	3	1	121	99	127	0.00	3232	
15	Edith del Yaqui (T)	2	1	135	104	133	0.00	2539	

DMSH = 1,452 kg/ha

C.V. = 10.87%

\bar{X} = 5,234 kg/ha

Experimento 5 (Loc. Benito Juárez, 1981). Los rendimientos oscilaron de 4,230 a 7,409 kg/ha y también fueron superiores a los obtenidos en 1979. El promedio de rendimiento fué de 5,887 kg/ha. De acuerdo a la prueba de Tuckey al 5% existen 5 grupos de significancia, encontrándose en el primero de ellos seis variedades; las mejores fueron nuevamente la línea 118, la variedad Cica 9 y las líneas 4462 e IR 2053-205-1-6-3 con 7 409, 7 400,7 338 y 7 063 kg/ha respectivamente. En general en esta localidad al igual que en La Tigrilla, el daño a Pyricularia oryzae fué casi nulo tanto en las hojas como en el cuello. El ciclo vegetativo de los materiales varió de 101 a 143 días y la altura de la planta de 87 a 157 cm (cuadro 12).

Experimento 6 (Loc. Nueva Libertad, 1981). A pesar de que la precipitación pluvial en este ciclo fué más favorable que en el año 1979, los rendimientos no se incrementaron en esta localidad, estos variaron de 1,322 a 4,849 kg/ha el rendimiento promedio fué de 2,406 kg/ha; el promedio en 1979 fue de 2,311 kg/ha. Seis tratamientos se encuentran en el primer grupo de significancia al 5% que son el 10, 8, 14, 1, 9 y 4 incluyendo la variedad testigo Bluebonnet 50 con rendimiento de 3,409 kg/ha, las líneas 118, 4462, IR 2053-205-1-6-3 y las variedades Ceysvoni y Cica 9 que rindieron 4 849, 3 582, 3 297, 3 263 y 3 057 kg/ha respectivamente. En este ciclo no se presentó daño de Pyricularia oryzae en el follaje, respecto al daño del hongo en el cuello de la panaja, las variedades más afectadas fueron la C 22, Timacle, KN 362-1-8-6 y las variedades testigo Dawn y Edith del Yaqui; Bluebonnet-50, Ceysvoni e IR 2061-522-6-9 fueron moderadamente resistentes y el resto se comportaron como resistentes (cuadro 13). Los ciclos vegetativos varían de 111 a 159 días y la altura de planta de 62 a 151 cm.

Experimento 7 (Loc. Benito Juárez, 1980). Los rendimientos en este ciclo

Cuadro 12. Características y rendimiento de 17 líneas y variedades de arroz en Benito Juárez, Chiapas. INIA-CAECECH P/V 1981.

No. de Trat.	N o m e n c l a t u r a	Vigor	Pyricularia en follaje	Altura cm	Días a Floración	a Madurez	Avanamiento %	Rendimiento kg/ha
10	118	4	1	100	97	130	0.0	7409 a
4	Cica 9	4	1	95	109	125	0.5	7400 a
8	4462	5	1	94	104	138	0.0	7338 a
1	IR 2053-205-1-6-3	4	1	106	109	136	0.0	7063 a
9	Ceysvoni	5	1	87	90	122	0.9	6781 a
11	KN 361-1-8-6	4	1	128	85	116	0.0	6744 a
5	IR 2053-325-1-1-5	5	1	103	106	133	0.0	6136
7	IR 2061-522-6-9	4	1	96	97	126	0.0	6033
3	IR 2058-74-2-1-1	5	1	89	105	146	0.0	5824
6	VF 19-69-115Mo-2C-1Mo-1Mo	5	1	90	107	143	0.0	5716
17	Tres Meses (T)	4	1	116	77	101	0.0	5664
12	C 22	4	1	113	93	127	0.8	5601
16	Dawn (T)	4	1	113	84	109	0.0	4702
14	Bluebonnet-50 (T)	3	1	128	104	126	0.0	4582
13	Timacle	3	1	145	98	119	0.0	4702
15	Edith del Yaqui (T)	3	1	157	99	126	0.0	4523
2	C 87-23-32-712	4	1	100	103	138	0.0	4210

DMSH = 899 kg/ha

C.V. = 5.98%

\bar{X} = 5,889 kg/ha

Cuadro 13.- Características y rendimiento de 17 líneas y variedades de arroz en Nueva Libertad, Chiapas.
INIA - CAECECH P/V 1981.

No. de Trat.	Nomenclatura	Vigor	Pyricularia en follaje	Altura cm	Días a Floración	Días a Madurez	Avanamiento %	Rendimiento kg/ha	
10	118	5	1	81	115	145	0.00	4849	a
8	4462	6	1	72	114	147	0.00	3582	a
14	Bluebonnet 50 (T)	4	1	125	111	140	2.00	3409	a
1	IR 2053-205-1-6-3	5	1	89	120	153	0.00	3297	a
9	Ceysvoni	5	1	65	112	140	1.05	3263	a
4	Cica 9	4	1	73	114	145	0.00	3057	a
7	IR 2061-522-6-9	5	1	74	112	142	4.17	3467	
12	C 22	5	1	81	111	136	16.62	2319	
5	IR 2053-325-1-1-5	6	1	83	121	155	0.00	2174	
17	Tres Meses (T)	4	1	86	94	111	0.00	2153	
15	Edith del Yaqui (T)	3	1	151	114	140	18.39	1649	
2	C 87-23-32-7-12	6	1	74	117	157	0.0	1572	
13	Timacle	3	1	121	107	136	22.00	1556	
3	IR 2058-74-2-1-1	7	1	62	118	159	0.0	1404	
16	Dawn (T)	5	1	92	99	126	21.67	1415	
6	VF 19-69-115Mo-2C-1Mo-1Mo	5	1	67	126	157	0.0	1324	
11	KN361-1-8-6	5	1	80	108	136	26.68	1322	

DMSH = 1,036 kg/ha

C.V. = 30.29%

\bar{X} = 2,407 kg/ha

oscilaron entre 3,334 a 7,910 kg/ha, con un promedio de 5,841 kg/ha. Dichos rendimientos fueron comparables a los obtenidos en 1981, no obstante que la precipitación fué menor gráfica (3a y 6a). Diez tratamientos integran el primer grupo de significancia al 5%, entre los que se encuentran las variedades testigo Tres Meses y Dawn. Cica 9 y las líneas 4462, IR 2053-205-1-6-3, IR 2058-74-2-1-1, 118 y KN 361-1-8-6 con rendimientos de 7 910, 7 592, 7 021, 6 967, 6 443 y 6 338 kg/ha respectivamente, sobresalen nuevamente entre los de más tratamientos por su rendimiento y buenas características agronómicas (cuadro 14). Respecto a la reacción a Pyricularia oryzae en el follaje, las líneas 118 y KN 361-1-8-6 fueron moderadamente susceptibles; la 2, 16 y 17 moderadamente resistentes y el resto se comportaron como resistentes. El daño del hongo en el cuello fué moderado en los tratamientos 2, 3, 5, 10 y 14 tuvieron de 5 a 19% de panojas vanas y el resto entre 1 y 5%. En cuanto al ciclo vegetativo de los materiales éste varió de 103 a 147 días y la altura de planta de 68 a 167 cm. En este sitio hubo mayor acame de los materiales debido tal vez a una alta producción de grano y presencia de lluvia en la etapa de madurez fisiológica.

Haciendo un resumen de los resultados anteriores podemos decir que las 13 líneas y variedades de arroz introducidas procedentes de diversos orígenes, evaluadas en tres localidades por tres años consecutivos, existen variedades con un alto potencial de rendimiento que se adaptan a las condiciones que prevalecieron en los tres ciclos de prueba, las cuales superaron hasta en un 100% a las variedades testigo y algunas de ellas presentaron buen nivel de resistencia al ataque del hongo P. oryzae, Cav., bajo condiciones de campo en los diferentes ambientes en que fueron probadas, además poseen buenas caracterís-

Cuadro 14. Características y rendimiento de 17 líneas y variedades de arroz en Benito Juárez, Chiapas.
INIA - CAECECH P/V 1980.

No. de Trat.	Nomenclatura	Vigor	Pyricularia en follaje	Altura cm	Días a Floración	Días a Madurez	Avanamiento %	Acame %	Rendimiento kg/ha	
4	Cica 9	3	0.0	106	110	144	1.60	2	7910	a
8	4462	4	0.0	97	103	139	3.30	42	7592	a
1	IR 2053-205-1-6-3	3	0.0	106	110	144	1.60	21	7021	a
3	IR 2058-74-2-1-1	4	1.0	88	113	146	5.95	0	6967	a
10	118	3	5.0	102	101	134	5.50	0	6443	a
11	KN 361-1-8-6	4	5.0	117	95	129	1.60	80	6338	a
17	Cuxtepeques (T)	4	1.5	120	77	103	2.80	0	6109	a
7	IR 2061-522-6-9	4	0.7	115	97	127	3.50	43	6006	a
9	Ceysvoni	5	0.0	90	102	134	4.70	16	6004	a
16	Dawn (T)	5	2.3	129	91	117	3.50	0	5691	a
6	VF 1969-115Mo-2C-1Mo-1Mo	5	0.5	96	117	145	4.00	0	5603	a
5	IR 2053-325-1-1-5	3	0.0	110	102	139	6.70	70	5429	a
14	Bluebonnet 50 (T)	3	1.0	123	104	125	8.10	0	5126	
13	Timacle	3	1.0	147	100	129	1.70	34	4719	
12	C 22	4	0.0	102	100	130	1.60	18	4548	
15	Edith del Yaqui (T)	3	1.0	167	112	132	3.50	30	4450	
2	C 87-32-32-7-12	4	2.5	95	116	147	5.90	24	3356	

DMSH = 2,781 kg/ha

C.V. = 18.67%

\bar{X} = 5,811 kg/ha

ticas agronómicas y calidad de grano, como son la variedad Cica 9 y las líneas 118, IR 2061-522-6-9, 4462, e IR 2053-205-1-6-3. En el cuadro 18 se presentan las características de calidad de grano de las líneas y variedades en estudio.

Los cultivares que reportaron los más altos rendimientos bajo condiciones favorables (Loc. de Benito Juárez y La Tigrilla) fueron aquellos de -- buen amacollamiento y poca altura de planta como son el 4, 1, 10, 8, 7, 3, y 11; lo que concuerda con lo citado por Chàng y De Datta (1975). Las más sobresalientes en el ambiente desfavorable (Nueva Libertad) fuera la líneas 118, la variedad Cica 9, la línea 4462, la variedad testigo Bluebonnet-50 - y la línea IR 2053-205-1-6-3, por sus rendimientos, moderada resistencia a Pyricularia y tolerancia al stress de humedad. Respecto a su reacción a Pyricularia oryzae, las variedades más resistentes tomando en cuenta todos -- los ambientes, fueron en orden de importancia la Tres Meses, IR 2061-522-6-9 Cica 9, 4462, Bluebonnet-50, C 22, 118 y Timacle, y los más susceptibles fueron VF 19-69-115Mo-2C-1Mo-1Mo, C 87-23-32-7-12, IR 2058-74-2-1-1, IR 2053- - 325-1-1-5, Dawn, KN 361-1-8-6 y Ceysvoni, el resto de los materiales fueron moderadamente resistentes. (cuadros 15, 16 y 17).

En cuanto a las localidades, donde se obtuvieron los más altos rendimientos fueron en La Tigrilla y Benito Juárez, que representan características como; - suelos bajos con mayor contenido de arcilla y limo, y donde además la precipitación fué más favorable en 250 mm más aproximadamente respecto a Nueva Libertad. En éstas localidades las variedades de buena capacidad de amacollamiento manifestaron su gran potencial de rendimiento que fué de 6 a cerca de 8 ton/ha. Además el daño de P.oryzae fué poco significativo en estas dos localidades, -- por lo que se pueden considerar como las más apropiadas para el cultivo de -

Cuadro 15. Rendimiento y reacción a Pyricularia oryzae de 17 líneas y variedades de arroz ejido La Tigrilla, Chiapas. Promedio - de 2 ciclos (Verano 1979 y 1981).

No. de Variedad	<u>Pyricularia</u> en follaje	Avanamiento % (1)	Rendimiento promedio kg/ha
4	1	0.70	6493.5
10	1	2.00	6475.5
1	1	0.60	6324.5
7	1	0.47	6213.0
8	1	0.70	5919.5
11	1	3.11	5798.0
5	1	1.29	5418.0
3	1	1.44	5407.5
12	1	2.50	5356.5
2	1	3.00	4790.0
9	1	6.40	4565.5
17	1	0.32	4309.5
6	1	1.28	4252.5
14	1	3.80	4035.5
13	1	0.38	3915.5
16	1	1.10	3242.0
15	1	0.33	2887.0
Promedio			5023.74

(1)

Causado por P. oryzae

Cuadro 16. Rendimiento y reacción a *Pyricularia oryzae* de 17 líneas y variedades de arroz ejido Benito Juárez, Chiapas. Promedio de 3 ciclos (Verano 1979 y 1981).

No. de Variedad	<i>Pyricularia</i> en follaje	Avanamiento %	Rendimiento promedio kg/ha
4	1	0.18	7135.00
1	1	0.53	6970.66
8	1	1.10	6793.66
10	2	1.83	6573.33
3	1	1.22	6321.66
11	2	1.57	5754.33
9	1	2.26	5745.66
7	1	1.17	5644.06
5	1	2.67	5517.33
6	1	2.03	5246.33
17	2	4.78	4933.33
12	1	2.36	4786.60
13	1	1.60	4267.66
14	1	1.71	4260.33
15	1	4.90	4085.33
2	2	4.00	3875.33
16	2	7.17	3858.00
Promedio			5398.15

Cuadro 17. Rendimiento y reacción a *Pyricularia oryzae* de 17 líneas y variedades de arroz ejido Nueva Libertad, Chiapas. Promedio de 2 ciclos (Verano 1979 y 1981).

No. de Variedad	<u>Pyricularia</u> en follaje	Avanamiento %	Rendimiento promedio kg/ha
10	2	13.60	4063.0
4	4	8.30	3810.0
8	4	6.30	3222.0
14	4	5.70	3138.0
1	4	18.00	2970.5
9	2	15.13	2618.5
12	3	11.00	2509.0
7	4	5.14	2479.5
11	4	17.89	2469.5
5	4	33.00	2139.5
17	4	0.00	2052.5
15	4	14.10	1819.5
13	5	15.55	1815.5
2	4	35.80	1397.0
16	4	21.67	1348.0
3	4	36.40	1240.5
6	3	72.80	1007.0
Promedio			2358.79

Cuadro 18. Características de calidad de grano de 14 líneas y variedades en estudio.*

No. de Trat.	Nomenclatura	% Moreno	% Pulido	% Entero	% 1/2 Grano	1 Y.	2 Largo	3 Forma	4 C.C.	5 Amilosa	6 G.M.	7 Alcali.	8 Gel.	No. de Orden
1	IR 2053-205-1-6-3	80	70	58	5	1	3	1	5	5	1	2	1	12
2	C 87-23-32-7-12	80	72	58	5	1	3	1	3	7	1	2	1	7
3	IR 2058-74-2-1-1	80	70	55	5	1	3	1	3	7	1	3	1	2
4	Cica 9	80	72	62	5	5	3	1	5	5	0	2	1	11
5	IR 2053-325-1-1-5	80	72	55	5	5	3	1	5	5	0	2	1	13
6	VF 19-69-115Mo-2C-1Mo-1Mo	78	70	52	8	9	3	3	3	5	5	5	5	14
9	Ceysvoni	78	68	55	5	0	1	1	3	7	1	2	1	4
10	118	78	70	62	2	1	3	3	3	7	1	7	1	3
12	C 22	78	70	55	5	9	5	3	3	7	1	3	3	9
13	Timacle	80	72	60	5	1	3	3	3	7	1	5	1	8
14	Bluebonnet-50 (T)	80	72	55	2	0	3	1	3	7	0	5	1	1
15	Edith del Yaqui (T)	80	70	55	8	1	3	1	3	7	1	5	1	5
16	Dawn (T)	80	70	55	5	0	3	1	3	7	1	5	1	6
17	Tres Meses (T)	80	70	58	5	0	3	1	5	5	0	2	1	7

* Análisis efectuados en el Laboratorio de Calidad de Arroz. INIA

Y = Yesosidad

C.C. = Calidad Culinaria

G.M. = Grano Manchado

arroz u otras con características similares.

En la localidad de Nueva Libertad donde los suelos son los menos apropiados para retener el agua de lluvia, los rendimientos de los materiales se redujeron hasta en un 50%, así como el daño de Pyricularia oryzae fue más severo.

El daño del hongo Pyricularia oryzae fue más importante durante la etapa de floración que durante la etapa vegetativa, siendo el daño más acentuado en la localidad donde la precipitación y la humedad del suelo fueron menores.

De lo anterior se deduce que la humedad del suelo fue el principal factor que influyó tanto en los rendimientos como en la mayor susceptibilidad de los genotipos a la "quemadura" o "avanamiento del arroz", lo cual coincide con Reyners (1981), Hernández (1975), Prabhu (1980), Pronnamperuma (1975), y otros investigadores.

Respecto a la tolerancia de los materiales a la sequía, esta no fue posible evaluar adecuadamente, como ya se dijo no existieron períodos prolongados sin lluvia.

6.3. Análisis de varianza combinado

El análisis de varianza conjunto, incluye los siete experimentos de este trabajo los cuales fueron tomados como ambientes. Los resultados del mismo se presentan en el cuadro 19, y muestran que existen diferencias altamente significativas entre variedades, entre ambientes y por la interacción variedades

por ambiente. La primera de estas diferencias indica que hay variabilidad genética entre los materiales probados, lo cual coincide con el análisis de varianza individual. Las diferencias entre ambientes son indicadores de la heterogeneidad entre ellos, y la significancia de la interacción variedades por ambientes indica un comportamiento relativo diferentes de las variedades en una localidad con respecto a la otra.

Debido a la presencia de ésta interacción se hizo una prueba de F del CM de variedades/CM de variedades por ambientes, la cual resultó altamente significativa e indica que existen variedades recomendables igualmente para todos los ambientes.

Cuadro 19. Análisis de varianza conjunto para 17 variedades de arroz, evaluadas en 7 ambientes.

Factor de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F _C	F _t
Ambientes	6	917753300	152958883	48.83 **	2.57 3.81
Repeticiones (amb)	21	65775564	3132169		
Variedades	16	399031118	24939444	35.70 **	1.69 2.09
Var. x Amb.	96	206798552	2154151	3.08 **	1.32 1.48
Error	330	230516230	698534		
Total	469	1819874774			

** Diferencia altamente significativa.

6.4. Contrastes ortogonales.

Según el análisis de varianza conjunto hubo diferencia altamente significativas (0.01) entre ambientes. En este caso los ambientes incluyen la va-

riación por localidades y por años en la forma siguiente:

- Amb. 1 = Loc. La Tigrilla, año 1979
 " 2 = Loc. Benito Juárez, año 1979
 " 3 = Loc. Nueva Libertad, año 1979
 " 4 = Loc. La Tigrilla, año 1981
 " 5 = Loc. Benito Juárez, año 1981
 " 6 = Loc. Nueva Libertad, año 1981
 " 7 = Loc. Benito Juárez, año 1980

Por lo anterior la suma de cuadros de ambientes se dividió en algunos - contrastes de interés con el propósito de encontrar diferencias entre sitios, años o sus interacciones; en la forma siguiente:

Contrastes	A M B I E N T E S							C_i^2
	1	2	3	4	5	6	7	
Sitio C_1	1/2	1/2	-1	1/2	1/2	-1		3
Sitio C_2	1	-1	0	1	-1	0		4
Años C_3	1	1	1	-1	-1	-1		6
$C_3 * C_1$	1/2	1/2	-1	-1/2	-1/2	1		3
$C_3 * C_2$	1	-1	0	-1	1	0		4
C_4	1	1	1	1	1	1	6	42

De acuerdo al análisis de varianza que se presenta en el cuadro 20, se - encontraron diferencias altamente significativas (1%) en C_1 y C_3 ; y diferen - cias significativas (5%) en la interacción $C_3 * C_1$.

Las diferencias en el C_1 nos indica que las localidades La Tigrilla y Benito Juárez fueron diferentes al de Nueva Libertad. El C_2 no fué significativo, en este caso los sitios La Tigrilla y Benito Juárez son equivalentes. C_3 fué altamente significativo y explica que hubo diferencia entre los años 1979 y 1981 de acuerdo al comportamiento de las variedades. La interacción $C_3 * C_1$ fué significativa lo cual representa que las diferencias entre años no se reproducen igualmente en La Tigrilla y Benito Juárez que en la Nueva Libertad. La interacción $C_3 * C_2$ no fué significativa lo cual se interpreta que las diferencias entre años son consistentes en los sitios La Tigrilla y Benito Juárez. El C_4 no se considera en el análisis dado que en el año 1980 solo se tienen resultados de un sitio.

Cuadro 20. Análisis de varianza de contrastes:

Factor de Variación	G.L.	Cuadrados medios	F calculada	F. Tabulada	
				0.05	0.01
C_1	1	691980468.4	220.927 **	4.32	8.02
C_2	1	14331816.4	0.219		
C_3	1	39010650.8	12.455 **		
$C_3 * C_1$	1	13935338.8	4.449 *		
$C_3 * C_2$	1	2600541.24	0.830		
Error	21	3132169.0			

** Diferencia altamente significativa

* Diferencia significativa.

6.5. Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad.

En el cuadro 21 se muestran los resultados de este tipo de análisis, en donde se observa al igual que en el análisis conjunto que existen diferencias altamente significativas (1%) entre medias de variedades y diferencias significativas (5%) entre coeficientes de regresión.

En este análisis se obtienen los valores de b_i y S_{di}^2 para cada variedad i , los cuales se presentan en el cuadro 22. Además se muestra la significancia de b_i y S_{di}^2 para probar la hipótesis $b_i = 1.0$ y $S_{di}^2 = 0$, respectivamente.

De acuerdo con los valores de significancia para el coeficiente de regresión (b_i), se obtuvieron los siguientes grupos de variedades: 1) Genotipos con $b_i > 1$, donde se encuentra únicamente la línea VF 19-69-115Mo-2C 1Mo-1Mo, 2) Genotipos con $b_i = 1$, constituido por las variedades 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 16 y 17, que representan el 76.5% de los materiales; 3) Genotipos con $b_i < 1$, formado por las variedades temporaleras de paja intermedia y alta, que son la C 22 y los testigos Bluebonnet-50 y Edith del yaqui.

Respecto a la significancia de los valores de las desviaciones de regresión en todas las variedades las S_{di}^2 fueron iguales a cero.

De acuerdo a lo anterior y con base en la clasificación de variedades según Carballo y Márquez (1970), se tiene que la mayoría de los genotipos (75.6%) son estables o sea que tienen $b_i = 1$ y $S_{di}^2 = 0$ siendo las variedades 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 16 y 17; las variedades C 22, Bluebonnet-50 y Edith del yaqui con valores $b_i < 1$ y $S_{di}^2 = 0$, tienen mejor

Cuadro 21. Análisis de varianza (ton/ha) para estimar los parámetros de estabilidad de 17 líneas y variedades de arroz, evaluadas en 7 ambientes.

Factor de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F
Total	118	384.1182	3,2552	
Variedades (V)	16	99.7573	6.2348	12.083 **
Medios ambientes (E)	102	6 281,3609	2.7584	
V X E	96			
Medios amb. Lineal	1	228.7569		
V X E (Lineal)	16	14.7665	0.9229	1.789 *
Desviación conjunta	85	45.4272	0.5344	
Variedad 1	5	1.5968	0.3194	
⋮	⋮			
⋮	⋮			
⋮	⋮			
Variedad 17	5	0.7903	0.1581	
Error Conjunto	330		0.6985	

Cuadro 22. Rendimiento promedio y parámetros de estabilidad estimados para 17 genotipos de arroz ensayados en 7 ambientes.

No. de Variedad	Rendimiento promedio kg/ha	Coefficientes de regresión bi	Desviaciones de la regresión S ² di	Tipo de variedad ⁽¹⁾
4	6001.7 a	1.067	240139.87	a
10	5828.1 a	0.843	248554.67	a
1	5643.0 a	1.196	233595.87	a
8	5523.3 a	1.167	85939.07	a
7	4903.1 a	1.108	228347.87	a
11	4828.3 a	1.156	700964.27	a
3	4608.7	1.442	801996.67	a
5	4523.9	1.081	74792.27	a
9	4515.0	1.021	626968.07	a
12	4298.4	0.819**	290177.47	c
17	4137.6	1.029	72301.07	a
14	3875.4	0.422**	354589.67	c
6	3751.1	1.308**	38681.47	e
13	3466.7	0.757	1448876.70	a
2	3428.6	0.843	775803.67	a
15	3095.6	0.642*	246588.67	c
16	<u>2964.9</u>	<u>0.989</u>	<u>1159247.90</u>	a
Promedio	4434.9	1.00		

*, **, Significancia al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

(1) Clasificación de variedades según Carballo y Márquez (1970).

DMSH al 5% = 1,390 kg/ha

a = Estadísticamente iguales.

respuesta en ambientes desfavorables y son consistentes; la línea 6 con $bi > 1$ y $S_{di}^2 = 0$ tiene mejor respuesta en buenos ambientes y es consistente (cuadro 22).

Considerando el error estandar o cuadrado medio de la interacción variedades por ambientes se realizó el cálculo de la DMSH al 5% de probabilidad para comparar las medias de variedades en los siete ambientes, la cual se presenta en el cuadro 22. De acuerdo a esta prueba se encontró que seis variedades fueron las mejores estadísticamente y son Cica 9 y las líneas 118, IR 2053-205-1-8-6, 4462 e IR 2061-522-6-9 y KN 361-1-8-6 con rendimientos medios de 6 002, 5 828, 5 643, 5 523, 4 903 y 4 828 kg/ha respectivamente. De estas variedades las más sobresalientes tomando en cuenta sus características agronómicas, calidad de grano, estabilidad de rendimiento, ciclo vegetativo (125 a 138 días), y resistencia al daño de Pyricularia oryzae son la Cica 9, 118 e IR 2061-522-6-9. En cuanto a las variedades testigo, la Tres Meses y Bluebonnet-50, ocupan el once y doceavo lugar en rendimiento con 4,138 y 3,875 kg/ha respectivamente. Las variedades testigo Edith del yaquí y Dawn ocuparon los últimos lugares en rendimiento con 3,096 y 2,965 kg/ha respectivamente y presentaron mayor susceptibilidad a Pyricularia.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de esta investigación, se puede concluir -
lo siguiente:

- 1.- Seis líneas y variedades fueron estadísticamente superiores tomando en cuenta los rendimientos medios de los siete experimentos analizados, lo que equivale al 35% del total de materiales evaluados y son: Cica 9, 118, IR 2053-205-1-6-3, 4462, IR 2061-522-6-9 y KN 362-1-8-6.
- 2.- Los materiales genéticos más sobresalientes fueron Cica 9 y las líneas 118 e IR 2061-522-6-9. Todas ellas mostraron buena estabilidad y alto rendimiento; por sus características fenotípicas, ciclo vegetativo, - moderada resistencia a Pyricularia oryzae y calidad molinera, se consideran las más recomendables para su cultivo en esta zona.
- 3.- Las variedades sobresalientes en este estudio son de paja semienana y buen amacollamiento, las cuales manifiestan su máximo potencial de rendimiento bajo condiciones favorables de humedad, las cuales resultan prometedoras para esta zona ya que en la actualidad se cuenta - con sistema de riego en el área arrocerá de temporal.
- 4.- En las localidades de Benito Juárez y La Tigrilla se obtuvieron los mayores rendimientos con suelos bajos de textura medias. Por otro - lado en la Nueva Libertad se obtuvieron los más bajos rendimientos en terrenos altos con menor capacidad de retención de agua.

- 5.- El daño de Pyricularia oryzae fue más importante en la localidad de Nueva Libertad donde la humedad del suelo fue más restringida siendo éste más severo en la etapa reproductiva de la planta "avanamiento" que en la etapa vegetativa "quema"
- 6.- En años con buena precipitación el daño de P. oryzae fue menor.
- 7.- En los tres años que se desarrolló este estudio las condiciones ambientales fueron favorables para el desarrollo del cultivo.

Cuadro 1a. Superficie, Producción y Rendimientos de Arroz palay en México, por regiones y entidades, 1981.

Regiones y entidades	Superficie cosecha (ha)	Producción (ton)	Rendimiento kg/ha
<u>PACIFICO NORTE</u>	<u>71,664</u>	<u>300,935</u>	<u>4,045</u>
Sinaloa	63,395	269,202	4,250
Nayarit	8,269	31,733	3,840
<u>PACIFICO CENTRO</u>	<u>20,145</u>	<u>85,125</u>	<u>3,990</u>
Jalisco	6,673	26,764	4,010
Colima	4,018	14,855	3,700
Michoacán	7,945	38,348	4,830
Guerrero	1,509	5,158	3,420
<u>CENTRO</u>	<u>5,875</u>	<u>34,731</u>	<u>5,833</u>
Morelos	4,454	26,724	6,000
Puebla	1,037	5,703	5,500
México	384	2,304	6,000
<u>PACIFICO SUR</u>	<u>11,359</u>	<u>25,026</u>	<u>2,315</u>
Chiapas	6,903	12,415	1,800
Oaxaca	4,456	12,611	2,830
<u>GOLFO NORTE Y CENTRO</u>	<u>21,753</u>	<u>82,860</u>	<u>3,801</u>
Tamaulipas	5,942	21,520	3,630
Veracruz	11,435	42,690	3,740
Tabasco	4,306	18,397	4,280
San Luis Potosí	70	249	3,557
<u>PENINSULA DE YUCATAN</u>	<u>48,837</u>	<u>114,873</u>	<u>2,540</u>
Campeche	42,061	95,900	2,280
Quintana Roo	6,776	18,973	2,800
Total	179,633	643,350	3,582

Fuente: SAM-SARH

Cuadro 2a. Superficie de arroz en México por estados y sistemas de cultivo 1981.

Estados	Siembra directa bajo riego	Trasplante bajo riego	Temporal	T o t a l
Sinaloa	63,395			63,395
Nayarit	6,202		2,067	8,269
Tamaulipas	5,942			5,942
San Luis Potosí	70			70
Jalisco	6,673			6,673
Colima	2,009		2,008	4,018
Michoacán		7,945		7,945
México		384		384
Puebla		1,037		1,037
Morelos		4,454		4,454
Veracruz	2,858		8,577	11,435
Guerrero		1,509		1,509
Oaxaca	3,565		891	4,456
Chiapas			6,903	6,903
Tabasco			4,306	4,306
Quintana Roo			6,776	6,776
Campeche			42,062	42,062
T o t a l	90,714 50.49%	15,329 8.54%	73,590 40.97%	179,633

Fuente: SAM-SARH Diciembre 1981.

Cuadro 3a. Resultados de análisis físico-químico de muestras de suelo tomadas a una profundidad de 30-60 cm en los sitios experimentales.

C o n c e p t o	La Tigrilla	Benito Juárez	Nueva Libertad
Textura	Migajón-Arenoso	Migajón-Arenoso	Migajón-Arenoso
Arena %	59	55	66
Limo	24	17	23
Arcilla	16	28	11
P. sat.	35.50	40.52	23.01
C.C.	17.30	21.00	12.40
P.M.P.	9.40	11.41	7.01
C.E. extracto saturado (mmhos/cm)	1.53	0.74	1.38
p.H.	6.9	7.1	7.0
M.O.. %	1.64	1.47	2.00
Fósforo aprov. (p.p.m.)	3.25	1.96	3.10
Carbonato de calcio %	2.10	1.82	2.30
C.I.C. me/100 g	26.40	27.00	26.60
Calcio " " "	3.26	5.10	3.94
Magnesio " " "	1.23	2.08	1.49
Sodio " " "	0.40	0.43	0.34
Potasio " " "	0.22	0.15	0.25

Cuadro 4a. Análisis de varianza (kg/ha) del ensayo de La Tigrilla, Chiapas. INIA - CAECECH. P/V 1979.

F. de V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Tratamientos	16	75552436	4534527	7.711 **
Repeticiones	3	136414	45471	0.077
Error	48	28226354	588049	
Total	67	100915203		

C.V. = 11.06 %

Cuadro 5a. Análisis de varianza (kg/ha) del ensayo de Benito Juárez, Chiapas. INIA-CAECECH. P/V 1979.

F. de V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Tratamientos	16	126205547	7887847	11.864 **
Repeticiones	3	42287295	14095765	21.200 **
Error	48	31287295	664876	
Total	67	200406608		

c.v. = 12.20 %

** Diferencia altamente significativa.

Cuadro 6a. Análisis de varianza (kg/ha) del ensayo de Nueva Libertad, Chiapas. INIA - CAECECH. P/V 1979.

F. de V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Tratamientos	16	62853285	3928330	9.380 **
Repeticiones	3	254890	84963	0.203
Error	48	20089576	418533	
Total	67	83197751		

C.V. = 13.46 %

Cuadro 7a. Análisis de varianza (kg/ha) del ensayo de Benito Juárez, Chiapas. INIA - CAECECH. P/V 1980

F. de V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Tratamientos	16	90602410	5662651	4.764 **
Repeticiones	3	4214878	1404959	1.182
Error	48	57053621	1188617	
Total	67	148057509		

C.V. = 18.67 %

Cuadro 8a. Análisis de varianza (kg/ha) del ensayo de La Tigrilla, Chiapas. INIA - CAECECH. P/V 1981.

F. de V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F
Tratamientos	16	116471800	7279488	22.475 **
Repeticiones	3	8611900	2970633	9.171 **
Error	48	15549100	323940	
Total	67	140632800		

c.v. = 10.87 %

Cuadro 9a. Análisis de varianza (kg/ha) del ensayo de Benito Juárez, Chiapas. INIA-CAECECH. P/V 1981.

F. de V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F
Tratamientos	16	79684315	4980270	4.010 **
Repeticiones	3	4605743	1535247	1.236
Error	42	52167193	1242076	
Total	67	136457250		

c.v. = 5.98 %

Cuadro 10a. Análisis de varianza (kg/ha) del ensayo de Nueva Libertad, Chiapas. INIA-CAECECH. P/V 1981.

F de V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	
Tratamientos	16	66278320	4142395	7.792	**
Repeticiones	3	5664446	1888149	3.552	*
Error	48	25516617	531596		
Total	67	97459383			

C.V. = 30.29 %

** Diferencia Altamente Significativa

* Diferencia significativa.

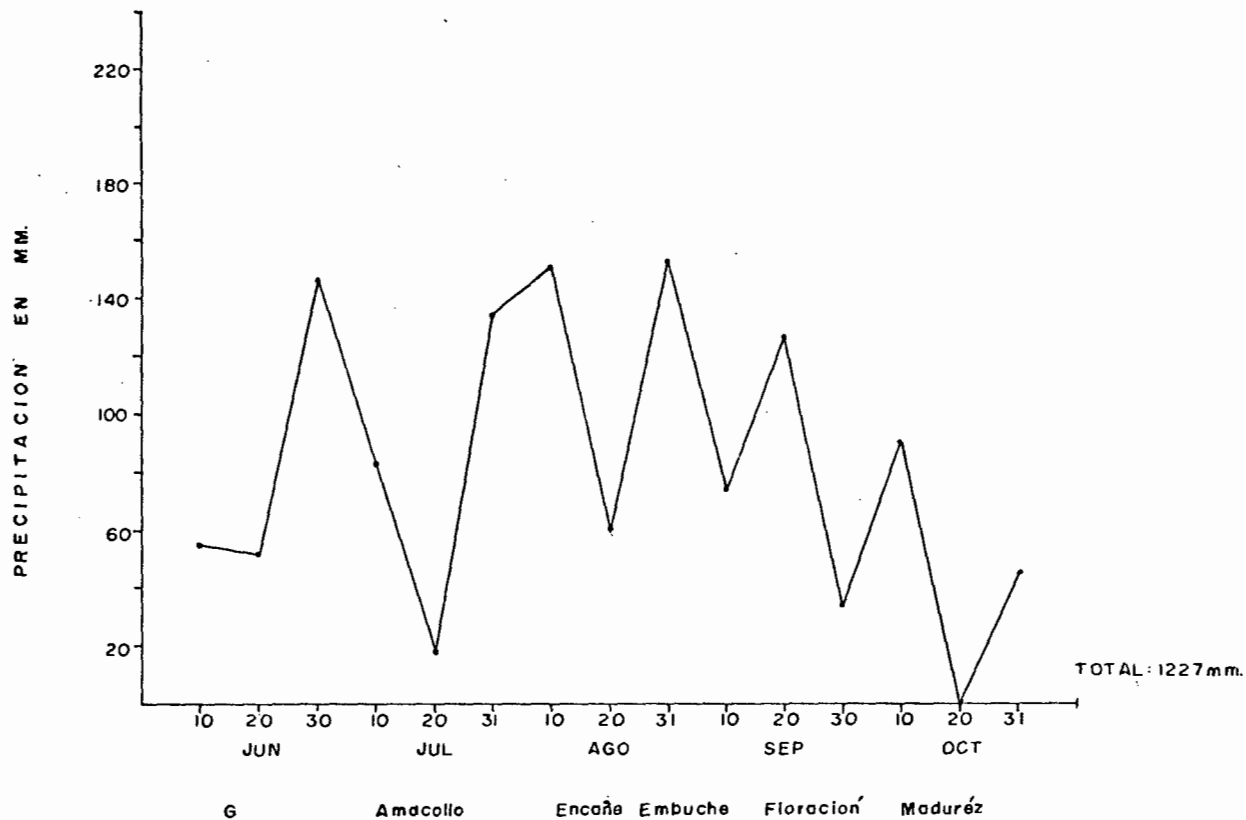


FIG. 1a. PRECIPITACION CADA 10 DIAS DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO EN EL EJIDO BENITO JUAREZ MPIO. DE LA CONCORDIA, CHIS. 1979.

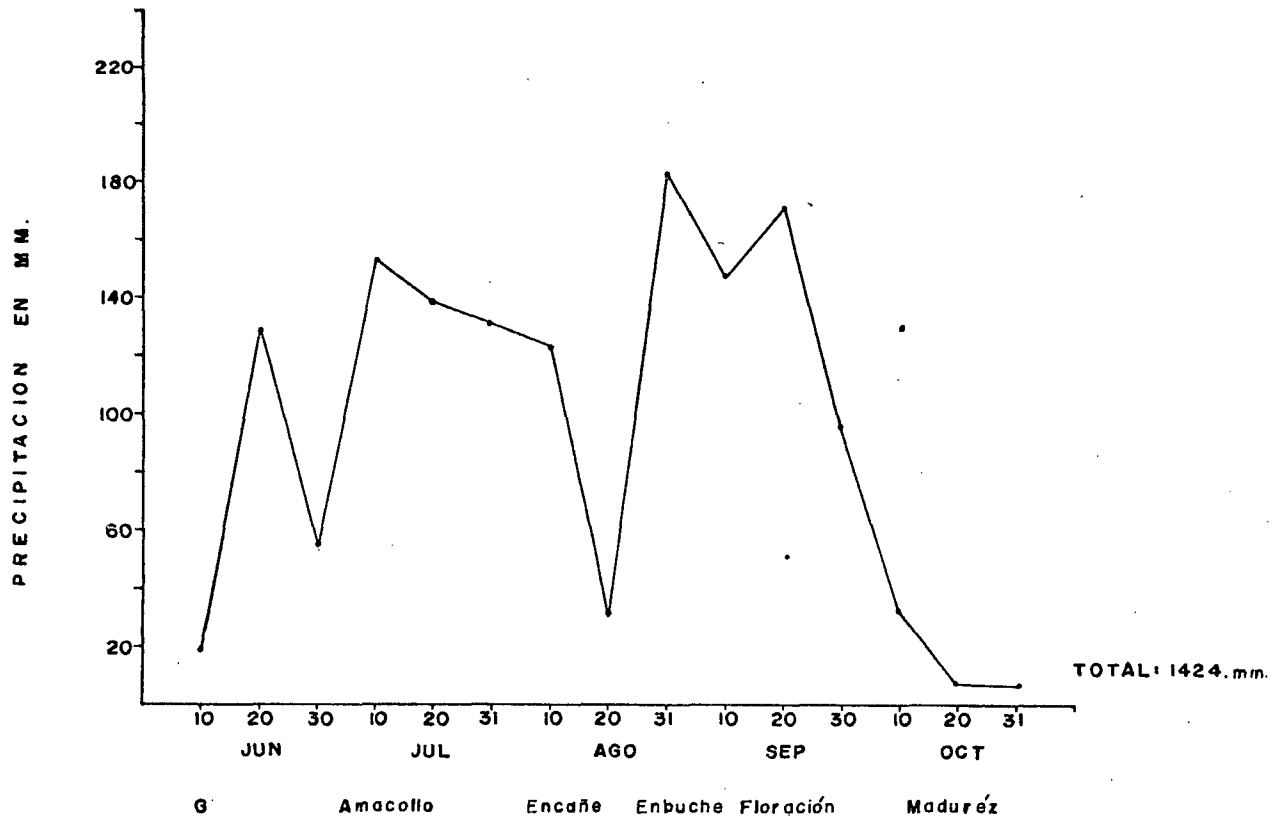


FIG.2a PRECIPITACION CADA 10 DIAS DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO EN EL EJIDO LA TIGRILLA MPIQ. DE LA CONCORDIA, CHIS. 1980

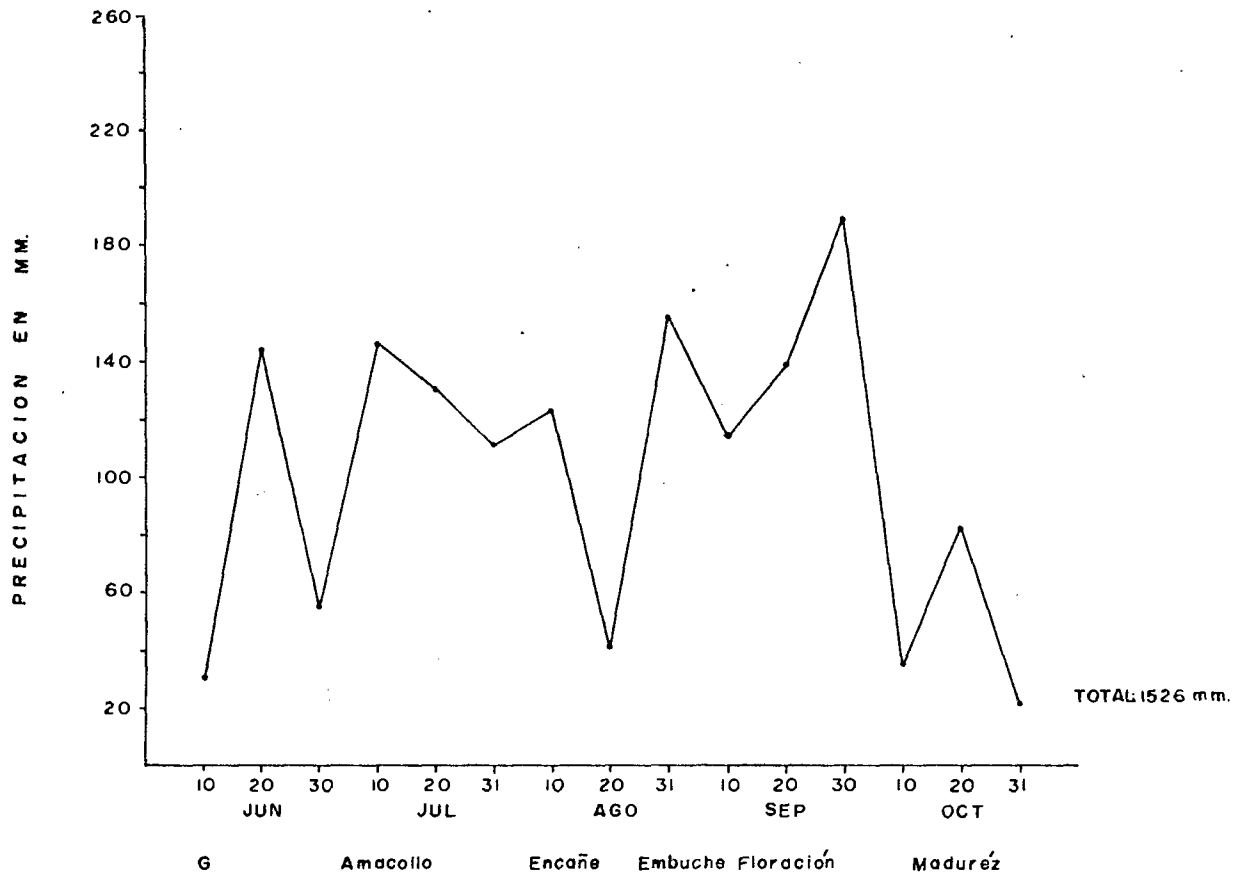


FIG.3a . PRECIPITACION CADA 10 DIAS DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO EN EL EJIDO BENITO JUAREZ MPIO. DE LA CONCORDIA, CHIS. 1980.

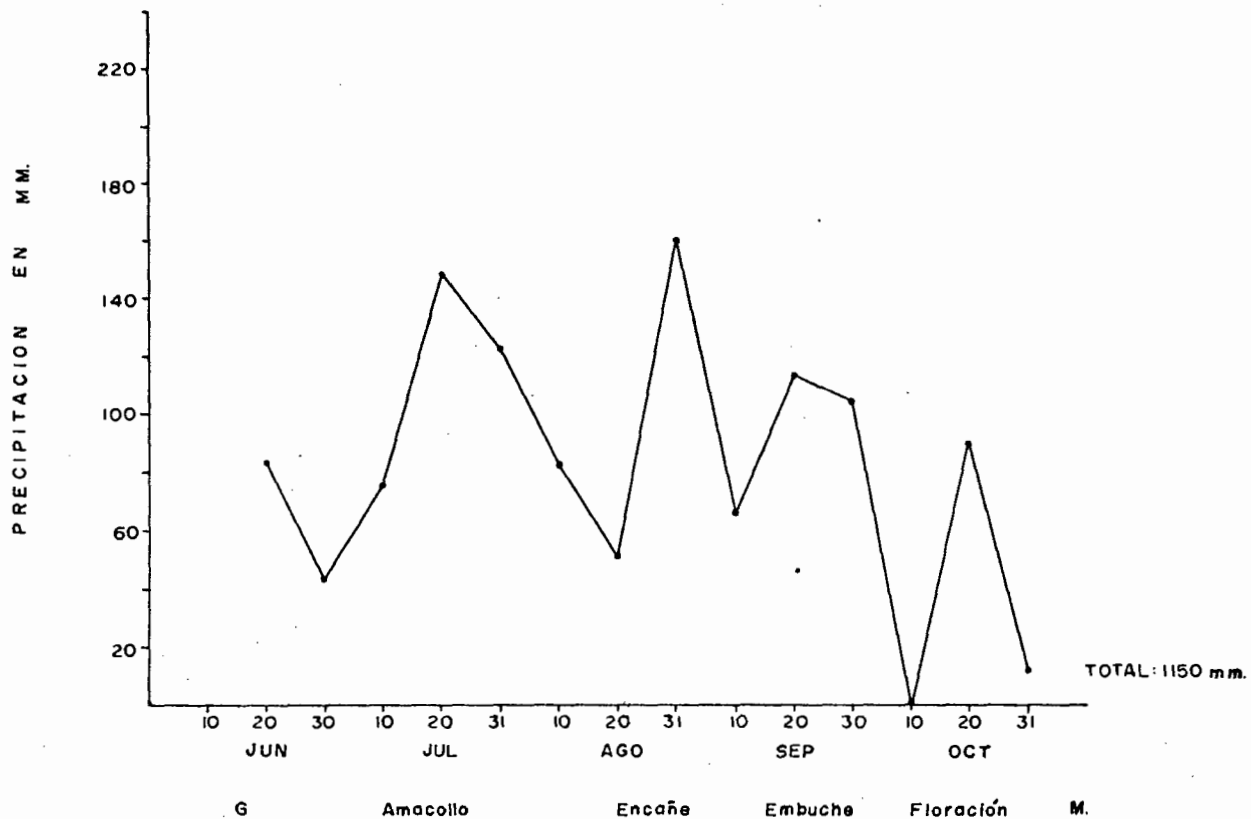


FIG. 4a - PRECIPITACION CADA 10 DIAS DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO EN EL EJIDO NUEVA LIBERTAD MPIO. DE LA CONCORDIA, CHIS. 1980.

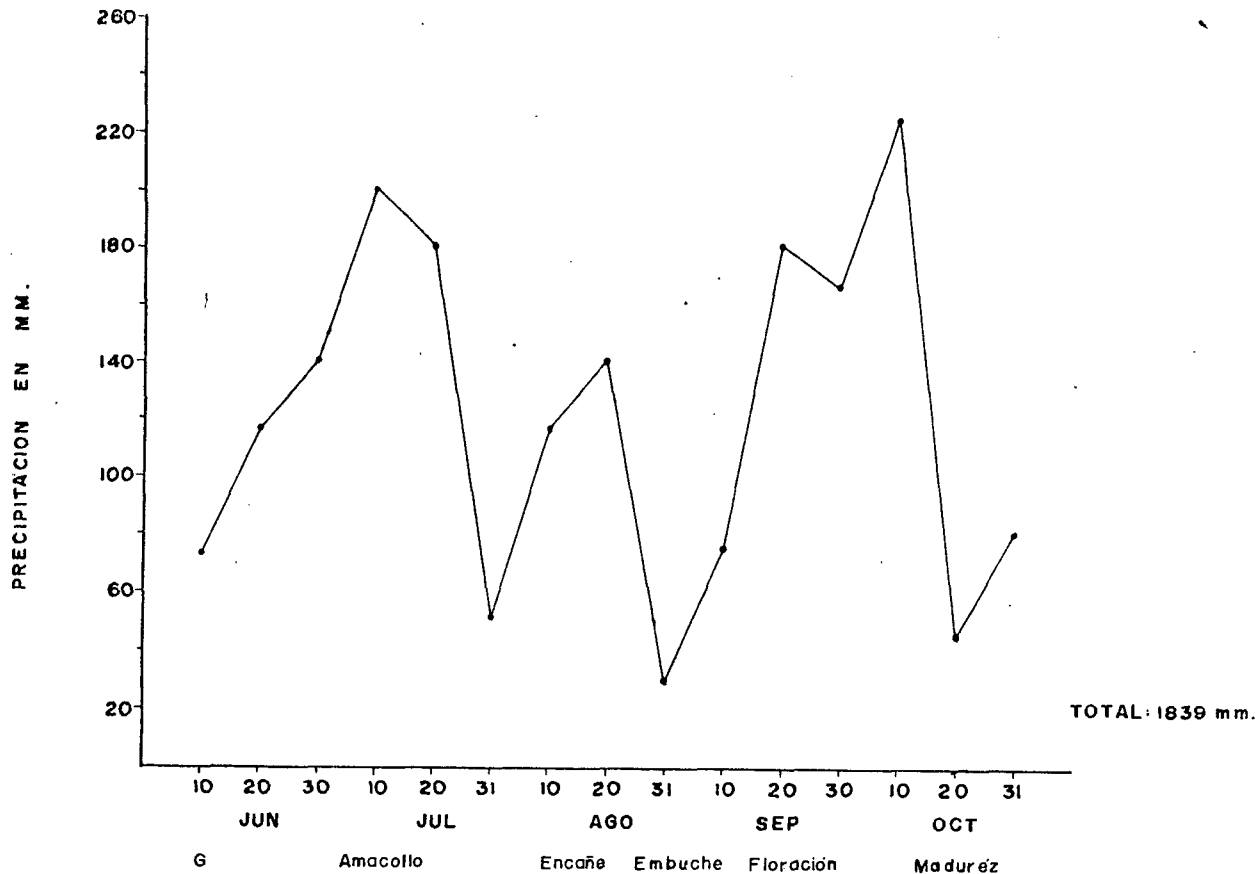


FIG.5a- PRECIPITACION CADA 10 DIAS DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO EN EL EJIDO LA TIGRILLA MPIO. DE LA CONCORDIA, CHIS. 1981.

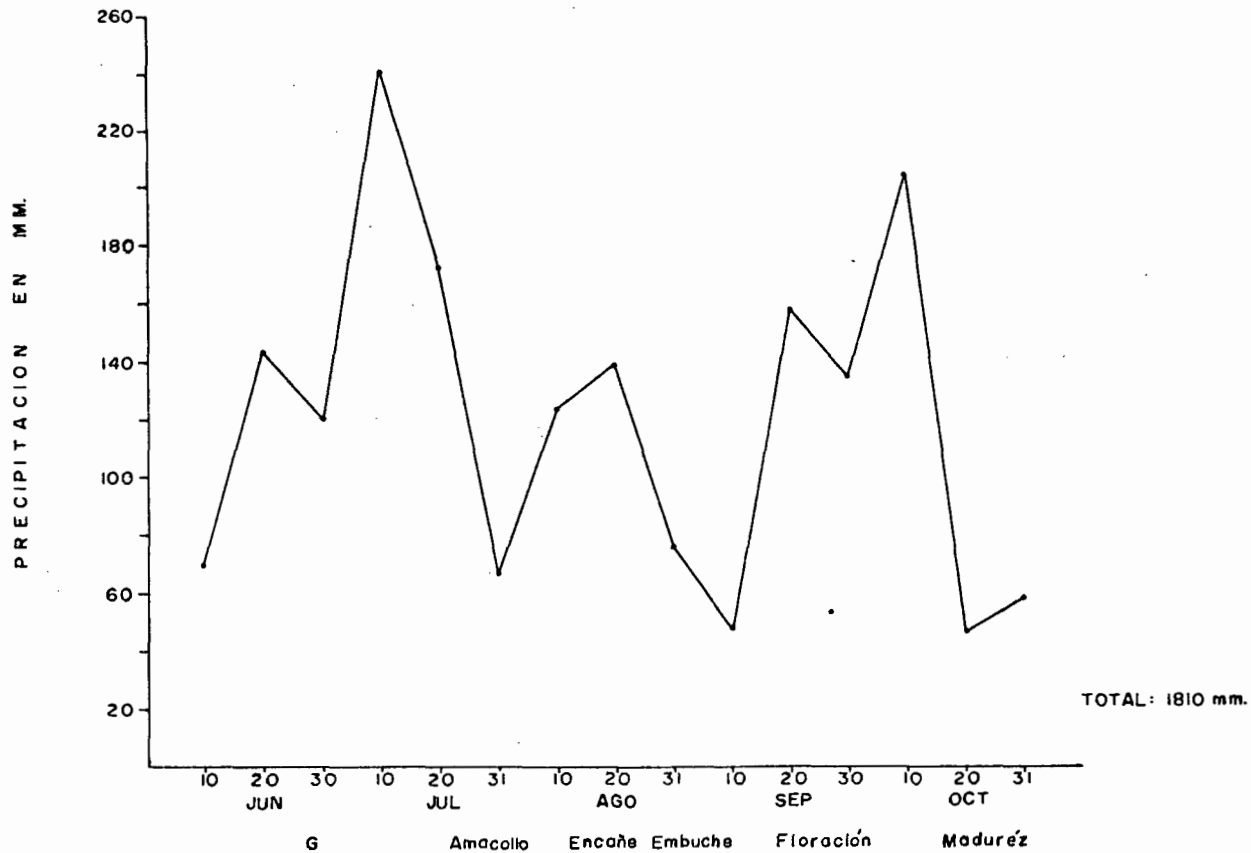


FIG.6a- PRECIPITACION CADA 10 DIAS DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO EN EL EJIDO BENITO JUAREZ MPIO. DE LA CONCORDIA, CHIS. 1981.

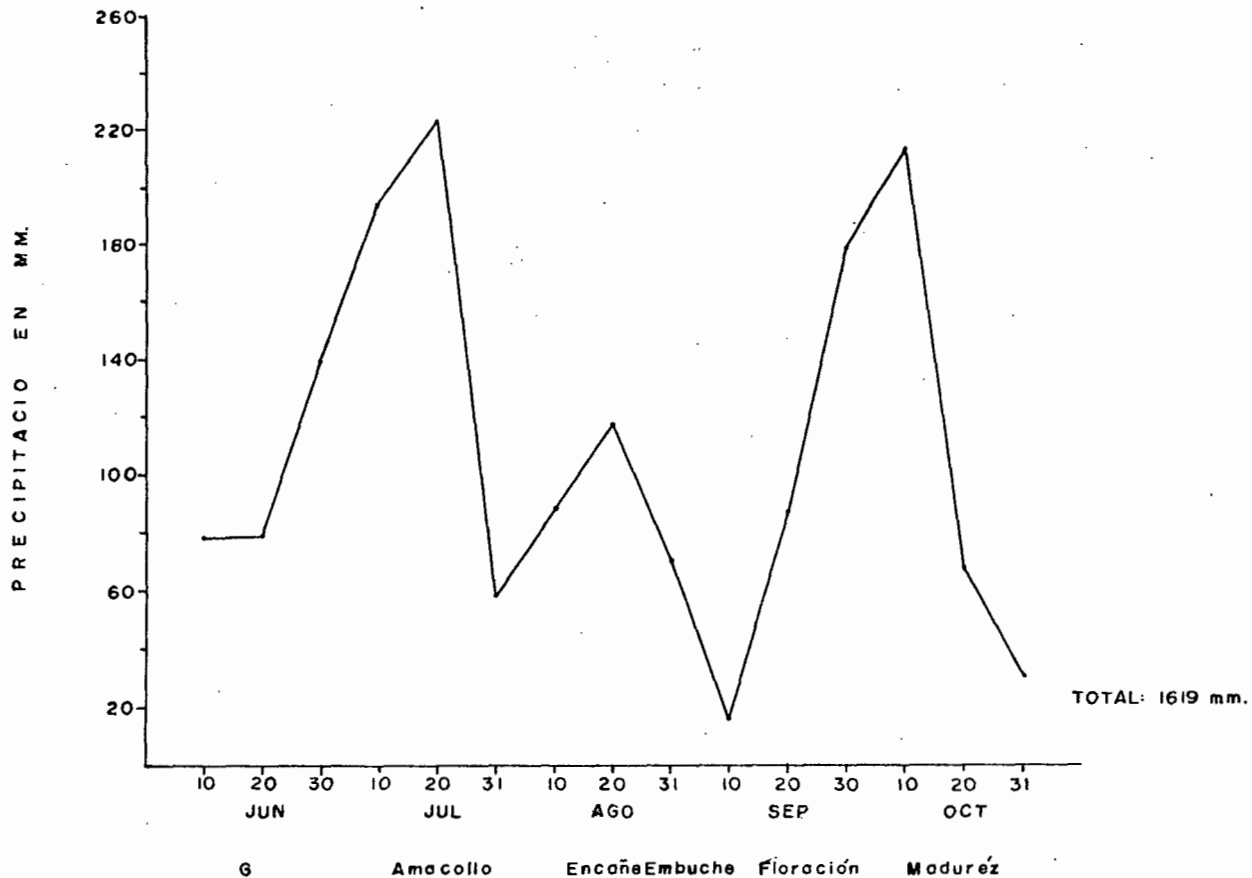


FIG. 7a.- PRECIPITACION CADA 10 DIAS DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO EN EL EJIDO NUEVA LIBERTAD MPIO. DE LA CONCORDIA, CHIS. 1981.

IX. LITERATURA CONSULTADA

- 1.- Ahn, S.W., 1981. The slow blasting resistance. Blast and Upland Rice. EMBRAPA, CNPAF, Goiania, Brasil. 36 p.
- 2.- Ahn, S.W. and S.H. Ou, 1978. Quantitative Evaluation of Resistance to Rice Blast. IRRI. Los Baños, Laguna, Philippines.
- 3.- Angaldette, A., 1969. EL ARROZ. Barcelona, España, Edit. Blume, 868 pp.
- 4.- Ayón, R.E.A., 1976. El arroz y su cultivo bajo condiciones de temporal en - Veracruz. Informe de Trabajo Social. U.A.S. Cuicatlan, Sin. 65 pp.
- 5.- Carballo, C.A., 1970. Comparación de variedades de maíz en el Bajío y de la - Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Tesis M.C. - Chapingo, Méx. ENA, CP.
- 6.- Chávez, Ch. J., 1977. Estabilidad del rendimiento de grano de Avena (Avena - sativa L.) en diferentes agrupamientos ambientales. Tesis - M.C., Chapingo, Méx. ENA, C.P.
- 7.- Corchran, W.G. and G.M. Cox, 1981. DISEÑOS EXPERIMENTALES. México, Edit. - Trillas 653 pp.
- 8.- Crill, P., Ikehashi, H. and H.M. Beachell, 1980. Rice Blast Control Strategies, Rice Research Strategies for the Future. IRRI. Los - Baños, Laguna Philippines.
- 9.- Chang, T.T. and B.S. Vergara, 1975. Varietal diversity and morpho-agronomic characteristics of upland rice. In-Major Research in - Upland Rice IRRI. Los Baños, Laguna, Philippines. pp 72-90.
- 10.- Chang, T.T. and E.A. Bardenas, 1965. The Morphology and Varietal Characteris - tics of the Rice Plant. IRRI. Teach, Bull., 4. 40 pp.
- 11.- Chang, T.T., G.C. Loresto and O. Tagumpay, 1972. Agronomic and growth cha - racteristics of upland and lowland rice varieties. IRRI Rice Breeding. Los Baños, Laguna, Philippines. pp. 645-661.
- 12.- De Datta, S.K., 1971. Upland rice around the world. In-Major Research in - Upland Rice. IRRI. Los Baños, Laguna, Philippines. pp. 2-11.

- 13.- De Datta, S.K. and B.S.Vergara, 1975. Climates of upland rice regions. In-Major Research in Upland Rice. IRRI. Los Baños, Philippines. - pp 14-27.
- 14.- De Datta, S.K. and R. Feur, 1975. Soils on which upland rice is grown. In-Major Research Upland Rice. IRRI. Los Baños, Laguna, Philippines. pp. 27-39.
- 15.- Díaz, A.C., Arias, F.E. y Torregroza, C.M., 1974. Respuesta Ambiental de seis variedades de maíz de clima frío. Trabajo presentado en la IX Reunión de ALCA. Panamá, Marzo 10-16/1974.
- 16.- Eberhart, S.A. and W.A. Russell, 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. U.S.A. 36-40 pp.
- 17.- Finlay, K.W., and Wilkinson, G.N., 1963. The Analysis of Adaption in a plant-breeding programme. Australian. J. Agr. Res. 14:712-754.
- 18.- García, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía, Universidad Autónoma de México.
- 19.- Gómez, M.N., 1977. Estabilidad del rendimiento y delimitación de áreas del cultivo de sorgo para grano en México. Tesis M.C., Chapingo, México. ENA, C.P.
- 20.- Grist, D.H., 1975. RICE-Great Britain, Edit. Longman Group Ltd. 5a. Ed. 601 pp.
- 21.- Hernández, A.L., 1975. Mejoramiento del arroz para resistencia a Pyricularia oryzae. Hojas en mimeógrafo. 6 pp. Inédito.
- 22.- Hernández, A.L., 1980. Mejoramiento genético del arroz para resistencia a Pyricularia oryzae en condiciones de temporal en el trópico húmedo de México. Hojas en mimeógrafo. 70 pp. Inédito.
- 23.- Hernández, A.L., 1981. La investigación del arroz en México. SARH-INIA. México 85 pp.
- 24.- Hernández, A.L., 1983. Mejoramiento del arroz en tres sistemas de cultivo para resistencia a Pyricularia oryzae en México. Hojas en mimeógrafo 9 pp. Inédito.
- 25.- Hernández, A.L., 1983. Daños que causa la enfermedad "quemado" o "avanamiento" del Arroz en México. Hojas en mimeógrafo. 8 pp. Inédito.

- 26.- Huke, R., 1976. Geography and climate of rice. In-Climate and Rice. IRRI. - Los Baños, Laguna, Philippines. 31-50 pp.
- 27.- Ikehashi, H. and S. Kiyosawa, 1981. Strain-specific reaction of field resistance of Japanese rice varieties revealed with Philippine strains of rice blast fungus, Pyricularia oryzae, Cav. Japanese J. Breeding Vol 31 (3); pp 293-301.
- 28.- Juárez, E.A. 1977. Interacción genotipo-medio Ambiente en la selección y recomendación de híbridos de sorgo para grano. Tesis M.C. Chapingo, Méx., ENA, C.P.
- 29.- Kiyosawa, S. 1971. Gene analysis of blast resistance in exotic varieties of rice. Japan Agricultural Research Quarterly. Vol. 6, No. 1 8 p.
- 30.- Kou, T.T., S.C. Woo and W.H. Wang, 1962. Some physiologic specializations of Pyricularia Oryzae, Cav., in Taiwan. Botanical Bulletin of Academia Sinica. Vol. 4. pp 23-29.
- 31.- Kwahk, T.S. 1979. Breeding for rice blast. Disease in Korea. Agronomy 250 (Advanced Plant Breeding) 10 p.
- 32.- Latterell, F.M., E.C. Tullis and J.W. Collier. 1960. Physiologic races of Pyricularia oryzae, Cav., Plant Disease Reporter. Vol. 44, No. 9 pp. 679-683.
- 33.- Lu, J.J. and T.T. Chang. 1980. Rice in its temporal and spatial perspectives In Rice: Production and Utilization. Comp. Luh, B.S. Edit. - AVI, U.S.A. pp 1-74.
- 34.- Mikkelsen, D.S. and S.K. De Datta. 1980. Rice culture. In-Rice: Production and Utilization. Comp. Luh, B.S. Edit. AVI. U.S.A. pp 174-234.
- 35.- Miranda, F., 1976. La vegetación de Chiapas. Ediciones del Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México.
- 36.- Moormann, F.R. and R. Dudal, 1965. Characteristics of soils on which Paddy is grown in relation to their capability classification. Soil survey report 32, Land Development Dep., Bangkok 22 pp.
- 37.- Montas, D.T. 1975. Estudio y dosificación de fungicidas para el control del "avanamiento del arroz" causado por Pyricularia oryzae, Cav. Informe Anual de Actividades. Campo Agrícola Experimental del Centro de Chiapas. CIAPAS. INIA. SARH. Ocozocoautla, Chis.

- 38.- Montas, D.T., 1979. El cultivo de arroz y su investigación en el Valle de los Cuxtepeques, Chis. 3a. Reunión Técnica del Prog. Nal. de Arroz del INIA. Culiacán, Sin. Abril 3 al 6 de 1979. Hojas en mimeógrafo.
- 39.- Nelson, R.R., 1978. Genetics of horizontal resistance to plant diseases. - *Annual Reviews, Phytopathol.* 16: pp 359-378.
- 40.- Oyervides, G.A. y Rodríguez F.A., 1981. Adaptabilidad y productividad de variedades tropicales de maíz. *Agric. Tec. en México.* 7(1) pp. 3-23.
- 41.- Ou, S.H., 1980. Rice plant diseases. In-Rice: Production and Utilization. - Comp Luh, B.S. Edit. AVI. U.S.A. pp 235-259.
- 42.- Peláez, A. y C. Van der Schans. 1979. Control de Pyricularia oryzae, Cav., en arroz con Triciclazol en Colombia. *Fitopatología.* Vol. 8 - No. 1 pp. 20-24.
- 43.- Peláez, A. y Castaño, J.Z., 1974. Aplicación de productos quimioterapéuticos al suelo para el control de Pyricularia oryzae en Arroz. - *Fitopatología.* Vol. 9 (1) pp. 18-23.
- 44.- Pérez, P.R., 1980. Estudio y dosificación de fungicidas para el control del "avanamiento del arroz" causado por Pyricularia oryzae, Cav. Informe Anual de Actividades. Campo Agrícola Experimental del Centro de Chiapas. CIAPAS. INIA. SARH. Ocozocoautla, Chis.
- 45.- Pérez, P.R., 1981. Estudio y dosificación de fungicidas para el control del "avanamiento del arroz" causado por Pyricularia oryzae, Cav. Informe Anual de Actividades. Campo Agrícola Experimental - Centro de Chiapas. CIAPAS. INIA. SARH. Ocozocoautla, Chis.
- 46.- Ponnamperna, F.N., 1975. Limiting factors of growth on Aerobic soils. In-Major Research in Upland Rice. IRRI. Los Baños, Laguna, Philippines. pp. 42-46.
- 47.- Prabhu, A.S., 1980. Importance of blast and other related problems in upland rice. Blast Control Strategies. Travelling Work Shop, Blast and Upland Rice, Goiania, Goias, Brasil pp. 8-14.
- 48.- Reyniers, F.N. 1981. Influence de la secheresse sur la pyriculariose et sur le rendement du riz pluvial. Blast and Upland Rice. EMBRAPA, CNPAF, Goiania, Brasil. 16 p.

- 49.- Rodríguez, S.H. y Hernández, A.L.,1974. El problema de la enfermedad "quemada del arroz" en México. Hojas en mimeógrafo. Inédito.
- 50.- SARH-INIA-CIAPAS, 1980.Marco de Referencia Regional de Maíz,Frijol y Arroz del Campo Agrícola Experimental del Centro de Chiapas.Ocozocoautla,Chiapas,México. 127 pp.
- 51.- SARH.Subsecretaría de Agricultura y Operación. Dirección Agrología. 1978.- Estudio Agrológico especial de drenaje Agrícola,Cuxtepeques, Mpio.de la Concordia, Chis.
- 52.- Tavitas, F.L.,1981.Evaluación y selección de genotipos para resistencia a sequía y determinación de proteína en el grano de arroz de secano. Tesis Biologo, Cuernavaca,Mor.Esc.de Ciencias Biológicas.
- 53.- Universidad de Filipinas, 1975. CULTIVO DEL ARROZ. Manual de Producción. - México.Edit. Limusa. 425 pp.
- 54.- Vergara, B.S., 1976. Physiological and morphological adaptability of rice-varieties to climate. In-Climate and Rice. IRR1. Los Baños, Laguna, Philippines, pp. 67-86.
- 55.- Vergara, B.S., 1980. Rice plant growth and development. In-Rice: Production and utilization. Comp. Luh, B.S. Edit. AVI. U.S.A. 75-87
- 56.- Yoshida, S.,1975. Limiting factors of growth and yield of upland rice. In-Major Research in Upland Rice. IRR1. Los Baños, Laguna, - Philippines. pp. 48-75.