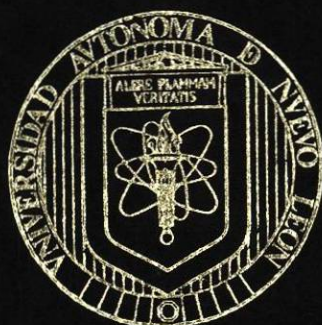


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



DIAGNOSTICO DE LOS PROBLEMAS QUE  
AFECTARON LA PRODUCCION Y CALIDAD  
DE MAIZ EN EL DISTRITO DE DESARROLLO  
RURAL 156 "CONTROL" EN 1991.

OPCION III-C

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

WALDO MIZAEEL HERNANDEZ AMARO

40.633  
A16  
1992  
C.5

MARIN, N. L.

DICIEMBRE 1992.

T

SB191

.M2

1473

C.1



1080061496



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



DIAGNOSTICO DE LOS PROBLEMAS QUE  
AFECTARON LA PRODUCCION Y CALIDAD  
DE MAIZ EN EL DISTRITO DE DESARROLLO  
RURAL 156 "CONTROL" EN 1991.

OPCION III-C

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

WALDO MIZAEAL HERNANDEZ AMARO



T  
SBL91  
.M2  
H473

040.633  
FA16  
1992  
Q.5



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

F. YEBLS



BU Raul Rangel Fila  
UANL  
FONDO  
TECNOLICENCIATURA

DIAGNOSTICO DE LOS PROBLEMAS QUE AFECTARON LA PRODUCCION  
Y CALIDAD DE MAIZ EN EL DISTRITO DE DESARROLLO  
RURAL 156 "CONTROL" EN 1991

OPCION III-C

QUE PRESENTA

WALDO MISAEL HERNANDEZ AMARO

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

COMISION REVISORA

M.C. MAURILIO MARTINEZ RDZ.  
Presidente

  
DR. CIRO G.S. VALDES LOZANO  
Secretario

DR. EMILIO OLIVARES SANEZ  
Vocal



## AGRADECIMIENTOS

A mi Asesor Ing. M.C. MAURILIO MARTINEZ RODRIGUEZ, por sus acertadas opiniones y por la desinteresada colaboración para la culminación de este trabajo.

Al Dr. CIRO G.S. VALDES LOZANO, por su apoyo y por permitirme conocer sus experiencias que han servido en mi formación agronómica.

Al Dr. EMILIO OLIVARES SAENZ, por su valiosa colaboración brindada para la realización de este trabajo.

Al Ing. M.C. CESAR A. REYES MENDEZ, por su orientación y su experiencia transmitida para la elaboración de este trabajo.

A la Facultad de Agronomía de la UANL, por permitirme alcanzar mis objetivos y metas en mi estudio, de la carrera de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista.

A todos mis maestros, compañeros y amigos que de alguna manera u otra colaboraron al desarrollo de este trabajo.

## DEDICATORIAS

A MI ESPOSA

SRA. JUANITA NACIANCENO DE HERNANDEZ

Por haberme alentado en la realización de este tan importante trabajo, que es la culminación de nuestro esfuerzo.

Por dejar que el amor este siempre presente en nuestras vidas y bajo ese amor comprobar felizmente que juntos iluminamos nuestras existencias y la de nuestro hijo.

A MI HIJO

Por ser siempre el reflejo de mis deseos, anhelos y triunfos.

A MI PADRE

SR. ENCARNACION HERNANDEZ TORRES

Por permitirme culminar mi carrera y enseñarme que el primer paso hacia el triunfo es no tenerle miedo al fracaso.

A MI MADRE

SRA. LUCILA AMARO DE HERNANDEZ

Con inmenso amor por su incansable afan y motivación para superarnos en la vida, esperando haberle dado una satisfacción.



PARA MIS SUEGROS

SR. BARTOLOME NACIANCENO DE LA GARZA (+)

SRA. BERTHA VILLARREAL DE NACIANCERO (+)

A ustedes por el aliento continuo que siempre me dieron para llevar a cabo mi titulación, que hasta hoy gracias a Dios pude realizar. Aunque ya no estan físicamente a nuestro lado, siempre estarán en nuestras vidas por sus buenos recuerdos.

A MIS HERMANOS

VELMA ARACELY, BLANCA NIEVES, YOLANDA, COTY, MARIBEL, ERENDIDA, EDGAR, ENCARNACION Y GUSTAVO.

Por su apoyo que siempre ha sido un aliciente a la superación, deseando que el amor y el respeto nos mantenga siempre unidos.

# I N D I C E

	PAGINA
INTRODUCCION .....	1
LITERATURA REVISADA .....	3
Factores de la producción .....	3
El clima y la producción de los cultivos .....	3
La temperatura y la producción del maíz .....	4
La humedad del suelo y la producción del maíz .....	6
Las aflatoxinas en maíz, su toxicidad en animales y prevención en Tamaulipas .....	6
Incremento de la producción de maíz en el norte de Tamaulipas .....	10
Fechas de siembra .....	12
Fertilización .....	12
Densidad de población .....	13
Riegos .....	13
Plagas .....	13
Malezas .....	14
Variedades sembradas .....	14
Consideración general .....	14
El problema e hipótesis experimental .....	15
MATERIALES Y METODOS .....	16
Descripción del área del estudio .....	16
Ubicación .....	16
Tecnificación y extensión del área .....	16
Clima .....	18
Hidrología .....	20



	PAGINA
Suelos .....	20
Selección del Centro de Apoyo al Desarrollo Ru- ral .....	21
Fuentes de información .....	22
Validación de la hipótesis experimental .....	24
 RESULTADOS Y DISCUSION .....	 26
Estadística del cultivo de maíz en el Centro No. V de Río Bravo .....	 26
Ciclo otoño-invierno 1990-1991 .....	26
Ciclo otoño-invierno 1991-1992.....	28
Replanteamiento de la hipótesis experimental .....	30
Determinación de la interacción variedad x año.....	31
Variables del clima .....	35
Temperatura .....	35
Precipitación pluvial .....	39
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	 42
 RESUMEN .....	 44
 BIBLIOGRAFIA .....	 46
 APENDICE .....	 49

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO		PAGINA
1	Relación de productores seleccionados para el presente trabajo .....	23
2	Rendimiento por variedad utilizados de los productortes seleccionados .....	32
3	Análisis de varianza para el carácter rendimiento de grano (ton/ha).....	34
4	Número de dias con temperaturas medias máximas (diurnas) mayores de 35°C y temperaturas medias mínimas (nocturnas) menores de 22°C registradas en el Centro No. V de Río Bravo Tamaulipas durante los meses de Mayo y Junio de 1991 y 1992. ....	38



**FIGURA**

**PAGINA**

1	Relación entre la cantidad de agua requerida y suministrada para mantener la humedad del suelo por encima del 60%de la capacidad de agua aprovechable y los mási-- mos rendimientos de maíz obtenidos .....	7
2	Rendimientos medios de maíz obtenidos en la región norte de Tamaulipas en 19 ciclos agrícolas de otoño-invierno 1971 - 1972 a 1989 - 1990 (SARH - 1992) .....	11
3	Ubicación de los Centros de Apoyo al Desa-- rrollo Rural del Distrito de Desarrollo Ru-- ral No. 156 "Control" Fuente: DDR No. 156 "Control" - SARH.....	17
4	Regiones climáticas del área de influencia del CAERIB (Valero, 1982) .....	19
5	Variedades sembradas en ciclo O.I - 1990- 1991 en el Centro No. V Río Bravo .....	27
6	Variedades sembradas en el ciclo O.I 1991- 1992 en el Centro No. V Río Bravo .....	29
7	Medias de rendimiento de tres variedades de maíz en los ciclos otoño - invierno 1991 y 1992.....	33

**FIGURA**

**PAGINA**

8	Temperaturas medias de máximas y mínimas registradas decenalmente en Río Bravo Tamps. durante 1991 y 1992. ....	36
9	Precipitaciones mensuales de Febrero a Junio registradas en Río Bravo en 1991 y 1992. ....	40

INDICE DE FIGURAS DEL APENDICE

FIGURA		PAGINA
1A	Humedad relativa decenal registrada en Río Bravo Tamaulipas durante 1991 y 1992. ....	50
2A	Evaporación total acumulada por decena registradas en Río Bravo Tamps. en 1991 y 1992. ....	51
3A	Unidades calor crecimiento total acumulada por decena registradas en Río Bravo Tamps. en 1991 y 1992.....	52

## INTRODUCCION

Es de conocimiento general que en América Latina existe una amplia variabilidad en el maíz y que México tiene una gran importancia respecto a ésta, ya que se le considera como el principal centro de origen de esta especie (Reyes, 1989).

La producción anual de maíz en México es de aproximadamente 13.5 millones de toneladas, mientras que el consumo nacional es de 15 millones. Lo anterior genera una fuga de divisas por concepto de importaciones del grano, lo cual repercute en la economía nacional (Sánchez citado por Reyes, 1989).

La siembra de maíz en el norte del Estado de Tamaulipas se inició de una manera importante a principios de la década de 1960; de esta época a la fecha, la superficie sembrada con maíz en los distritos de riego se ha venido incrementando considerablemente llegando a alcanzar en 1986 la cifra récord de 170,584 hectáreas. Sin embargo, estadísticas oficiales de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) señalan que en estos últimos años la superficie sembrada de esta gramínea en Tamaulipas ha disminuído considerablemente debido a los altibajos que se han presentado en cuanto a los rendimientos unitarios y a la contaminación del grano por aflatoxinas (SARH, 1992).

Para el caso particular del Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control", se tiene que en el ciclo otoño-invierno 1990-1991 se obtuvo una media de rendimiento de 3.63 ton/ha y una contaminación por aflatoxinas en los siguientes niveles: el 76% resultó en el rango de 0 a 20 ppb (consumo humano), el 21% con 21 a 200

ppb (consumo por aves, cerdos y ganado menor) y el 3% con más de 200 ppb (consumo por bovinos o desechado como alimento para animales).

Por otro lado, en el ciclo otoño-invierno 1991-1992 se consiguió una media de rendimiento de 5.35 ton/ha y un índice inapreciable de aflatoxinas.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es explicar los rendimientos y la calidad del grano tan contrastantes que se obtuvieron en el cultivo del maíz en el Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control" en los ciclos otoño invierno 1990-1991 y otoño invierno 1991-1992.



## LITERATURA REVISADA

### Factores de la producción

Los factores que intervienen en la producción son: suelo, agua, clima, prácticas culturales, maquinaria, control de enfermedades, control de insectos, control de malezas y semilla (Martínez y Martínez, 1982).

Con excepción del clima, el hombre ha podido resolver diferentes situaciones que pueden llegar incluso a ser limitantes. En el caso del clima, el hombre tiene que adecuarse a él mediante diversas estrategias en la producción, como pueden ser las fechas de siembra, la densidad de siembra, la selección de ciertas prácticas culturales, etc.

### El clima y la producción de los cultivos

Al respecto, en el editorial de la revista Germen (1989), Mendoza indica que la producción del maíz depende directamente de los factores climáticos y por lo tanto, los agrónomos deben conocerlos lo más posible. Además señala que estudiar los factores climáticos a corto, mediano y largo plazo permitirá desarrollar y mantener un archivo de información climatológica confiable y oportuna con la que podrá explicar los niveles de rendimiento actuales y potenciales de una región agrícola, así como proporcionar elementos de juicio para corregir o reducir los factores limitantes controlables de la producción.

## La temperatura y la producción del maíz

Diversos investigadores no han encontrado correlación entre clima y rendimiento en el estado vegetativo del maíz (Wallace y Rose, citados por Shaw, 1988). No obstante la temperatura como un factor del clima influye en la producción del maíz.

A partir de la etapa de espigamiento hasta la madurez fisiológica, el clima tiene una marcada influencia en el rendimiento de grano (Bondavelli, *et al.*, 1970; Duncan, *et al.*, 1973; Thompson, 1986).

Al respecto, Berbecel y Eftimescu (citados por Shaw, 1988) encontraron que temperaturas mayores de 32°C durante el espigamiento y la polinización aceleraron los procesos de diferenciación de las partes reproductivas, dando por resultado un alto porcentaje de granos abortados. Estos mismos autores indican que temperaturas de 35°C causan tensión al maíz.

Prine (1971) también encontró que cuando el maíz se desarrolla con temperaturas de 35°C y se tienen altas densidades de siembra, se incrementa el porcentaje de plantas estériles.

Kisselbach (citado por Shaw, 1988) encontró en Nebraska que por cada incremento de 0.5°C en las temperaturas medias de los meses de Junio, Julio y Agosto, período en el que el maíz se encuentra en espigamiento, floración y llenado de grano, el rendimiento se redujo en 423 kg/ha. Puede verse que incrementos mínimos de temperatura en el cultivo del maíz en la etapa reproductiva influyen fuertemente en la producción de grano.

Thompson (1986) reporta que los grados acumulados  $\geq 32.2^{\circ}\text{C}$  están relacionados con el rendimiento. Mediante el uso de temperaturas máximas diarias y los grados acumulados  $\geq 32.2^{\circ}\text{C}$  encontró que por cada  $5.6^{\circ}\text{C}$  acumulados el rendimiento se redujo 63 kg/ha. Schwab, et al. (citados por Shaw, 1988) encontraron que el número de días con temperaturas máximas  $\geq 32.2^{\circ}\text{C}$  se correlacionó negativamente con el rendimiento de maíz en Iowa.

Las producciones más altas de maíz en el mundo se alcanzan en aquellas áreas en donde las temperaturas de los meses más cálidos oscilan entre  $21^{\circ}$  y  $27^{\circ}\text{C}$ . Generalmente los rendimientos son más altos con temperaturas de verano por abajo de las normales que con valores por arriba de lo normal (Shaw, 1988).

Por su parte Reyes (1989) señala que las temperaturas diurnas óptimas para el maíz oscilan entre  $28^{\circ}$  y  $32^{\circ}\text{C}$  mientras que las nocturnas varían entre  $18^{\circ}$  y  $20^{\circ}\text{C}$ , y cuando las temperaturas son superiores al óptimo, el ciclo vegetativo se reduce.

Duncan, et al. (1973) reportan que las temperaturas nocturnas son las que tienen mayor influencia en el rendimiento.

En este sentido Peters, et al. (1971) encontraron que cuando el maíz se desarrolló en una temperatura nocturna constante de  $29.4^{\circ}\text{C}$ , desde la floración hasta la madurez fisiológica, el rendimiento del maíz se redujo en un 40% en comparación con temperaturas frescas de  $18.9^{\circ}\text{C}$ . Las altas temperaturas aceleraron la maduración.

## La humedad del suelo y la producción del maíz

Beer, et al. (citados por Shaw, 1988), trabajando en Iowa encontraron una relación negativa entre la cantidad de agua de riego requerido para mantener la humedad del suelo arriba del 60% de la capacidad de humedad aprovechable y el rendimiento máximo de maíz obtenido con varios niveles de riego (Figura 1). A medida que se requiera menos agua para riego (es decir, cuando la humedad ambiental natural es buena), mayor rendimiento. Posiblemente los requerimientos de riego más altos están representados por los años de más alta demanda atmosférica, ocurriendo situaciones de más tensión por humedad, aún con altos niveles de humedad del suelo.

Hernández y Laird (citados por Gutiérrez, 1992) indican que el cultivo del maíz es más exigente de humedad durante el período de espigamiento que en la primera parte de su ciclo, así mismo el maíz fertilizado resultó ser más sensible a las deficiencias de humedad que el no fertilizado.

Las aflatoxinas en maíz, su toxicidad en animales y prevención en  
Tamaulipas

Diener y Davis (1986) señalan que Aspergillus flavus y A. parasiticus son los únicos hongos que producen aflatoxinas, las cuales son sustancias tóxicas y cancerígenas para los animales que consumen maíz u otros granos contaminados por estos hongos.

Sauer (1986) ha encontrado que Aspergillus flavus, hongo productor de aflatoxinas, se desarrolla en el maíz tanto en el

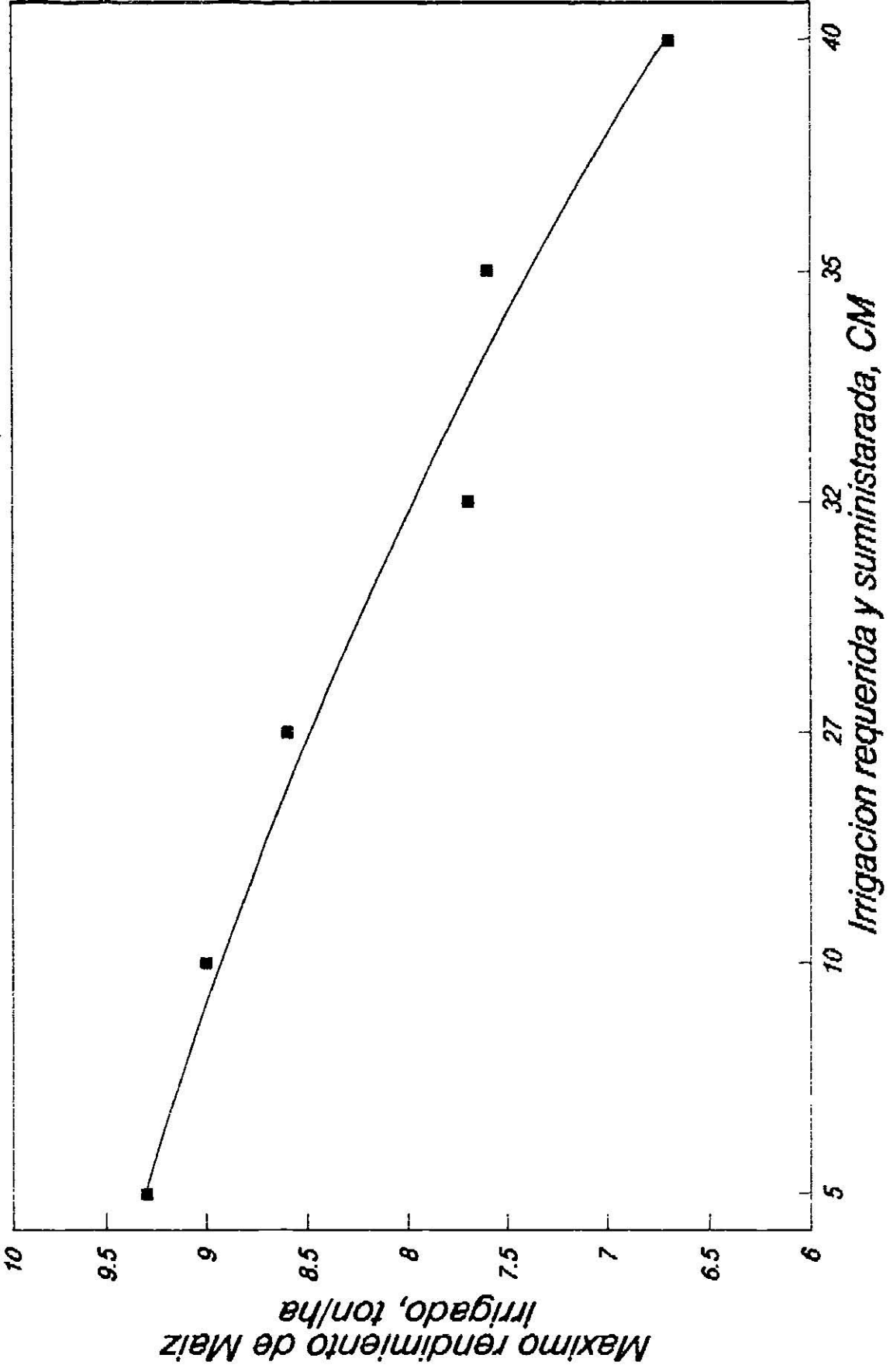


Figura 1. Relacion entre la cantidad de agua requerida y suministrada para mantener la humedad del suelo por encima del 60% de la capacidad de agua aprovechable y los maximos rendimientos de maiz obtenidos



campo como en el almacén, y que los principales factores que afectan el crecimiento de los hongos y la producción de toxinas son el contenido de humedad ambiental y la temperatura.

Si la humedad es adecuada, las aflatoxinas pueden producirse a temperaturas que varían de 11°C a 40°C, aunque el rango óptimo de temperatura es de 25°C a 35°C.

Rodríguez (1991) menciona que los principales vectores que aceleran el nivel de contaminación del maíz con aflatoxinas antes de la cosecha son el gusano elotero Heliothis zea y en menor escala el gusano cogollero Spodoptera frugiperda.

Pier (1986) menciona que las aflatoxinas en los mamíferos produce un envenenamiento agudo, el cual causa necrosis hepática, trastornos de la función hepática, coagulopatía y extensas lesiones hemorrágicas que a menudo dan por resultado la muerte del animal.

Peña y Durán (1985) reportan que entre las propiedades de las aflatoxinas destaca su gran termoresistencia, ya que el punto de ebullición y descomposición para la mayoría de ellas está por arriba de los 200 grados centígrados. También señalan que las dosis letales son variables pero en el caso de la aflatoxina B, que es la más tóxica, puede ser desde menos de 0.5 hasta 20 microgramos de aflatoxina por kilogramo de peso corporal.

El cultivo del maíz en Tamaulipas en los años de 1989 y 1990 presentó serios problemas de contaminación por aflatoxinas. En atención a la seriedad del problema los sectores salud y comercio

plantearon en el año de 1991 la conveniencia de cuarentenar la región.

Ante esta situación y siendo el maíz un importante cultivo de esta zona, proporcionando sostenimiento a un gran número de productores, el Gobierno del Estado de Tamaulipas y la Delegación Tamaulipas Norte de la SARH, hicieron un esfuerzo para continuar con la siembra de este cultivo, estableciendo un paquete tecnológico que se aplicó en el año de 1991; este paquete consistió en una serie de medidas preventivas propuestas por el Campo Agrícola Experimental de Río Bravo y aprobados por el Comité Directivo del Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control". Estas normas consisten en lo siguiente:

- a) Roturar el terreno que se pretende sembrar.
- b) Contar con permiso de siembra expedido por la SARH (donde conste que el suelo es apto para el cultivo).
- c) Realizar siembras únicamente en el área de riego.
- d) Sembrar variedades autorizadas por SARH.
- e) Sembrar una densidad de población de 55,000 plantas por ha.
- f) Sembrar dentro de la época autorizada (20 de Enero al 15 de Febrero).
- g) Realizar los riegos oportunamente para evitar tensiones a la planta por falta de humedad.
- h) Control oportuno de plagas y enfermedades.
- i) Fertilización balanceada con una dosis de 140-40-00 (en suelos de primera) y 120-40-00 (en suelos de segunda).
- j) Pagar \$9000/ha por concepto de asistencia técnica.

## Incremento de la producción de maíz en el norte de Tamaulipas

En este apartado se menciona información proveniente de un estudio realizado por Reyes (1989) sobre la producción del maíz en el norte de Tamaulipas.

En la Figura 2 se observa un incremento sostenido en la producción de maíz a partir de 1978; en dicha figura se pueden notar cambios drásticos en el rendimiento cada dos o tres años. Esto obedece entre otras cosas a que a partir del año de 1976 se iniciaron los trabajos de rehabilitación de los Distritos de Riego 155 (Díaz Ordaz) y 156 (Control), los cuales integran la zona norte del Estado de Tamaulipas; éstos cambios consistieron en: arreglo de caminos, construcción de drenes, revestimiento de canales, nivelación de tierras y asistencia técnica.

Aunque estos trabajos se iniciaron en 1976, sus efectos se empezaron a reflejar a partir de 1978 (Figura 2). En ese mismo año la SARH contrató los servicios de alrededor de 90 técnicos y en 1979 contrató a 60 más. Todas estas acciones se llevaron a cabo gracias al apoyo económico del Banco Mundial.

No obstante, se han tenido años con una baja notable en la producción. Así, el bajo rendimiento de 1980 obedeció en gran parte a que ese año fue muy caliente, mientras que el abatimiento de 1987 se debió a la helada tardía ocurrida el 10. de Abril, cuando la mayoría de los maíces de la región se encontraban con un desarrollo vegetativo de entre 8 y 12 hojas liguladas. Durante 1989 se registraron las temperaturas más altas de Mayo y Junio en esta región en los últimos 25 años, afectando seriamente la fi-

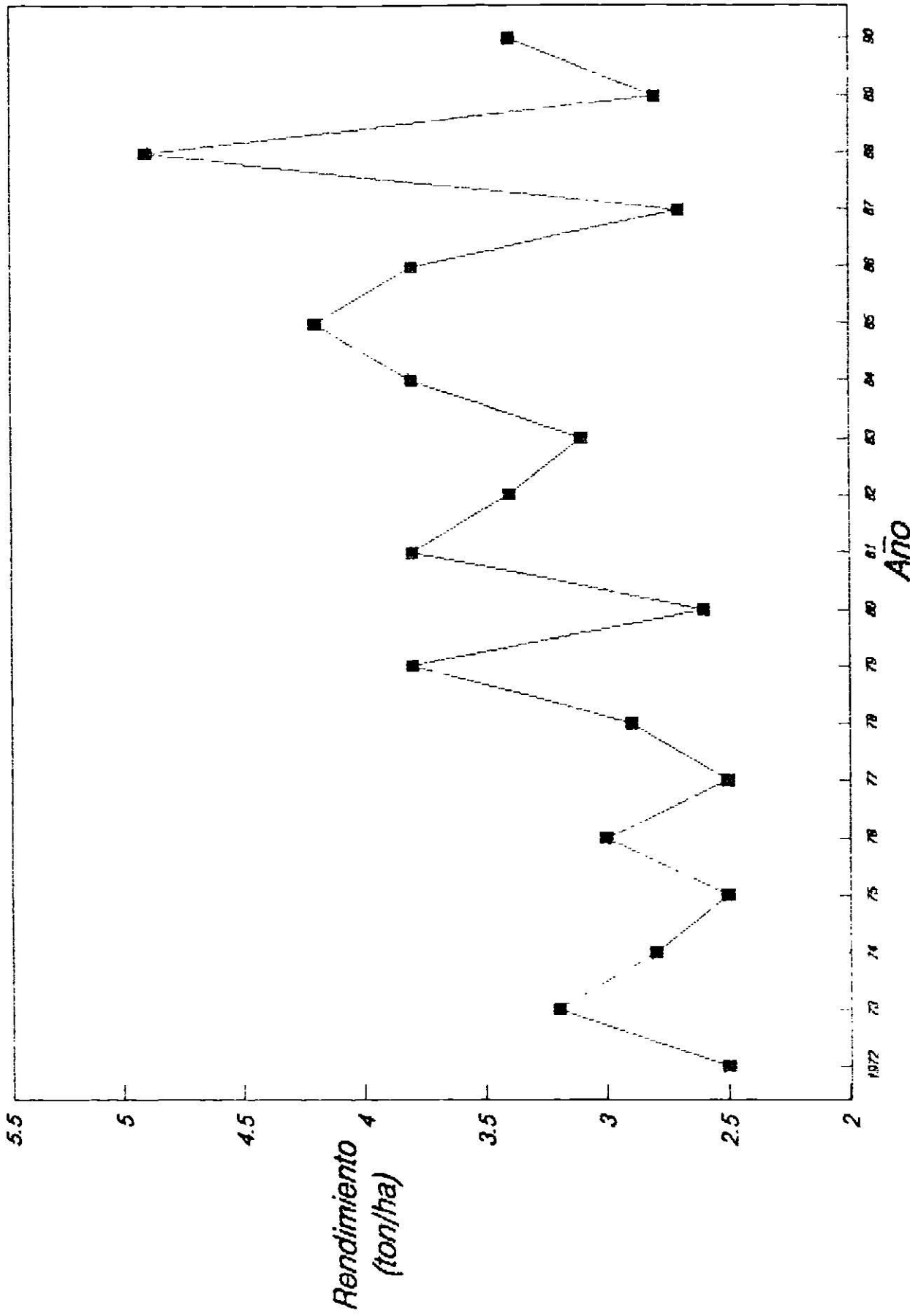


Figura 2. Rendimientos medios de maíz obtenidos en la region norte de Tamaulipas en 19 ciclos agricolas de otono-invierno 1971-1972 a 1989-1990 (SARH 1992)

siología de la planta de maíz y favoreciendo el desarrollo de plagas y enfermedades.

Lo anterior sugiere que los bajos rendimientos del maíz en el norte de Tamaulipas pueden ser resultado del efecto de las altas temperaturas en la fisiología y reproducción de la planta.

Además de los trabajos de rehabilitación existen otros factores que han influido en el rendimiento unitario del maíz en el norte de Tamaulipas, los cuales se describen brevemente.

#### Fechas de siembra

Durante los primeros años de la década de los 70's la época de siembra recomendada para el cultivo era todo el mes de Febrero; sin embargo, en una encuesta realizada por personal del Campo Agrícola Experimental de Río Bravo (CAERIB) en 1975, se encontró que el 25% de los productores encuestados sembraron en el mes de Febrero, mientras que el 75% restante lo hizo en Marzo. En otras encuestas llevadas a cabo en 1979 y 1980 el 75% de los productores sembraron dentro de la época recomendada y el resto fuera de ella. En siembras tempranas (Febrero) el maíz está menos expuesto a las altas temperaturas en la época de floración y llenado de grano, así como al ataque de plagas y enfermedades.

#### Fertilización

A través del tiempo se ha venido incrementando el uso y dosis de fertilizante. De acuerdo a la encuesta de 1975, la dosis de fertilizante nitrogenado fluctuaba de 40 a 200 kg/ha. Las



últimas encuestas de 1979 y 1980 revelan que se aplicaron dosis de nitrógeno de 80 a 250 kg/ha.

#### Densidad de población

Al principio y mediados de los 70's la densidad de población era inferior a las 40,000 plantas/ha, aunque la recomendación era de 45,000 plantas/ha. En las encuestas de 1979 y 1980 se encontró que la mayoría de los productores sembraron entre 40,000 y 50,000 plantas/ha obteniéndose los mayores rendimientos con 55,000 plantas/ha (15% de los productores). En los últimos tres o cuatro años se ha observado que la mayoría de los productores siembran más de 60,000 plantas/ha.

#### Riegos

En maíz y de acuerdo a las condiciones climáticas se recomienda aplicar cuatro riegos (el de presembrado y tres de auxilio). De acuerdo a la encuesta de 1975 el 32% de los productores aplicaron solamente un riego de auxilio y el 27.3% dieron dos riegos de auxilio. De acuerdo al muestreo de 1979 el 37% aplicó el tercer riego de auxilio y en 1980 este porcentaje se incrementó a 55%.

#### Plagas

En la encuesta de 1975 el 15% de los productores aplicaron insecticidas. En 1979 y 1980 el 70% de los productores hizo uso de estos agroquímicos y el 25% restante liberó Trichogramma spp. (control biológico).

## Malezas

En 1975 el 1% de los productores aplicaron algún tipo de herbicida, mientras que en 1979 y 1980 el uso de este tipo de control fue de 8% y 4%, respectivamente; el resto de los productores efectúan control mecánico mediante escardas.

## Variedades sembradas

Hasta antes de 1972, en la región predominaba el uso de variedades de polinización libre como Llera, San Juan y V-402 (Breve de Padilla), se sembraron algunas cruzas dobles como H-412 y Texas 17W, aunque en general estos maíces son de bajo potencial productivo. A mediados de los 70's se empezaron a sembrar híbridos de mayor rendimiento como el Asgrow 125 y Asgrow 305 W; estos híbridos comenzaron a desplazar a las variedades de polinización libre.

Actualmente la mayoría de los maíces que se siembran son híbridos de cruza simple y de tres líneas tanto del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) como de compañías particulares. Estos maíces tienen alto potencial de rendimiento, buena calidad del tallo y respuesta a altas densidades de siembra y fertilización.

## Consideración general

Considerando conjuntamente lo anterior puede explicarse que el incremento en la producción de maíz en el norte de Tamaulipas se debió al mejoramiento de la infraestructura de producción, al

ajuste de las siembras a las fechas recomendadas, al mayor uso de fertilizantes y plaguicidas, a incrementos en la densidad de población, al mayor uso de agua de riego y a la utilización de variedades híbridas con mayor potencial de rendimiento.

#### El problema e hipótesis experimental

De acuerdo con las estadísticas de la SARH (1992), en el ciclo otoño-invierno 1990-1991 se tuvo en el Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control" un rendimiento medio de maíz de 3.63 ton/ha y una alta incidencia de aflatoxinas, mientras que en el ciclo otoño-invierno 1991-1992, en el mismo distrito, el rendimiento se incrementó a 5.35 ton/ha y la incidencia de aflatoxinas fue prácticamente nula. Este último y alto nivel de rendimiento y mejor sanidad del grano se puede explicar por las mejores prácticas culturales y variedades híbridas con mayor potencial de rendimiento. Sin embargo, la drástica reducción del rendimiento en el ciclo otoño-invierno 1990-1991, de acuerdo con la literatura revisada podría explicarse por condiciones climáticas adversas particularmente altas temperaturas.

Así. con estos antecedentes la hipótesis experimental del presente trabajo se enuncia como sigue:

La diferencia en rendimiento entre los dos ciclos agrícolas es estadísticamente comprobable, el menor rendimiento de 1990-1991 respecto a 1991-1992 puede explicarse por las altas temperaturas y el mayor contenido de aflatoxinas en el grano por una mayor humedad ambiental.

## MATERIALES Y METODOS

### Descripción del área del estudio

A continuación se da una descripción general del área correspondiente al Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control".

#### Ubicación

El Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control" se encuentra ubicado en la parte norte-noreste del Estado de Tamaulipas y está comprendido dentro de las coordenadas  $25^{\circ} 00'$  y  $26^{\circ} 15'$  de latitud norte y  $97^{\circ} 09'$  y  $99^{\circ} 55'$  de longitud oeste. La altura sobre el nivel del mar va de 5 a 35 m (Valdivia, 1973).

#### Tecnificación y extensión del área

La vinculación del área de influencia con los Estados Unidos de América influye en cierto grado con el desarrollo tecnológico de la zona, considerándose ésta propiamente tecnificada existiendo un régimen de monocultivo, predominando en orden de importancia el sorgo y el maíz.

La principal actividad de esta región es la agricultura, considerándose este distrito dentro de los primeros cuatro a nivel nacional por su extensión, contando con una superficie total de riego de 213,235 ha, las cuales están distribuidas en cinco Centros de Apoyo al Desarrollo Rural que son: I Control, II Matamoros, III Valle Hermoso, IV Santa Apolonia y V Río Bravo (Figura 3) (González, 1992).

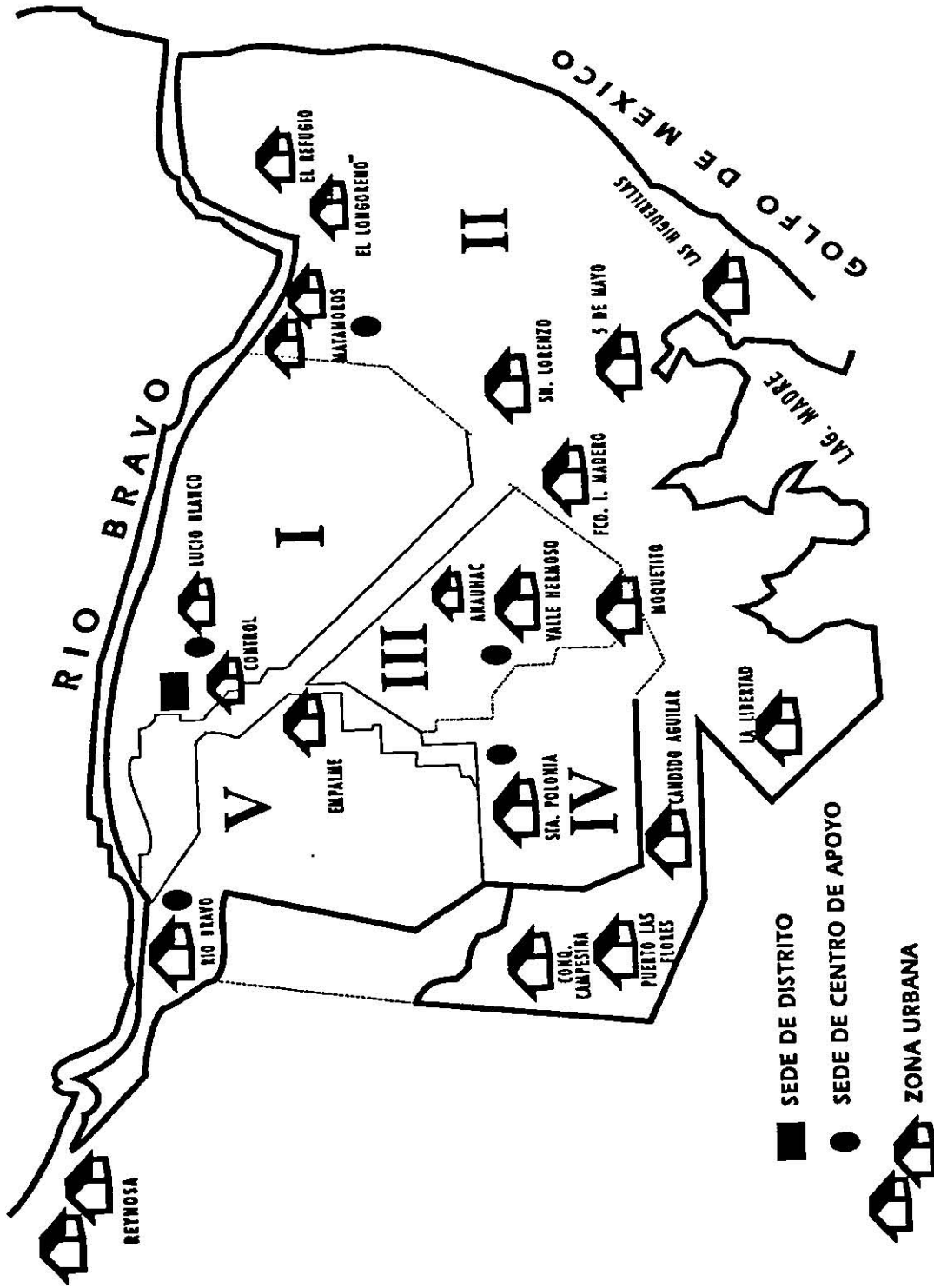


Figura 3. Ubicación de los Centros de Apoyo al Desarrollo Rural del Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control" Fuente: DDR No. 156 "Control" - SARH.

## Clima

Valero (1982) menciona que de acuerdo con las cartas de clima del CETENAL, basadas en el sistema de clasificación de Koeppen modificado por García para adaptarlo a las condiciones del país, existen en el norte de Tamaulipas cuatro grupos climáticos que a su vez se dividen en varios subgrupos, tipos y subtipos.

Al respecto, en el área de influencia del CAERIB existen tres regiones climáticas bien diferenciadas (Figura 4). La primera es producto de una combinación de dos grupos de climas, el semicálido y el subhúmedo clasificados como (A) C (X') a (e), en donde se presenta una temperatura promedio de 23.3°C, una precipitación media anual de 700 mm y un período de seca de Enero a Abril con fuertes lluvias en verano y otoño.

La segunda región climática corresponde a un subtipo del grupo de climas secos cuya clave es BSi (h') hw' (e') con una temperatura promedio de 23.55°C, una precipitación media anual de 575 mm y se presentan dos estaciones lluviosas separadas por una sequía corta en verano y una larga en invierno.

La tercera región climática es otro subtipo del grupo de los climas secos, con la diferencia de que es más seco y extremo que el anterior, siendo clasificado como BSo (h') hw' (e'), cuya temperatura media es de 23.7°C. la precipitación media anual es de 504 mm y también se presentan estaciones lluviosas separadas por una sequía corta en verano y una larga en invierno.



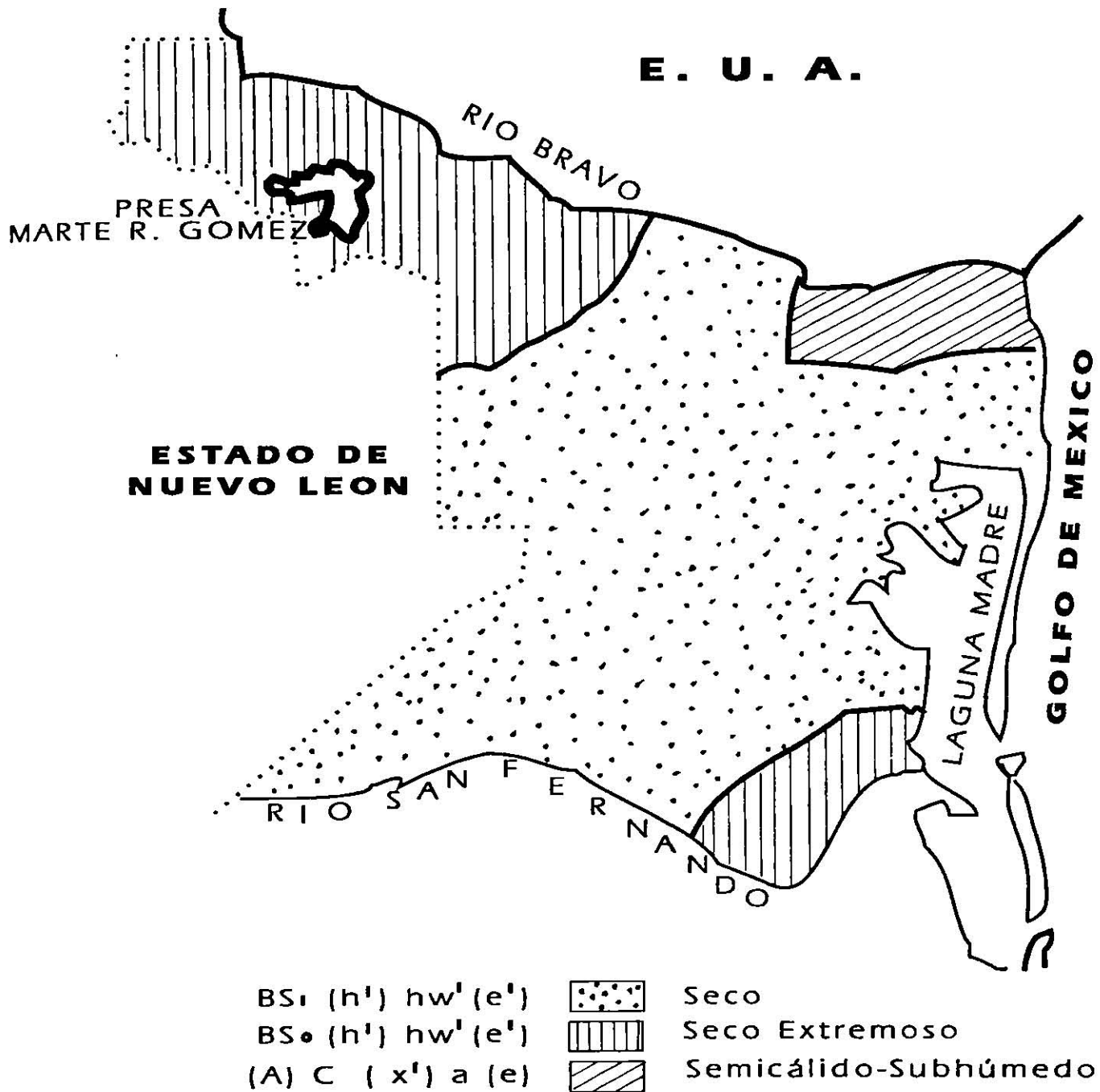


Figura 4. Regiones climáticas del área de influencia del CAERIB (Valero, 1982).

De lo anterior se puede establecer que en el Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control" se presentan dos tipos de clima principalmente, siendo el (A) C (X') a (e) y el BSi (h') hw' (e') y este último específicamente en el área del estudio (Río Bravo).

### Hidrología

El área del estudio se localiza dentro de la cuenca del bajo Río Bravo. La corriente principal que lo abastece es el Río Bravo, sobre el cual se construyó la presa internacional Falcón cuya capacidad de almacenamiento es de 5,038 millones de metros cúbicos.

La corriente natural del agua de esta zona es lenta debido a que predomina un relieve semi-plano con poca pendiente (0.5%), por lo cual se ha desarrollado un sistema de drenaje agrícola a cielo abierto que confluye a la Laguna Madre y que permite eliminar los excesos de agua de riego y de lluvias (González, 1992).

### Suelos

Los suelos del norte de Tamaulipas corresponden en su mayoría a la clasificación de rendzinas degradadas.

Para la formación de ellos tuvieron gran influencia los arrastres del Río Bravo; los suelos están clasificados en siete series nombradas Reynosa, Valadeces, San Fernando, La Luz, Olaya, Río Grande y Loma Alta (Valdivia, 1973).

## Métodos

### Selección del Centro de Apoyo al Desarrollo Rural

En el Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control" de un promedio de 55,000 ha que se sembraron en los años de 1991 y 1992, el Centro No. V Río Bravo contribuyó con un promedio de un 44% del total de esta superficie.

A partir de 1991, en todo el Distrito No. 156, se estableció un Programa Especial de Producción de Maíz, considerándose la selección de áreas de mayor potencial productivo y la aplicación adecuada de un paquete tecnológico para este cultivo. En apoyo a este programa se instrumentó un servicio de asistencia técnica intensiva cuyo objetivo principal era vigilar y supervisar la aplicación estricta del paquete tecnológico ajustado por el INIFAP.

La selección del Centro No. V como representativo del Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control" fue debido a que dicho centro aporta la mayor producción de maíz, presenta el tipo de clima seco predominante en el Distrito y a las facilidades para el estudio por tener este autor la base de trabajo en ese lugar.

En el Centro No. V Río Bravo, de un promedio de 1,500 productores que sembraron maíz en estos dos últimos años, se tomó una muestra de 22 productores participantes del Programa Especial de Producción de Maíz, seleccionándose éstos bajo los criterios siguientes.

a) Productores que sembraron la misma variedad en los dos años del estudio predominando en orden de importancia las que siguen.

<u>Variedad</u>	<u>Número de productores seleccionados</u>
Pioneer	16
H-422	3
Asgrow Rx-405 W	<u>3</u>
Total	22

- b) Productores con fechas de siembra similares, esto es que su rango no excediera de cinco días de un año a otro.
- c) Productores con labores de preparación semejantes, dándole preferencia al barbecho.
- d) Productores que aplican una dosis de fertilización similar, es decir la de 140-40-00.

La lista de productores así seleccionados se presenta en el Cuadro 1.

#### Fuentes de información

Con el propósito de obtener información confiable se consultaron diversas fuentes.

1) Programa Especial de Producción de Maíz. Se obtuvo información procedente de las parcelas comerciales de los productores seleccionados para los años de 1991 y 1992.

2) Unidad de Programación y Estadística de la SARH. Se

**Cuadro 1. Relacion de productores seleccionados  
para el presente trabajo**

Productores que sembraron la variedad Pioneer 3428				
No	PRODUCTOR	SUP. (ha)	FECHAS DE SIEMBRA	
			1991	1992
1	Rodolfo R. Cantu	8=00	14-Feb	16-Feb
2	Ramiro G. Garza	10=50	12-Feb	17-Feb
3	Rodolfo G. Sanchez	11=00	18-Feb	19-Feb
4	H. Alonso Duran	11=00	14-Feb	18-Feb
5	Juan Mtz. Gomez	11=00	14-Feb	19-Feb
6	J. Manuel CH. P	9=50	12-Feb	15-Feb
7	Jaime G. Silva	8=00	18-Feb	19-Feb
8	Manuel C. G.	18=75	15-Feb	19-Feb
9	A. N. Flores	12=50	15-Feb	17-Feb
10	M. Pecina R	12=50	15-Feb	17-Feb
11	M. L Manzo F	9=50	15-Feb	19-Feb
12	Victoria Torres M	11=00	15-Feb	20-Feb
13	V. Sandoval	13=00	15-Feb	16-Feb
14	M. G. Longoria	14=00	17-Feb	15-Feb
15	F. Tamez C	30=00	8-Feb	10-Feb
16	J. Rojas de C	46=00	17-Feb	17-Feb

Productores que sembraron la variedad H-422				
No	PRODUCTOR	SUP. (ha)	FECHAS DE SIEMBRA	
			1991	1992
17	E. Morales G.	12=50	16-Feb	16-Feb
18	P. Guzman V.	22=50	18-Feb	16-Feb
19	Gaspar J. Cortez	10=00	20-Feb	17-Feb

Productores que sembraron la variedad Asgrow RX-405W				
No	PRODUCTOR	SUP. (ha)	FECHAS DE SIEMBRA	
			1991	1992
20	G. Hess Villarreal	20=00	18-Feb	16-Feb
21	Genaro E. Ibarra	12=50	12-Feb	14-Feb
22	S. Miranda M.	32=00	14-Feb	18-Feb

recabaron estadísticas de superficie sembrada y cosechada, así como de los rendimientos medios unitarios.

3) Estación Agroclimática del CAERIB. Los datos obtenidos fueron los de temperatura, precipitación y humedad relativa, evaporación y unidades calor para las respectivas estaciones de crecimiento del maíz en los años de 1991 y 1992.

#### Validación de la hipótesis experimental

Considerando que la hipótesis experimental involucra determinar si el rendimiento de grano difiere estadísticamente entre los dos años del estudio y si tal diferencia se puede explicar por una mayor temperatura en el ciclo otoño-invierno 1990-1991 respecto al ciclo otoño-invierno 1991-1992, se procedió como sigue:

- a) Con los datos de rendimiento de los productores seleccionados se hizo un análisis de varianza del rendimiento de grano de los dos ciclos bajo un diseño completamente al azar.
- b) Los datos de temperatura máximos y mínimos diurnas y nocturnas de los dos ciclos citados, se compararon con la información existente en la literatura para determinar si coincidió un período de altas temperaturas durante etapas de desarrollo sensibles, las cuales podrían explicar la reducción del rendimiento.
- c) Considerando que a mayor humedad ambiental mayor incidencia

de aflatoxinas, el patrón de distribución de la lluvia en ambos años puede aportar información que explique la mayor presencia de aflatoxinas en el ciclo otoño-invierno 1990-1991.

Si se llega a detectar diferencia estadística entre años, que hubo una coincidencia de altas temperaturas en etapas sensibles del cultivo, así como una mayor humedad ambiental en 1990-1991 durante la etapa final del cultivo, la hipótesis experimental se aceptará.



## RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se procede a presentar los resultados encontrados y en su caso a su discusión.

Estadística del cultivo de maíz en el Centro No. V Río Bravo ciclo otoño-invierno 1990-1991.

En este ciclo se sembraron 22,619.35 ha, cosechándose 21,711 ha que representan un 96% del total sembrado, obteniéndose una producción de 78,823 toneladas con una media de rendimiento de 3.63 ton/ha.

De esta superficie, aproximadamente el 93% se sembró con híbridos de grano blanco y el 7% con maíces de grano amarillo: las variedades de grano blanco que más predominaron fueron las siguientes (Figura 5).

VARIEDAD	PORCENTAJE
H-422	37%
Pioneer-3429	22%
Asgrow RX 405 W	15%

Otras variedades que se sembraron en menor escala y de grano blanco fueron: Pioneer 3292, H-433 y Asgrow 667. Entre los maíces amarillos se pueden citar: Dekalb 717, Asgrow RX-132 y Paymaster 9427.

Es importante hacer notar que en este ciclo agrícola se

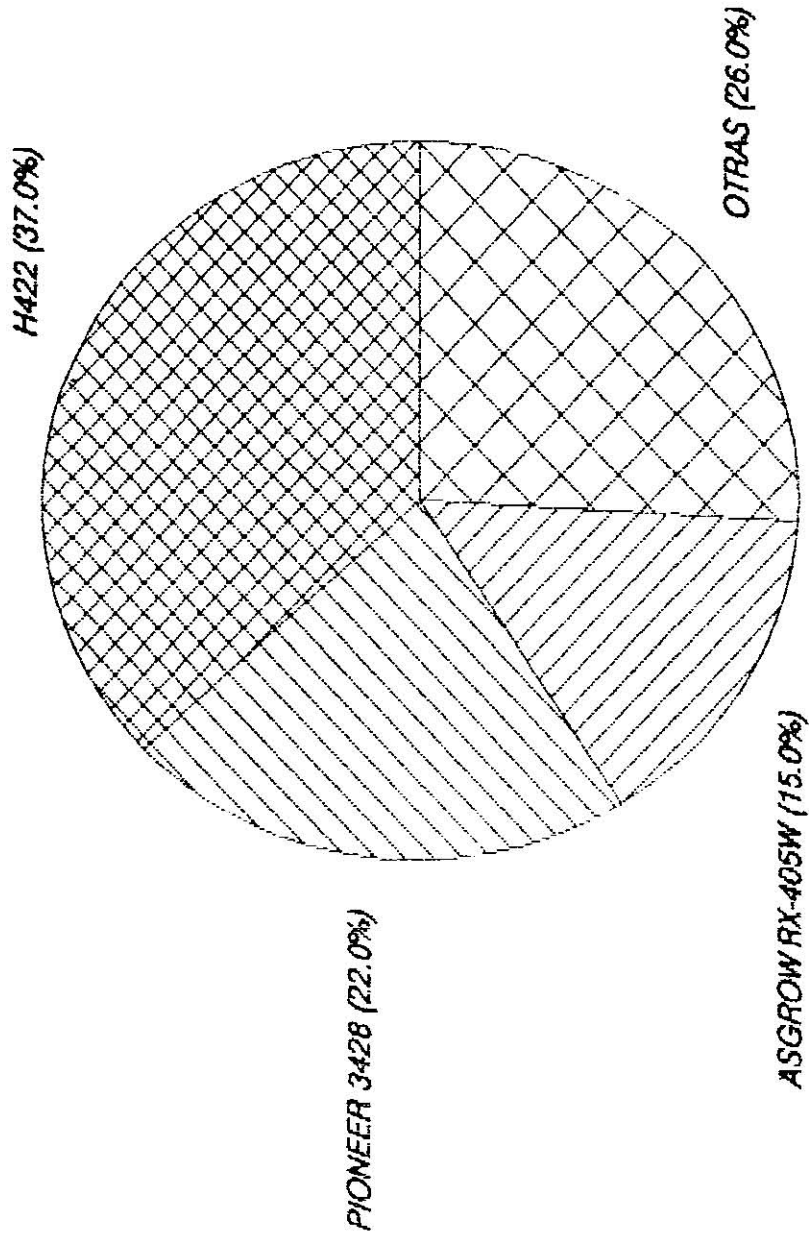


Figura 5. Variedades sembradas en el ciclo O. I. 1990-1991 en el Centro num. V Rio Bravo

presentaron lluvias durante la primera decena del mes de Febrero, lo que ocasionó que se sembrara prácticamente la mayor parte de la superficie en la segunda decena de este mes.

#### Ciclo otoño-invierno 1991-1992

En este ciclo se sembró una superficie de 25.867.80 ha. cosechándose 25,350 ha, ésto es un 98% del total de la superficie sembrada, obteniéndose una producción de 140,185 toneladas con una media de rendimiento de 5.35 ton/ha.

De esta superficie, aproximadamente el 98% se sembró con variedades de grano blanco y el 2% con maíces de grano amarillo. Las variedades de grano blanco que más predominaron fueron las siguientes:

VARIEDAD	PORCENTAJE
Pioneer -3428	76%
H-422	7%
Asgrow RX-405W	6%

De acuerdo al cronograma de siembras, la mayor superficie se sembró hasta el 20 de Febrero, a esta fecha se tenía un avance de un 93% con relación al total de la superficie sembrada.

Otras variedades que se sembraron en menor escala fueron: de grano blanco Ceres 6, H-433, Asgrow RX-959 y Pioneer 3292. Entre los maíces amarillos estuvieron Asgrow RX-132 y Paymaster 9427 (Figura 6).

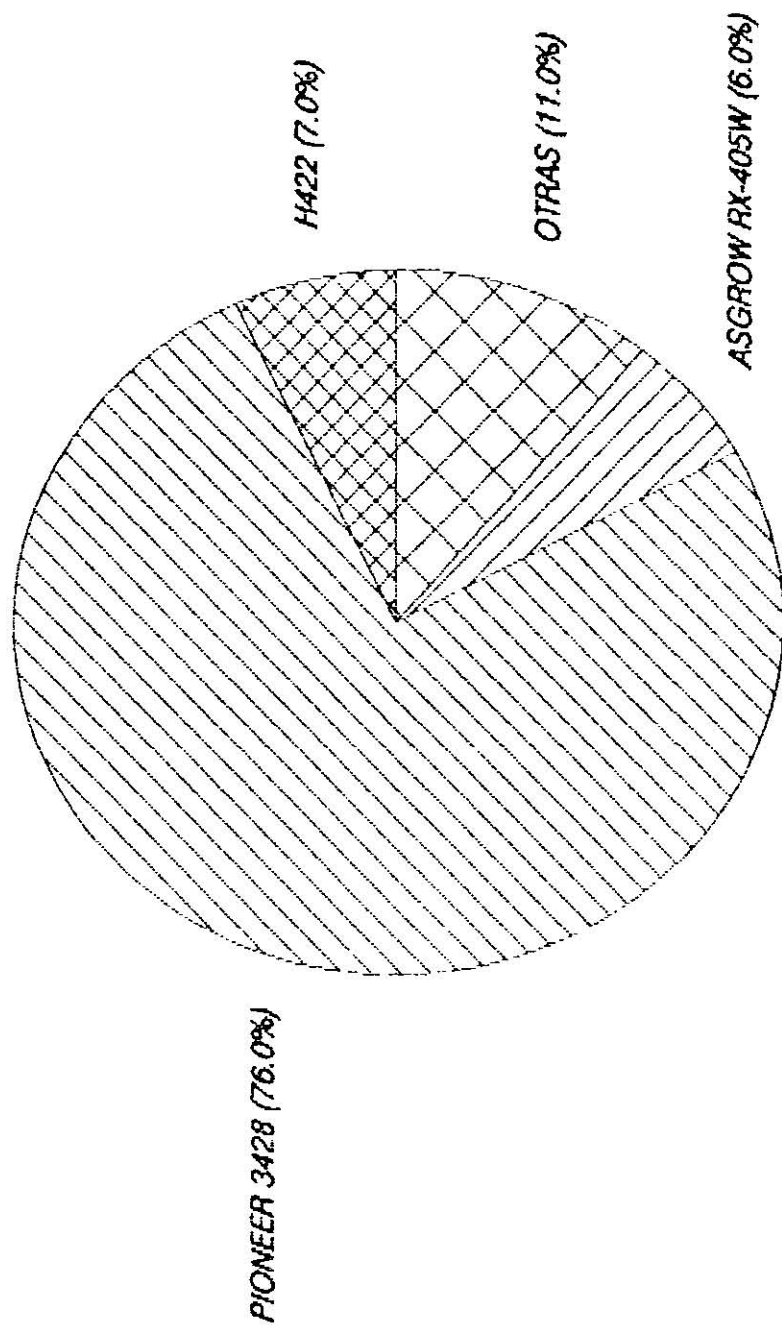


Figura 6. Variedades sembradas en el ciclo O. I. 1991-1992 en el Centro num. V Rio Bravo

## Replanteamiento de la hipótesis experimental

Como pudo observarse en el apartado anterior (Figura 5 y Figura 6), el patrón de la superficie sembrada por variedad en ambos años cambió; así el porcentaje de la variedad híbrida Pioneer 3428, pasó de 22% a 76%, en consecuencia se redujo la superficie sembrada de las otras dos variedades.

Lo anterior pudo haber influido en el incremento del rendimiento unitario de un año a otro, ya sea por la mayor superficie que se sembró con Pioneer 3428 o a una posible interacción año x variedad.

En consecuencia la hipótesis inicial se replanteó como sigue:

La diferencia en rendimiento entre los dos ciclos agrícolas es estadísticamente comprobable y puede explicarse por un efecto de variedades o de interacción año x variedad y por las diferencias en temperaturas entre los años del estudio.

Para lograr lo anterior, primero se utilizó un análisis gráfico para observar alguna tendencia de interacción y de ser así realizar el análisis de varianza cuyas fuentes de variación fueran años, variedades e interacción año x variedad.

La metodología para determinar el efecto de las temperaturas y de la precipitación no se modificó.

## Determinación de la interacción variedad x año

Como ya fue indicado, se procedió a un análisis gráfico con el propósito de determinar si podía existir una interacción variedad por año y que eso también hubiera influido en los rendimientos tan contrastantes en los años ya citados.

En el Cuadro 2 se presentan los rendimientos por variedad en cada año, los cuales fueron los obtenidos por los productores de la muestra seleccionada.

En la Figura 7 se presentan las medias de rendimiento por año para cada una de las tres principales variedades. Puede notarse que el híbrido Pioneer 3428, bajo condiciones críticas como las que se presentaron en el año de 1991, se comportó ligeramente superior a los demás híbridos.

En el año de 1992, en el cual las condiciones climáticas fueron más favorables, el híbrido H-422 igualó en rendimiento al Pioneer 3428, mientras que el híbrido Asgrow RX-405W rindió menos que los demás. Esta información sugiere la existencia de interacción variedades x año.

Para definir estadísticamente si existió o no tal interacción se procedió a efectuar el análisis de varianza para el rendimiento, el cual se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Rendimiento por variedad utilizados de los productores seleccionados

## VARIEDAD PIONEER 3428

No	PRODUCTOR	SUP. (ha)	RENDIMIENTO (ton/ha)	
			1991	1992
1	Rodolfo R. Cantu	8=00	4.6	5.0
2	Ramiro G. Garza	10=50	1.5	5.0
3	Rodolfo G. Sanchez	11=00	5.5	7.0
4	H. Alonso Duran	11=00	3.0	5.0
5	Juan Mtz. Gomez	11=00	3.2	4.0
6	J. Manuel CH. P	9=50	3.5	8.0
7	Jaime G. Silva	8=00	3.0	6.5
8	Manuel C. G.	18=75	3.5	5.0
9	A. N. Flores	12=50	4.0	5.0
10	M. Pecina R	12=50	4.0	5.0
11	M. L Manzo F	9=50	4.0	7.6
12	Victoria Torres M	11=00	3.2	5.0
13	V. Sandoval	13=00	3.7	6.6
14	M. G. Longoria	14=00	4.4	7.5
15	F. Tamez C	30=00	5.1	7.0
16	J. Rojas de C	46=00	4.0	5.2
MEDIA			3.7625	5.825
VARIEDAD H-422				
17	E. Morales G.	12=50	4.0	5.2
18	P. Guzman V.	22=50	3.0	6.1
19	Gaspar J. Cortez	10=00	3.5	6.0
MEDIA			3.5	5.825
VARIEDAD ASGROW RX-405W				
20	G. Hess Villarreal	20=00	3.0	3.5
21	Genaro E. Ibarra	12=50	4.0	5.8
22	S. Miranda M.	32=00	3.0	5.0
MEDIA			3.33	4.766

Variedades	Media de rendimiento (ton/ha)	
	1991	1992
PIONEER 3428	3.76	5.825
H-422	3.5	5.825
ASGROW RX-405W	3.33	4.766
	Media 3.53	Media 5.472

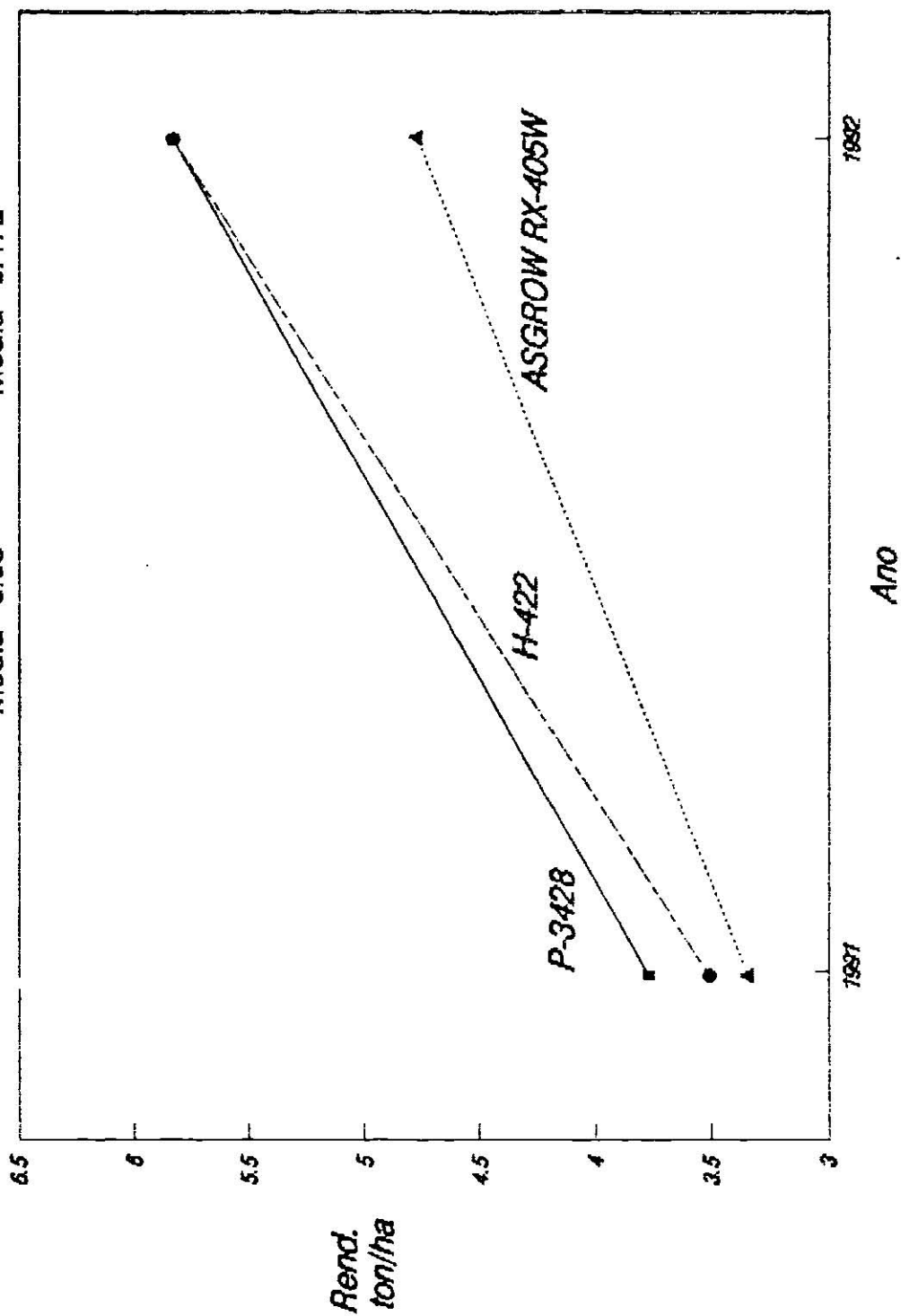


Figura 7. Medias de rendimiento de tres variedades de maiz en los ciclos otoño - invierno 1991 y 1992



Cuadro 3. Análisis de varianza para el carácter rendimiento de grano (ton/ha).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Ft	Significancia de F
Variedades	2	3.339	1.669	1.583	NS
Años	1	46.086	46.082	43.691	**
Var x Año	2	0.646	0.323	0.306	NS
Error	39	41.138	1.055		
C.V. = $X = 21.8\%$				x = 4.7 ton/ha	

\*\* = altamente significativo

NS = no significativo

En dicho cuadro se observa que sólo el factor años resultó con diferencia estadística, siendo ésta altamente significativa. No se encontró significancia para el factor variedades ni para la interacción; esto último puede deberse a que el número de repeticiones de los híbridos H-422 y Asgrow RX-405W son muy pocas (Cuadro 2).

Con lo anterior se demuestra claramente que las diferencias reportadas en el rendimiento medio del maíz en los ciclos 1991 y 1992 se debió a la diferencia entre años y no al efecto de variedades. Al respecto, en el año 1992 se tuvo una media de 5.47 ton/ha y en 1991 un promedio de 3.53 ton/ha.

## VARIABLES DEL CLIMA

### Temperatura

En la Figura 8 se presentan las temperaturas medias diurnas y nocturnas registradas decenalmente en Río Bravo, Tamaulipas en los años de 1991 y 1992 durante los dos ciclos homólogos de otoño invierno para el cultivo del maíz.

De acuerdo a las fechas de siembra de los productores seleccionados (Cuadro 1) para este trabajo durante los dos ciclos mencionados, se tomó como referencia de fecha de siembra el día 20 de Febrero, ya que ésta marcó el límite de siembra.

Puede observarse que en el período vegetativo, es decir de la siembra a la floración, el maíz se desarrolló en los dos años con temperaturas semejantes.

En la literatura revisada varios autores coinciden en señalar que de la floración hasta la madurez fisiológica, la temperatura tiene marcada influencia en el rendimiento del grano.

Al respecto, Reyes (1989) menciona que las temperaturas óptimas diurnas oscilan entre 28°C y 32°C, mientras que las óptimas nocturnas varían de 18°C a 20°C.

Con relación a lo anterior, en la Figura 8 se puede observar que en el año de 1991, a partir de la etapa de floración a la de cosecha, las medias de temperatura diurnas y nocturnas fueron superiores a las temperaturas óptimas señaladas por Reyes (1989):

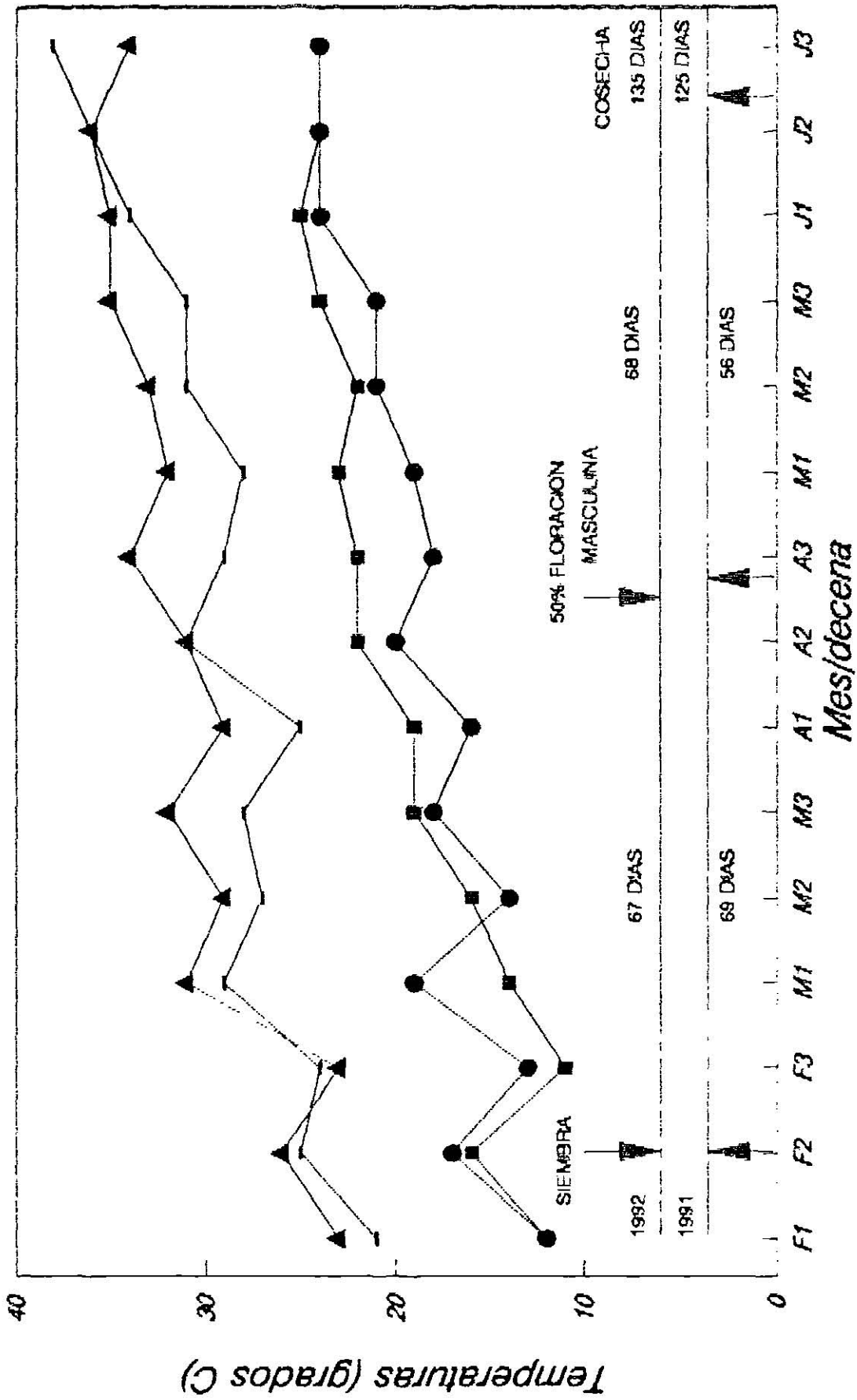


Figura 8. Temperaturas medias de maximas y minimas registradas decenalmente en Rio Bravo Tam. durante 1991 y 1992

mientras que en el año de 1992 durante este período se observan cuatro decenas a partir de la floración con temperaturas medias, tanto diurnas como nocturnas, dentro de los rangos óptimos de temperatura mencionados.

Con relación a los días transcurridos de la floración a la cosecha, durante el año de 1991 se observó una reducción de diez días con relación al año de 1992.

De acuerdo con Reyes (1989) esto es debido a que en el período de floración, polinización, llenado de grano y maduración, es cuando la planta de maíz se encuentra en su máxima actividad fisiológica y las altas temperaturas, especialmente las nocturnas, ocasionan que se acorte dicho período.

Al respecto en el Cuadro 4 se consigna la cantidad de días con temperaturas medias máximas mayores a 35°C y mínimas menores a 22°C, tanto de 1991 como de 1992 en los meses de Mayo y Junio, es decir, después de la floración masculina.

Cuadro 4. Número de días con temperaturas medias máximas (diurnas) mayores de 35°C y temperaturas medias mínimas (nocturnas) menores de 22°C registradas en el Centro No. V de Río Bravo Tamaulipas durante los meses de Mayo y Junio de 1991 y 1992.

Mes	Período (días)	Días con temperaturas diurnas > 35°C		Días con temperaturas nocturnas < 22°C	
		1991	1992	1991	1992
Mayo	1-10	0	0	3	10
	11-20	1	0	4	5
	21-31	8	0	4	11
Junio	1-10	7	5	0	2
	11-20	8	10	1	0
	21-30	7	10	1	3
	TOTAL	31	25	13	31

Se toma como base a estas temperaturas, ya que de acuerdo a la literatura consultada temperaturas diurnas mayor o igual a 35°C causan tensión en el maíz.

Con relación a las temperaturas nocturnas, Reyes (1989) señala que la temperatura nocturna ideal se encuentra entre 18°C y 22°C.

Puede observarse en el Cuadro 4 que el número de días con

temperaturas diurnas  $\geq 35^{\circ}\text{C}$  en el año de 1991 fue superior a las de 1992. Mientras que con las temperaturas nocturnas, la diferencia es más marcada en cuanto a los días frescos del año de 1992 con relación al año de 1991.

Al respecto, Duncan, et al. (1973) reportan que las temperaturas nocturnas son las que tienen mayor influencia en el rendimiento.

Considerando la evidencia bibliográfica de que las altas temperaturas reducen el rendimiento, principalmente cuando éstas coinciden con el período reproductivo del maíz, y la coincidencia que en este sentido se dió en 1990-1991, por un lado y por otro el hecho de que en 1991-1992 durante este período reproductivo se tuvieron temperaturas dentro del óptimo, puede concluirse que la diferencia en rendimiento de grano entre los dos años, la cual se ha demostrado estadísticamente, fue debido a la fluctuación en la temperaturas en los términos explicados.

#### Precipitación pluvial

En la Figura 9 se presentan las precipitaciones mensuales acumuladas acontecidas en Río Bravo, Tamps. en los años de 1991 y 1992 durante los ciclos otoño-invierno para el cultivo de maíz.

En ésta se observa que en 1991 las precipitaciones al inicio del ciclo en los meses de Febrero y Marzo fueron superiores a las de 1992.

Posteriormente en el mes de Abril, cuando se inició el

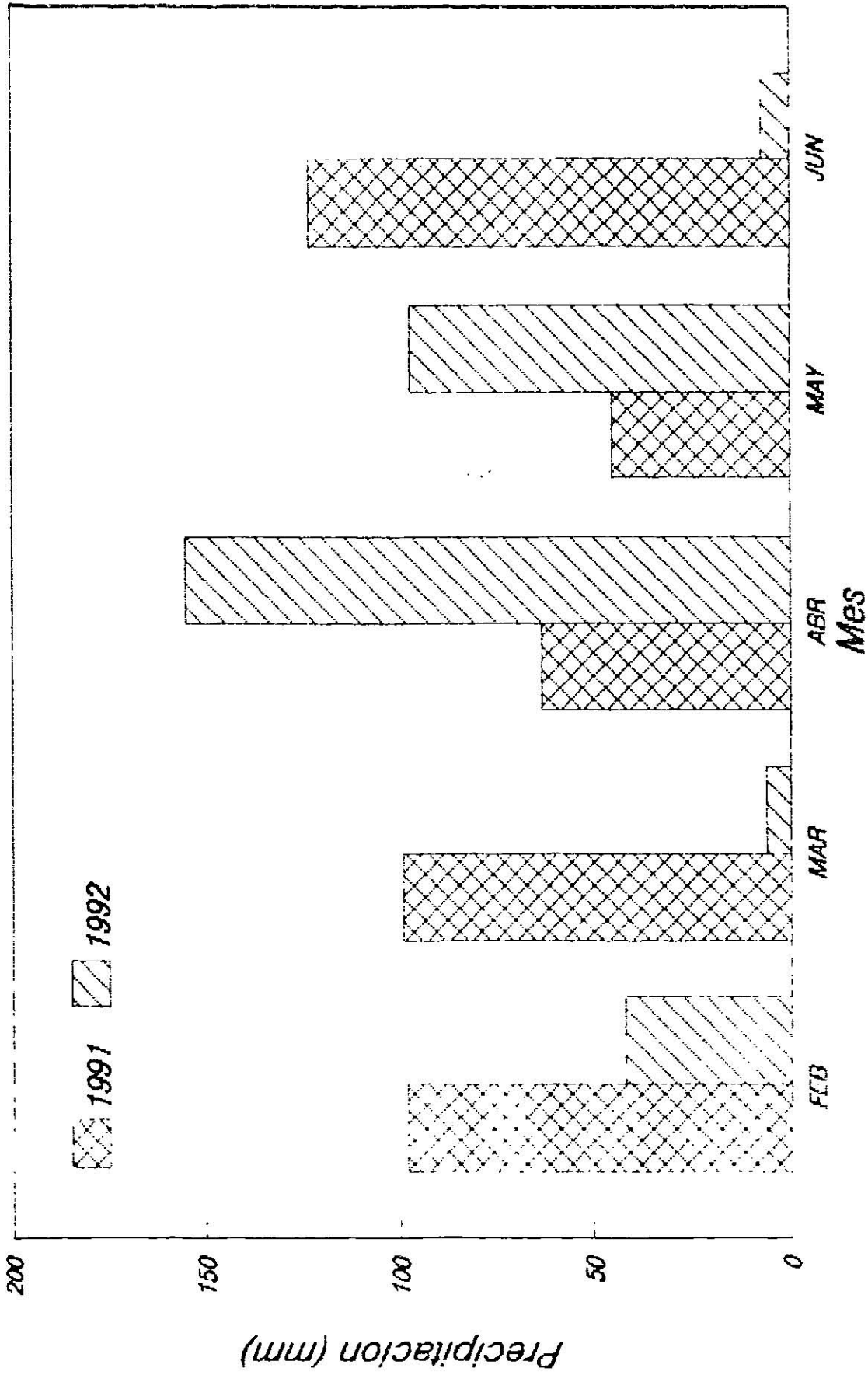


Figura 9. Precipitaciones Mensuales de Febrero a Junio registradas en Rio Bravo en 1991 y 1992

período de floración, las precipitaciones del año de 1992 fueron superiores acumulándose un total de 155 milímetros durante este mes (más de un riego de auxilio), mientras que las precipitaciones de 1991 durante dicho mes fueron de 63 milímetros. En Mayo se acumularon 97 milímetros en el año de 1992 y en 1991 se registraron 45 milímetros.

En la literatura revisada Beer, et al. (citados por Shaw, 1988) indica que cuando las condiciones de humedad ambiental natural son buenas mayores son los rendimientos.

Por lo anterior se puede observar que en el año de 1992, en los períodos de demanda de humedad del cultivo, las precipitaciones ambientales fueron favorables, desarrollándose éste en condiciones óptimas.

Cabe señalar que en la última decena del mes de Junio del año de 1991 se registró una precipitación de 90 milímetros, propiciando que las altas temperaturas y la humedad ambiental favorecieran el desarrollo del hongo Aspergillus flavus el cual es productor de aflatoxinas.

Tomando en cuenta los resultados anteriores y las variables del clima, se puede mencionar que las altas temperaturas y la humedad ambiental (por la precipitación pluvial) que prevalecieron durante el período próximo a cosecha del año de 1991 afectaron los rendimientos y la calidad del grano.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En relación al problema observado y mencionado en la Introducción y considerando la hipótesis experimental planteada, se puede concluir lo siguiente:

1. En el Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control" los rendimientos promedio de maíz fueron diferentes en el ciclo otoño-invierno de los años 1991 y 1992.
2. Existe evidencia de que el menor rendimiento del ciclo otoño-invierno 1990-1991 puede explicarse por la coincidencia de temperaturas superiores al óptimo durante el período reproductivo y de que el mayor rendimiento del ciclo otoño-invierno 1991-1992 fue debido a temperaturas dentro del óptimo durante esta etapa de desarrollo.
3. La mayor incidencia de aflatoxinas en el grano de maíz en ciclo otoño-invierno 1990-1991 puede explicarse por la lluvia que ocurrieron cuando el cultivo estaba próximo a la cosecha, situación ausente el ciclo otoño-invierno de 1991-1992.
4. La hipótesis de trabajo inicialmente planteada se acepta.

Enseguida se presentan las recomendaciones siguientes

1. Uniformizar el número de agricultores dentro de los sustratos en la muestra bajo estudio.
2. En años ambientalmente contrastantes como los estudiados

tratar de estudiar la validez de las medidas preventivas del paquete tecnológico propuesto por INIFAP para reducir la incidencia de aflatoxinas en maíz.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue explicar los rendimientos y la calidad del grano tan contrastantes que se obtuvieron en el cultivo de maíz en el Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control" en los ciclos otoño-invierno 1990-1991 y otoño-invierno 1991-1992. La hipótesis experimental planteada fue: La diferencia en el rendimiento de los dos ciclos mencionados puede explicarse por las altas temperaturas y el mayor contenido de aflatoxinas en el grano por una mayor humedad ambiental.

Se seleccionaron 22 productores del Centro No. V de Río Bravo, los cuales sembraron la misma variedad en los dos ciclos, tuvieron fechas de siembra similares, realizaron labores de preparación semejantes y aplicaron una dosis de fertilización similar.

Se replanteó la hipótesis experimental, ya que el patrón de superficie sembrada con las variedades cambió drásticamente de un ciclo a otro, específicamente en el caso de la variedad Pioneer - 3428 (de un 22% a un 76%), quedando de la manera siguiente:

La diferencia en rendimiento entre los dos ciclos agrícolas puede explicarse por un efecto de variedades o de interacción año x variedad y por las diferencias en temperaturas entre los años del estudio.

Se realizó un análisis gráfico para determinar si existía una posible interacción variedades x años: luego, con los datos de rendimiento obtenidos en cada ciclo de los productores

seleccionados, se hizo un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar en donde se determinó una diferencia altamente significativa entre años y no significativa para variedades y para la interacción variedad x año.

Se analizaron algunas variables del clima de ambos ciclos, específicamente temperatura y precipitación pluvial. Se encontró que durante el período de floración a madurez fisiológica para la cantidad de días con temperaturas diurnas  $\geq 35^{\circ}\text{C}$  en 1991 fue superior a la de 1992, lo mismo ocurrió para las temperaturas nocturnas  $\geq 22^{\circ}\text{C}$ . Respecto a la precipitación pluvial, ésta fue superior en 1992 respecto a 1991 en el período de floración a cosecha, además en 1991 ocurrió una precipitación (90 mm) una decena antes de la cosecha, afectando la calidad del grano.

De acuerdo a la hipótesis planteada a los análisis de las variables se determinó que las diferencias tan contrastantes de rendimiento y calidad de grano con relación a los ciclos otoño-invierno 1990-1991 y otoño-invierno 1991-1992, se debió a las altas temperaturas y a la mayor humedad ambiental que ocurrieron en el ciclo otoño-invierno 1990-1991, por lo que la hipótesis inicial se aceptó.

## BIBLIOGRAFIA

- Bondavelli, B., D. Colger, and E.M. Kroth. 1970. Effects of weather, nitrogen and population on Corn yield response. *Agron., J.* 62:669-772.
- Diener, U.L., and N.D. Davis. 1986. Biology of Aspergillus flavus and A. parasiticus. In: Aflatoxin in maize. A proceeding of the workshop. M.S. Zuber, E.B. Lillehoj, and B.L. Rentro. Eds. CIMMYT. El Batán, México, Méx.
- Duncan, W.G., D.L. Shaver, and W.A. Williams. 1973. Insolation and temperature effects on maize growth and yield. *Crop. Sci.* 13:187-191.
- Germen. 1989. El cultivo del maíz: requerimientos climáticos. R. H. Shaw. *Germen*, No. 8. SOMEFI, A.C. México.
- González O., I. 1992. Análisis comparativo sobre aspectos socio-económicos del sector ejidal y pequeña propiedad. Tesis de Licenciatura. Universidad de Matamoros. Matamoros, Tamps. Méx.
- Gutiérrez C., E. 1992. Zonificación agroclimática y edáfica de los principales cultivos bajo riego en el Estado de Nuevo León. Ciclo verano de 1992. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L. Méx.
- Martínez R., L. A. y M. Martínez R. 1982. Cuaderno de trabajo de Genética General, corregido y aumentado. Facultad de

Agronomía. UANL. Marín, N.L. Méx.

Peña, S. D. y M. del C. Durán de B. 1978. Efecto tóxico de las aflatoxinas en la dieta. Ciencia y Desarrollo. Volumen No. XVI. CONACYT. Méx. pág. 61-70.

Peters, D.F., J.W. Pendelton, R.H. Hageman, and C.M. Brown 1971. Effect of night air temperature on grain yield of Corn, wheat and soybeans. Agron. J. 63:809.

Prine, G.M. 1971. A critical period of ear development in maize. Crop Sci. 11:782-786.

Reyes M., C. 1989. Diagnóstico de los problemas que afectaron la producción y calidad de maíz en la zona norte de Tamaulipas en otoño - invierno 1989. INIFAP, SARH. Río Bravo, Tamps. Méx.

Rodríguez del B., L. 1991. Informe sobre el monitoreo de aflatoxinas en 70 lotes comerciales del norte de Tamaulipas, otoño - invierno 1990 - 1991. INIFAP, SARH. Méx.

SARH. 1992. Unidad de Programación y Estadística de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. SARH. Méx.

Sauer, D. B. 1986. Conditions that affect growth of *Aspergillus flavus* and production of aflatoxin in stored maize. In: Aflatoxin in maize. A proceeding of the workshop. M.S. Zuber, E.B. Lillehoj, and B.L. Rentro, Eds. CIMMYT. El Batán, México. Méx.

- Shaw, R.H. 1988. Climate requirement of corn. Corn and corn improvement. third Edition. G.F. Sprague and J.W. Dudley, editors. Madison Wisconsin. USA. 609-638.
- Thompson, L.M. 1986. Climatic change, weather variability and corn production. Agron. J. 78:649-653.
- Valdivia B., R. 1973. Evaluación de rendimiento y características agronómicas de los sorgos híbridos experimentales del INIA en Río Bravo, Tamps. Tesis de Licenciatura. UAT. Cd. Victoria, Tamps. Méx.
- Valero G., J. 1982. Levantamiento fisiográfico de la zona de temporal del área de influencia del Campo Agrícola Experimental de Río Bravo, Tamps. Tesis de Licenciatura. FAUANL. Marín, N.L. Méx.

A P P E N D I C E



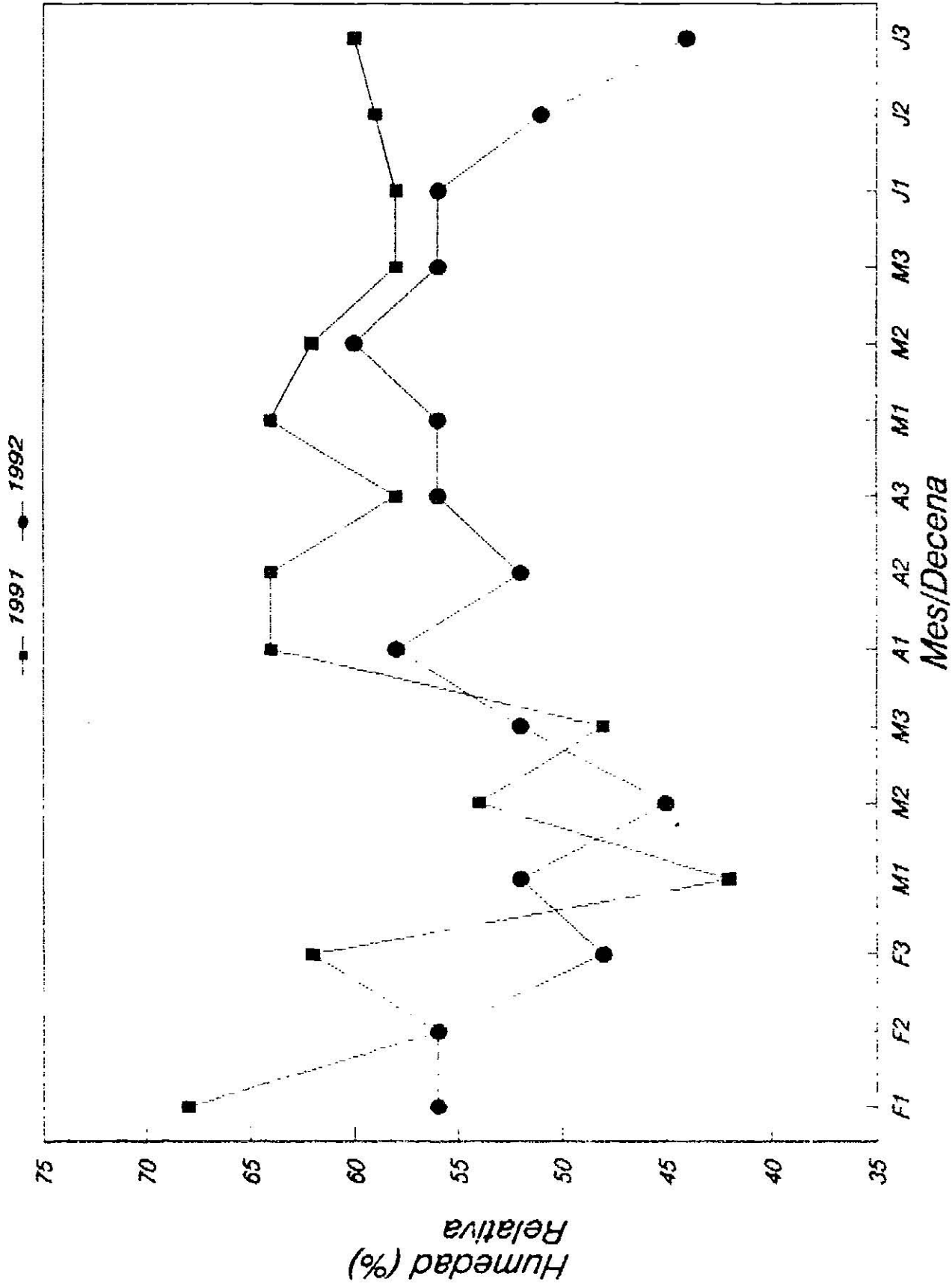


Figura 1A. Humedad relativa media decenal registrada en Rio Bravo Tamaulipas durante 1991 y 1992

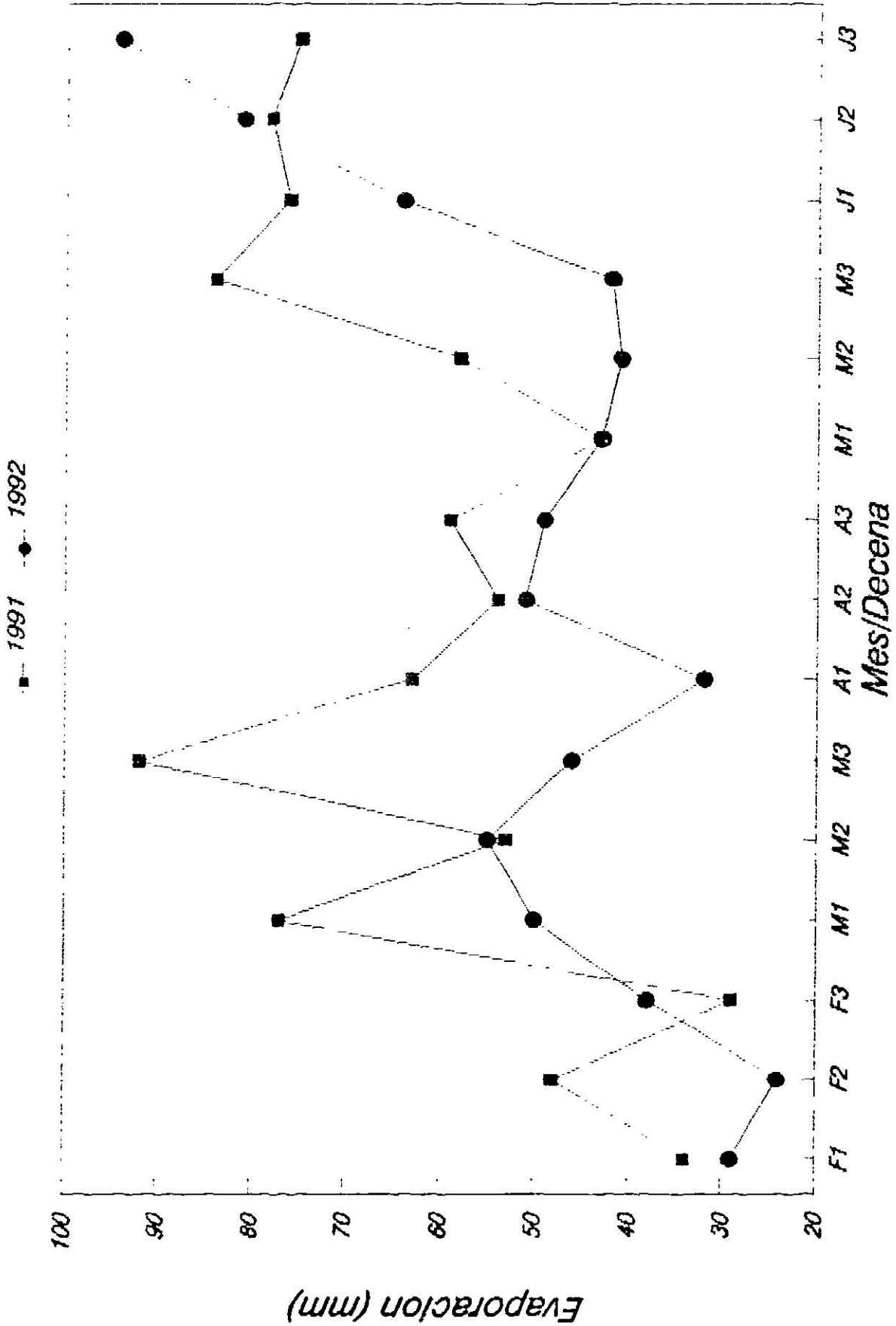


Figura 2A. Evaporacion total acumulada por decena registrada en Rio Bravo Tam en 1991 y 1992

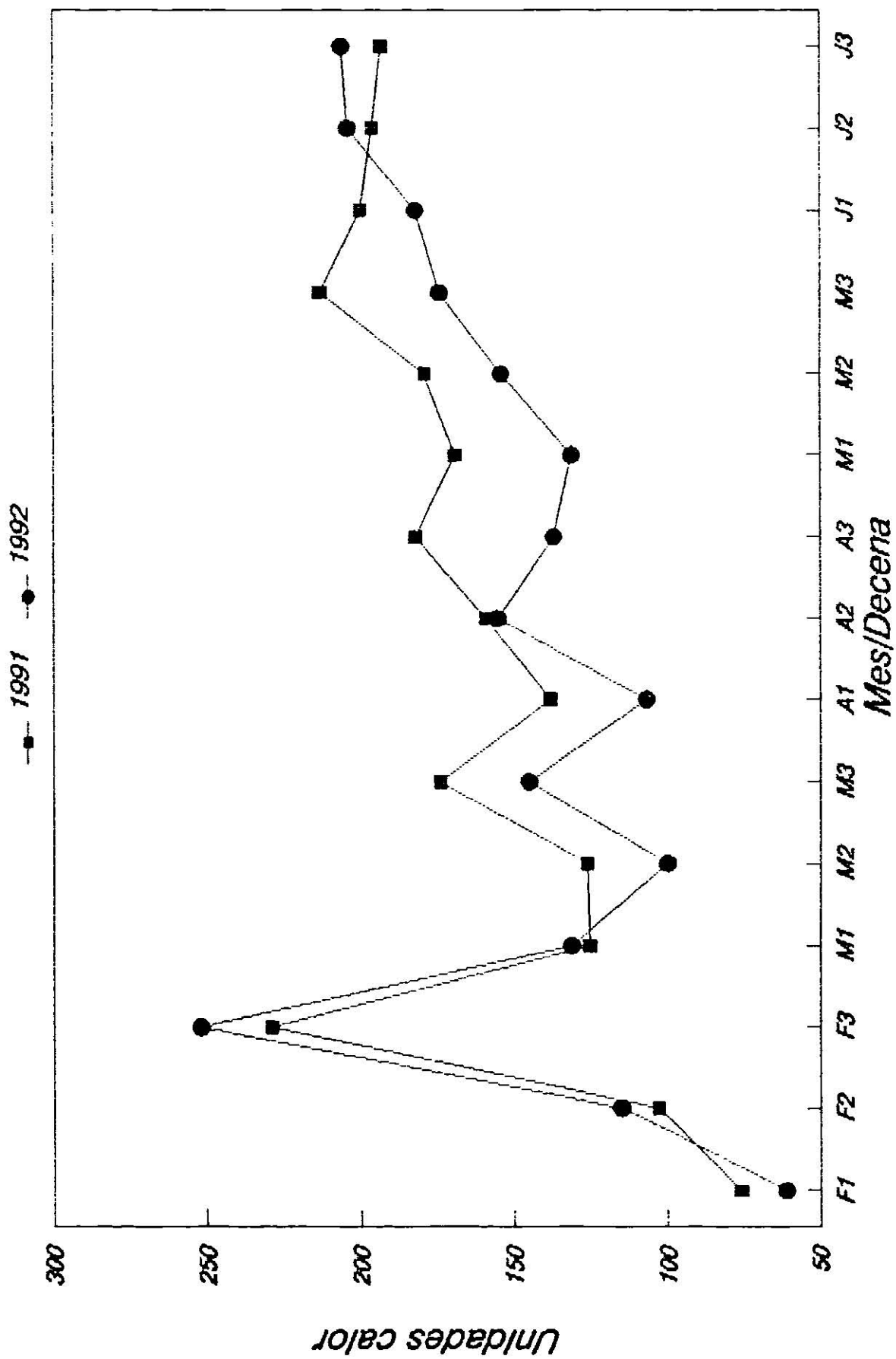


Figura 3A. Unidades calor crecimiento total acumulada por decena registradas en Rio Bravo Tam. en 1991 y 1992

