

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

ESCUELA DE AGRICULTURA



Factores Ambientales y Genotipo en la Polinización del  
Maíz en el Valle de Zapopan.

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

Ingeniero            Agronomo            Fitotecnista

P R E S E N T A :

Jorge Alberto Pérez de la Rosa

Guadalajara, Jal., Mayo de 1981

FACTORES AMBIENTALES  
Y  
GENOTIPO  
EN LA  
POLINIZACION  
DEL MAIZ  
EN EL VALLE DE ZAPOPAN

Jorge Alberto Pérez de la Rosa  
Guadalajara, Jalisco. Mayo de 1981 .

Esta Tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

Guadalajara, Jal., Mayo de 1981

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: M.C. Salvador Hurtado de la Peña

ASESOR: Ing. José Antonio Sandoval Madrigal

ASESOR: Ing. Salvador Mena Munguía

## DEDICATORIA

Por compartir los momentos de tristeza y felicidad y ser todo lo que poseo en la vida, sinceramente a mi familia. De manera muy especial al ser que ha estado más cerca de mí en todo momento, mi madre.

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

Por su diligente y desinteresado apoyo y orientación en todo momento, por vivir intensamente los secretos de las plantas y tener la virtud de transmitir este sentimiento, a mi maestra: Profra. Luz María Villarreal de Puga.

Por transmitirme siempre el afán de superación y consejos - que oportunamente me supo dar, a mi maestro: M. C. Salvador Hurtado de la Peña.

Por el auxilio prestado durante la realización de este estudio. Ings. José Antonio Sandoval Madrigal y Salvador Mena - Munguía.

A Enrique Vargas S., Francisco Villalobos G. y Rafael Guzmán M. por su valiosa colaboración.

Por las facilidades prestadas para la conclusión del presente estudio Ing. Angelberto Peña B.

Por la valiosa aportación de los datos climatológicos, al H. Colegio del Aire.

Al personal del Instituto de Botánica U. de G.

A mis maestros y compañeros.

A todos aquellos que compartieron conmigo momentos de sincera amistad.

o00)0(00o

# C O N T E N I D O

	PAG.
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS .....	1
RESUMEN .....	4
I .- INTRODUCCION .....	6
II .- REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1.- El polen del maíz.....	8
2.2.- Formación del polen .....	9
2.3.- Composición.....	12
2.3.1.- Minerales .....	13
2.3.2.- Carbohidratos y paredes celula-- res.....	13
2.3.3.- Acidos orgánicos, Lípidos y este roles .....	15
2.3.4.- Aminoácidos y proteínas .....	16
2.4- Germinación .....	17
2.5.-Incompatibilidad .....	19
2.6.-Competencia .....	21
2.7.-Viabilidad .....	24
2.8.-Conservación .....	23
2.9.-Acción del medio ambiente y diversos fac tores en la reproducción.....	25
III.- MATERIALES Y METODOS	
3.1.-Zona de estudio .....	28

3.2.- Material genético .....	31
3.3.- Técnica experimental .....	32
3.4.- Aspectos agronómicos .....	34
3.5.- Análisis estadístico .....	35
3.6.- Toma de datos .....	36
<b>IV .- RESULTADOS Y DISCUSION</b> 7	
4.1.- Altura de planta y mazorca .....	38
4.2.- Temperatura y humedad relativa .....	38
4.3.- Días de la siembra a la polinización ..	43
4.4.- Llenado de mazorca .....	45
4.5.- Peso del grano .....	46
4.6.- Análisis de varianza .....	48
4.7.- Prueba de Duncan .....	49
4.8.- Coeficiente de correlación .....	55
4.9.- Comentarios de las gráficas .....	57
<b>V .- CONCLUSIONES</b> .....	59
<b>VI .- APENDICE</b> .....	61
<b>VII.- BIBLIOGRAFIA</b> .....	69

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	PAG.
CUADRO 1.- FACTORES AMBIENTALES REGISTRADOS EN EL CICLO PRIMAVERA - VERANO DE 1979.....	29
CUADRO 2.- TEMPERATURAS Y HUMEDADES RELATIVAS PRE VALECIENTES EN LOS DIAS DE SEPTIEMBRE-- EN QUE SE EFECTUARON LAS POLINIZACIO-- NES .....	39
CUADRO 3.- TEMPERATURA POR VARIEDAD, HORA DE POLI NIZACION Y REPETICIONES.....	41
CUADRO 4.- HUMEDADES RELATIVAS POR VARIEDAD, HORA DE POLINIZACION Y REPETICIONES .....	42
CUADRO 5.- PROMEDIO DE LOS DIAS A POLINIZACION -- DEL HIBRIDO Y CRIOLLO, EN CADA TRATA-- MIENTO Y POR REPETICION.....	44
CUADRO 6.- VALORES MEDIOS DE LAS CALIFICACIONES - DE LLENADO DE MAZORCA, PARA EL HIBRIDO Y PARA EL CRIOLLO EN CADA TRATAMIENTO Y POR REPETICION.....	45

PAG.

CUADRO 7.- PESO DEL GRANO CORREGIDO AL 12 % DE HUMEDAD Y EN Kg./ha. PARA CADA TRATAMIENTO Y REPETICION, EN CADA UNA DE LAS VARIETADES EMPLEADAS .....	47
CUADRO 8.- ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS FACTORES - PARCELAS GRANDES (HIBRIDO Y CRIOLLO) Y - PARCELAS CHICAS (TRATAMIENTOS). CAMPO -- AGRICOLA EXPERIMENTAL LAS AGUJAS, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JALISCO. ESCUELA DE AGRICULTURA U.DE G., CICLO PRIMAVERA-VERANO 1979-79.....	48
CUADRO 9.- RANGOS DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA ENTRE LOS PROMEDIOS DE RENDIMIENTO PARA EL HIBRIDO Y EL CRIOLLO EN LA PRUEBA DE MEDIAS (DUNCAN .05).....	51
CUADRO 10.- RANGOS DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA ENTRE LOS PROMEDIOS DE RENDIMIENTO DEL HIBRIDO Y DEL CRIOLLO ANALIZADOS EN FORMA CONJUNTA EN LA PRUEBA DE MEDIAS.....	53
FIGURA 1. GRANO DE POLEN DE MAIZ HIBRIDO CULTIVADO	8
FIGURA 2. CORTE TRANSVERSAL DE LA ANTERA .....	10

	PAG.
FIGURA 3. CONSTITUCION DE LA ESPORODERMIS .....	11
FIGURA 4. DIMENSIONES DE LA PARCELA EXPERIMENTAL ...	62
FIGURA 5. DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS .....	63
FIGURA 6. RENDIMIENTO DEL HIBRIDO Y DEL CRIOLLO CON RELACION A LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATI VA EN LOS DIAS DE POLINIZACION .....	64
FIGURA 7. RENDIMIENTO DEL HIBRIDO RESPECTO A LA TEM- PERATURA PREVALECIENTE EN LOS TRATAMIENTOS.	65
FIGURA 8. RENDIMIENTO DEL CRIOLLO RESPECTO A LA TEM- PERATURA PREVALECIENTE EN LOS TRATAMIENTOS.	66
FIGURA 9. RENDIMIENTO DEL HIBRIDO RESPECTO A LA HUME DAD RELATIVA PREVALECIENTE EN LOS TRATA--- MIENTOS .....	67
FIGURA 10. RENDIMIENTO DEL CRIOLLO RESPECTO A LA HUME DAD RELATIVA PREVALECIENTE EN LOS TRATA--- MIENTOS .....	68

## R E S U M E N

Con el objetivo principal de investigar el comportamiento del polen de maíz en la polinización controlada y en dos genotipos diferentes, durante algunas horas del día, fue establecido un trabajo en el Valle de Zapopan, Jal., bajo el diseño de tratamientos de parcelas divididas en bloques al azar, en el que las parcelas grandes correspondieron a los maíces: criollo regional e híbrido H-309, las parcelas chicas a la hora de polinización, la cual varió desde las 9 de la mañana hasta las 5 de la tarde, considerando un tratamiento por hora; más un testigo (polinización libre).

Dentro de cada parcela que fue de cuatro surcos, se polinizaron todos los jilotes de los dos surcos centrales, para evaluar al final el rendimiento de grano de un mismo número de plantas cosechadas bajo competencia completa, además, se calificó el llenado de grano y se tomaron los datos climatológicos como: humedad relativa y temperatura, durante las horas del día y en los días en que se efectuaron las polinizaciones.

Los resultados más importantes que se obtuvieron bajo las condiciones específicas del verano de 1979, que se caracterizó por una baja precipitación pluvial, tenemos:

- a).- El criollo rindió significativamente más que el híbrido.
- b).- Prácticamente se puede polinizar de las 10 de la mañana hasta las 5 de la tarde, aunque los mejores resultados se obtuvieron de las 4 a las 5 de la tarde.
- c).- La interacción entre la hora de polinización y la variedad no resultó de importancia.

Por lo anterior se puede concluir que los genotipos empleados por estar adaptados a la región, no mostraron diferencia apreciable en cuanto a la viabilidad del polen; asimismo, las condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa) no fueron lo suficientemente contrastantes como para afectar la vida del polen.

Por último es necesario rectificar los resultados -- con un año más de estudio por lo menos.

o00)0(00o

## 1.- INTRODUCCION

Es de trascendental importancia en la reproducción se xual de las plantas superiores el proceso conocido como po linización, consistente en el paso del grano de polen de la antera al pistilo, ya que casi en todos los frutos que consume el hombre ha sido necesaria la intervención del po len, sin embargo, son muchos los factores a los que se ve expuesto durante dicho proceso, los que en general van en detrimento de su viabilidad; entre otros los ambientales.- Se han hecho estudios tendientes a cuantificar la interven ción de éstos en la polinización, pero, éstos se suscriben al laboratorio o a otras especies. En la actualidad se sabe muy poco de trabajos tendientes a evaluar la acción de los factores ambientales en polinizaciones de maíz en condiciones de campo.

Este trabajo pretende ayudar al conocimiento de la re producción sexual de los vegetales, más especialmente a ra cionalizar el criterio de quienes se encuentran involucrados en el mejoramiento genético del maíz.

Los objetivos principales fueron:

a).- Averiguar los parámetros ambientales en los -----

cuales se desplaza el punto óptimo para la polinización del maíz, en las condiciones ambientales del municipio de Zapopan, Jalisco.

- b).- Descubrir la acción de la temperatura y humedad relativa en cada uno de los genotipos utilizado.

Se pretende demostrar que si las condiciones climáticas no son extremas, se podrá tener un buen éxito en -- las polinizaciones a cualquier hora del día.

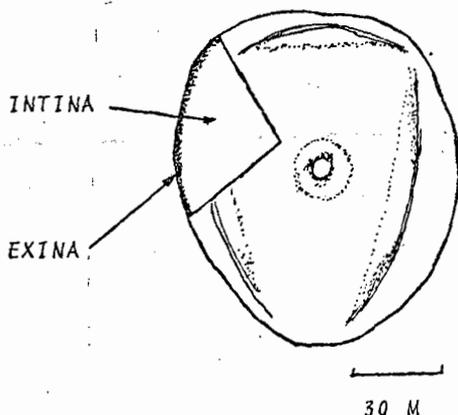
o00)0(00o

## II.- REVISION DE LITERATURA

### 2.1.- El polen de maíz

A diferencia de todos los demás cultivos de grano importantes que son hermafroditos, la planta de maíz tiene separadas las partes florales, masculina y femenina. Las flores estaminadas tienen la función de producir grandes cantidades de polen para fecundar a las flores femeninas del cono. Nadie puede decir la cantidad exacta de granos de polen que produce una panoja vigorosa; se calcula entre 2 y 5 millones por cada panoja de tamaño normal. Esto significa que forma entre 20,000 y 50,000 granos de polen por cada estilo (Aldrich y Leng 1974).

FIGURA 1.- GRANO DE PÓLEN DE MAÍZ HÍBRIDO CULTIVADO



DIAMETRO: 120 M

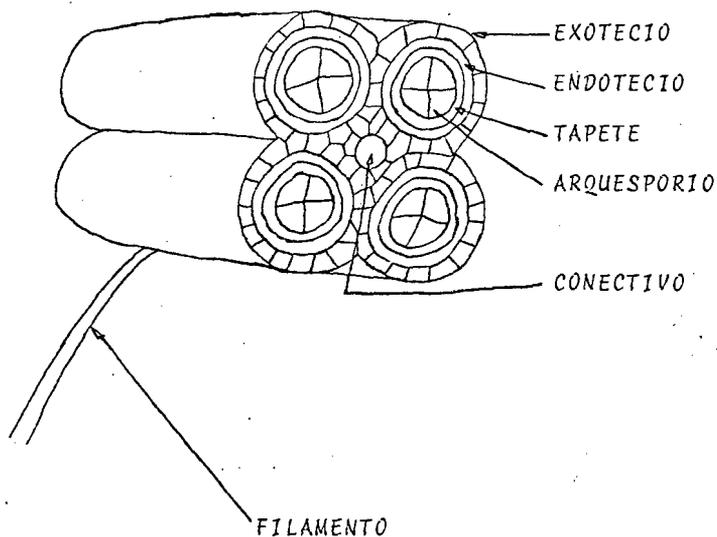
DIAMETRO DEL PORO GERMINATIVO: 7 A 15 M. -  
INCLUYENDO EL ANNULUS.

## 2.2.- Formación del polen.

Respecto a la formación del grano de polen, Saenz (1978), citó en su obra que; el grano de polen o microgametófito en reposo de los espermatófitos (fanerógamas), se origina en el saco polínico o microsporangio, como consecuencia de la meiosis de las células madres del polen, desarrolladas a partir del arquesporio. Los cuatro granos de polen formados tras la reducción son originalmente unicelulares y provistos de una cubierta recia o esporodermis, que pronto, por divisiones sucesivas y características de cada grupo taxonómico de gran rango, se hace pluricelular en su interior.

En las angiospermas, un estambre está constituido por dos partes: el filamento y la antera. La antera -- presenta dos cavidades llamadas tecas, cada una de las cuales encierra dos sacos polínicos. Una antera joven en sección transversal presenta de afuera hacia adentro: la epidermis o exotecio, el endotecio y el tapete. Este último rodea las células madres del polen y desempeña una doble función: de nutrición gracias a su contenido de materias grasas y de intervención en la génesis de la cubierta del grano de polen.

FIGURA 2.- CORTE TRANSVERSAL DE LA ANTERA



Cuando la capa celular fibrosa que envuelve los granos de polen en la antera produce la dehiscencia y se rasga, el polen sale al exterior, entonces dichos granos son transportados por medio del aire, hasta el gineceo o conjunto de órganos femeninos de la flor. Durante dicho traslado el polen está sujeto a una serie de condiciones adversas, por lo que la naturaleza lo ha dotado de una cubierta resistente que lo preserva de su posible destrucción. Esta membrana protectora se conoce con el -

nombre de esporodermis y está formada a su vez por dos - paredes, la más externa recibe el nombre de exina y la - interna de intina.

FIGURA 3.- CONSTITUCION DE LA ESPORODERMIS

E S P O R O D E R M I S	PAREDES	C A P A S		ESTRATOS
		SEXINA	ECTEXINA	TECTUM
	EXINA			INFRACTECTUM
		NEXINA	ENDEXINA	BASE
	INTINA			

La exina es de estructura granular en los granos de polen de maíz.

Por otra parte el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (1969), señala que; las células de las anteras jóvenes, vistas al microscopio, se asemejan mucho entre sí. A medida que la antera se desarrolla, ciertas células en cada uno de los cuatro lóbulos crecen y se diferencian de las células de los tejidos que se encuentran a su alrededor. Cada una de las células desarrolladas origina una célula madre, la cual se divide - dos veces para formar cuatro células hijas - las microsporas, que posteriormente originan los granos de polen.

Linskens (1963), indicó que; el desarrollo del polen está influenciado por varios factores internos y externos. Numerosos genes, los cuales después de las mutaciones forman bloques en el proceso normal de la división mitótica y desarrollo pos-meiótico, gobiernan la formación del polen.

La influencia de factores ambientales puede ser menos intensiva en el suministro de agua y minerales, la deficiencia en agua reduce el tamaño del polen maduro, exactamente de la misma forma que afecta la temperatura elevada durante la noche al tamaño del polen. La luz opaca durante la división de las tétradas, conduce a la esterilidad como resultado de la degeneración de los granos de polen por la poliploidización de las células somáticas. El tamaño de los granos de polen no tiene influencia en la fertilidad, en condiciones de compatibilidad.

### 2.3.- Composición.

Las principales estructuras que forman el grano de polen son:

La membrana (esporodermis), se divide en: la intina, constituida principalmente por pectina, la exina, consti-

tufda por varias capas de esporopolenium, que es un terpeno de peso molecular muy alto.

El pigmento; el color del polen se debe principalmente a los aceites y grasas que se localizan en los agujeros de la exina.

Saenz (1978), menciona que la composición química del polen no está aún totalmente conocida, pero se han hallado las siguientes fracciones (Stanley & Linkens 1974).

#### 2.3.1.- *Minerales*

El polen puro contiene aproximadamente del 20 al 50 % de agua y alrededor de un 4 % de fracción mineral constituida por proporciones variables, de potasio, sodio, fósforo, calcio, magnesio y azufre, principalmente. Elementos como aluminio, cobre, sílice, manganeso, titanio, se han hallado en microcantidades; el boro, cuyas cantidades en la planta son muy variables influye favorablemente en la germinación del polen *in vitro*, por lo que se utiliza para incrementar la producción frutal.

#### 2.3.2.- *Carbohidratos y paredes celulares*

Un 50 % aproximadamente del peso del polen seco --

está constituido por polisacáridos, entre los que se distinguen:

- a).- Azúcares de bajo peso molecular, como fructosa, glucosa, sacarosa, rafinosa y ramnosa.
- b).- Almidón en cantidades variables de 1.4 a 12 % siendo más abundante en las plantas anemófilas, en las que parece tener el mismo papel de reserva que en todo el reino vegetal.
- c).- Calosa, sustancia constituyente de las paredes, no solo de la célula madre del polen, sino también del polen maduro.
- d).- Pectina y hemicelulosas, que se localizan en el polen maduro, en la intina.
- e).- Celulosa en microfibrillos que constituyen la intina y parte de la exina.
- f).- Esporopolenina, cuyo contenido varía entre el 20 y el 40 % del peso total del polen y parece ser un polímero oxidativo de carotenos y esteroides carotenoides.
- g).- Lignina o un material parecido, que a su vez muestra analogías con la esporopolenina.

h).- Carotenoides, que son tal vez los precursores de la esporopolenina.

### 2.3.3.- *Acidos orgánicos, lípidos y esteroides*

Los ácidos orgánicos, aunque escasamente representados en cantidad son: ácido fórmico, acético, oleico, linoléico, palmítico y mirístico. El ácido ascórbico, sin embargo, es más abundante ( en un gramo de polen hay 50 miligramos de vitamina C), lo que parece ser la causa del poder anti-infeccioso del polen.

Lípidos. Los extractos etéreos del polen varían -- del 1 al 20 % del peso seco.

Los saturados son: ácido linoléico, mirístico, esteárico, palmítico, oleico, laurico y araquidónico, entre los insaturados, fosfolípidos como cefalina y lecitina.

Terpenos, como farnesol, geraniol, linalol y B-ionina.

Esteroides como colesterol, estigmasterol y la hormona humana B-estradiol.

#### 2.3.4.- Aminoácidos y proteínas

Todos los aminoácidos esenciales se hallan libres en el polen y en cantidades mayores que en cualquier otra parte de la planta. Representan el 6 % del total del peso del polen seco. Entre ellos abunda más la prolina que alcanza el 1.65% del peso total seco y parece tener una función metabólica relacionada con el tubo polínico. La fracción protéica del polen (18-28% del peso del polen seco) está compuesta por globulinas, albúminas, prolaminas, glutelinas, más las proteínas unidas a grupos no protéicos, como las nucleoproteínas, fosfoproteínas, lipo y glucoproteínas.

También se hallan presentes en el polen ácidos nucleicos ( *DNA y RNA* ), así como enzimas relacionadas con el crecimiento del tubo a través del ovario y con el desarrollo de las paredes del polen. Entre las vitaminas se hallan la C, E y el complejo B.

Otros compuestos químicos hallados en el polen son los pigmentos carotenoides y flavonoides, así como hormonas reguladoras del crecimiento, como el ácido indol acético, que favorece la formación del fruto a partir del ovario después de la polinización.

#### 2.4.- Germinación

Mascarenhas (1975), asentó que el polen, en su mayoría, se puede hacer germinar en el laboratorio, en medios relativamente sencillos, sin embargo, son muy pocos los que alcanzan igual desarrollo in vitro al que alcanzan en el estilo.

En la mayoría de las plantas la germinación y el crecimiento del tubo son razonablemente rápidos, el período de la polinización a la fertilización varía entre 6 y 48 horas, sin embargo, el promedio de crecimiento varía ampliamente entre las diferentes plantas. Por ejemplo, los promedios de crecimiento del tubo de polen de *Tradescantia*, *Zea*, *Crepis* y *Taraxacum* son cerca de 1, 6, 15 y 35 mm. por hora respectivamente. El promedio de incremento en el área de la superficie es muy grande en plantas con un promedio rápido de crecimiento del tubo polínico, tales como el maíz, el tubo tiene que crecer hasta 50 cm. antes de entrar al saco embrionario.

A diferencia del núcleo generativo, los núcleos vegetativos son muy difusos y están rodeados por una gran cantidad de citoplasma rico en organelos. Este citoplasma forma la masa del grano de polen.

En la actualidad está bien establecido que durante la

germinación y crecimiento del tubo polínico, la síntesis de proteínas y del RNA existen.

Meyer (1976), menciona que, el grano de polen y el tubo polínico representan al gametofito masculino. Un grano de polen recién formado contiene dos núcleos, el núcleo del tubo (llamado también núcleo vegetativo) y el núcleo generativo. Este último posteriormente se divide, en el mismo grano o en el tubo polínico, formando dos anterozoides, que son las gametas masculinas.

Córdova (1976), indicó que al realizar un cultivo de granos de polen *in vitro*, el tubo polínico se desarrollaba cuando los granos se "amontonaban", generalmente, de cuatro en cuatro, pero este crecimiento nunca se completaba para granos aislados. Se supuso, entonces, la existencia de una sustancia difusible, desencadenante del proceso, cuya concentración era mayor en grupos de granos, que en granos aislados, lo cual favorecía el desarrollo del tubo. Parecía, además, que tal sustancia era necesaria para la consecución del desarrollo total, como se deducía del hecho de que un grano aislado podía iniciar la emergencia del tubo pero no completar el desarrollo.

## 2.5. - Incompatibilidad

Meyer (1976), asienta que aparte de las condiciones ambientales, el crecimiento del tubo polínico está muy influido por el grado de compatibilidad fisiológica entre el tubo polínico y los tejidos del pistilo.

Por su parte House y Nelson (1958), al trabajar con dos cruza de maíz estériles y utilizando como trazador - el fósforo 32, encontraron que; a el crecimiento del tubo polínico en las primeras 2 a 8 horas fué de cerca de 12 mm. por hora. Después de 8 horas no hubo crecimiento, aparentemente la reacción resultante de la esterilidad comenzó inmediatamente después de la germinación e inhibió el crecimiento más y más hasta que el desarrollo cesó.

Heslop (1975) señaló que una película en la superficie del estigma forma un sitio receptor para las paredes - protéicas del esporofito, La unión está asociada con el incremento de una actividad citoquímica detectable de la hormona esterasa (tal como lo afirma Ahokas 1976), y la erosión de la cutícula de la papila del estigma comienza antes de la emergencia del ápice del tubo polínico.

-Las reacciones de rechazo son célula por célula, con mucha frecuencia entre una pareja del grano de polen con -

la papila del estigma; la reacción de rechazo no es compartida a través del estigma.

El grano de polen puede presentar los siguientes aspectos negativos:

- a).- Fracasas en la germinación sin ninguna anomalía evidente fenotípica.
- b).- Comenzar a germinar, pero produciendo un desarrollo muy corto del tubo que pronto se ve suspendido.
- c).- Producir un tubo que intente la penetración, la cual es frustrada e inmediatamente después gana una deposición callosa.

En cuanto al estigma, el contacto con un grano de polen incompatible es seguido de un acrecentamiento de ciclosis y permeabilidad y por lo tanto una rápida deposición callosa.

Aguirre (1977), señala haber encontrado una influencia del genotipo de los estilos en la velocidad de crecimiento de los tubos polínicos y por ende, la habilidad del

polen para fecundar puede ser menor, siempre y cuando no estén presentes alelos de los factores gametofíticos, los cuales originan problemas de incompatibilidad entre algunas razas de maíz.

La velocidad de crecimiento de los tubos polínicos interacciona fuertemente con los factores ambientales y con el genotipo de los granos de polen.

Por otra parte, encontró que el tamaño del grano de polen es significativo cuando se encuentra compitiendo en el desarrollo del tubo polínico.

#### 2.6.- Competencia

Van Der Walt, citado por Aguirre (1977), llevó a cabo dos experimentos con el objeto de estudiar los factores que influyen en la competencia del polen de maíz al fecundar. En el primero, polinizó con mezclas de polen (Y)\* y (y)\* en igual proporción, efectuando posteriormente cortes de los estilos polinizados a diferentes intervalos de tiempo; en el segundo, sometió las mezclas de polen a diferentes factores ambientales, tales como bajas temperaturas -- (4 a 5°C) y exposición a la luz solar. Los resultados que este autor obtuvo son:

\* Genes para el color del endosperma, Y dominante amarillo, y recesivo blanco.

- a).- Los tubos polínicos crecieron una pulgada en 4 a 5 horas en los estilos.
- b).- Hubo diferencia marcada en la velocidad de crecimiento de los tubos polínicos en las diferentes mezclas de polen.
- c).- Hubo cierto antagonismo entre el polen y los tejidos estigmáticos, el cual se manifestó más --- bien, en la germinación de los granos de polen y no en el crecimiento de los tubos polínicos.
- d).- La exposición de las mezclas a bajas temperaturas y a la luz solar alteró la capacidad competitiva de los tubos del polen para fecundar en forma diferencial, encontrándose que el polen - (Y) y fué más afectado que el (y).

Pfahler (1965), al tratar de encontrar la habilidad de los granos de polen en la fertilización del maíz, registró, que el parentesco masculino puede ejercer alguna influencia en la habilidad de fertilización del polen producido por causas simples.

A su vez, Paterniani (1969), cuando trabajó en la se

lección para la reproducción aislada entre dos poblaciones de maíz, no encontró diferencia detectable entre los granos de polen cuando se utilizaron en mezclas.

### 2.7.- Viabilidad

Ñopo y Carrillo (1977), al investigar sobre la viabilidad del polen de maíz in vitro, encontraron que:

- a).- La temperatura óptima fué de 30°C.
- b).- Se obtuvieron mejores resultados al incubar el polen en la oscuridad.
- c).- Las observaciones pueden realizarse después de un período de incubación de 2 a 5 horas.

El hecho de que en todos los casos el polen se sembró en cajas de Petri; la humedad ambiental no afectó el proceso de germinación. Bajo estas condiciones de cultivo, se obtuvieron resultados de hasta 49.9% de germinación de polen de maíz.

Por su parte, Luna *et al.* (1976), hicieron un estudio comparativo de la viabilidad del polen de diversas razas de maíz, usando el medio de cultivo de Chang y Struckmeyer ---

(1976) y con las condiciones señaladas por Ñopo y Carrillo (1976), utilizaron polen de diversas líneas de maíz. Encontraron que para tener el maíz alto porcentaje de germinación, el polen debe mantenerse por lo menos: de una hora a hora y media descubierto a la sombra ambiental (23°C), más dos horas cubierto a la sombra (23°C) ó aproximadamente una hora expuesto al sol (37 a 40°C). Asimismo, al sembrar los granos de polen deben quedar prácticamente pegados uno con otro en el medio de cultivo.

#### 2.8.- Conservación

Respecto al almacenamiento, Linskens (1963), realizó una revisión literaria, de la cual se desprende que las condiciones más favorables para conservar el polen vivo son; entre 10 y 50% de humedad relativa, con excepción del polen de las gramíneas, el cual muere rápidamente en condiciones de resequedad. El grado de humedad es el factor más importante en el almacenamiento del polen. El decremento del contenido de agua en el polen aumenta la resistencia a la temperatura y a los daños mecánicos.

Varios trabajos han demostrado que las temperaturas bajas no dañan el polen. Asimismo, se ha observado que después de un período corto de temperatura bajo cero, al ponerse a germinar en condiciones ambientales aumenta el

por ciento de germinación, lo cual se debe a la liberación de varias enzimas.

Johri y Vasil (1961), en su trabajo acerca del efecto de la humedad y temperatura en la fisiología del polen, hicieron una gran recopilación literaria y señalan que; en contraste con la relativa gran viabilidad que guardan los granos de polen de casi todas las especies cuando son almacenados a bajas humedades relativas (10-15%) y bajas temperaturas (0-10°C), el polen de las gramíneas tiene un período de duración relativamente corto y lo que es favorable para la mayoría del polen de las demás plantas es decididamente dañoso para las gramíneas, Knowlton (1922), menciona que la máxima longevidad del polen de maíz se obtiene entre el 50 y 80% de humedad relativa, Concluyó que la desecación parece ser una de las causas más importantes de la muerte de los granos de polen durante el almacenamiento. Por su parte Daniel (1955), reportó que el polen de *Zea mays* permanece viable después de 10 días a 7°C y con una humedad relativa de 50 a 70%. Algunos investigadores han comprobado también que los mejores resultados en el crecimiento de los tubos polínicos se realiza entre los 15 y 21°C.

2.9.- *Acción del medio ambiente y diversos factores en la reproducción.*

Meyer (1976), señala que la velocidad absoluta de la elongación de los tubos polínicos está marcadamente influída por las condiciones ambientales, especialmente por la temperatura. En el tomate, por ejemplo, la máxima velocidad se presenta a los 20°C, y es menor a temperaturas - más altas o más bajas.

Chang y Struckemeyer (1976), investigaron la in----fluencia de la temperatura, hora del día y edad de la ---flor en la germinación del polen, receptibilidad del es--tigma, crecimiento del tubo polínico y fijación del fruto en la cebolla. Utilizaron dos líneas fértiles masculinas y dos androestériles, en tres recipientes vítreos, con - temperatura de 24, 35 y 43°C, obteniéndose los siguientes- resultados:

- a).- La época de floración, la longevidad y la viabilidad del polen fueron afectados por la temperatura.
  
- b).- No hubo diferencia considerable en el porcentaje de germinación en las dos líneas masculinas fértiles, el polen se colectó de las flores a la - misma edad.
  
- c).- A los 24°C, la receptibilidad del estigma fué ma

yor al 4o. día; a los 35°C en el 3o. a los 43°C en el primero después de la antesis.

- d).- La germinación del polen comenzó media hora después de haber sido colectado en los estigmas, a las tres diferentes temperaturas.
- e).- Los tubos polínicos alcanzaron el máximo punto de crecimiento 12 horas después de la polinización.
- f).- El porcentaje más alto de fructificación fue a los 35°C.
- g).- Las semillas obtenidas por ovario fueron 2.57, - 3.20 y 1.66 para 25, 35 y 43°C respectivamente.

o00)0(00o

### III.- MATERIALES Y METODOS

#### 3.1.- Zona de estudio

- a).- Localización.- La parcela se localizó en el Campo Experimental de la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, ubicado en el predio Las Agujas, Ejido de Nestipac, municipio de Zapopan, Jalisco.

Jalisco es el principal productor de maíz en la República y esta área se caracteriza por ser de las de mayor producción en el Estado.

Geográficamente este lugar se encuentra:

Altitud	1 680 Mts. S.N.M.
Latitud	20°45' N
Longitud	103°31' W

- b).- Clima: Los datos correspondientes al ciclo Primavera - Verano de 1979 se encuentran en el cuadro No. 1

CUADRO No. 1 FACTORES AMBIENTALES REGISTRADOS EN EL CICLO PRIMAVERA-VERANO DE 1979.

MES	PRECIPITACION TOTAL (MM)	PRESION ATM. MED. (MM Hg)	TEMPERATURA MED. (°C)	VIENTO DOM. MAX. (Km/Hr)	HUM. RELATIVA MED. (%)
JUNIO	88.1	634.7	23.6	ESE 50.4	58.3
JULIO	331.3	634.8	22.4	NW 62.3	72.9
AGOSTO	248.1	634.6	21.1	E 66.9	74.3
SEPTIEMBRE	138.4	633.6	21.0	E. 50.4	73.4
OCTUBRE	0.0	634.5	20.6	ESE 43.2	62.4

MES	INSOLACION TOT. (HRS.)	EVAPORACION TOT. (MM)
JUNIO	216.1	148.08
JULIO	145.2	147.86
AGOSTO	155.5	108.57
SEPTIEMBRE	168.0	110.88
OCTUBRE	259.6	134.76

DATOS OBTENIDOS DEL BOLETIN No. 175 DEL INSTITUTO DE ASTRONOMIA DE LA U. DE G.

c).- Suelos: El tipo de suelo de la región es REGOSOL EURICO\* con una textura MEDIA a 30 cm. de profundidad.

Ortiz M. (1963) señala que el material del que se derivan estos suelos, tuvo su origen en las emisiones del volcán del Colli, por lo que presenta en su constitución, - pequeñas bombas de lapilli, arenas y cenizas de carácter pomoso, habiéndose depositado la capa más gruesa al Oeste - del Valle de Guadalajara y las arenas y cenizas en áreas -- más alejadas.

El pH es de 5.4 a 6.5, clasificándose de ácido a medianamente ácido. Tiene un bajo contenido de materia orgánica, inferior al 2 %, por lo que se cataloga de pobre.

Los suelos son ricos en Potasio y pobres en Nitrógeno, Fósforo, Calcio y Magnesio.

Es característico de este tipo de suelos su capacidad para retener la humedad, lo cual permite a los agricultores de la región realizar las siembras llamadas de humedad residual, obteniendo cosechas antes que en otras zonas del Estado. Esto es debido a la gran porosidad que caracteriza a las arenas pomez.

\* Fuente: Carta CETENAL F-13-D-65

### 3.2.- *Material Genético*

Para los propósitos de este trabajo se utilizaron:

Maíz H-309, híbrido doble, intermedio, formado en el Bajío y recomendado para siembras de buen temporal, humedad residual o punta de riego en la zona Centro de Jalisco. El promedio de altura de planta es de 2.70 m., su floración masculina se presenta alrededor de los 80 días después de la siembra para culminar su ciclo vegetativo en -- 140 días. Su grano es de color blanco.

Maíz Regional Criollo, conocido en la zona con el nombre de "Pozolero", por las dimensiones que alcanzan sus granos, o "Máiz de Ocho", aludiendo al número de hileras.- Se acostumbra sembrarlo una vez que ya se ha establecido el temporal. Es poco susceptible a plagas. En suelos bien preparados y con buen temporal es posible obtener rendimientos de hasta 4 ó 5 ton. por ha. El precio que alcanza este maíz en el mercado es el mejor aliciente que tienen los agricultores para sembrarlo. Sus granos suelen ser de color blanco o rojo obscuro.

### 3.3.- Técnica Experimental

La distribución se realizó de acuerdo al diseño de Parcelas Divididas. El análisis estadístico de esta clase de experimentos tiene su fundamento en el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + \gamma_j + N_{ij} + \alpha_k + (\gamma\alpha)_{jk} + E_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, r, \quad j = 1, 2, \dots, p, \quad k = 1, 2, \dots, q$$

Donde  $\mu$  es un efecto general,  $B_i$  el efecto del bloque  $i$ ,  $\gamma_j$  el efecto del tratamiento  $j$ ,  $\alpha_k$  el efecto del subtratamiento  $k$ ,  $(\gamma\alpha)_{jk}$  la interacción entre el tratamiento  $j$  y el subtratamiento  $k$  y  $N_{ij}$  así como  $E_{ijk}$  son los elementos aleatorios del error. Los  $N_{ij}$  tienen media 0, varianza  $\sigma_1^2$  y no tienen correlación entre sí. Los  $E_{ijk}$  tienen media 0, varianza  $\sigma_2^2$  y no tienen correlación entre sí ni con los  $N_{ij}$ . Finalmente,  $Y_{ijk}$  es la observación del bloque  $i$ , con el tratamiento  $j$  y el subtratamiento  $k$ .

Estuvieron representadas como parcelas grandes maíz criollo e híbrido, con cuatro repeticiones. Los bloques fueron sorteados dentro de cada repetición. Como parcelas chicas se consideró a los tratamientos (9), que estuvieron dispuestos al azar dentro de cada bloque (ver anexo fig. 1). Estos consistieron en efectuar polinizaciones ma

nuales cada hora, mediante cruza fraternales desde las 9 a.m. hasta las 5 p.m., más un tratamiento testigo, que se dejó a libre polinización.

TRATAMIENTO	HORA DE POLINIZACION
1	9 - 10
2	10 - 11
3	11 - 12
4	12 - 13
5	13 - 14
6	14 - 15
7	15 - 16
8	16 - 17
9	TESTIGO

En cada hora de tratamiento se registraron la temperatura y humedad relativa para evaluarlos de acuerdo al rendimiento de las parcelas.

Cada repetición consistió en dos bloques, uno de híbrido y otro de criollo, a los cuales se les aplicó los nueve tratamientos, cada uno de éstos estuvo representado por cuatro surcos de 5 m. de longitud (ver figura 2, distribución de tratamientos). La distancia entre surcos fué de 80 cms. y entre plantas 25 cms. para tener una densidad total de ----- 50,000 plantas por hectárea.

### 3.4.- Aspectos Agronómicos

La preparación del terreno fué con las prácticas comunes de la región, barbecho, rastreo y surcado.

La siembra se llevó a cabo el día 2 de Julio de 1979, en forma manual y consistió en tirar 3 semillas por golpe - en la costilla del surco ( de tapa ).

La fertilización se hizo de acuerdo al tratamiento - 120-40-00, aplicando; la mitad del nitrógeno y todo el fósforo en la siembra, además, se incluyó insecticida para combatir plagas del suelo. El resto del nitrógeno fué aplicado en la escarda.

Se deshirió con azadón en la primera fase del cultivo. A los 30 y 45 días se aplicó una mezcla de herbicidas. Sus principales malezas que estuvieron presentes fueron: zacate (*Brachiaria sp.*), quelite (*Amaranthus sp.*), coquillo (*Cyperus sp.*).

A los 25 días después de la siembra se efectuó un aclareo, consistente en dejar una planta por mata.

Durante el ciclo vegetativo fué necesario aplicar - cuatro veces insecticida granulado contra el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y tres aplicaciones de in-

secticida soluble contra el frailecillo (*Macroductylus* sp.)

### 3.5.- Análisis Estadístico

Para el modelo Parcelas Divididas corresponde el siguiente cuadro de análisis de variación.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	ESPERANZA DEL CUADRADO MEDIO
Bloques	$r - 1$	SC Bloque	CM Bloque	
Tratamientos (T)	$P - 1$	SC Trat.	CM Trat.	
Error 1	$(r-1)(p-1)$	$SCE_1$	$CME_1$	$\sigma_1^2 + q\sigma_2^2$
Subtratamientos (S)	$q-1$	SCS	CMS	
T X S	$(p-1)(q-1)$	SCTS	CMTS	
Error 2	$p(r-1)(q-1)$	$SCE_2$	$CM_2$	$\sigma_1^2$
Total	$rpq-1$	SC total		

Se aplicó la prueba de Duncan al 5 %, comparando los promedios de rendimiento de los tratamientos.

Se realizaron correlaciones del rendimiento con cinco variables:

- 1.- Peso de grano por mazorca
- 2.- Calificación de llenado de mazorca
- 3.- Humedad relativa
- 4.- Temperatura
- 5.- Días a polinización

### 3.6.- Toma de datos

Con el fin de identificar en la parcela los tratamientos, éstos se etiquetaron, de acuerdo al plano original de referencia.

Se contaron las plantas polinizadas por tratamiento en todos los bloques, escogiéndose el número inferior de plantas que se desarrollaron bajo competencia completa, para así tener la misma cantidad a cosechar en cada horario.

Las mazorcas se calificaron individualmente y en forma visual de acuerdo al llenado, utilizándose una escala de 1 a 5. Posteriormente se desgranaron y se pesaron por separado, de conformidad con el tratamiento y el día en que fueron polinizadas.

Escala de calificación de llenado de mazorca:



Con el fin de determinar el porte alcanzado por las plantas, se midió la altura total y también a la mazorca superior.

Se realizó un muestreo de humedad en el grano y la evaluación se hizo sobre el 12 % de la humedad.

Los datos climatológicos de temperatura y humedad relativa fueron proporcionados por el Colegio del Aire que se encuentra ubicado a 5 Km. ENE del sitio de la experiencia.

000)0(000

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.- *Altura de planta y mazorca*

Para conocer la altura de la planta y de la mazorca superior se midieron treinta plantas al azar, con competencia completa en cada bloque, obteniéndose como medida promedio:

	Altura de planta	265.21 cms.
Híbrido		
	Altura de mazorca	126.96 cms.
	Altura de planta	273.35 cms.
Criollo		
	Altura de mazorca	135.74 cms.

4.2.- *Temperatura y humedad relativa*

Los tratamientos consistieron en medir la viabilidad del polen de acuerdo al rendimiento. Los principales factores limitantes de ella son la temperatura y la humedad relativa. A continuación se muestra un cuadro en el que aparecen éstas y las que prevalecieron en los distintos tratamientos en los días en que se llevaron a cabo!

CUADRO 2: TEMPERATURAS Y HUMEDADES RELATIVAS PREVALECIENTES EN LOS DIAS  
DE SEPTIEMBRE EN QUE SE EFECTUARON LAS POLINIZACIONES

DIAS	1		2		3		4		5		6		7		8		9		Σ	
	TEMP.	H. R.																		
11	18	90	20	70	20	80	22	80	23	70	22	75	21	82	22	75	22	82.5	21.11	76.61
12	20	85	20	80	21	70	21	70	22	80	23	80	24	65	24	65	18	82.5	21.44	75.27
13	19	90	20	90	22	70	23	70	24	64	25	60	24	80	20	100	21	82	22	78
15	18	85	20	85	22	70	23	70	23	60	24	60	25	65	25	65	21.5	77.5	22.38	68.61
17	18	88	20	80	22	76	23	76	24	55	25	67	28	80	26	90	18.5	77.5	22.72	77.05
19	19	90	21	85	22	85	24	85	25	70	26	70	27	65	28	65	21	82.5	23.66	76.94
20	20	80	22	80	23	65	24	65	24	60	27	55	27	50	27	50	21	75	23.88	63.88
22	20	70	21	65	23	58	22	58	21	64	20	64	20	71	20	64	19.5	79	20.72	66.66
24	17	50	19	45	21	35	22	35	23	45	24	40	25	50	25	35	15	67.5	21.22	45.83

El mínimo de plantas polinizadas en todos los tratamientos fué de 25, que fueron polinizadas en distintos días. Esto presentó el problema de asignarle un valor a cada una de las horas de polinización, Para solucionarlo, se procedió a multiplicar el número de polinizadas por la humedad relativa o por la temperatura, según el caso, que prevalecieron en cada hora y día en que se polinizaron. Estos valores se sumaron (tantos como número de fechas existieron para cada tratamiento) y se dividieron entre 25, con esto se obtuvo la media para cada horario, en sus cuatro repeticiones, que se muestran en los cuadros siguientes:

CUADRO 3: TEMPERATURA POR VARIEDAD, HORA DE POLINIZACION Y REPETICIONES

VARIEDAD TRATAMIENTO	I	II	III	IV	X	
1	19.68	19.84	17.40	19.89	19.20	
2	20.52	20.32	20.44	20.44	20.43	
3	22.24	21.32	22.04	21.76	21.84	
4	23.04	22.96	22.92	23.58	23.13	
HIBRIDO	5	23.81	23.12	22.36	22.88	23.04
	6	23.72	25.64	22.56	22.00	23.48
	7	24.84	24.16	24.60	24.25	24.46
	8	24.80	24.60	25.04	25.91	25.09
	9					19.72
	1	19.60	19.92	19.68	19.68	19.72
	2	20.64	20.52	20.80	19.91	20.47
	3	21.16	22.04	22.44	21.36	21.75
	4	22.56	22.52	23.00	22.80	22.72
CRIOLLO	5	23.08	22.76	23.60	23.24	23.17
	6	22.84	22.92	23.24	24.12	23.28
	7	22.32	24.48	23.52	23.56	23.47
	8	24.32	23.40	24.16	23.04	23.75
	9					19.72

CUADRO 4: HUMEDADES RELATIVAS POR VARIEDAD, HORA DE  
POLINIZACION Y REPETICIONES.

VARIEDAD TRATAMIENTO	I	II	III	IV	X	
HIBRIDO	1	78.80	76.80	76.00	76.05	76.91
	2	76.60	68.40	67.80	74.40	71.80
	3	74.40	70.21	66.72	50.84	65.54
	4	71.20	73.40	64.80	76.84	71.56
	5	64.05	63.32	62.48	75.00	66.21
	6	63.48	63.16	63.40	63.25	63.32
	7	65.84	69.64	66.68	67.10	67.32
	8	69.76	69.92	62.92	63.70	65.13
	9					78.44
CRIOLLO	1	78.00	76.00	78.80	75.60	77.10
	2	78.20	78.60	76.80	71.36	76.24
	3	65.42	77.68	72.32	67.96	70.85
	4	65.60	67.20	70.20	68.20	67.80
	5	60.16	62.84	65.88	61.16	62.51
	6	65.20	64.00	64.52	65.16	64.72
	7	66.88	71.28	68.68	69.52	69.09
	8	68.32	64.36	69.52	61.96	66.04
	9					78.44

Como se podrá apreciar existió poca variación entre los valores de los distintos horarios, de polinización en la temperatura y en la humedad relativa.

#### 4.3.- *Días de la siembra a la polinización*

Las polinizaciones por efectuarse en distintos días, crearon la necesidad de trabajar con promedios; para lo -- cual se multiplicaron los días a polinización de las dife- rentes fechas con el número de mazorcas de cada una de --- ellas, y el producto se dividió entre 25. A continuación - se muestran los cuadros con los resultados obtenidos por - tratamiento y por repetición para cada variedad.

CUADRO 5 : PROMEDIOS DE LOS DIAS DE POLINIZACION DEL HIBRIDO Y CRIOLLO, EN CADA TRATAMIENTO Y POR REPETICION.

VARIEDAD	TRATAMIENTO	I	II	III	IV	$\bar{X}$
HIBRIDO	1	81	77	81	81	80.00
	2	80	81	82	80	80.75
	3	80	81	81	83	81.25
	4	78	80	80	79	79.25
	5	78	80	81	80	79.75
	6	81	79	81	79	80.00
	7	81	80	81	82	81.00
	8	78	81	81	80	80.00
	9					72.00 *
CRIOLLO	1	84	81	80	78	80.75
	2	78	79	81	79	79.25
	3	79	79	82	76	79.00
	4	80	80	80	81	80.25
	5	81	81	78	77	79.00
	6	81	81	80	81	80.75
	7	81	81	81	80	80.50
	8	80	80	80	81	80.50
	9					73.00 *

\* Este valor corresponde a la más alta producción (grs./maz.), para el híbrido el día 12 de Septiembre, lo que comprende un lapso de 72 días, para el criollo, el 13 del mismo mes, que corresponde a 73 días a la polinización.

## 4.4.- Llenado de mazorca

En el cuadro No. 6 se muestran los valores medios de las calificaciones visuales del llenado de mazorca, por tratamientos y repeticiones en cada una de las variedades empleadas.

CUADRO: 6 VALORES MEDIOS DE LAS CALIFICACIONES DE LLENADO DE MAZOARCA, PARA EL HIBRIDO Y PARA EL CRIOLLO, EN CADA TRATAMIENTO Y POR REPETICION.

VARIEDAD	TRATAMIENTO	I	II	III	IV	$\bar{X}$	
HIBRIDO	1	3.00	2.72	2.76	2.20	2.67	
	2	2.60	2.76	2.12	2.44	2.48	
	3	3.04	2.60	2.40	1.88	2.48	
	4	2.96	2.16	2.60	2.21	2.48	
	5	3.28	2.32	3.44	2.93	2.99	$\bar{X} = 2.78$
	6	3.88	2.76	2.88	3.76	3.32	
	7	3.16	2.72	2.96	3.11	2.99	
	8	3.36	3.32	2.56	2.12	2.84	
	9	4.04	3.64	3.64	3.84	3.79	
CRIOLLO	1	3.04	2.72	2.56	2.20	2.63	
	2	3.08	2.28	3.00	2.09	2.61	
	3	3.64	2.92	2.52	3.04	3.03	
	4	3.12	2.32	3.16	2.52	2.78	
	5	3.12	2.64	3.16	2.16	2.77	$\bar{X} = 2.82$
	6	3.00	2.24	2.44	3.12	2.95	
	7	2.32	3.16	2.68	2.60	2.69	
	8	3.56	3.12	2.88	3.04	3.15	
	9	4.00	3.88	3.92	3.96	3.94	

Se puede fácilmente apreciar como la primera repetición tanto en el híbrido como en el criollo, fué superior a las demás. En el tratamiento número 9 (testigo), se mostraron las mazorcas más llenas en ambas variedades.

#### 4.5.- *Peso del grano*

Una vez efectuadas las calificaciones se procedió a desgranar las mazorcas y pesarlas separadamente por tratamientos y días a polinización.

En el cuadro No. 7 se muestra el peso del grano corregido al 12 % de humedad, y elevado a Kgs./ha. (en números redondos), arreglado en los distintos tratamientos y repeticiones para cada una de las variedades.

CUADRO 7 : PESO DEL GRANO CORREGIDO AL 12 % DE HUMEDAD Y EN KG./HA. PARA CADA TRATAMIENTO Y REPETICION, EN CADA UNA DE LAS VARIEDADES EMPLEADAS.

HIBRIDO

	I	II	III	IV	TOTAL	$\bar{X}$
1	1581	2887	2509	2621	9598	2399.50
2	3407	2897	1867	2020	10191	2547.75
3	2356	2632	1958	1357	8303	2075.75
4	3223	1642	2224	2581	9670	2417.50
5	3203	1989	3182	1816	10190	2547.50
6	3427	2958	2519	1397	11301	2825.25
7	2550	2479	2703	2254	9986	2496.50
8	3896	4111	3009	2162	13178	3294.50
9	5182	4427	3835	4570	18014	4503.50

$\bar{X} = 2789.75$

CRIOLLO

	I	II	III	IV	TOTAL	$\bar{X}$
1	3295	2774	2244	1479	9792	2448.00
2	3509	2846	2754	1897	11006	2751.50
3	2672	2305	2183	2887	10047	2511.75
4	3417	2581	3641	2101	11740	2935.00
5	3254	2448	3631	2351	11680	2921.00
6	3335	3386	2723	3213	12657	3164.25
7	1958	3601	2020	2509	10088	2522.00
8	4294	3223	2550	2876	12943	3235.75
9	4733	6222	4641	4610	20206	5051.50

$\bar{X} = 3060.08$

Se aprecia claramente como la producción del criollo superó a la del híbrido

## 4.6.- Análisis de varianza

Con los datos obtenidos se prosiguió a llevar a cabo el análisis, conforme al modelo previamente establecido, A - continuación se muestra el Cuadro de Análisis de Varianza, - (CANVA).

CUADRO 8: ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS FACTORES PARCELAS GRANDES (HIBRIDO Y CRIOLLO) Y PARCELAS CHICAS (TRATAMIENTOS). CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL LAS AGUJAS, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JALISCO. ESCUELA DE AGRICULTURA U.DE G., CICLO PRIMAVERA-VERANO 1979-79.

	G.L.	S.C.	C.M	Fc.	F <sub>05</sub>	F <sub>01</sub>
TRAT. PARC. G.	1	1 315 442.00	1 315 442.00	44.47	10.13	34.12**
REPETICIONES	3	5 891 564.94	1 963 854.98	66.39	9.28	29.46**
ERROR A	3	88 738.33	29 579.44			
TRAT. PRAC. CH.	8	36-391 828.25	4 548 978.53	13.41	2.14	2.90**
INT. (TPGxTPCH)	8	805 732.75	100 716.59	0.30	2.14	2.90
ERROR B	48	16 288 615.23	399 346.15			
TOTAL	71	60 781 921.50				

Estadísticamente fué significativa la diferencia del rendimiento entre las líneas utilizadas, ésto es debido principalmente, a la mejor adaptación del criollo, lo que representó una ventaja para resistir mejor las condiciones adver-

sas presentadas durante el ciclo vegetativo, sobre todo a la mala distribución de la precipitación pluvial.

La significancia estadística obtenida en las repeticiones se debió a la heterogeneidad del suelo y permite justificar el diseño experimental utilizado,

En los tratamientos, también se reflejó una diferencia altamente significativa, lo cual manifiesta las discrepancias del comportamiento en el rendimiento entre los distintos horarios. A esto contribuyó enormemente la presencia del testigo.

Finalmente, cabe señalar que el rendimiento de las polinizaciones efectuadas en distintas horas del día, respecto a las variedades empleadas, no muestran significancia y esto revela que las condiciones de humedad relativa y temperatura no fueron lo suficientemente contrastantes en las horas en que se llevaron a cabo las polinizaciones. Tampoco puede atribuirse a condiciones de susceptibilidad, pues como mencionan Johri y Vasil (1961), el polen de las gramíneas es bastante vulnerable a este tipo de cambios.

#### 4.7.- Prueba de Duncan

Con el objeto de comparar el comportamiento de los tra

tamientos, se efectuó la prueba de Duncan correspondiente, al 5% de probabilidad. La fórmula siguiente fue la utilizada:

$$DMSn = R \left[ (t) (G.L.E.E.) \sqrt{\frac{2 \text{ CME } (b)}{r}} \right]$$

Donde:

t = Valor de la tabla de Student, utilizando los grados de libertad (G.L) del error experimental (E.E.).

CME (b) = Cuadrado medio del error b.

r = Número de repeticiones

Comparación de los promedios de rendimiento de los diferentes tratamientos para el híbrido y para el criollo.

$$DMSn_{.05} = (R) 2.011 \sqrt{\frac{2 \ 339346.15}{4}} = (R) 828.35$$

No. de promedios	2	3	4	5	6	7	8	9
Valores de R.	1.00	1.05	1.08	1.11	1.13	1.14	1.155	1.165
Duncan .05	828.35	869.77	894.62	919.47	936.04	944.32	956.74	965.03

CUADRO 9: RANGOS DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA ENTRE -  
 LOS PROMEDIOS DE RENDIMIENTO PARA EL HIBRI-  
 DO Y EL CRIOLLO EN LA PRUEBA DE MEDIAS (DUN-  
 CAN .05)

	TRATAMIENTO	$\bar{X}$ RENDIMIENTO Kg/Ha.
HIBRIDO	9	4 503.50
	8	3 294.50
	6	2 825.25
	2	2 547.75
	5	2 547.50
	7	2 496.50
	4	2 417.50
	1	2 399.50
	3	2 075.75
CRIOLLO	9	5 051.50
	8	3 235.75
	6	3 164.25
	4	2 935.00
	5	2 921.00
	2	2 751.50
	7	2 522.00
	3	2 511.75
1	2 448.00	

Para la comparación de los promedios de rendimientos en los diferentes tratamientos del criollo e híbridos, la fórmula se modificó así:

$$DMSn_{.05} = R (t) \text{ (G.L.E.E.) } \sqrt{\frac{(t-1) (CME_1) + (CME_2)(2)}{rT}}$$

Donde:

CMEa = Cuadrado medio del error a

T = Número de tratamiento

$$DMSn_{.05} = R \ 2.023 \sqrt{\frac{(8)(368 \ 925.59) (2)}{(4) (9)}} = (R) \ 819.17$$

No. de Promedios	Valores de R	Duncan .05
2	1.00	819.17
3	1.05	860.13
4	1.08	884.70
5	1.11	909.28
6	1.13	925.66
7	1.14	933.85
8	1.15	946.14
9	1.16	954.33
10	1.17	962.52
11	1.18	968.67
12	1.19	974.81
13	1.19	974.81
14	1.20	983.00
15	1.20	983.00
16	1.20	983.00
17	1.21	991.20
18	1.21	991.20

CUADRO 10: RANGOS DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA ENTRE  
LOS PROMEDIOS DE RENDIMIENTO DEL HIBRIDO Y  
DEL CRIOLLO ANALIZADOS EN FORMA CONJUNTA -  
EN LA PRUEBA DE MEDIAS. (DUNCAN .05)

P.G.	TRATAMIENTO	$\bar{X}$ RENDIMIENTO Kg./ha.
C	9	5 051.50
H	9	4 503.50
H	8	3 294.50
C	8	3 285.75
C	6	3 164.25
C	4	2 935.00
C	5	2 921.00
H	6	2 825.25
C	2	2 751.50
H	2	2 547.75
H	5	2 547.50
C	7	2 522.00
C	3	2 511.75
H	7	2 496.50
C	1	2 448.00
H	4	2 417.50
H	1	2 399.50
H	3	2 075.75

VARIEDAD	$\bar{X}$ RENDIMIENTO Kg/Ha.	DUNCAN .05
CRIOLLO (C)	3 060.08	]
HIBRIDO (H)	2 789.75	]

Los promedios de rendimiento agrupados por la misma línea, en las pruebas de (Duncan .05), son estadísticamente -- iguales entre sí.

En el primer cuadro No. 8 , correspondiente al híbrido, se observa cómo en el primer rango queda establecido el rendimiento del tratamiento testigo (9), lo que era de esperarse, ya que sus estigmas estuvieron a toda hora expuestos a la acción del polen y esto repercutió en un apreciable incremento del rendimiento. El segundo nivel abarca los tratamientos 5, 6, 7 y 8 que corresponden a las horas críticas, con -- excepción del 2. El tercer rango solamente incluye los tratamientos 8 y 9. En este cuadro, con referencia al criollo, queda establecido que, con excepción del testigo, los demás tratamientos observan similar rendimiento. Esto comprobó la inge -- rancia similar de los factores ambientales tomados en cuenta -- en este estudio.

Finalmente, en el tercer cuadro (No. 10) donde encontramos juntas las medias de rendimiento de las dos variedades utilizadas, en orden decreciente, queda ratificado como a diferencia de los tratamientos testigo, los demás se comportan en -- forma similar. Es necesario señalar que entre esta similitud sobresalió el último tratamiento en ambas líneas.

## 4.8.- Coeficientes de correlación

Para aclarar los resultados y encontrar alguna interacción, se realizó un análisis en el que se correlacionaron el crecimiento y cinco variables, para cada una de las variedades. Aquí aparece también su significancia estadística.

H I B R I D O

CARACTER	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>
RENDIMIENTO	0.9403**	0.8217**	0.4140	-0.1733	-0.9009**
V <sub>1</sub> PESO DE GRANO POR MAZORCA		0.7340*	0.5606	-0.3536	-0.8437
V <sub>2</sub> CALIFICACION DE - LLENADO DE MAZORCA			0.1706	-0.0493	-0.7614*
V <sub>3</sub> HUMEDAD RELATIVA				-0.8126**	-0.6333
V <sub>4</sub> TEMPERATURA					0.4190
V <sub>5</sub> DIAS A POLINIZACION.					

C R I O L L O

CARACTER	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>
RENDIMIENTO	0.9667**	0.8118**	0.2886	-0.2993	-0.8717**
V <sub>1</sub> PESO DE GRANO POR MAZORCA		0.8883**	0.3952	-0.4771	-0.8980**
V <sub>2</sub> CALIFICACION DE - LLENADO DE MAZORCA			0.2720	-0.2559	-0.8500**
V <sub>3</sub> HUMEDAD RELATIVA				-0.9326**	-0.5018
V <sub>4</sub> TEMPERATURA					0.5379
V <sub>5</sub> DIAS A POLINIZACION					

\* SIGNIFICATIVO \*\* ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

Se aprecia como la significancia fué bastante similar para las variedades empleadas. El rendimiento mostró diferencia positiva altamente significativa para las variables 1 y 2, y negativa para la variable 5. Esto quiere decir que a mayor rendimiento mayor calificación y peso de grano por mazorca, así como menor número de días a la polinización.

En el peso de grano por mazorca se aprecia una diferencia positiva con la variable 2, significativa al 5 % con el híbrido y al 1 % con el criollo, ambas muestran significancia negativa al nivel de 1 % con la variable 5. Esto se interpreta cómo a mayor peso de grano por mazorca, mayor calificación de llenado de mazorca y menos días a la polinización.

La calificación de llenado de mazorca muestra únicamente correlación negativa con una significancia al nivel del 5 % - para el híbrido y 1 % para el criollo con la variable 5. Esto demuestra que entre más grande sea este valor, menor será el número de días a la polinización. Por otra parte, ratifica el grado de certeza que se obtuvo al realizarla. Además, apoya los resultados obtenidos con el peso del grano, ya que ambas muestran significancia en las mismas variables.

#### 4.9.- Comentarios de las Gráficas

*Figura 6.*-El máximo rendimiento se obtuvo después del segundo y tercer día de iniciada la liberación del polen, en esto influyó que la temperatura no fue muy alta y la humedad relativa no bajó notoriamente. Enseguida podemos observar que - mientras los factores ambientales se comportaban en forma irregular, el rendimiento después de bajar bruscamente durante los siguientes 4 días de iniciada la polinización tiende a mante-nerse constante hasta el doceavo día. En la última fecha, --- cuando la temperatura y humedad relativa estaban en franco descenso el rendimiento bajó notoriamente. El rendimiento del híbrido y del criollo fue muy similar durante el período de flo-ración.

*Figura 7.*- El rendimiento del híbrido desde iniciada la - polinización (9 hrs.) hasta la 1 de la tarde fue en constante descenso mientras se incrementa la temperatura uniformemente, después de ésta hora ambos factores se incrementaron en forma paralela hasta las 5 p.m. En los promedios utilizados para - calcular el testigo, el rendimiento sube y la temperatura ba-ja.

*Figura 8.*-El rendimiento del criollo hasta la 1 de la tar- de se mantuvo en ascenso al igual que la temperatura, este factor a partir de esta hora ya no se incrementó notoriamente y -

el rendimiento descendió hasta las 4 de la tarde, para incrementarse en la última hora de polinización. En el tratamiento testigo al igual que en el híbrido, la temperatura baja y el rendimiento sube.

*Figura 9.*- El rendimiento del híbrido muestra mayor uniformidad que la humedad relativa registrada durante el día, sin embargo, en términos generales ambos son paralelos.

*Figura 10.*- El rendimiento del criollo se incrementa -- hasta la 1 de la tarde, mientras que la humedad relativa disminuye desde el amanecer hasta las 2 de la tarde. De la 1 a las 4 de la tarde el rendimiento baja, mientras que la humedad lo hace de las 2 a las 4. En el último tratamiento el rendimiento sube y la humedad baja. En el testigo ambos factores tienden al alza.

Los tratamientos que aparecen en estas figuras están de acuerdo a los horarios de polinización.

En términos generales se comprueba con este estudio una vez más la alternancia que existe entre la temperatura y la humedad relativa.

## V.- C O N C L U S I O N E S

- 1.- Se comprobó que no existe diferencia significativa entre los distintos horarios de polinización, incluso, bajo -- condiciones especiales como las del verano de 1979, es -- posible obtener mejores rendimientos en horas de la tarde, ésto se debió a que la humedad relativa nunca fué lo suficientemente baja para que pudiera representar peligro para la vida del polen.
- 2.- No fué posible averiguar con precisión las condiciones de temperatura y humedad óptimas para llevar a cabo la polinización. Como se podrá apreciar en las gráficas, hizo -- falta incrementar los tratamientos a más horas por la tarde.
- 3.- Debido a la similitud mostrada entre el rendimiento y la calificación de llenado de mazorca en el análisis de correlación, puede asegurarse que hubo un buen grado de certeza al asignarse valores en la cantidad de granos por mazorca.
- 4.- Aunque alrededor del cuarto día de iniciada la floración alcanza el más alto éxito la polinización, lo que sugiere la existencia de mayor cantidad de polen y estigmas receptivos, ésta puede llevarse a cabo dos o tres días después con rendimiento aceptable.

5.- La viabilidad del grano de polen durante la polinización, siempre mostró un comportamiento similar a la humedad ambiental e inverso a la temperatura. Por lo que se puede concluir que ambos parámetros afectan en forma directa el buen éxito de la fecundación.

*Sugerencias:*

- a).-Si se desea detectar diferencias significativas en cuanto a la vida del polen en las variedades a emplear, resulta conveniente estudiar genotipos procedentes de regiones climáticas distintas y que se puedan adaptar a la zona.
- b).-Para obtener mayor claridad, resulta conveniente trabajar sobre la base de plantas polinizadas en una misma fecha.
- c).-Debido a lo errático del temporal sería conveniente rectificar estos datos con un año más de estudio.

o00)0(00o

## VI. - A P E N D I C E

FIGURA 4  
DIMENSIONES DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

SUPERFICIE TOTAL 1353.6 mts.

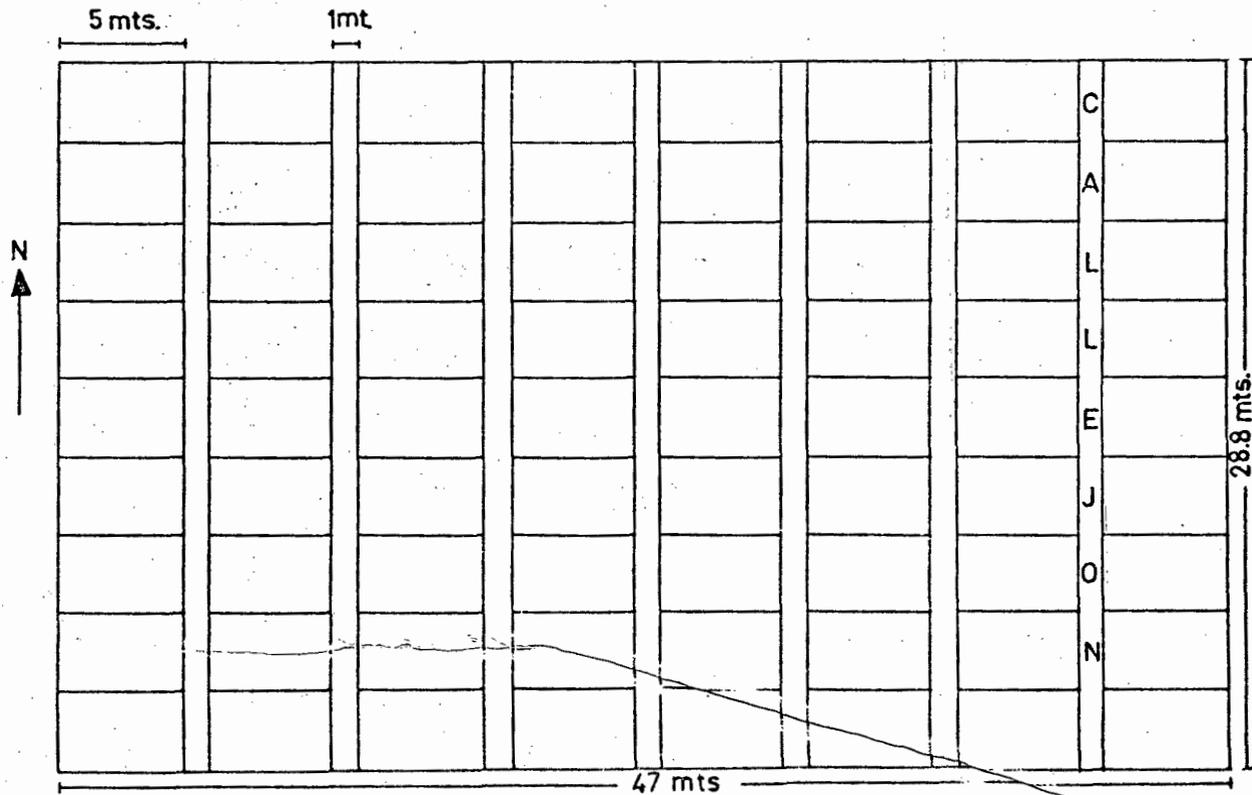


FIGURA 5  
DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS

REP.	IV		III		II		I	
BLOQ.	8 C	7 H	6 C	5 H	4 H	3 C	2 C	1 H
	1	8	9	2	5	3	1	8
	4	5	3	9	8	4	7	3
	7	1	7	8	6	1	9	1
	3	6	8	4	9	6	8	4
	9	2	6	3	2	7	4	2
	5	4	4	7	7	2	3	9
	8	3	5	1	4	9	2	5
	6	9	2	5	1	5	5	6
	2	7	1	6	3	8	6	7



FIGURA 6: RENDIMIENTO DEL HIBRIDO Y DEL CRIOLLO CON RELACION A LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN LOS DIAS DE POLINIZACION

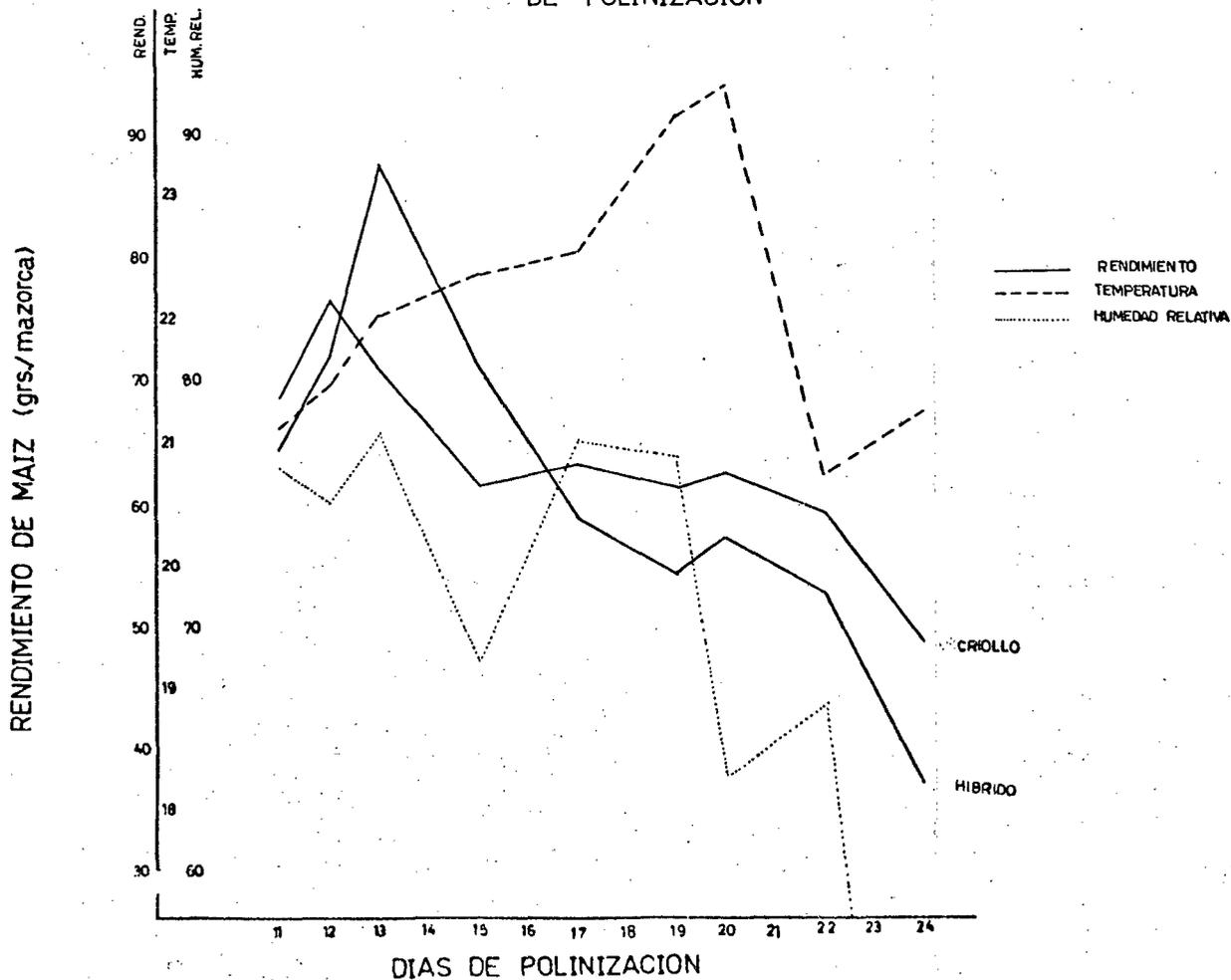


FIGURA 7: RENDIMIENTO DEL HIBRIDO RESPECTO A LA TEMPERATURA  
PREVALECIENTE EN LOS TRATAMIENTOS

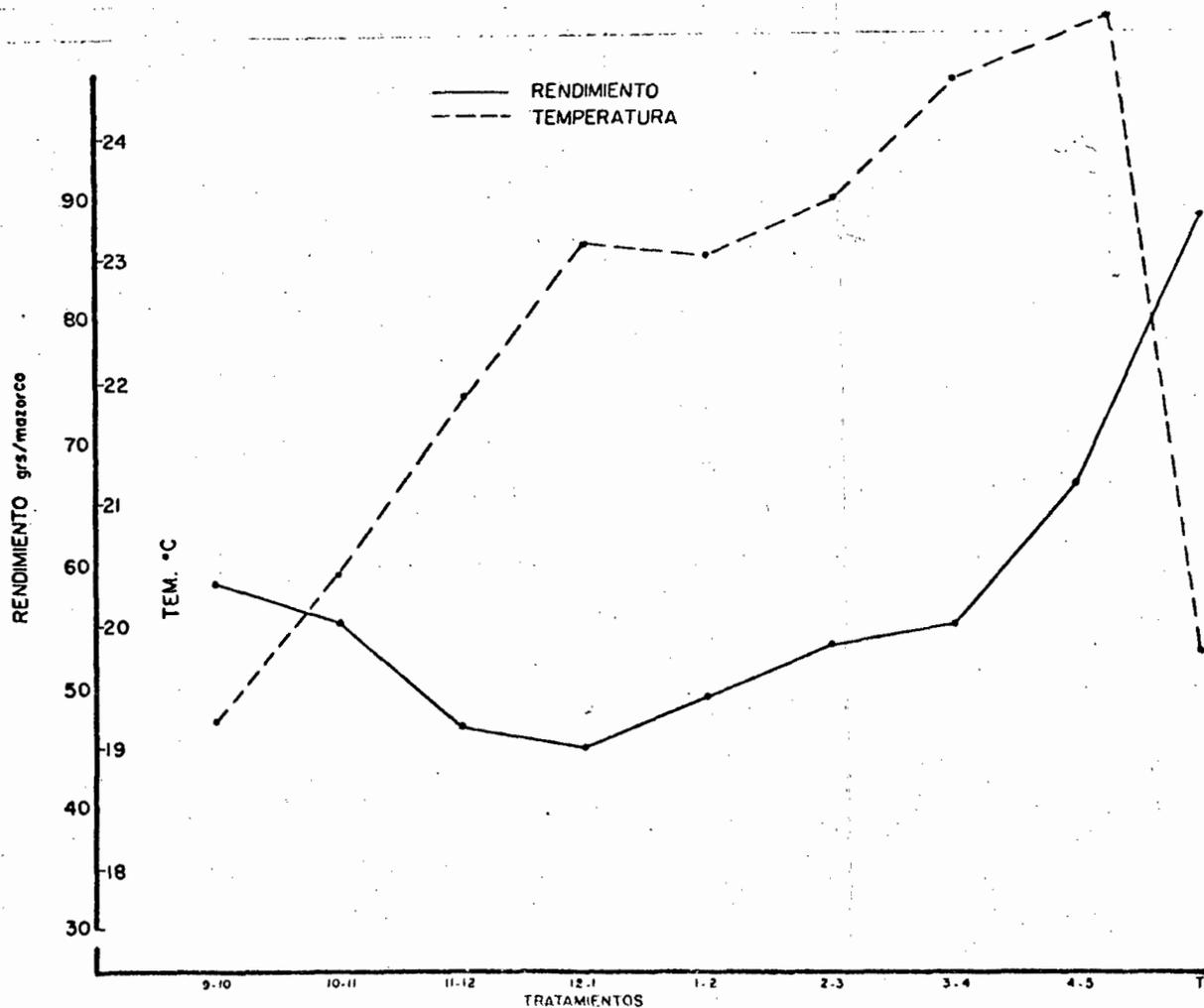


FIGURA 8 : RENDIMIENTO DEL CRIOLLO RESPECTO A LA TEMPERATURA PREVALECIENTE EN LOS TRATAMIENTOS

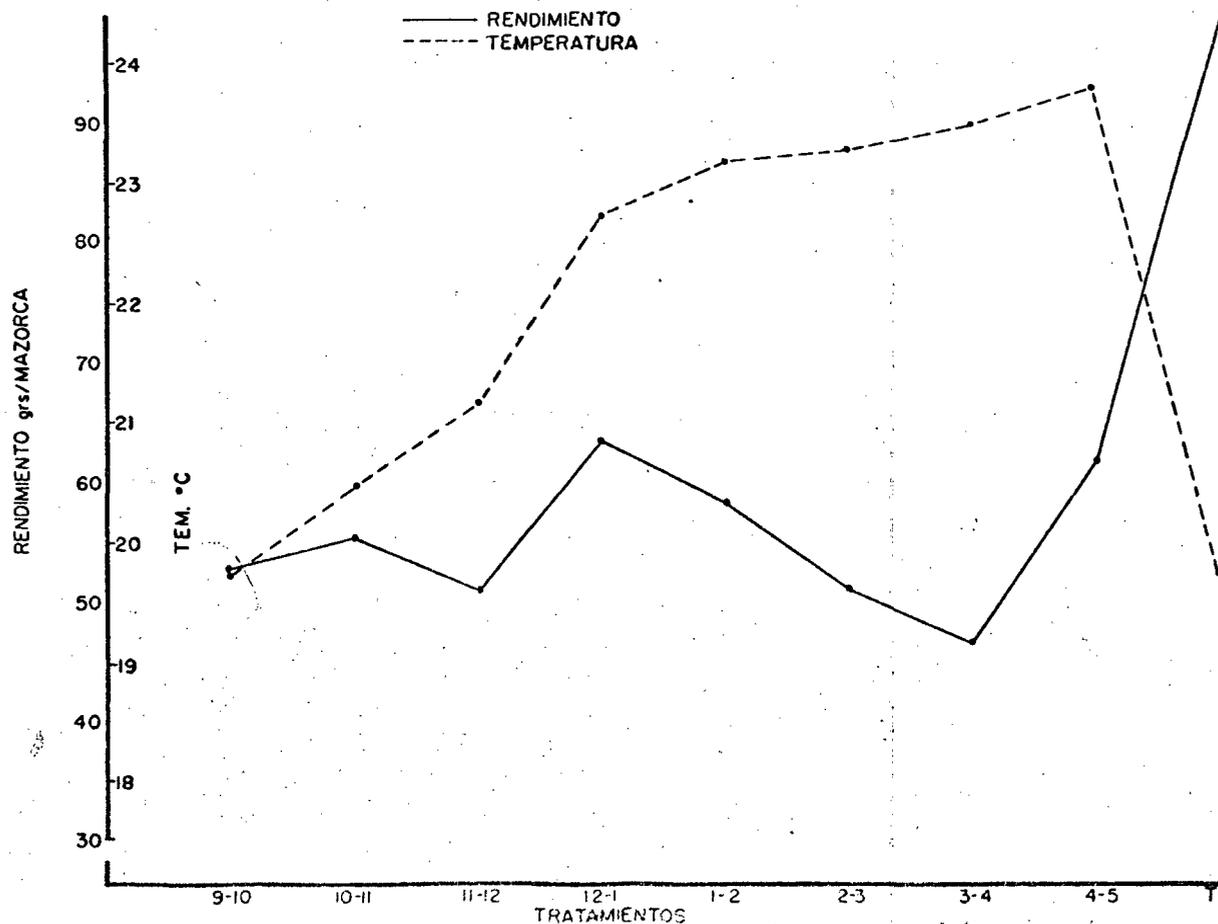


FIGURA 9 : RENDIMIENTO DEL HIBRIDO RESPECTO A LA HUMEDAD RELATIVA PREVALECIENTE EN LOS TRATAMIENTOS

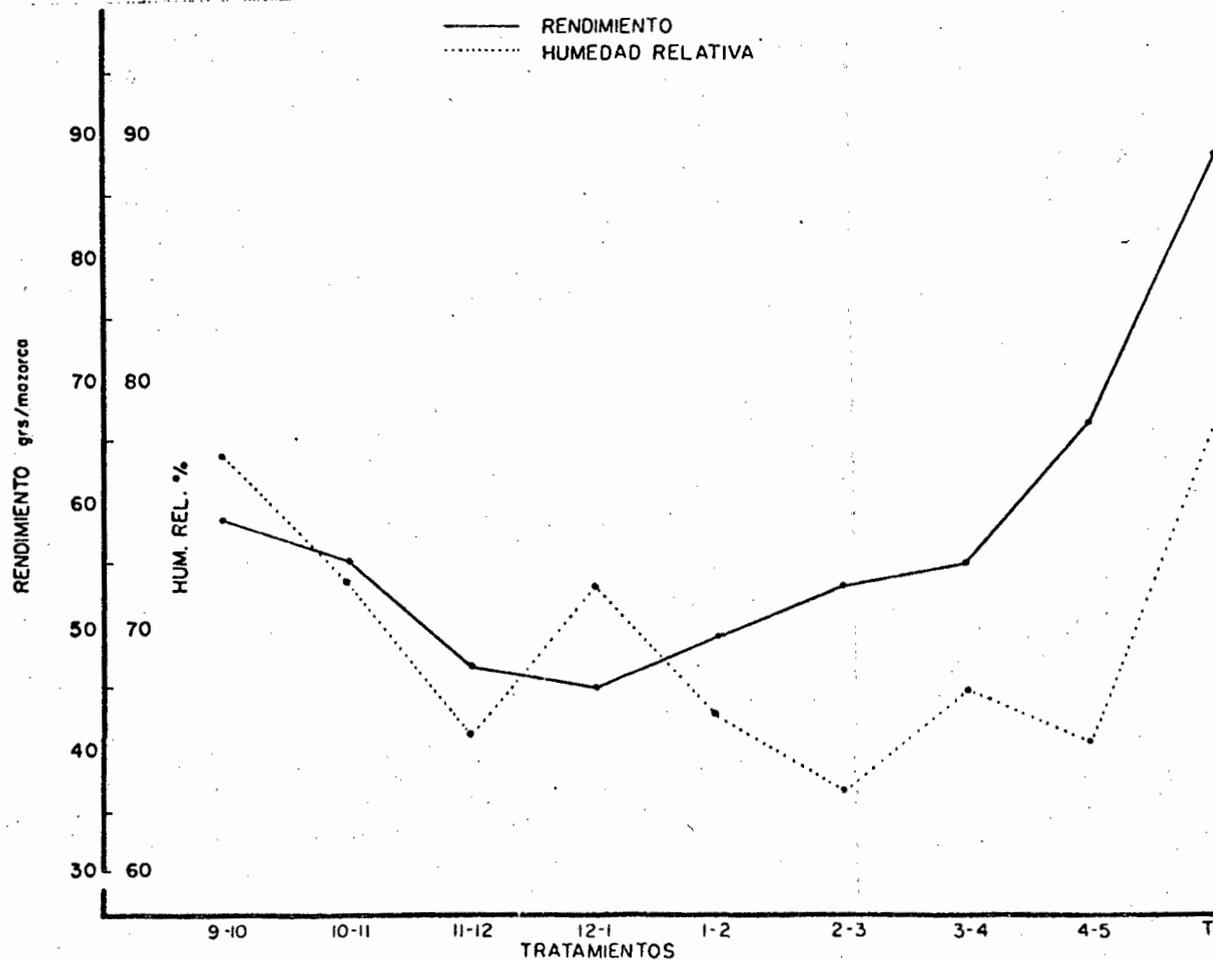
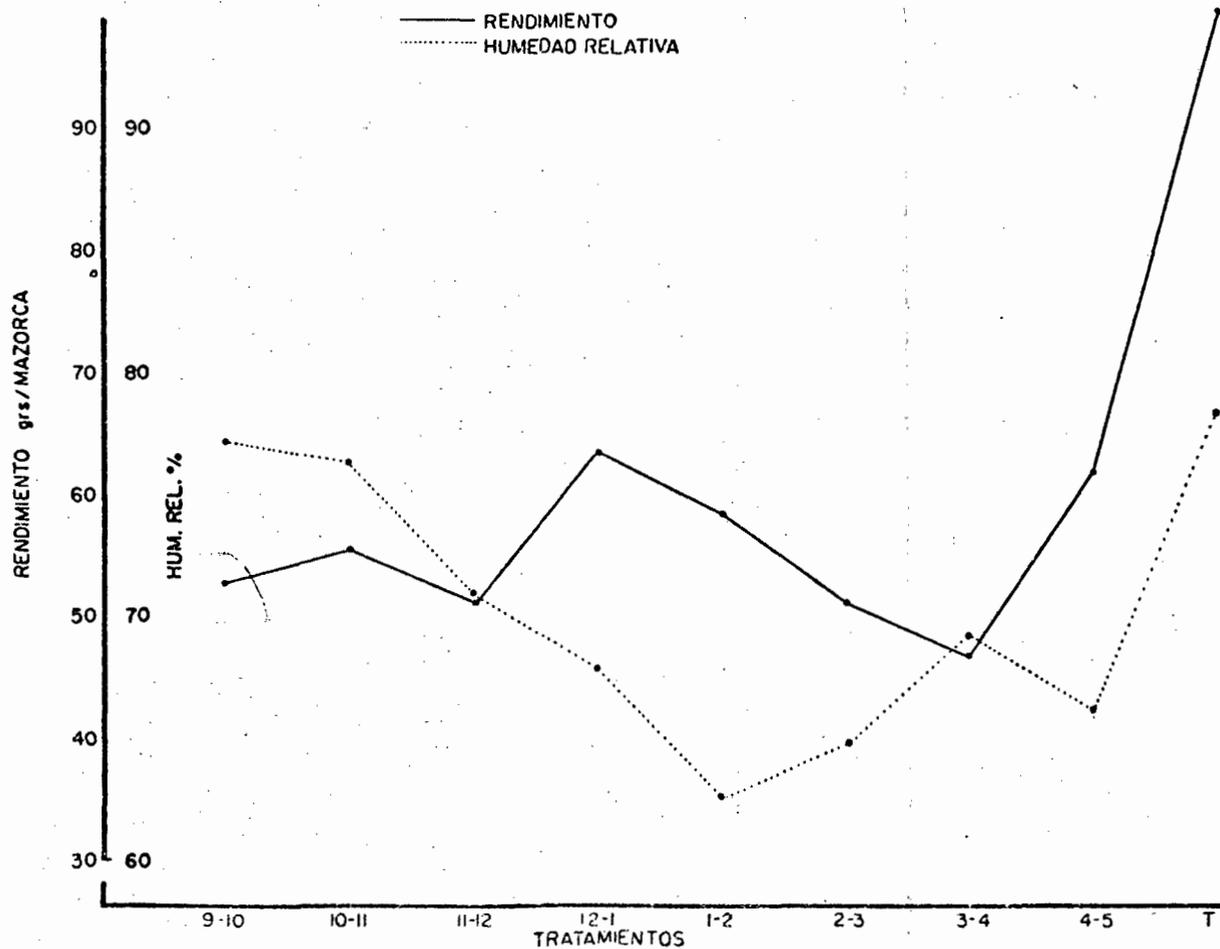


FIGURA 10 : RENDIMIENTO DEL CRIOLLO RESPECTO A LA HUMEDAD RELATIVA PREVALECIENTE EN LOS TRATAMIENTOS



## VII.- B I B L I O G R A F I A .

- 1.- AGUIRRE G, C.D. 1977. Competencia entre el Polen de Maíz y de Teocintle durante la fecundación. Tesis M.C., E.N.A. Chapingo, Méx.- p. 21, 22, 87.
- 2.- AHOKAS H. 1976. Evidence of a Pollen Esterase Capable of Hydrolyzing Sporopollenin. *Experientia* - 32: 175-177
- 3.- ALDRICH R., S. y E.R. LENG. 1974. Producción Moderna del Maíz. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. p. 8-12.
- 4.- ALLARD R., W. 1975. Principios de Mejora Genética de las Plantas. Ed. Omega. Barcelona, España p. 103-111.
- 5.- CETENAL 1977. Carta de Suelos F-13-D-65
- 6.- CHANG W.N. and B.E. STRUCKMEYER. 1976. Influence of Temperature, Time of Day, and Flower Age on Pollen Germination, Stigma Receptivity, Pollen Tube Growth and Fruit Set of *Allium cepa* L. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 101 (1) -- 81-83.

- 7.- CORDOVA C., V. 1976. Fisiología Vegetal. Ed. H. Blume. Madrid, España. p. 397-400
- 8.- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA 1969. Semillas. Ed. Continental, - S.A. Mexico p. 136-137.
- 9.- HESLOP H. J. 1975. Incompatibility and the Pollen --- Stigma Interaction. Annu. Rev. Plant. Physiol. 26: 403-425.
- 10.- HOUSE L.R. and O.E.NELSON. 1958. Tracer Study of Pollen Tube Growth in cross-sterile Maize. -- Journal of Heridity 49:18-21
- 11.- INSTITUTO DE ASTRONOMIA Y METEOROLOGIA. 1980. Boletín Informativo, Universidad de Guadalajara, -- No. 175.
- 12.- JOHRI M.B. and I.K. VASIL. 1961. Physiology of Pollen. The Botanical Rev. 27: 325-381
- 13.- LINSKENS H.F. 1963. Pollen Physiology. Annu. Rev. Plant Physiol. 15: 255-270.
- 14.- LITTLE M., T. F. JACKSON HILLS. 1978. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Ed. Trillas. México. p. 87-91, 145-164.

- 15.- LUNA F., M., CARRILLO G. y MOLINA G., J. 1976. Estudio Comparativo de la Viabilidad del Polen de - Diversas Variedades de Maíz. VI Congreso Nacional de Fitogenética. Monterrey., N.L. -- p. 396-406
- 16.- MARTINEZ G., A. 1973. La Moderna Metodología Estadística en la Investigación Cañera. Chapingo, México. p. 201-205.
- 17.- MARTINEZ H., E., M. VARGAS, O. y B. LODLOW, W. 1979. Ultraestructura de la Exina en los Granos de Polen en Angiospermas. Biótica 4 (1) -- 33-48.
- 18.- MASCARENHAS J.P. 1975. The Biochemistry of Angiosperm Pollen Development. Bot. Rev. 41: 259-313.
- 19.- MEYER S., B. 1976. Introducción a la Fisiología Vegetal. Ed. Universitaria. Buenos Aires, Argentina, p. 496-501.
- 20.- NOPO D., J. y CARRILLO C., G. 1977. Determinación de la Viabilidad del Polen de Maíz. Agrociencia. C.P. Chapingo, Méx. 28: 101-102

- 21.- ORTIZ M., R. 1963. El Plan Jalisco, sus Realizaciones y sus Limitaciones. Memorias del Primer Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo.
- 22.- PATERNIANI E. 1969. Selection for Reproductive Isolation Between Two Populations of Maize, *Zea mays* L. Evolution 23: 534-547.
- 23.- PFAHLER P. L. 1965. Fertilization Ability of Maize - Pollen Grains. F. Pollen Sources. Genetics 52:513-520
- 24.- REVES C., P. 1978. Diseño de Experimentos Agrícolas. Ed. Trillas. Méx. p. 218-244.
- 25.- SAENZ C. 1978. Polen y Esporas. Ed. H. Blume. Madrid, España. p. 15-19, 31-32.
- 26.- TURRENT F., A. 1979. Uso de una Matriz Mixta para la Optimización de Cinco a Ocho Factores Controlables de la Producción. Escritos sobre la Metodología de la Investigación en Productividad de Agroecosistemas. C.P. Chapingo, Méx. 6:65 pags.