

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

"COMO DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL POLEN EN EL CAMPO Y METODOS  
SIMPLES PARA EXTENDER LA VIABILIDAD. EN EL SORGO. (Sorghum bicolor (L)  
Moench) EN EL DEPARTAMENTO DE JUTIAPA"

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

HUGO YOVANY GODOY LUCERO

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Febrero 1978

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Roberto Valdeavellano P.

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

MEMBRAS en funciones:

Vocal 1o.

Vocal 2o.

Vocal 3o.

Vocal 4o.

Vocal 5o.

Secretario

Ing. Agr. Rodolfo D. Estrada G.

Dr. Antonio Sandoval S.

Ing. Agr. Sergio Mollinedo

P.A. Lauriano Figueroa Q.

P.A. Carlos Leonardo L.

Ing. Agr. Leonel Coronado Cabarrús

TRIBUNAL QUE EFECTUO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO

DECANO

Examinador:

Examinador:

Examinador:

Secretario:

Ing. Agr. Rodolfo D. Estrada G.

Ing. Agr. Adolfo Joppel C.

Ing. Agr. Jorge Escobar M.

Dr. Antonio Sandoval S.

Ing. Agr. Ronaldo Prado

SECTOR PUBLICO AGRICOLA  
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS 3

5a. Av. 12-31, Zona 9 - Edificio "El Cortez", 2o. y 3er. Niveles  
Teléfonos 68985 - 60581 - 67935  
Guatemala, C. A.

7 de febrero de 1978

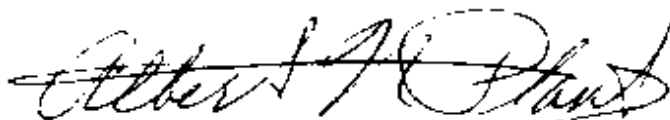
Señor Decano de la  
Facultad de Agronomía  
Dr. Antonio Sandoval S.  
Presente

Señor Decano:

En atención a la designación que me hiciera la Decanatura de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, tengo el honor de informar a usted que he asesorado al estudiante Hugo Yovany Godoy Lucero en la elaboración de su trabajo de tesis titulado "COMO DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL POLEN EN EL CAMPO, Y METODOS SIMPLES PARA EXTENDER LA VIABILIDAD EN SORGO, Sorghum bicolor (L) Moench, EN EL DEPARTAMENTO DE JUTIAPA.

En tal virtud hago de su conocimiento que el trabajo de tesis llena los requisitos para su aprobación y publicación.

Atentamente,



Dr. Albert N. Plant  
Coordinador Programa Sorgo  
Asesor



Ing. Jorge Pineda  
Coordinador Disciplina de Semillas

:alg

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

DE conformidad con lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado: COMO DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL POLEN EN EL CAMPO Y METODOS SIMPLES PARA EXTENDER LA VIABILIDAD EN EL SORGO (*Sorghum bicolor* (L) Moench); en el Departamento de Jutiapa.

Al presentarlo como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca vuestra aprobación.

Respetuosamente

Hugo Yovany Godoy Lucero

**TESIS QUE DEDICO A LA MEMORIA DE**

**Mi Padre:**

**TERENZO GODOY PINTO**

**Mis compañeros de estudio**

**Jorge Mario Menéndez Nieves  
Héctor David Salguero Vásquez**

**ACTO QUE DEDICO A**

**DIOS**

**MI MADRE**

**MIS HERMANOS**

**MIS SOBRINOS**

**MIS FAMILIARES Y AMIGOS**

**MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION**

**USTED**

**Maura Lucero Martinez**

**Edy, Héctor, Maria, Balbina  
Sofía, Nora, Sergio.**

TESIS QUE DEDICO A

MI PATRIA

SANTA CATARINA MITA

LA ESCUELA NORMAL RURAL "PEDRO MOLINA"

LA FACULTAD DE AGRONOMIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

EL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA (ICTA)

EL DEPARTAMENTO DE BECAS DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al Dr. Albert Nolbert Plant por su valiosa asesoría en la interpretación de los datos y revisión del trabajo escrito.

Al personal del Programa de Sorgo en la Estación Experimental de ICTA en JUTIAPA, por su gran ayuda al haber conducido el trabajo de campo de la presente tesis.



El presente trabajo de tesis fue realizado en el Centro de Producción del Sur Oriente y a nivel de finca en el Municipio de Santa Catarina Mita, Departamento de Jutiapa.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA– brindó las facilidades necesarias y la asistencia técnica para su realización. Los datos son propiedad del ICTA y se publican con la debida autorización.

## CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	
2. REVISION DE LITERATURA	
3. MATERIALES Y METODOS	
3.1 Localización y características	
3.2 Material experimental	
3.3 Manejo del experimento	
3.4 Descripción de los métodos utilizados	
3.4.1 Métodos simples para extender la viabilidad del polen	
3.5 Análisis estadístico	
4. DISCUSION DE RESULTADOS	
5. CONCLUSIONES	
6. BIBLIOGRAFIA	

## 1. INTRODUCCION

El cultivo del sorgo en Guatemala ha tenido un incremento bastante grande, debido ha que es un cultivo resistente a la sequía y en la actualidad los inviernos se han caracterizado por lluvias mal distribuidas, esto ha servido a que tierra que se utilizaba para el cultivo del maíz ahora se vea desplazada por el sorgo. El sorgo tiene la capacidad de tener una producción mayor que el maíz en condiciones de sequía. Es de vital importancia hacer notar que el sorgo es utilizado para la alimentación humana, concentrados, etc.

Según datos de la FAO (13), en el año de 1970 se utilizaron cerca de 182,864 Ton. métricas de maíz para el consumo animal, cantidad que pudo ser sustituida por el grano de sorgo de haber estado disponible, el cual posee similar calidad nutricional que el maíz y se cotiza a un precio más bajo.

Aproximadamente del 10 al 15o/o de la producción de sorgo granífero es utilizado para consumo humano, especialmente en el oriente del país por gente de escasos recursos (13).

Según DGE (4), indica que en 1964, el 60o/o de la producción de sorgo en el oriente se utilizaba para la alimentación animal, del 15 al 20o/o se consumía para la alimentación del agricultor en combinación con el maíz, un 15 a 20o/o se comercializaba a través de intermediarios de la región, y el 2o/o sobrante se almacenaba para utilizarlo como semilla.

Según (4) DGE. en 1963-64 la extensión sembrada era de 40,000 Mz. con un rendimiento de 8.4qq por Mz. y una producción nacional de 335,200qq. el dato más reciente es de 1976-77, con una área sembrada de 87,300 Mz. un rendimiento de 23.5qq/Mz. una producción nacional de 2 050,700qq. se ve el incremento que ha tenido este cultivo, se aumento seis veces la producción y dos veces el área sembrada. La distribución de las zonas productoras de sorgo para 1967 fue Jutiapa y Santa Rosa 73.4o/o, Chiquimula y Jalapa 14.6o/o, Progreso, Zacapa y Baja Verapaz 8o/o, resto de la república 4o/o.

Es necesario saber cuales son las restricciones en esta zona del oriente para el cultivo del sorgo. Acá se cultivan las variedades locales o criollas, a las que se les dan diferentes nombres de acuerdo a la localidad o región; sobresalen: Paquete, Cacho de Chivo, Punta de Lanza, Paraque, Cubano, etc. Sin embargo, parece ser que la mayoría de ellas se han derivado de las tres primeras (11). El nombre de cada una de ellas describe en sí la apariencia de la panoja y la curvatura del pedúnculo.

Las enfermedades que atacan al sorgo en el oriente no han sido estudiadas extensivamente, pero las que más problemas causan son las siguientes: (11)

Antracnosis	<u>s. Colletotrichum graminicola</u>
Tizon de la hoja	<u>Helminthosporium turcicum</u>
Cercospora	<u>Cercospora sorghi</u>
Roya	<u>Puccinia purpurea</u>
Bacteriosis en banda	<u>Pseudomonas andropogoni</u>

Los principales insectos que atacan al cultivo en la región son los siguientes: (11).

Gusano Barrenador del maíz	<u>Diatraça</u> sp.
Mosquita del sorgo	<u>Contarinia sorghicola</u>
Gusano Medidor	<u>Agrotis</u> sp.
Gusano Cogollero	<u>Spodoptera frugiperda</u>
Barrenador del Arroz	<u>Chilo</u> sp.
Gusano de la mazorca	<u>Heliothis zea</u>
Gallina Ciega	<u>Phyllophaga</u> sp.

Una forma de contribuir con los agricultores del oriente a que éstas restricciones que hay en la producción disminuyan, es introduciendo nuevas variedades e híbridos con buenos rendimientos y resistentes a enfermedades, insectos, etc. Esto lo lograremos en forma más eficiente cuando conozcamos las horas apropiadas para realizar las polinizaciones artificiales.

El presente trabajo persigue, que el desconocimiento que se tiene de las horas apropiadas para realizar las polinizaciones artificiales, desaparezca, pues el estudio determinará cuales son las horas en que el polen alcanza su máxima expresión de viabilidad y por ende se encuentra en mayor cantidad. Además realizar estudios de métodos simples que nos puedan extender la viabilidad del polen, en las condiciones naturales del campo. Contribuyendo con los programas de fitomejoramiento del sorgo en el país.

OBJETIVOS DE ESTE ESTUDIO SON:

- A. EVALUAR LA SUPERVIVENCIA DEL POLEN EN EL CAMPO.
- B. ESTUDIOS DE METODOS SIMPLES PARA EXTENDER LA VIABILIDAD DEL POLEN, CON FINES DE AYUDAR A LA INVESTIGACION AGRICOLA.

## 2. REVISION DE LITERATURA

El interés en la longevidad del polen es tan antigua como la misma agricultura comercial, sin embargo la investigación sistemática no fue comenzada sino hasta principios del siglo XIX. Desde ese tiempo han sido investigados el almacenaje y la viabilidad del polen de muchas especies. La literatura relacionada ha sido revisada por Holman, Erubaker, Nebel y Ruttle, Johri y Vasil y Visser.

Hasta hace poco los intentos por preservar polen ha estado en función de los factores ambientales como son la temperatura y la humedad.

Ha sido reportado por Brewbaker (1), que la longevidad del polen está relacionada a la condición nucleica del grano de polen al momento de esparcirse, es decir que las especies que tienen polen binuclear por lo general tienen mayor longevidad Ej. Prunus, vitus, Medicago, Lycopersicum y Solanum. Los tipos de polen trinuclear son de corta vida, siendo los mejores ejemplos el polen de las Gramíneas que son viables, bajo las condiciones más favorable, por unos pocos días o cuando más por una o dos semanas (1,17).

Varios investigadores han determinado una similitud para condiciones de almacenaje óptimo para las Gramíneas (6, 7, 14, 17), estas son temperaturas bajas mayores de cero y menores de diez grados centígrados y una humedad mayor de 60o/o.

Estas condiciones son diferentes para otras especies de plantas que se almacenan bien bajo cero grados centígrados y humedad relativa baja (5, 8, 17).

Los sorgos pertenecen a las gramíneas y por lo tanto tienen polen de corta vida. Stephens y Quinby en 1934 (16) investigó el tiempo de Anthesis durante el día y la longevidad del polen bajo varias condiciones de almacenaje. El polen guardado en un refrigerador a temperatura ambiental y en el sol por 24, 30 y 48 horas no produjo semilla en las flores emasculadas. El polen almacenado a la sombra y usado en flores emasculadas a cada media hora después de haber sido colectadas declinó muy rápidamente de 60o/o a 0o/o de semilla en un periodo de 5 horas.

### QUE ES UN HIBRIDO:

La primera generación de la descendencia de una cruce entre dos individuos que difieren en uno o más genes.

La progenie de una cruce entre especies del mismo género o especies distintas. (1)

Como Producir Semilla Híbrida, según Wally y Ross (18).

Un sorgo híbrido es el resultado de un cruzamiento de un progenitor femenino (Línea A), con otro masculino (Línea R), que recupera la fertilidad masculina en la generación siguiente.

La mayoría de los sorgos comerciales son cruces simples y comprenden solo dos progenitores, pero algunos en su mayor parte forrajes son de tres líneas, obtenidos mediante el cruzamiento de una cruce simple estéril con una línea R.

La semilla híbrida se produce sembrando una línea A en las hileras de semilla y una línea R en las hileras de polen del campo, todas las semillas fecundadas en las hileras de la línea A resultan de la polinización cruzada con polen de las hileras de la línea R. Sólo se cosecha semilla híbrida de las hileras A. El polen de sorgo es transportado por el viento y el movimiento del aire, aún a comienzos de la mañana basta para trasladar el polen a hileras alejadas varios metros. En algunas zonas la polinización cruzada es insuficiente para la producción comercial de semilla híbrida.

Ciertas líneas A florecen por la mañana antes del amanecer, y ciertos progenitores masculinos florecen ciertas horas después. Los estigmas receptivos quedan, expuestos a la contaminación de polen durante varias horas. Por este motivo conviene que la línea R libere el polen al mismo tiempo que florecen los progenitores femeninos, para reducir los riesgos de contaminación.

Una adecuada distancia reduce la cantidad de polen extraño y por eso los semilleros deben estar lo más alejado posible de las fuentes de contaminación. La distancia usual para aislar el sorgo granífero es de alrededor de 250 metros y para evitar que un campo sea polinizado por el sorgo Sudan es insuficiente hasta un Km.

Para producir híbridos graníferos se siembran 12 hileras de progenitores femeninos y 4 masculinos, en sucesión. En otras se siembran grandes superficies del progenitor masculino, para aislarse el semillero del lado en que hay fuente de polen extraño.

Deben eliminarse todas las plantas que no sean del tipo conveniente en las hileras masculinas y femeninas antes que florezcan, y si aparecen muchas de estas plantas se hace necesario una depuración diaria durante el periodo de polinización.

No se conoce que cantidad de plantas de tipo extraño pueden aparecer en una parcela de híbrido para semilla, hasta que el cultivo no se desarrolle. La pureza de la semilla que se comercializa se evalúa antes de limpiarla y tratarla, si sale mala se vende como grano.

#### Esterilidad Masculina:

Condición bajo la cual no se produce polen o el que se produce no es funcional en plantas que producen flores (12).

Esterilidad Masculina (18). Uno de los mecanismos genéticos de mayor importancia es el del control de la esterilidad masculina, porque su uso posibilitó la producción comercial de los híbridos F1. La androesterilidad está controlada por dos mecanismos hereditarios el Génico y el Génico-citoplásmico. La primera está controlada como recesivo simple (Karper y Stephens 1936, Ayyangar y Ponnya 1937, Stephens y otros 1952), y aunque potencialmente se puede utilizar en la producción de híbridos comerciales, fue poco empleada pues se encontró un sistema mejor. El sistema superior de androesterilidad Génico-citoplásmico ha sido tanto de utilidad para el sorgo como para otras especies vegetales.

Fue descubierto por primera vez, por Stephens y Holland 1954 el cruzamiento de Milo y Kafir producía esterilidad pero el recíproco no, luego se concluyó que la esterilidad se originaba por una interacción del Milo y los genes del Kafir. La asociación del citoplasma del Milo con los genes inductores de esterilidad del Kafir produce la androesterilidad. Stephens y Holland no informaron sobre la herencia de este carácter en 1954 porque al segregar las poblaciones, sus

descubrimientos fueron confundidos por la sequia y alta temperatura. Estas ultimas aumentan la fertilidad del polen en las lineas androesteriles y reconstituyen a los hibridos.

Para la producción de semilla hibrida de sorgo utilizando la esterilidad masculina citoplásmica se sigue el siguiente procedimiento, según Poehlman (12).

1. Conservación y multiplicación de la linea con esterilidad masculina citoplásmica. La línea A se cultiva en un campo aislado y se poliniza con la línea B. Esta línea es idéntica a la A excepto que tiene fertilidad masculina.
2. Lote de cruzamiento para la producción de semilla de cruza simple la línea A se cultiva en un segundo campo aislado y se poliniza con la línea R, esta tiene fertilidad masculina y genes restauradores del polen.
3. La semilla hibrida de cruza simple AxR se vende a los agricultores para la producción comercial.

En la producción comercial de semilla de los sorgos híbridos se siembran seis surcos del progenitor con esterilidad masculina y dos surcos con el progenitor polinizador, pero también se utilizan las relaciones 12:4. Para asegurar una fuente constante de polen por un largo periodo puede ser aconsejable sembrar sorgos polinizadores alternados en distintas fechas.

### 3. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue realizado en el Municipio de Santa Catarina Mita, y en la estación experimental de ICTA en Jutiapa.

#### 3.1 LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DE LOS LUGARES

A.	Santa Catarina Mita	
	Altitud	700 m s.n.m.
	Coordenadas Geográficas	
	Latitud Norte	14° 26' 08"
	Longitud Oeste	89° 43' 22"
	Precipitación	1100 a 1349 mm.
	Temperatura	21 a 25°C.
B.	Jutiapa	
	Altitud	650 a 1700 M s.n.m.
	Precipitación	1100 a 1349 mm.
	Temperatura	21 a 25°C.

De acuerdo a la clasificación de las zonas ecológicas de Guatemala propuesta por Holdridge (4), los experimentos se encuentran ubicados dentro de la zona de bosque seco subtropical.

Según la clasificación del reconocimiento de los suelos de Guatemala (15), estos corresponden a la serie Culma, los cuales se caracterizan por ser moderadamente profundos, bien drenados, desarrollados sobre lahar máfico, en un clima seco ocupan relieves ondulados a inclinados. El suelo superficial a una profundidad aproximada de 20 Cm. es franco arcilloso, friable de color café oscuro, contiene piedras felsíticas negras en la superficie y en el subsuelo, estructura granular con un PH de al rededor de 6.0.

#### 3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL:

El grano utilizado en este estudio fue tomado de las líneas A y B, estas líneas son idénticas, la diferencia consiste en que la línea A posee esterilidad masculina y la B esterilidad masculina. (BT x 3197 x SCO 170) 7-3-4-2-2-1.

#### 3.3 MANEJO DEL EXPERIMENTO:

El primer experimento fue realizado en siembra de primera. Realizandose la preparación del suelo manualmente, con un destronconado, pues años atrás ese campo había estado sembrado de caña, aplicandose al suelo Aldrin al 2.50/o en polvo a razón de 65 Kg/ha. luego se nivelo el suelo con hazadones

El rayado de los surcos se hizo con un azadín a una profundidad de cinco centímetros y una distancia entre surco de 90 Cm. la fertilización se llevo a cabo con un fertilizante completo, pues el suelo estaba deficiente en sus elementos mayores. Aplicándose el 50o/o de Nitrogeno y la dosis total de fosforo y potasio al fondo del surco, cubriendose con una pequeña capa de



tierra. Luego el otro 50o/o del nitrógeno se aplicó a los 50 días después de la siembra en bandas superficiales al lado de las hileras de las plantas

El otro ensayo se sembró en época de segunda en la estación experimental de ICTA en Jutiapa.

Preparándose el suelo mecánicamente y realizándose camellones pues la época de sequía en esta zona es asentuada, además los vientos soplan fuertemente. La distancia entre surco fue de 90 Cm. y la aplicación de fertilizante fue igual que la primera siembra.

Las fechas de siembra fueron las siguientes:

1. Santa Catarina Mita 17 de Junio.
2. ICTA. Jutiapa 16 y 18 de Agosto.

Las siembras se realizaron a mano en los dos lugares, tapándose la semilla con una ligera capa de tierra, a los 20 días se hizo la primera limpia a mano, haciéndose un raleo y dejándose una distancia entre plantas de 15 a 20 Cm. pues nos interesaba que la planta tuviera un buen desarrollo y con esto una buena uniformidad de las panojas. A los 45 días se realizó la segunda limpia a mano.

Las fechas de cosecha fueron las siguientes:

1. Santa Catarina Mita 30 de Septiembre
2. ICTA. Jutiapa 5 de Diciembre

### 3.4 DESCRIPCION DE LOS METODOS UTILIZADOS:

Este método fue utilizado para determinar la viabilidad del polen en el campo y se llamó: **POLLEN UTILIZADO EN EL CAMPO Y NATURAL.**

Este método se inició a las 6:30 de la mañana, pues a esa hora se encontró que había polen en el campo, culminándose a las 14:30 horas, 3 panojas eran polinizadas a cada periodo de intervalo que era una hora, cesa que fueron nueve horas de realizar las polinizaciones.

#### A. Forma de Realizarse:

La plantación inició la floración a los 60 días, luego se dejaron 5 días para que se completara, procediéndose a preparar las plantas a utilizar.

- A.1 De las plantas línea A, se escogían las que iniciaban su floración, con una tijera o cuchillo se cortaba la parte con flores de la panoja, y se cubría con una bolsa polinizadora, esperándose de tres a cuatro días para que la panoja bajo la bolsa completara su floración.
- A.2 Las plantas línea B, proporcionarían el polen para realizar los cruces.
- A.3 La panoja proveedora de polen se cubría con una bolsa y se cortaba, luego se llevaba la planta línea A, se le quitaba la bolsa que tenía y se realizaba el cruzamiento mediante

sacudida de las panojas dentro de la bolsa. La planta fertilizada se cubría con una bolsa, se engrapaba y se anotaba la hora del cruzamiento.

- A.4 A los 8 a 10 días se quitaba la bolsa de la planta fertilizada, para evitar ataques de mohos, hongos, etc. Poniéndoles una etiqueta donde se anotaba la hora en que se había realizado el cruce.
- A.5 Cuando la plantación tenía formado el grano, se procedió a ponerles capucha a las panojas, para evitar el ataque de los pájaros, pues si esto se hubiera dado los resultados probablemente nos hubiesen variado.

### 3.4.2 METODOS SIMPLES PARA EXTENDER LA VIABILIDAD DEL POLEN

1. Sombra en el campo
2. Sombra en el campo + temperatura fría → humedad
3. Sombra en el campo ← humedad relativa alta

El estudio de estos métodos simples se realizó, en la siembra de segunda en la estación experimental de ICTA en Jutiapa. Los tres métodos tuvieron sombra y se les proporcionó a través de una enramada que se construyó en el campo de sorgo, para evitar la influencia directa del sol sobre las panojas.

El procedimiento seguido en los tres métodos en estudio para extender la viabilidad del polen, fue igual al descrito en el método anterior o sea el método Polen utilizado en el campo, existiendo diferencias en la forma de guardar o almacenar el polen, las cuales se describen a continuación:

Los tres tratamientos se iniciaron a las 10 de la mañana y se culminó a las 14 horas., siendo cinco horas el tiempo que duraron las polinizaciones, tres panojas eran polinizadas a cada hora de intervalo, repitiéndose dos días consecutivos.

#### DIFERENCIAS

##### 1. SOMBRA EN EL CAMPO:

Las panojas de las plantas línea B, proporcionan el polen estas se cortan con un pedúnculo algo largo y se introducen sobre los clavos que posee una tabla, construida para mantener erectas las panojas, luego estas son colocadas en la sombra del campo que nos da la enramada.

##### 2. SOMBRA + TEMPERATURA FRÍA → HUMEDAD:

Las panojas de las plantas línea B, proporcionan el polen estas se cortan con pedunculos y son colocadas en el centro de una calicata de un metro cuadrado que se hizo en la sombra del campo de sorgo. Para mantener la temperatura fría se hizo un rectángulo en el centro de la calicata, cubriéndose con costales, dentro del rectángulo estaban las panojas. El espacio existente entre la calicata y el rectángulo se lleno con hielo y cascarilla de arroz, manteniendo en esta forma la temperatura fría para éste método.

### 3. SOMBRA EN EL CAMPO ALTA HUMEDAD:

Las panojas de las plantas línea B, proporcionan el polen para los cruces, éstas se cortan con pedúnculo regular y se introducen sobre los clavos que posee una tabla construida para mantener erectas las panojas, esta tabla se cubrió a su alrededor con polietileno a una altura de 40 Cm. En esta forma se mantenía la humedad relativa alta, luego se colocaban en la sombra.

#### 3.5 ANALISIS ESTADISTICO

Los resultados experimentales obtenidos en el primer experimento, fueron analizados estadísticamente para interpretarlos. Para analizar la viabilidad del polen se efectuó un análisis de varianza en el cual los grupos no necesariamente tienen el mismo número de observaciones. Calculándose las significancias de las diferencias obtenidas por medio de la prueba de Durcan.

El segundo experimento se analizó mediante una prueba de T comparativa, en base a medias obtenidas.

#### 4. DISCUSION DE RESULTADOS

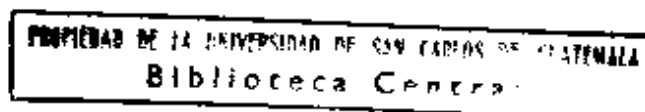
Dentro de una línea la genética es pura y la relación entre grano y tamaño de la panoja está fijada salvo que los granos no se llenen, entonces entre límites el porcentaje de semilla de la panoja está fijado.

En general hay una relación entre número de semillas por panoja y tamaño de cada semilla, especialmente en poblaciones comerciales. Cuando no existe competencia entre plantas la relación disminuye ya que poseen en un exceso de energía.

Las polinizaciones no se relacionan con tamaño de la semilla sino que con el número de semillas. Cuando la plantación es atacada por enfermedades, especialmente por Antracnosis puede inhibir el desarrollo de la semilla; entonces decimos que el número de semillas es más exacto que peso de semilla, pero el número de semillas si tiene relación con el tamaño de la panoja, es por eso que el estudio realizado lo analizamos en esta forma. Número de semillas por unidad de peso es más exacto, porque es una medida del número de ovarios fertilizados.

En cuanto al objetivo en estudio, consiste en evaluar la supervivencia del polen en el campo, como ya se dijo anteriormente se evaluó, conociendo el número de semillas por gramo de estructura de panoja.

A continuación se presenta el cuadro No. 1. (página siguiente)



**CUADRO No. 1 PROCEDIMIENTO SEGUIDO PARA OBTENER EL RESULTADO DE LA VIABILIDAD DEL POLEN.**

HORA	PESO TOTAL (GMS)	PESO SEMILLA (GMS)	o/o TRILLA	PESO X GRANO (GMS)	NUMERO SEMILLAS PANOJA	NUMERO SFMILLAS GRAMO EST.	X NUMERO DE SEMILLAS GRAMO EST.
6.30	117	82	70.05	0.032	2562	82.64	
	84	59	70.24	0.035	1966	78.74	
7.30	97	66	68.04	0.025	2640	75.43	79
	104	80	76.92	0.031	2580	107.50	
	117	83	70.94	0.030	2766	145.58	
	59	40	67.80	0.028	1428	42.00	
	121	86	71.07	0.030	2866	102.36	
	77	49	63.64	0.028	1750	87.50	
8.30	65	45	69.23	0.027	1666	47.60	58
	72	50	69.44	0.023	2173	77.61	
	73	46	63.01	0.028	1642	60.81	
	61	51	67.21	0.033	1242	62.10	
	75	46	74.67	0.026	2153	102.52	
	59	38	64.41	0.030	1266	66.63	
9.30	104	79	75.96	0.027	2925	117.00	74
	85	63	74.12	0.023	2739	124.50	
	56	29	51.78	0.027	1074	39.70	
	70	50	71.43	0.030	1666	61.70	
	129	96	74.42	0.026	3692	111.88	
	126	99	78.57	0.030	3300	165.00	
10.30	58	44	75.86	0.020	1466	104.71	103
	44	29	65.91	0.025	1160	77.33	
	68	48	70.59	0.028	1114	88.70	
	88	60	68.10	0.025	2400	85.71	
	58	38	65.52	0.027	1407	70.35	
11.30	37	17	45.94	0.024	708	23.60	55
	53	23	43.40	0.026	884	35.56	
	40	15	37.50	0.016	937	46.85	
	35	21	60.00	0.022	1050	75.00	
	40	24	60.00	0.010	2400	75.00	
12.30	71	44	61.97	0.030	1466	54.30	51
	23	5	21.74	0.020	250	13.89	
	30	12	40.00	0.023	521	28.94	
	31	13	41.93	0.030	433	21.65	
	33	13	39.39	0.028	464	30.93	
	30	15	50.00	0.020	750	41.67	
13.30	27	7	25.92	0.020	350	11.67	32
	48	18	37.50	0.027	666	44.40	
	23	8	34.78	0.028	285	14.25	
	47	31	65.96	0.027	1148	54.67	
	45	24	53.33	0.028	857	40.81	
	70	49	70.00	0.034	1441	90.06	
14.30	38	18	47.37	0.022	818	40.90	45
	30	11	36.67	0.012	647	23.11	
	22	6	27.27	0.033	181	11.11	
	18	5	27.77	0.018	277	13.19	
	34	13	38.23	0.022	590	45.38	
							27

Al observar los resultados podemos notar, que las mejores horas para realizar las polinizaciones artificiales van desde las 6.30 a las 10.30, utilizando el análisis de varianza y prueba de Duncan nos muestra que no hay diferencia significativa entre las 6.30 y las 10.30, pero despues si encontramos significancia y el momento en que el polen empieza a perder su viabilidad.

Como continuación al presente trabajo se realizaron estudios de métodos simples para extender la viabilidad del polen, pues el estudio anterior nos mostró el momento en que el polen está menos disponible en la planta. Los resultados se presentan en los cuadros 2,3,4. Observamos que se logran extender las horas para realizar polinizaciones durante cinco horas más.

NOTA: En el primer estudio realizado, encontré resultados que me parecían dudosos en comparación con las demás observaciones realizadas, por lo que decidí rechazarlas en base a los sig: Según Pierce y Haenishc (10), RECHAZO DE UNA OBSERVACION.

En la práctica es permisible descartar una observación de una serie, siempre y cuando se siga el criterio siguiente:

1. Deben ser cuatro determinaciones independientes.
2. Determinar el promedio sin incluir el dato dudoso.
3. Si el dato dudoso tiene una desviación cuatro veces más grande que la desviación promedio de los otros resultados el dato dudoso puede ser descartado.

Es por esto que se utilizó ese tipo de análisis de varianza donde no importa si tienen el mismo número de observaciones o nó.

CUADRO No. 2 QUE PRESENTA EL PROCEDIMIENTO SEGUIDO PARA EL METODO "POLEN ALMACENADO A LA SOMBRA", PARA ENTENDER LA VIABILIDAD DEL POLEN, Y RESULTADOS.

HORA	PESO TOTAL (GMS)	PESO SEMILLA (GMS)	POR CIENTO DE SEMILLA DE LA PANOJA	PESO PROMEDIO DE CADA SEMILLA (gms)	NUMERO DE SEMILLAS POR PANOJA	NUMERO DE SEMILLAS GRAMO DE ESTRUCTURA DE PANOJA	
10.	46	29.74	64.65	0.023	1293	79.52	
	62.22	50.28	80.81	0.018	2793	233.92	X 132
	44.96	31.94	71.04	0.030	1064	81.72	
11.	50.50	37.82	74.89	0.026	1454	114.67	
	18.86	9.54	50.58	0.022	433	46.46	X 80
	25.01	16.80	67.17	0.026	646	78.68	
12.	59.22	41.95	70.84	0.020	1613	93.40	
	36.03	23.24	64.50	0.027	860	67.24	X 77
	22.50	15.03	66.80	0.020	651	70.61	
13.	37.28	26.74	71.73	0.021	1273	120.78	
	19.75	20.13	67.66	0.022	915	95.11	X 88
	21.13	11.11	52.58	0.023	483	48.20	
14.	29.40	18.02	63.33	0.016	1163	107.88	
	31.76	21.28	67.00	0.025	851	81.20	XX 87
	26.63	17.80	66.84	0.028	635	71.91	

**CUADRO No. 3 QUE PRESENTA EL PROCEDIMIENTO SEGUIDO PARA OBTENER LOS RESULTADOS DEL METODO "SOMBRA + TEMPERATURA FRIA HUMEDAD" PARA EXTENDER LA VIABILIDAD DEL POLEN.**

HORA	PESO TOTAL (GMS)	PESO SEMILLA (GMS)	PORCIENTO DE SEMILLA DE LA PANOJA	PESO PROMEDIO DE CADA SEMILLA (GMS)	NUMERO DE SEMILLAS POR PANOJA	NUMERO DE SEMILLAS POR GRAMO DE ESTRUCTURA DE PANOJA.	
10	44.98	33.77	75.08	0.034	993	88.58	
	41.55	30.65	73.77	0.024	1277	117.15	X 140
	38.72	30.72	79.34	0.018	1706	213.25	
11	38.45	26.29	68.37	0.025	1051	86.43	
	43.54	32.59	74.85	0.026	1253	114.43	X 85
	29.23	16.98	58.09	0.025	679	55.43	
12	43.20	31.10	71.99	0.030	1036	85.62	
	46.92	30.38	65.63	0.011	2761	173.54	X 103
	23.23	13.70	58.97	0.028	489	51.31	
13	31.53	17.78	56.39	0.028	635	46.18	
	17.30	15.00	86.70	0.024	625	271.74	X 116
	18.08	8.46	46.69	0.030	282	29.31	
14	21.69	13.78	63.53	0.022	599	75.73	
	33.75	23.21	68.77	0.027	859	81.80	X 73
	24.98	15.75	63.05	0.027	583	63.16	

**CUADRO No. 4 QUE PRESENTA EL PROCEDIMIENTO SEGUIDO PARA OBTENER LOS RESULTADOS DEL METODO "SOMBRA + ALTA HUMEDAD", PARA EXTENDER LA VIABILIDAD DEL POLEN.**

HORA	PESO TOTAL (GMS)	PESO SEMILLA (GMS)	PORCIENTO DE SEMILLA DE LA PANOJA	PESO PROMEDIO DE CADA SEMILLA (GMS)	NUMERO DE SEMILLAS POR PANOJA	NUMERO DE SEMILLAS POR GRAMO DE ESTRUCTURA DE PANOJA	
10	58.42	42.57	72.87	0.025	1702	107.38	
	30.39	22.58	74.30	0.024	940	120.36	X 109
	40.68	29.24	71.88	0.026	1124	98.25	
11	29.22	20.84	71.32	0.023	906	108.11	
	30.84	20.64	66.93	0.024	860	84.31	X 94
	34.18	24.21	70.83	0.027	896	89.87	
12	38.48	24.14	62.73	0.024	1005	70.08	
	66.83	47.12	70.51	0.024	1963	99.59	X 75
	18.48	10.52	56.93	0.024	438	55.02	
13	26.19	14.53	55.48	0.027	538	46.14	
	36.36	25.36	69.75	0.020	1268	115.27	X 84
	34.00	23.91	70.32	0.026	919	91.08	
14	41.60	26.64	64.04	0.023	1158	77.41	
	36.05	23.95	66.43	0.020	1197	98.92	X 104
	33.50	24.83	74.12	0.021	1182	136.33	

**ANALISIS DE VARIANZA EN EL CUAL LOS GRUPOS NO NECESARIAMENTE TIENEN  
EL MISMO NUMERO DE OBSERVACIONES**

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	J. Observado	F. Requerido	
					50.0	10.0
Total	46	61233.69				
Tratamientos	8	33057.37	4132.17	5.57	2.19	3.02
Error	38	28176.33	741.48			

(\*) Significativo estadísticamente.



## 5. CONCLUSIONES

1. Analizados los datos estadísticamente, para determinar la viabilidad del polen, se concluye que las horas apropiadas para realizar cruces artificiales son: 6.30, 7.30, 8.30, 9.30, 10.30.
2. Mediante análisis de varianza y la prueba de Duncan, encontré que sí hay significancia en las horas de polinizar, encontrándose a las 11.30 el momento en que el polen empieza a ser menos viable.
3. De los métodos simples en estudio para lograr extender la viabilidad del polen, concluyo que los tres métodos logran este objetivo hasta las dos de la tarde con muy buenos resultados.
4. En vista de que no existe diferencia significativa entre los tres tratamientos evaluados para extender la viabilidad del polen, el tratamiento más apropiado será aquel que no ocasione gastos económicos y fácil de realizarse, se recomienda el método simple **POLEN ALMACENADO EN LA SOMBRA**.
5. Basado en las observaciones realizadas en los dos campos, donde se realizaron los estudios, concluyo que la zona de bosque seco subtropical se recomienda para la producción de híbridos, debido a que se encontró una buena polinización libre.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. BREWBAKER, J.L. Biology of the angiosperm pollen grain. *Ind. J. Genet. and plant Breeding* 19:212-233. 1959.
2. FUENTES, J. Guatecau-variedad de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L) Moench), su desarrollo y evaluación en Guatemala. Guatemala. Universidad de San Carlos.
3. GUATEMALA; Dirección General de Estadística. Censo Agropecuario 1964. Guatemala, Dirección General de Estadística 1971. Tomo II. pp 78-177.
4. HOLDRIDGE, L.R. Mapa de Zonificación Ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura, SCIDA. 1958. 19p.
5. JOHRI, B.M. and VASIL, I.K. Pollen and the pollen tube. *Ergebnisse de Biologie* 23:1-13. 1960.
6. JONES, M.D. and NEWELL, L.C. Longevity of pollen and stigmas of grasses: Buffalograss and corn. *J. Am. Soc. Agron.* 40:195-204. 1948.
7. KNOWLTON, K.E. Studies in pollen with special reference to longevity. *Cornell Exp. Sta. Mem.* 52. 1922.
8. NEBEL, B.R. and RUTTLE, L.M. Storage experiments with pollen for cultivated fruit trees. *J. Pom. and Hort. Sci.* 14:347-359. 1937.
9. OZAETA, M.R. Evaluación de tres variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), Guatecau, Guatex Blanco y Guatex Rojo, en el departamento de Jutiapa. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1977. 66p. (Tesis Ing. Agr.).
10. PIERCE, W.C. and HAENISCH, E.L. Quantitative analysis. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1964. pp 52-53.
11. PLANT, A.N. y URRUTIA, V.M. Manual de fitomejoramiento de sorgo. Guatemala, ICTA, 1973. 130p.
12. POEHLMAN, J.M. Mejoramiento genético de las cosechas. México, Ed. Limusa, 1976. pp. 314-437.
13. ROMA. Organización de las Naciones Unidas. Anuario de Producción 1972. Roma, FAO, Vol. 26. 1972. 496 p.
14. SARTORIS, G.B. Longevity of sugar cane and corn pollen. *Am. J. Bot.* 29:395-400. 1942.
15. SIMMONS, C.S. et al. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Educación Pública, Ed. "José de Pineda Ibarra" y Ministerio de Agricultura, IAN-SCIDA, 1959. 1000 p.

16. STEPHENS, J.C. and QUINBY, J.R. Anthesis pollination, and fertilization in sorghum. J. Agr. Res. 49:123-136. 1934.
17. VISSER, T. Germination and storage of pollen. Meded Landbouwhogeschoal Wageningen 55:1-68. 1955.
18. WALL, J. y ROSS, W. Producción y usos del sorgo. Trad. por: Andrés O. Bottano. Argentina, Edit. Hemisferio Sur, 1975 pp. 48-62.

Vo. Bo.  
PALMIRA R. DE QUAN  
Jefe Centro de Documentación  
e Información Agrícola

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA  
Ciudad Universitaria, Zona 12.  
Apertura Plaza: 12: 1945

Referencia .....
Planta .....

IMPRIMASE:

  
Dr. ANTONIO AMADOR SANDOVAL  
LICENCIADO a. i.

