

**EFFECTO DEL NUMERO DE RIEGOS EN LA CALIDAD
FISICA Y FISIOLOGICA DE LA SEMILLA DE MAIZ
(Zea mays L.) H-135 Y SU RELACION A LA
FUENTE DE POLEN.**

JOSE JUAN GARCIA RODRIGUEZ

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



T E S I S

B I B L I O T E C A

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS**



**Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

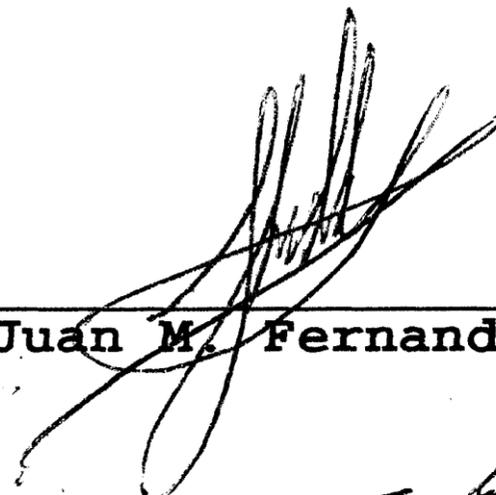
SEPTIEMBRE 1995

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobado como requisito parcial, para optar el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN
TECNOLOGIA DE SEMILLAS

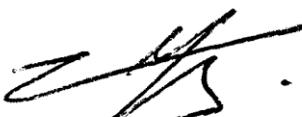
C O M I T E P A R T I C U L A R

Asesor principal:



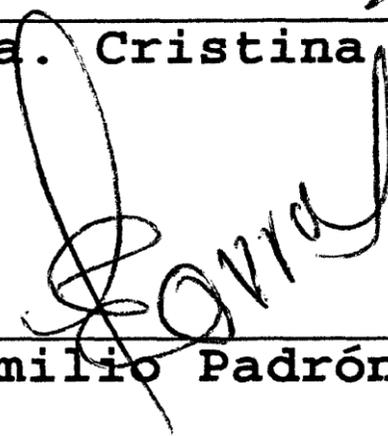
Dr. Juan M. Fernando Narváez Melo

Asesor :



MC. Ma. Cristina Vega Sánchez

Asesor :



MC. Emilio Padrón Corral



Dr. Jesús Fuentes Rodríguez
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Septiembre 1995

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuaria, por apoyarme en mi superación profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por su apoyo económico para la realización de esta maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por las facilidades prestadas durante mi estancia en esta casa de estudios.

Al personal docente del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la UAAAN.

Al Dr. Juan M. Fernando Narváez Melo por su dirección y asesoría en la presente investigación.

A la MC. Ma. Cristina Vega Sánchez , por compartir sus conocimientos y asesorar el presente proyecto.

Para el MC. Emilio Padrón Corral, por la asesoría brindada en la presente investigación.

A mis compañeros de generación José Carlos y José Angel Daniel, de quienes recibí apoyo y buenos consejos.

Al Ingeniero MC. Fernando Ruiz Zarate y al Ing. Idilio Cuellar de quienes además de compartir habitación recibí apoyo incondicional.

A todos los amigos, compañeros y demás personas que de alguna forma me brindaron su apoyo, en la terminación de mis estudios.

DEDICATORIAS

A **Dios**, porque sin el esto no hubiese sido posible.

A mi querida esposa, por su amor, apoyo y comprensión.

A mis hijos : Aldo, Dany y Toño por ser mi razón de ser.

A mis padres Felipe García Casio y Concepción R. de G.+ por haberme dado la vida.

A mis hermanos Cuquita, Roberto, Fernando + y Margarita, de quienes me siento infinitamente orgulloso.

A mis suegros Don Ricardo y Doña Victoria así como a Chuy, Conchita, Rayito, Lalo, Licha y su familia; por su apoyo brindado en los momentos más difíciles.

A las señoritas Alejandra y Verónica, quienes con su simpatía, apoyo físico y moral colaboraron para hacer posible el presente trabajo.

A los compañeros Gustavo, Nico y Juan quienes en forma jovial y desinteresada contribuyeron a que se concluyera la presente investigación.

COMPENDIO

**Efecto del Número de Riegos en la Calidad Física y Fisiológica
de la Semilla de Maíz (*Zea mays* L.) H-135 y su Relación a la
Distancia de la Fuente de Polen**

POR

JUAN JOSE GARCIA RODRIGUEZ

MAESTRIA EN

TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA; SEPTIEMBRE 1995

DR. JUAN MANUEL FERNANDO NARVAEZ MELO -ASESOR-

Palabras clave: Riegos, polen, características físicas, porcentaje, distancia, calidad física y fisiológica, semilla, maíz, hembra, macho.

La presente investigación se llevó a cabo con el objeto de determinar el efecto del número de riegos sobre la calidad física y fisiológica de semilla de maíz.

Algunas características agronómicas fueron evaluadas, cuyos resultados indican que tanto el rendimiento de semilla como los días a floración fueron afectados por el número de riegos y la distancia a la fuente de polen.

Al evaluar las características físicas; el peso de mil semillas y peso volumétrico, manifestaron un comportamiento decreciente, similar con dos , tres y cuatro riegos decreciendo en las categorías medianas y chicas de ambas formas (redondas y planas).

También existió efecto del porcentaje de polen sobre el tamaño y forma de la semilla, ya que a medida que se redujo el tamaño, se vio reflejado en la calidad física sobre el peso de mil semillas, peso volumétrico y por ciento de semilla.

En la distancia a la fuente de polen, en el peso de mil semillas, peso volumétrico y porcentaje de semilla los resultados indican que el tamaño y forma mostraron un comportamiento similar, en general la calidad física de la semilla no se vio afectada significativamente.

La germinación no se vio afectada. El vigor estimado con la prueba de envejecimiento acelerado reportó que con dos riegos, 1/3 y 2/3 de liberación de polen fueron los mejores; otra prueba fue la de peso seco de plántula, los resultados indican que la calidad fisiológica de la semilla fue afectada significativamente al reducir el número de riegos y la cantidad de polen.

ABSTRACT

Effect of the Number of Irrigations on the Physical and Physiological Quality of Seed of Maize (*Zea mays* L.) Hybrid H-135 and its Relationship to the Distance from the Pollen Source.

By

JUAN JOSE GARCIA RODRIGUEZ

MASTER OF SCIENCE

SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA; SEPTEMBER 1995

DR. JUAN MANUEL FERNANDO NARVAEZ MELO -ADVISOR-

Key words : Irrigations, pollen, physical characteristics, porcentage, source, physiological characteristics, seed, maize, female, male.

The objective of this study was to evaluate the effect of differentially irrigated maize on the physiological and physical quality of seed.

Some agronomic characteristics were evaluated, which results indicated that seed yield, days to flowering,

were affected by the number of irrigation and the distance from the source of male pollen.

Evaluating the physical characteristics; the 1000 seeds weight and volumetric seed weight manifested similar behavior for two, three and four irrigations, decreasing its values as seed size decreased for both types (round and flat).

In relation to the pollen liberation treatment, there was an effect on the shape and size of the seed. As seed size decreased, it showed a tendency to reduce the the physical seed quality for the 1000 seed weight, volumetric seed weight and percentage of seed size produced.

The distance from the pollen source affected 1000 seed weight, volumetric seed weight and percentage of seed size. The results indicate that size and shape showed similar behavior in general, and the physical seed quality was not affected significantly.

The germination was not affected. The vigour estimated through the accelerating aging test reported that two irrigations, 1/3 and 2/3 pollen shedded treatment gave best results; seedling dry weight test results indicated that the physiological seed quality affected significantly when reducing the number of irrigations and the quantity of male pollen.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	xii
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Efecto de la Humedad del Suelo Sobre el Rendimiento de Grano y sus Componentes.....	4
Cantidad de Polen.....	13
Viabilidad de Polen.....	14
Distancia a la Fuente de Polen.....	18
Calidad de la Semilla.....	20
Características Física.....	20
Tamaño Y Forma.....	21
Calidad Fisiológica.....	23
MATERIALES Y METODOS.....	26
Descripción del Area de Estudio.....	26
Material Genético.....	26
Métodos.....	27
Conducción del Experimento.....	27
Aplicación de Tratamientos de Riego.....	29
Variables Evaluadas.....	31
Variables Agronomicas.....	31
Rendimiento de Semilla.....	31
Floración Masculina.....	32
Floración Femenina.....	32
Altura de Planta.....	32
Altura de Mazorca.....	33
Pruebas Físicas de la Semilla.....	33
Determinación del Contenido de Humedad.....	33
Clasificación de la semilla por Forma y Tamaño.....	34
Forma.....	34
Tamaño.....	34
Peso de Mil Semillas.....	35
Peso Volumétrico.....	35
Variables Fisiológicas.....	36
Capacidad de Germinación.....	36
Envejecimiento Acelerado.....	37
Peso Seco de Plántula.....	38
Análisis Estadísticos.....	39
Rendimiento de Semilla.....	39
Variables de Calidad Física y Fisiológica..	42

RESULTADOS Y DISCUSION.....	44
Características Agronómicas.....	44
Características Físicas.....	50
Características Fisiológicas.....	69
CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	74
RESUMEN.....	79
LITERATURA CITADA.....	83
ANEXO.....	89

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Página
4.1. Tratamientos evaluados para determinar la eficiencia de la polinización del híbrido de maíz H-135.....	31
4.2. Comparación de medias para la variable rendimiento (ton/ha) a diferente número de riegos y distancia a la fuente de polen, en maíz.....	45
4.3. Comparación de medias para las variables días a floración masculina y femenina en maíz.....	47
4.4. Comparación de medias para tres características agronomicas con tres tratamientos de número de riegos de los progenitores del híbrido de maíz.....	49
4.5. Comparación de medias para la variable física peso de mil semillas con diferente número de riegos en maíz.....	51
4.6. Comparación de medias para la variable física peso de mil semillas con distinto porcentaje de liberación de polen en maíz.	53
4.7. Comparación de medias para la variable física peso de mil semillas con distinta distancia a la fuente de polen en maíz...	55
4.8. Comparación de medias para la variable física peso volumétrico con distinto número de riegos en maíz.....	57
4.9. Comparación de medias para la variable física peso volumétrico con distinta distancia a la fuente de polen en maíz...	59
4.10. Comparación de medias para la variable física peso volumétrico con distinto porcentaje de liberación de polen en maíz.....	61

4.11.	Comparación de medias para la variable física por ciento de semilla con diferente número de riegos en maíz.....	63
4.12.	Comparación de medias para la variable física por ciento de semilla obtenida en diferente distancia a la fuente de polen en maíz.....	65
4.13.	Comparación de medias para la variable física por ciento de semilla obtenida con diferente porcentaje de liberación de polen en maíz.....	68
4.14.	Comparación de medias para las variables envejecimiento acelerado (E.A) (%) y peso seco de plántula (P.S.P) (g) en semilla de maíz.....	72

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Página
4.1. Comportamiento del peso de mil semillas en maíz de diferente clasificación con diferente número de riegos.....	51
4.2. Comportamiento del peso de mil semillas en distintas clasificaciones de semilla con diferente porcentaje de liberación de polen.....	53
4.3. Comportamiento del peso de mil semillas en maíz de diferente clasificación con distinta distancia a la fuente de polen..	55
4.4. Comportamiento del peso volumétrico en semillas de maíz de diferente clasificación con distinto número de riegos.....	57
4.5. Comportamiento del peso volumétrico en semillas de maíz de diferente clasificación con diferente distancia a la fuente de polen.....	59
4.6. Comportamiento del peso volumétrico en semillas de maíz de diferente porcentaje de liberación de polen.....	61
4.7. Comportamiento del por ciento de semilla de maíz de diferente clasificación con distinto número de riegos.....	64
4.8. Comportamiento del por ciento de semilla de maíz de distinta clasificación con diferente distancia a la fuente de polen.	66
4.9. Comportamiento del por ciento de semilla de maíz de diferente clasificación con diferente porcentaje de liberación de polen.....	68

INTRODUCCION

En México el maíz es de los principales componentes de la alimentación de miles de personas, en los últimos años la producción de este cereal ha sido inferior a su utilización. En el año de 1990 se tuvieron que importar 749,000 toneladas de este grano. Ocasionando con esto una considerable fuga de divisas (P.R, 1992).

En el año de 1990 se sembró una superficie estimada en 7'343,000 ha a nivel comercial. La producción de semilla certificada en ese mismo año fue de 10'313,000 kg volumen que alcanzó a cubrir únicamente el seis por ciento de las necesidades de semilla, existiendo un déficit de seis a nueve por ciento, tomando en cuenta que a nivel nacional es de 12 a 15 por ciento el total de productores de maíz que utilizan semilla mejorada (E.B.S.A. 1981-1990).

Algunas limitantes de los programas de producción de semillas por hibridación, no se cumplen principalmente debido a la divergencia en la floración de los progenitores o a la difícil adaptación de los mismos en un lugar determinado, en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, lo que puede ocasionar alteraciones en la sincronización en el momento de

antesis. De ahí la importancia de conocer la eficiencia de la polinización y su rango de distribución.

Conocer la capacidad polinizadora en líneas macho y la capacidad receptora de líneas hembra nos permitirá planear eficientemente la relación hembra:macho, optimizar densidad de población, sincronización, aislamiento y cubrimiento de polen en las líneas hembra. Como es ya sabido, la capacidad polinizadora de las líneas macho está íntimamente relacionada con el genotipo, manejo que se le de al cultivo, efecto de el medio ambiente, además de el número de riegos en las etapas críticas del cultivo.

Si bien los métodos en la producción de variedades comerciales de semilla son más o menos iguales a los que se utilizan en la producción del grano, los primeros implican pasos que complican el manejo del cultivo y elevan el costo del producto final. La producción de semillas híbridas exigen un grado mayor de supervisión, manejo del cultivo y apoyo técnico. Es por ello que en especies como el maíz cuyo rendimiento económico es atribuido principalmente a la producción de semilla, consideramos importante evaluar su reacción a la limitación de humedad (estrés hídrico), así como la deficiencia en la polinización y su relación a la distancia de la fuente de polen con respecto a el progenitor femenino, sobre la calidad física y fisiológica de la semilla, concluyendo en el planteamiento del siguiente objetivo:

Objetivo

Evaluar la eficiencia de la polinización en la calidad física y fisiológica de la semilla del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) H-135 y su relación al número de riegos aplicados durante el desarrollo del cultivo.

Hipótesis

- 1.- Existen diferencias en la calidad física y fisiológica de la semilla del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) H-135 en función al número de riegos aplicados en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.
- 2.- Existen diferencias en la calidad física y fisiológica de la semilla del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) H-135 en relación de la distancia de la fuente producción de polen.
- 3.- Existen diferencias en la calidad física y fisiológica de la semilla del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) H-135 en relación al período de antesis.

REVISION DE LITERATURA

Efecto de la Humedad del Suelo sobre el Rendimiento de Grano y sus Componentes

Shaw (1977) indica que las etapas de floración y polinización son muy críticas en el cultivo del maíz. Estrés de humedad, y la fertilidad en dichas etapas tiene serio efecto sobre el rendimiento, ya que el número de óvulos que pueden ser fertilizados ya se encuentran determinados. La cantidad será de acuerdo al momento de que ocurra dicho estrés. Así, con un severo estrés, la emergencia de estigmas puede ser retrasado hasta que todo o mucho del polen ha sido liberado, con lo cual se incrementa el número de plantas estériles y/o pobre llenado de las mazorcas.

Doorembos y Kassam (1979) mencionan que el maíz es relativamente tolerante a los déficit de agua durante el período vegetativo y el de maduración, pero no así durante el período de floración incluyendo la formación de la inflorescencia, la formación del estigma y la polinización, en cuyas etapas un déficit de humedad ocasiona una disminución en los rendimientos de grano. Déficit rigurosos de agua durante el período de floración, especialmente en el tiempo de formación del estigma y la polinización, puede

traducirse en un rendimiento pequeño o nulo de grano debido a la desecación de los estigmas; así mismo un déficit de agua durante el período de formación de la cosecha puede traducirse en una reducción del rendimiento debido a la disminución del tamaño del grano.

Gómez (1992) observó que tanto la floración masculina como la femenina sufrieron un retraso como consecuencia de un estrés hídrico durante y antes de la etapa de floración; sin embargo, el retraso en la emergencia de estigmas es mayor (15.7 días) que el retraso de la antesis (7.2 días).

Aldrich y Leng (1974) indican que uno de los días antes de comenzar la liberación de polen los entrenudos superiores se alargan rápidamente y empujan a la panoja fuera de la masa foliar, esta etapa, especialmente las tres últimas semanas, es el período más expuesto para la planta de maíz. Los elevados requerimientos de principios nutritivos, agua y de productos "constructivos" del metabolismo hacen que en esta etapa cualquier deficiencia o defecto de funcionamiento sean particularmente serios. Además, en este momento, el daño causado al polen o a la estructura de la espiga tiende a ser de carácter permanente y con pocas probabilidades de recuperación, incluso en condiciones favorables. Esta es la etapa en que la deficiencia de nutrimentos (especialmente nitrógeno) o de agua, el daño ocasionado por los insectos y la sobrepoblación causan los mayores trastornos.

Durante la etapa de estigmas receptivos (R1) se determina el número de óvulos que serán fertilizados. Los óvulos no fertilizados no producirán grano y, eventualmente, degenerarán. En esta etapa, las deficiencias, especialmente cuando se presente una falta de agua, que hace que se produzca una desecación, tanto de los estigmas como de los granos de polen. Esta deficiencia resultará en la producción de una mazorca pequeña, sin grano en su extremo apical (Ritchie y Hanway 1982).

Herrero y Johnson (1981) evaluaron estrés de humedad durante la floración en maíz. Los resultados indican que la emergencia de estigmas se retrasó hasta que todo o la mayor parte del polen fue liberado; resultando en un gran número de mazorcas estériles o con escaso llenado. De este modo concluyen que el retraso en la emergencia de estigmas y su elongación diaria representa la etapa más sensible del proceso de sincronización floral.

El retraso en la emergencia y elongación de estigmas representa la porción más sensible del proceso de sincronización floral al estado hídrico de la planta. Sin embargo, el polen si es sensible a altas temperaturas, es decir, su viabilidad es reducida por temperaturas mayores a 32°C (Herrero y Johnson, 1980; Schoper et al ., 1986 y 1987).

La resistencia del polen a la sequía teóricamente se debe a la presencia de vacuolas pequeñas dentro de los granos

de polen (Linskens, 1964) ya que la destrucción de una célula es más difícil y su resistencia es menor. Si la vacuola de la célula es grande y su tonoplasto es delicado (Herrero y Johnson 1981) además la liberación de polen ocurre temprano en las mañanas, antes de que el potencial hídrico foliar decline grandemente (Herrero y Johnson 1981).

Westgate y Boyer (1986) concluyeron que no se puede atribuir a falta de agua en la superficie de los estigmas la incapacidad para la producción de granos, ya que se observaron germinación de granos de polen y crecimiento de tubos polínicos sobre estigmas con bajo potencial hídrico. Aparentemente, se completo cada paso necesario para la formación del cigote; la fertilización inició la división celular en el embrión y endospermo, pero, dos o tres días después, el embrión dejó de desarrollarse. La región nucelar alrededor del óvulo estaba ausente, y prácticamente no había desarrollo del endospermo o de la cubierta de la semilla. Sin embargo, Moss y Downey (1971) establecieron que el estrés hídrico aplicado antes de la emergencia de estigmas causa esterilidad femenina a través del aborto del saco embrionario; es decir, que la megasporogenesis es afectada por bajos potenciales hídricos justo antes de la antesis.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1984) afirma que en la mayoría de los cultivos se presentan períodos críticos durante la época de crecimiento, en los que debe de mantenerse un nivel alto de humedad para lograr

buenos rendimientos. Si hay suficiente humedad para la germinación y el desarrollo, el período crítico casi siempre ocurre en la parte final de la estación cuando se aproxima la cosecha. El período crítico para el maíz es desde la inflorescencia (espigamiento) hasta la aparición de los estigmas (jilote).

Vega (1987) evaluó dos tratamientos de riego en el híbrido de maíz AN-430R, los tratamientos evaluados fueron los siguientes: 1) riegos aproximadamente cada 20 días; 2) riegos en etapas críticas del cultivo (nacencia, iniciación floral, fecundación y estado lechoso), encontró que a mayor humedad se presentan mayores alturas, áreas foliares, acumulación de materia seca y rendimiento de grano.

Gandara (1989) reporta que deficiencias de humedad durante la etapa vegetativa de antesis (VT) provoca una reducción del rendimiento de grano del orden del 22 por ciento, la altura final se reduce un 35 por ciento mientras que el rendimiento de materia seca se ve afectado un 25 por ciento.

Eck (1986) evaluó el efecto del tiempo y duración de períodos de deficiencia de humedad sobre el desarrollo del cultivo del maíz, en una zona de alta demanda evaporativa. Los estudios fueron realizados durante cuatro años bajo cinco tratamientos : agua adecuada; períodos de dos y cuatro semanas de deficiencia durante el llenado del grano. Encontró

que deficiencias de humedad impuestas a 41 días después de la siembra reduce el área foliar y el tallo, no siendo así cuando es impuesta a los 55 días después de la siembra, donde reduce únicamente el tallo. Menciona que déficit durante el llenado de grano no afectan el área foliar y el desarrollo del tallo.

Stewart *et al.*, (1975) concluyeron que el rendimiento de grano de maíz es especialmente vulnerable al déficit hídrico durante el período de polinización, siempre que el cultivo no halla estado sujeto a estrés en el período vegetativo. Sostienen que un déficit hídrico durante la polinización puede ocasionar grandes pérdidas en el rendimiento del maíz. Sugieren sean tomados estos resultados muy en cuenta para la programación de los riegos.

Denmead y Shaw (1960) observaron que el rendimiento de grano de maíz disminuyó en un 25.50 y 21 por ciento cuando el estrés de humedad se presentó en el estado vegetativo, floración femenina y estado de mazorca respectivamente.

Gardner *et al.*, (1982) tomaron datos de temperatura, fisiología del maíz sujeto a diferentes láminas de riego, sobre un suelo de arena fina. Estos investigadores obtuvieron una diferencia de 50 cm de altura entre plantas que no estuvieron sujetas al estrés y las que si lo sufrieron. Las plantas que estuvieron sujetas al estrés de humedad durante la etapa de llenado maduraron durante este período. El

rendimiento se redujo drásticamente cuando el estrés ocurrió durante los períodos de polinización y llenado de grano.

Robins y Domingo (1953) mencionan que una reducción en la humedad del suelo durante ciertos estados fisiológicos marcan un decremento en el rendimiento de grano, así por ejemplo un estrés de uno o dos días durante el período de polinización reduce el rendimiento de maíz en un 22 por ciento y si este es de una duración de seis a ocho días lo reduce en un 50 por ciento.

Rodríguez (1985) obtuvo a través de el índice de estrés, que los valores de susceptibilidad del cultivo del maíz son los siguientes : una deficiencia de humedad en la etapa vegetativa, el maíz reduce su rendimiento de grano en un 24 por ciento; si el estrés ocurre durante la etapa reproductiva el maíz experimenta una merma en el rendimiento de 41 por ciento.

Musick y Dusek (1980) reportan que un estrés de agua en la etapa durante el llenado de grano reduce el rendimiento de 10,850 a 5,670 Kg/ha y si ocurre un estrés muy severo durante el desarrollo vegetativo causa la muerte prematura, reflejándose en un nulo rendimiento de grano.

Boyer y McPherson (1975) encontraron que las etapas del ciclo de vida del maíz que son mayormente afectadas por deficiencias hídricas, además del establecimiento de plántulas,

son el desarrollo floral y la floración. Este período crítico coincide con el tiempo de máxima transpiración del cultivo. Sin embargo, a pesar de los grandes efectos de la desecación durante estas etapas, los factores fisiológicos responsables son los menos entendidos del ciclo vital de la planta.

Claassen y Shaw (1970) determinaron que cuando el estrés hídrico se presenta desde el desarrollo temprano del jilote hasta antes de la emergencia de los estigmas, no se observan grandes reducciones en el rendimiento. Las máximas reducciones del rendimiento se observan cuando el estrés ocurre durante la emergencia de estigmas. Estas pérdidas en rendimiento, provocadas por períodos cortos de sequía, son debidas a la reducción del establecimiento de granos (Claassen y Shaw, 1970; Herrero y Johnson 1981 NeSmith y Ritchie, 1992); es decir, hay una menor fertilización y, por lo tanto un menor número de granos formados (Schoper et al., 1987). El único componente de rendimiento que sufre reducciones significativas es el número de granos por planta (Hall et al., 1981 y 1982; Bolaños y Edmeades, 1989). También se ha observado un menor tamaño de la mazorca (Robins y Domingo, 1953; Claassen y Shaw, 1970; Hall et al., 1981). Estas reducciones en el número de granos desarrollados, o parcialmente desarrollados, generalmente están acompañadas por incrementos correspondientes en el peso de grano.

Varios autores coinciden al señalar que, como consecuencia de un déficit de humedad durante la floración,

se presenta un retraso en la emergencia de estigmas con respecto a la antesis (Robins y Domingo, 1953; Moss y Downey, 1971; Herrero y Johnson, 1981; Hall et al., 1981 y 1982). Este retraso en la emergencia de estigmas, un aumento en el intervalo entre el inicio de la antesis y la emergencia de estigmas; es decir, se incrementa la asincronía entre las inflorescencias masculina y femenina (Schoper et al ., 1987; Hall et al., 1981; Bolaños y Edmeades, 1989). Westgate y Boyer (1986) aseguran que los bajos potenciales hídricos en la planta de maíz, durante la etapa de floración, provocan una asincronía en el desarrollo de las inflorescencias. Por lo tanto hay una menor oportunidad de fecundación.

El potencial hídrico del polen siempre es ligeramente menor que el de los estigmas, de este modo se asegura que el agua se mueve de estos hacia el polen; además los tejidos de los estigmas están en contacto hidráulico con la parte vegetativa, pero el polen no. El potencial hídrico foliar puede decrecer sin provocar, prácticamente ningún efecto sobre el potencial hídrico del polen o sobre su germinación *in vitro*. (Herrero y Johnson, 1981); en cambio si afecta al potencial hídrico de los estigmas. Por lo tanto, la falta de humedad en el suelo afecta más a los estigmas que al polen (Westgate y Boyer, 1986).

Gómez (1992) trabajando con el híbrido AN-310 y sus progenitores, detectó que al someter las líneas bajo sequía, liberaron menor cantidad de polen que el resto de los

genotipos y que las espigas del AN-310 bajo sequía, resultaron dañadas, en un alto porcentaje.

Cantidad de Polen

Wych (1988) reporta que un volumen adecuado de polen en un campo de producción de semillas es esencial para producir un buen rendimiento de semilla de alta pureza. Experimentos previos mostraron que el rendimiento de polen de la mayoría de las líneas no se reduce significativamente cuando se incrementa la densidad de población. El peso de polen, fue medido mediante el procedimiento utilizado en la prueba estándar de rendimiento de polen, con 15 espigas obtenidas de muestreos realizados antes y después de anthesis.

Aldrich y Leng (1974) reportaron que la polinización es una etapa sumamente expuesta a la vida de la planta de maíz. En ellos los fracasos y problemas tienen importantes consecuencias sobre el rendimiento, pues un grano que no comienza con ella su formación, no puede iniciar más tarde, y porque una espiga (jilote) que no está bien formada y totalmente polinizada no podrá alcanzar un tamaño normal en la madurez.

Tollenaar y Daynard (1978) demostraron que se necesitan cuatro días sucesivos de exposición al polen si se quiere alcanzar el máximo valor en el establecimiento de granos. Esto es debido a que los granos en la punta del

jilote están de cuatro a cinco días de retraso con respecto a los de la base, en cuanto a su desarrollo.

Según Hall *et al.* (1982) la asincronía tiene dos efectos: un decremento en la duración media de la exposición de estigmas al polen (implícito en el retraso de la emergencia de estigmas) y una reducción en la tasa de liberación del polen, particularmente en las últimas etapas de la emergencia de estigmas. Sin embargo, la reducción en el número de granos de polen solo la observaron cuando el estrés se presentó antes de la emergencia de estigmas de la espiga.

Aldrich y Leng (1974) reportan que la liberación del polen dura varios días comúnmente entre cinco y ocho y alcanza su máxima producción alrededor del tercero. La dehiscencia se inicia en el medio de la espiga central de la panoja, posteriormente se extiende a toda la panoja en los siguientes días y finaliza en los ápices y bases de las ramificaciones inferiores.

Viabilidad del Polen

Algunos autores, como Henckel (1964) aseguran que la inflorescencia masculina es más sensible a la sequía que la femenina; de modo que el polen no es viable cuando se aplica este estrés. Sin embargo, muchos estudios recientes (Herrero y Johnson, 1981; Westgate y Boyer, 1986) han demostrado que la sequía tiene un efecto mayor sobre el retraso en la

emergencia de estigmas que sobre la viabilidad del polen, y que ésta última prácticamente no resulta afectada (Schoper et al. 1986).

A pesar de que el polen de maíz se deseca rápidamente, puede perder la mitad de su contenido de agua sin perder su viabilidad (Barnabas y Rajki, 1976). Westgate y Boyer (1986) reportaron que polen con un potencial hídrico de -1.2 MPa. por lo tanto, la desecación del polen no debe considerarse como un factor limitante de la producción de grano de maíz.

Pohelman (1971) menciona que la antesis se inicia uno o tres días antes de que emerjan los estigmas de una misma planta. Tiempo caluroso y seco tiende a acelerar la desintegración del polen. Una sequía severa puede retrasar la emergencia de los jilotes. Bajo condiciones favorables, el polen puede retener su viabilidad durante 18 a 24 horas, pero puede morir en unas cuantas horas por calor o desecación. Un viento caluroso y seco puede dañar los estigmas en tal forma que no derrama polen o puede reducir la humedad del estigma, de tal manera que los granos de polen no pueden germinar en éste.

Gómez (1992) apunta que en pruebas de germinación *in vitro* la viabilidad del polen no se ve afectado por un estrés hídrico; sin embargo, como resultado del conteo de granos se dedujo que la floración femenina sufrió 100 por ciento de

daño, ya que en las cruzas de hembras estresadas por macho bajo riego, se obtuvieron cero granos.

Jugenheimer (1976) indica que un clima adverso durante el período crítico de floración es considerablemente peligroso para producir maíz en muchas áreas. Altas temperaturas pueden esterilizar completamente la espiga o matar los granos de polen después de que ellos son liberados. Puede también interferir con la polinización debido a que los estigmas se secan rápidamente, así se acelera la pérdida de receptividad al polen. Esta interferencia con la polinización se refleja en un pobre llenado de mazorca y consecuentemente una reducción en el rendimiento de grano. La pérdida de receptividad es mas rápida en líneas endocreadas que en una cruza simple.

Herrero y Johnson (1980) observaron el efecto de la temperatura sobre la germinación de los granos de polen *in vitro*. En su experimento, los genotipos utilizados difirieron en su respuesta a la temperatura. Algunas presentaron reducciones paulatinas cuando la temperatura se incrementó, otros germinaron en forma similar tanto a temperaturas de 27 como de 32°C, o germinaron después de 48 hr a 38°C.

Thomson (1979) reportó que la temperatura óptima del maíz es de alrededor de los 30°C. De acuerdo al muestreo de espigas en campo para las pruebas de viabilidad que a alta temperatura se tienen deficiencias en el desarrollo de

anteras, resultando deficiente viabilidad del polen.

Schoper *et al.* (1986) reportan que la viabilidad del polen y receptividad de la mazorca son determinantes en la formación de semilla de maíz bajo condiciones de sequías y altas temperaturas. Estos factores los evaluaron sobre híbridos simples midiendo: longitud de los estigmas durante la polinización y el potencial de agua de la hoja de la mazorca. Utilizaron como plantas hembra (no estresadas y estresadas a riego) mismas que fueron polinizadas con plantas no estresadas por humedad, estresadas por agua y calor.

Schoper *et al.* (1987) trabajando con cuatro líneas endogámicas tolerantes al calor y tres susceptibles, fueron cruzadas en forma dialélica. Las espigas fueron cortadas a principios de la antesis y transferidas a cámaras de crecimiento con regímenes de temperatura día/noche de 29/24°C y la germinación del polen *in vitro*. La emergencia de anteras y el color de la espiga fueron determinados después de 24 hr en la cámara de crecimiento. El porcentaje de polen no germinado aumentó significativamente a la temperatura más alta, el aumento varió entre los genotipos; Mc 17 tuvo el mayor efecto de habilidad general combinada a la temperatura más alta. La emergencia de anteras de la antesis central disminuyó diferencialmente entre híbridos a una temperatura más alta. Mc 17 tuvo el mejor efecto para la emergencia de anteras en la misma forma a la alta temperatura.

Carrillo y Mendoza (1984) utilizando como criterio de comparación la duración de la vida media del polen, estiman la viabilidad por la formación del tubo polínico bajo condiciones experimentales que permitieron obtener datos hasta de 93 por ciento, se encontró que la vida media calculada de mayor frecuencia del polen de plantas de maíz fue de 285 minutos. El porcentaje de polen abortivo observado en las muestras con mayor frecuencia fue de dos y tres por ciento.

Distancia a la Fuente de Polen

Varios trabajos de investigación han sido desarrollados con la finalidad de ver el efecto que existe en la semilla, debido a la distancia de la hembra a la fuente de polen. Así tenemos que Culy *et al.* (1991) realizaron estudios para determinar los efectos de la distancia entre los surcos polinizadores y los surcos hembra en la producción de semillas, con un patrón de siembra 6:2 en un período comprendido de 1983 a 1986 a través de los cuales obtuvieron siete categorías de tamaño y forma de la semilla. En 1983 se utilizó un solo genotipo hembra y tres machos diferentes clasificados por su capacidad para producir polen en tres categorías que son las siguientes: débil, moderado y fuerte; y en 1985-86 se utilizaron tres genotipos hembras con un macho en común. Los surcos fueron sembrados con una separación de 30 pulgadas. Las siete categorías que se evaluaron fueron: bola grande, mediana y chica, planos

grande, mediano y chico así como los granos de punta.

Castillo y Castro (1991) al efectuar un estudio sobre la eficiencia de la polinización encontraron que la mejor relación fue la $6\text{♀}:2\text{♂}$; se enumeraron los surcos a partir del segundo surco macho en la dirección noreste-sureste. Se cuantificó una superioridad estadística del 10 por ciento del testigo con respecto al mejor tratamiento, en las variables de números de semillas por mazorca y número de semillas por hilera. No se detectaron diferencias significativas entre los surcos hembra pero si se observó un claro gradiente de mayor porcentaje de polinización en la dirección de SW-NE de 476 a 395 semillas por mazorca que correspondieron a seis y 3.9 ton/ha respectivamente. Se concluye que la nueva secuencia aquí propuesta es más ventajosa que la original.

Solorzano (1987) menciona que en la investigación realizada para la determinación del potencial de producción de semillas en siembras de hembras utilizando el método tradicional, modificado, tradicional modificado y compacto; encontró que los métodos compacto y tradicional estadísticamente fueron similares, pero mayores al tratamiento modificado y tradicional modificado.

Ramírez (1992) en su investigación encontró que a mayor distancia de los surcos hembra a la fuente de polen menor rendimiento y a la vez se afectan sus componentes, ya

sea positiva o negativamente dependiendo de la correlación que hallan presentado.

Ramírez (1992) investigó patrones de siembra sobre el rendimiento y calidad física de la semilla; encontró que el rendimiento más alto se obtuvo con la relación 3:1, la cual alcanzó un rendimiento de 4.21 ton/ha superando a la relación 2:1 con el 28 por ciento de semilla con alta calidad.

Calidad de la Semilla

Características Físicas

La calidad de la semilla es un concepto que comprende varios atributos. Thomson (1979) indican su aptitud para la siembra, pudiendo ser su calidad particular clasificada de acuerdo a varios criterios: apariencia, uniformidad, germinación, pureza genética, contaminantes de semillas extrañas, insectos, materia inerte, enfermedades, daño mecánico, químico, grado de deterioro, estado de madurez.

Refiriéndose a la calidad física ésta involucra aspectos tales como: pureza física, color, peso, tamaño y contenido de humedad principalmente. La pureza física indica el grado de contaminación con semillas extrañas y materia inerte. El color de la semilla es una característica

propia de cada especie, variedad híbrido o línea y puede ser fácilmente afectado por factores ambientales. El peso de la semilla es un reflejo de la calidad de la misma; así que un lote de semilla con menor peso que lo establecido para cada cultivo es también el resultado del efecto negativo de los factores ambientales. El contenido de humedad de la semilla es el principal factor que afecta la calidad fisiológica de la semilla durante su almacenamiento, debido a que su actividad metabólica depende de la cantidad de humedad, además influenciada por la temperatura que prevalezca en el medio en donde se encuentre (García, 1981).

La calidad fisiológica está integrada por los atributos de germinación y vigor, refiriéndose al primero como el porcentaje de semillas que producen plántulas normales capaces de desarrollarse bajo condiciones favorables de campo, raramente encontradas en campo, y el segundo como el potencial de emergencia bajo un amplio rango de ambientes y un atributo de calidad más allá de la germinación que señala la completa habilidad de la semilla para establecer plántulas en condiciones adversas (McDonald, 1975).

Tamaño y Forma

El tamaño de las semillas es irregular según las variedades, al menos en las especies de granos grandes. Dentro de una determinada variedad está demostrada la correlación entre el tamaño de las semillas y el vigor de las

plántulas para una determinada partida de semillas maduras en unas condiciones específicas. Sin embargo, la mayor ventaja inicial de las plántulas procedentes de semillas grandes no persisten a lo largo de todo el ciclo de cultivo, al intervenir en su desarrollo otros factores; en general, no suele haber correlación entre el tamaño de las semillas y el rendimiento de la cosecha si se siembra semilla de los tamaños comerciales, obedecen, en general, a las exigencias de las operaciones de limpieza que obligan a eliminar ciertas porciones de semillas pequeñas si se quiere garantizar la eliminación de determinadas impurezas. En el caso de especies de granos grandes, la eliminación de las semillas más pequeñas obedece a criterios de presentación comercial (Besnier, 1989).

Muchena y Grogan (1977) utilizó tres razas de maíz (*Zea mays* L.) con el cultivar palomero nube blanca, línea pura R-181 y Ay-499 con el objeto de determinar la importancia del tamaño de la semilla sobre la habilidad de germinación bajo diferentes concentraciones de manitol. Se obtuvieron diferencias significativas entre categorías de tamaño de semilla. Concluye que la semilla pequeña fue la mejor.

Wood *et al*, (1977), y Shieh y McDonald, (1982) al realizar estudios en maíz descubrieron que la semilla de una mazorca varia en cuanto a forma y tamaño dependiendo de la posición, siendo de mayor tamaño las de la base. La forma

depende de la presión externa que ejerzan las semillas adyacentes durante las ultimas etapas de llenado de grano, siendo planas las de la parte central y redondas las de los extremos; esto se reporta en maíces de la faja maicera de los EE.UU. lo cual obliga a clasificar la semilla por forma, tamaño y peso para la siembra mecanizada y tener una población adecuada.

Muchena y Grogan (1977) mencionan que semillas pequeñas de maíz, tienen ventajas sobre las categorías superiores para germinar, cuando existen condiciones de sequía, ya que requieren absorber menor cantidad de agua para realizar el proceso de germinación.

Un indicador del peso y tamaño de la semilla puede ser el peso de mil semillas y aunque menos preciso, el peso de semillas contenidas en cierto volumen como un hectolitro (Thomson, 1979). Al respecto se a encontrado que semillas más grandes tienen mayor peso; en zanahoria (Jacobsohn y Globerson, 1980), rábano (Smittle, 1982), maíz (Silva y Philo, 1982), sorgo (Maraville y Clegg, 1977) y frijol (Philo y Avancine, 1983).

Calidad Fisiológica

La calidad fisiológica se refiere a mecanismos intrínsecos de la semilla, los cuales determinan su capacidad para germinar y emerger rápidamente y producir una población

de plantas uniformes y vigorosas, bajo el rango de condiciones de campo que pueden ser encontradas al momento de la siembra (Delouche, 1982). Por ello la importancia de conocer el nivel de calidad que las semillas para siembra tienen, por lo cual el ensayo de calidad de la semilla continua llamando la atención de la industria semillera (McDonald, 1991). Siendo la germinación y pureza física dos criterios de la calidad de la semilla los cuales están bien establecidos y son determinados en pruebas rutinarias (Perry, 1980).

La capacidad de germinación, la cual permite medir el máximo potencial de viabilidad de la semilla (Sayer, 1983) es definida por la Asociación de Analistas Oficiales de Semillas (AOSA), como la "emergencia y desarrollo a partir del embrión de aquellas estructuras esenciales, que por la clase de semilla son indicativas de su habilidad para producir una planta normal bajo condiciones favorables" (McDonald, 1991) y es el criterio de más utilidad para definir calidad de semilla, sin embargo, los resultados obtenidos en la prueba estándar en la que se evalúa, no siempre puede usarse para pronosticar el comportamiento de la semilla en campo (Sayers, 1983) y consecuentemente se ha puesto mucho interés en desarrollar un parámetro complementario a la prueba de germinación, denominado vigor de la semilla.

La definición de la AOSA que actualmente prevalece es: el vigor en las semillas comprende aquellas propiedades de la semilla que determinan el potencial de una rápida y uniforme emergencia y el desarrollo de las plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones en el campo.

Por otra parte, en 1977 la Asociación Internacional de Analistas, desarrolló también la siguiente definición de vigor en las semillas: "Vigor en las semillas es la suma de aquellas propiedades que determinan el nivel de potencial de actividad y comportamiento de una semilla o lote de semillas durante la germinación y emergencia de la plántula.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del Area de Estudio

Los trabajos de campo de esta investigación se llevarán a cabo en los lotes experimentales del INIFAP en el Campo Experimental Norte de Guanajuato, ubicado dentro del municipio de San Luis de la Paz Guanajuato, sobre la carretera 57 a al altura del Km 67 del tramo Querétaro-San Luis Potosí; en un suelo de textura franco-arcillosa, caracterizándose la zona por los siguiente valores : latitud 21°06' N, longitud 100°, a una altura de 2000 msnm con una temperatura y precipitación media anual de 16.4°C y 425.9 mm respectivamente CENGUA (1992) y en los laboratorios del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio narro" en Saltillo Coahuila.

Material Genético

El material empleado fue la cruza simple (B-32 x B-33) como progenitor femenino, las líneas de esta cruza simple pertenece a la raza Celaya y su composición incluye germoplasma de la raza tropical Tuxpeño; el progenitor masculino es una línea autofecundada de primera generación

con genealogía Hidalgo 10-3 obtenida en Progreso, Hidalgo a partir de una colecta local de la raza Chalqueño. Material proporcionado por INIFAP.

Métodos

Conducción del Experimento

Previo al establecimiento del cultivo se realizó un muestreo de suelo con el fin de conocer sus cualidades físicas y químicas, dando como resultado que se trata de un suelo franco arcilloso.

La preparación del suelo consistió en : barbecho, rastra, cruza y nivelación. El experimento se sembró bajo condiciones de riego durante el ciclo p/v de 1994. Con fecha dos de mayo de 1994 se sembró la hembra cruza simple (B-32 x B-33) en suelo seco, posteriormente a los diez días (12 de mayo) se sembró el progenitor masculino Hgo. 10-3. La relación ♀:♂ fue la 6:2 con una distancia entre surcos de 76 cm y longitud de siete metros; la dosis de fertilización (220-65-00) recomendada por el Campo Experimental Norte de Gto. para la Zona Norte del Estado, aplicándose la mitad del nitrógeno y el total del fósforo al momento de la siembra; el resto del nitrógeno se aplicó en el primer cultivo (escarda). Con respecto a plagas y enfermedades se tuvo un control estricto, en la etapa V3 (tres hojas) se aplicó Folimat a razón de 1 lt/ha para el

control de Trips (*Frankliniella williamsi*) posteriormente en la etapa V7 (siete hojas) hubo de realizarse una segunda aplicación de insecticida para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) con 1 lt/ha de Lorsban, así mismo en la etapa fenológica de antesis se detectó la presencia del gusano soldado (*Spodoptera exigua*) y pulgón de la espiga (*Macrosiphum avenae*) para lo cual se aplicó 1 kg/ha de Sevin P.H. al 80 por ciento.

Para el control de la maleza, se efectuaron dos cultivos y tres deshierbes manuales, así como la eliminación de todos los vástagos de la planta madre.

El desespigue, labor de suma importancia en la producción de híbridos inició al momento en que la panoja masculina inicio a desarrollarse fuera de la hoja bandera; a partir de este momento se supervisó y realizó la labor de eliminar la espiga (flor masculina) a todas las plantas hembras, teniendo mucho cuidado de no dejar espiga alguna o bien tirando al suelo la espiga eliminada para evitar una posible contaminación al tener estigmas receptivos que pudiesen fecundarse.

Antes de realizar la cosecha se llevaron a cabo muestreos en la parte media de la mazorca de 10 plantas por tratamiento por repetición con el fin de determinar la madurez fisiológica de la semilla, al observar presencia de la capa negra de abscisión así como por medio de muestreos de

contenido de humedad la cual oscilaba entre 20 y 24 por ciento. De esta forma se tomo la determinación de dar inicio a la cosecha; lo que consistió en recolectar las mazorcas de cada unidad experimental en costales de polipropileno previamente identificados y posteriormente trasladados a la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" en Saltillo, Coah. para darle unos días de secado natural para su posterior desgranado.

Aplicación de Tratamientos de Riego

Siendo uno de los factores en estudio el suministro de agua en las diferentes etapas fenológicas del maíz, con el fin de determinar la oportunidad de aplicación y número de riegos; así como el observar su efecto en la producción de polen y subsecuentemente en rendimiento de semilla. Se establecieron los siguientes tratamientos:

E t a p a s D e l C u l t i v o

Trat.	Riegos	Establecimiento	V5	F	R1
1	2	x		x	
2	3	x	x	x	
3	4	x	x	x	x

V5= Cinco hojas F= Floración R1 = Antesis

Es importante mencionar que la relación real hembra:macho fue la 6:4, con respecto a los surcos adicionales del progenitor masculino, estos fueron sembrados con el fin de evitar una posible fuga de el agua de riego, ya

que los tratamientos antes mencionados fueron aplicados a los dos surcos centrales del progenitor masculino, los surcos laterales fueron desespigados para evitar una posible alteración de los resultados; con respecto a la cruza simple (B-32 x B-33) progenitor femenino, el manejo en cuanto a contenido de humedad, los riegos se aplicaron siempre y cuando fue necesario, tratando de mantener las plantas en forma óptima principalmente durante las etapas críticas del cultivo (pre-floración, floración y llenado de grano).

Otro de los factores en estudio fue investigar la eficiencia de la polinización a través de diferentes porcentajes de liberación de polen, así como el efecto de posición o localización de las plantas hembras con respecto a la fuente de polen (macho).

La metodología fue la siguiente: se inicio cubriendo con bolsas enceradas (glassines) la flor femenina (jilote) de 15 plantas del progenitor (B-32 x B-33) de cada surco hembra durante la etapa fenológica (R1) de estigmas expuestos, conforme la flor masculina (espiga) del progenitor masculino línea Hgo 10-3 liberó 1/3 de granos de polen; posteriormente se cubrieron con bolsas enceradas (glassines) 15 plantas del progenitor (B-32 x B-33) de cada surco hembra durante la etapa fenológica de estigmas receptivos (R1) conforme la flor masculina (espiga) del progenitor masculino Hgo. 10-3 había derramado 2/3 de granos de polen, finalmente se etiquetaron 15 plantas de cada surco de la cruza simple (B-32 x B-33) las

cuales ya no se cubrieron con bolsas enceradas (glassines) con el fin de ser fertilizadas en un 100 por ciento o sea 3/3 de polen liberado.

Cuadro 4.1. Tratamientos evaluados para determinar la eficiencia de la polinización del híbrido de maíz H-135.

Trat.	Factor 1 NR	Factor 2 LP	Factor 3 DFP	Factor 4 TF
1	2 Riegos	1/3 Polen	Surco 1	Bola Grande
2	3 Riegos	2/3 Polen	Surco 2	Bola Media
3	4 Riegos	3/3 Polen	Surco 3	Bola Chica
4			Surco 4	Plano Grande
5			Surco 5	Plano Medio
6			Surco 6	Plano Chico

NR= Número de Riegos

LP= Porcentaje de liberación de polen

DFP= Distancia a la Fuente de Polen

TF= Tamaño y Forma

Variables Evaluadas

Variables Agronómicas

Rendimiento de Semilla

Para esto se cosecharon las plantas de los seis surco hembra por repetición/tratamiento/surco las cuales corresponden a un promedio de 12 plantas del tratamiento de 1/3, de 2/3 y de 3/3 de liberación de polen respectivamente; registrándose el peso en kg y el contenido de humedad de la semilla. Con estos valores se calculó el rendimiento en toneladas por hectárea, ajustándose al 15.5 por ciento de humedad; previo al análisis de los datos se

les practicó un ajuste del rendimiento de grano por fallas o matas perdidas.

Floración Masculina

Esta variable se determino cuando el 50 por ciento de las plantas del progenitor masculino Hgo. 10-3 se encontraban en la etapa (VT) de liberación de polen en forma normal.

Floración Femenina

Con respecto a la definición de esta variable se determinó en el momento en que la flor femenina (jilote) del progenitor femenino cruza simple (B-32 x B-33) tenía más de un 50 por ciento de estigmas receptivos.

Altura de Planta

Esta variable se registró de la siguiente forma : para las plantas del progenitor masculino así como del femenino. Se tomó la altura de tres plantas por tratamiento de número de riegos, a partir de la base del surco hasta la base de la espiga (flor masculina). Los datos se registraron en metros.

Altura de Mazorca

La altura de la mazorca fue tomada de la base del surco hasta el nudo de inserción de la mazorca ubicada en la parte superior de la planta; para tal efecto se muestreo un total de tres plantas por tratamiento. El dato se registro en metros.

Todas estas variables fueron tomadas de los seis surcos centrales de cada parcela en el caso de las plantas hembras y de los dos surcos centrales en el caso del progenitor masculino.

Pruebas Físicas de la Semilla

Después de haber sido cosechada la semilla, se procedió a desgranarla por repetición/tratamiento/surco. Por ultimo se pesó el total de la muestra para luego continuar con las siguientes pruebas de calidad física :

Determinación del Contenido de Humedad de la Semilla

Para esto se utilizó el determinador de humedad portátil modelo Dole 400B, el cual funciona a base de baterías; antes de iniciar la prueba se calibró para evitar posibles fallas en este tan importante determinación, el tamaño de la muestra fue dado por el contenido de humedad de la semilla.

Clasificación de la Semilla por Forma y Tamaño

Esta se llevó a cabo utilizando el Modelo Carter Day de tipo experimental cuya función primordial es la de clasificar por forma y tamaño, ubicada en el Laboratorio de Acondicionamiento de Semillas en el Centro de Capacitación y Desarrollo de semillas en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"; la forma de operar con este aparato fue la siguiente : se calibró para cada muestra de semilla a 50 revoluciones por minuto (rpm) por un tiempo de 60 segundos.

Forma

De la muestra total se separó por tratamiento/surco las semillas planas de las redondas utilizando el cilindro oblongo de $13/64$ " (5mm) x $3/4$ " (19mm) considerándose semilla plana la que paso a través de las perforaciones y redonda la que fue retenida.

Tamaño

De toda la semilla redonda y plana que paso por el cilindro de perforaciones redondas con las dimensiones de $22/64$ " (9mm), $20/64$ " (8mm) y $18/64$ " (7mm), se registraron los pesos de la semilla que fue retenida en cada cilindro, conciderandose semilla grande la que retuvo el cilindro $20/64$ " (8mm) y chica la que retuvo el cilindro $18/64$ " (7mm).

Peso de Mil semillas

La determinación de esta variable se realizó de acuerdo a la metodología de la ISTA. Se utilizó semilla pura, de la que se contaron ocho repeticiones de 100 semillas; sin embargo en algunos tratamientos fue ineludible el realizar la prueba hasta con dos repeticiones de 10 semillas. A cada repetición se le pesó, se sacó el promedio y el resultado se sometió a el cálculo de la varianza, desviación estándar y el coeficiente de variación, el cual cuando no excedió de cuatro por ciento fue aceptable.

Peso Volumétrico

La determinación de esta variable se llevo a cabo por repetición/tratamiento/surco. El equipo utilizado fue compuesto por una balanza granataria Ohaus, con precisión de 2610 g, vasos de precipitado de 30 y 100 ml los cuales fueron aforados para determinar el volumen en su interior, siendo el contenido real de 44 y 120 ml respectivamente, el no utilizar la balanza de lectura directa para determinar el peso volumétrico, fue debido a que la mayor parte de las muestras eran demasiado pequeñas. Para la determinación de esta variable se siguió la metodología de ISTA (1985). El registro se hizo en kilogramos de semilla por hectolitro, extrapolando el resultado a un volumen de un hectolitro.

Variables Fisiológicas

Estas variables se plantearon con la finalidad de conocer su efecto sobre los objetivos en la investigación a través de la cual se quiere conocer el efecto sobre la calidad fisiológica de la semilla. Para la evaluación de estas variables se tomo una muestra de un kg (70 por ciento plano medio, 15 por ciento plano grande y 15 por ciento bola media) la cual se sometió a homogeneización en un aparato divisor de tierra (Riffle) hasta alcanzar una submuestra de trabajo de 125 g por unidad experimental.

Capacidad de Germinación

La capacidad de germinación, se evaluó mediante la prueba estándar de acuerdo a las reglas prescritas por ISTA (1985) a excepción de la cantidad de semilla que en este caso fue de dos repeticiones de 50 semillas por unidad experimental, las cuales después de ser tratadas con fungicida se colocaron en substrato de papel toalla de 30 cm x 15 cm, humedecidas previamente con agua natural y cubiertas con otra toalla similar; posteriormente colocadas en bolsas de polietileno en posición inclinada con el embrión hacia abajo, dentro de una cámara germinadora a una temperatura constante de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, durante siete días, con ocho horas de luz y 16 de oscuridad diariamente, efectuándose dos evaluaciones, la primera al cuarto día (vigor) y la segunda al séptimo día,

expresándose los resultados en porcentaje de germinación que incluyó: plántulas normales, anormales y muertas.

Envejecimiento Acelerado

Para la realización de esta prueba, se utilizó el procedimiento propuesto por Delouche y Baskin (1973) para lo cual por cada unidad experimental se utilizaron cuatro repeticiones de 50 semillas cada una, las que se colocaron en un vaso de precipitado de 500 ml, mismo que previamente se acondiciono en su interior con tela metálica tipo mosquitero como base de la semilla montado en una base del mismo material, se le agrego 100 ml de agua colocándose las semillas tratadas con fungicida, sobre la base de la malla y sellando en forma hermética los vasos con una cubierta de plástico para finalmente colocarlos en una estufa a $42^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ con una humedad relativa de 100 por ciento por un período de 96 horas AOSA (1983).

Al termino del período de envejecimiento, la semilla se sometió a la prueba de germinación estándar de manera similar a lo descrito anteriormente y bajo las mismas condiciones. A los siete días se realizó la evaluación registrándose las plántulas normales, anormales y muertas siguiendo el criterio propuesto por ISTA (1985).

Peso Seco de Plántula

Aunque las diferencias de vigor de plántulas son visualmente obvias con frecuencia existe dificultad en obtener reproducibilidad en categorías tales como fuertes o débiles. Algunas pruebas de vigor son conducidas en las mismas condiciones que la prueba de germinación estándar, sin embargo el crecimiento de plántula es medido o evaluado en forma diferente. Dentro de este tipo de pruebas se ubica la tasa de crecimiento de plántulas (SGP) que permite una evaluación objetiva de las diferencias en la velocidad de crecimiento, que pudieran ser reproducibles y exactas.

Hay bastantes evidencias de la relación entre varios aspectos bioquímicos del vigor de la plántula y el desarrollo de esta, y la tasa de crecimiento es el estándar contra el cual los índices bioquímicos se correlacionan. Bustamante *et al.* (1993).

El procedimiento utilizado para determinar esta característica fue una modificación a la metodología propuesta por la AOSA (1983) para lo cual después de la evaluación de germinación las plántulas normales se separaron del resto de la semilla dejando únicamente las raíces y de la parte aérea la plumula, los cuales se colocaron en sobres coin perforados para permitir el paso del aire caliente introduciéndose en una estufa Mca. Presicion Scientific para su secado por espacio de 24 hr a 80°C y posteriormente se

pesaron en una balanza analítica Bosch S-2000 con una precisión mínima de cinco decigramos y máxima de 200 g, el peso seco total se dividió entre el número de plántulas normales registrándose en miligramos por plántula.

Análisis Estadístico

Los datos de rendimiento fueron analizados por un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 3 (número de riegos) x 3 (liberación de polen) x 6 (distancias a la fuente de polen) en tres repeticiones con análisis de covarianza (número de plantas como covariable) para cada una de las variables de respuesta. Para las demás variables de campo : días a floración, altura de mazorca y altura de planta se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamientos (número de riegos) en tres repeticiones. Con respecto a las variables que fueron sometidas a pruebas de laboratorio (peso de mil semillas, peso volumétrico y porcentaje de semilla en las diferentes categorías de tamaño y forma de semilla) los datos fueron analizados bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 6 x 3 y 6 x 6 en tres repeticiones.

Rendimiento de Semilla

En la variable rendimiento, previo al análisis de los datos se les practicó un ajuste del rendimiento de grano

por fallas o matas perdidas utilizando la siguiente fórmula:

$$PC^* = \text{Peso campo} \times \frac{(\text{Núm. de matas/parcela}) - (0.3/\text{Núm. de fallas})}{(\text{Núm. de matas/parcela}) - (\text{Núm. de fallas})}$$

 Jugenheimer (1990) * Peso corregido

Posteriormente se llevó a cabo el análisis correspondiente cuyo diseño fue un bloques al azar con arreglo factorial de 3 X 3 X 6 con ancova en tres repeticiones, bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + B_k + C_l + AB_{ik} + AC_{il} + BC_{jk} + ABC_{jkl} + B(X_{ijkl} - \bar{X} \dots) + E_{ijkl}$$

Donde : $i = 1, 2, 3 \dots \dots \dots$, a número de riegos

$j = 1, 2, 3 \dots \dots \dots$, b liberación de polen

$k = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \dots \dots \dots$, c distancia a la fuente de polen

$l = 1, 2, 3 \dots \dots \dots$, e repeticiones

Y_{ijkl} = variable aleatorias observables

μ = media general

R_i = efecto del i -ésimo número de riegos

A_j = efecto de la j -ésima liberación de polen

B_k = efecto de la k -ésima distancia a la fuente de polen.

C_l = efecto de la l -ésima repetición

AB_{ik} = efecto de la interacción núm. riegos por liberación de polen.

AC_{i1} = efecto de la interacción núm. riegos por distancia a la fuente de polen.

BC_{jk} = efecto de la interacción liberación de polen por distancia a la fuente de polen.

ABC_{jkl} = efecto de la triple interacción: núm. de riegos por liberación de polen por distancia a la fuente de polen.

X_{ijkl} = valores de la covariable

\bar{x} = media general de la covariable

B = coeficiente de regresión

E_{ijkl} = componente aleatorio designado como error experimental.

Para las variables de días a floración femenina y masculina, altura de mazorca femenina y altura de planta femenina y masculina los datos fueron analizados por un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + R_j + E_{ij}$$

donde : $i = 1, 2, 3, \dots, t$

$j = 1, 2, 3, \dots, r$

Y_{ij} = Variable aleatoria observable

μ = Media general

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento

R_j = efecto de la j -ésimo bloque

E_{ij} = Error Experimental

VARIABLES DE CALIDAD FÍSICA Y FISIOLÓGICA

Antes de realizar los correspondientes análisis de varianza, se efectuaron transformaciones estadísticas en los datos obtenidos, a fin de cumplir con los supuestos del modelo Rodríguez (1991).

La transformación que se utilizó fue arcoseno \sqrt{x} para aquellos datos que estaban en forma porcentual y que no incluyeron valores iguales a cero en porcentaje.

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar, bajo un arreglo factorial : 6 x 3 en tres repeticiones para tamaño y forma con número de riegos e igualmente se hizo para tamaño y forma con liberación de polen y se utilizó el 6 x 6 en tres repeticiones para los factores tamaño y forma con distancia a la fuente de polen; todos estos diseños experimentales se utilizaron para las siguientes variables : peso de mil semillas, peso volumétrico, por ciento de semilla obtenida, germinación estándar, envejecimiento acelerado y peso seco de plántula.

La presentación del modelo sólo se hizo para los factores tamaño y forma con número de riegos, en el resto de los factores involucrados se utilizó el mismo modelo pero con niveles diferentes en algunos factores:

$$Y_{ijl} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijl}$$

Donde : $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \dots \dots \dots$, a tamaño y forma

$j = 1, 2, 3 \dots \dots \dots$, b número de riegos

$l = 1, 2, 3 \dots \dots \dots$, e repeticiones

Y_{ijl} = variable aleatoria observable

μ = media general

A_i = efecto del i -ésimo tamaño y forma

B_j = efecto del j -ésimo número de riegos

AB_{ij} = efecto de la interacción tamaño y forma por
núm. riegos

E_{ijl} = efecto del error experimental

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se discuten los resultados obtenidos en la evaluación de algunas características agronómicas, así como variables de respuesta sobre la calidad física y fisiológica de la semilla del híbrido de maíz H-135, para determinar la eficiencia de la polinización al ser sometido el progenitor masculino línea (Hgo 10-3) a condiciones de estrés hídrico y a diferentes distancias de la fuente de polen al progenitor femenino cruz simple (B-32 X B-33), en la localidad de el Refugio, Gto., durante 1994.

Características Agronómicas

Rendimiento de Semilla

De acuerdo a los resultados obtenidos para el carácter rendimiento de semilla en el análisis de varianza (Cuadro A.1.) se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para los factores número de riegos (1) y distancia a la fuente de polen (3), mientras que para el factor liberación de polen (2) y para las diferentes interacciones no se detectaron diferencias. En base a lo anterior se procedió a realizar la comparación de medias

(Cuadro 4.2.) para el factor número de riegos, donde se observó que con tres y cuatro riegos los rendimientos son estadísticamente iguales y superiores ($P < 0.05$) con 6567 y 6524 kg por ha respectivamente a cuando se aplicaron dos riegos, que presentó un rendimiento de 5471 kg por ha, siendo inferior con respecto a los dos primeros tratamientos en 16.6 y 16.1 por ciento respectivamente.

Cuadro 4.2. Comparación de medias para la variable rendimiento (ton/ha) a diferente número de riegos y distancia a la fuente de polen, en maíz (por el método de Tukey).

Riegos	2	3	4			
	5.471 B	6.567 A	6.524 A			
Surcos	1	2	3	4	5	6
	4.491 C	6.463 B	7.948 A	4.372 C	6.066 B	7.785 A

*** Medias con la misma letra son estadísticamente iguales**

Para el factor distancia a la fuente de polen se observó que los surcos tres y seis son estadísticamente superiores, comparados con los surcos cinco y dos que son intermedios, mientras que uno y cuatro son estadísticamente inferiores al presentar los valores más bajos. No detectando tendencia alguna en el comportamiento promedio de los diferentes surcos. Con el objeto de explicar lo antes expuesto, se presenta el (Cuadro A.12.) en donde podemos apreciar que la precipitación acumulada hasta la etapa de anthesis que fue a los 90 días para el progenitor masculino fue de 278 mm, a la que hubo que adicionar los dos riegos de

auxilio aplicados hasta esa etapa, es importante aclarar que la calendarización de los riegos no se llevó a cabo como estaba programada en un principio, debido a fallas de emergencia de plántulas por encostramiento del suelo, al sembrar el progenitor femenino se registró llovizna (3 de mayo) .

Con respecto al progenitor masculino, del que era importante contar con una buena población, este se vio afectado por el ataque de roedores en la etapa de plántula, obligándonos a realizar trasplante de plántulas, para lo cual se hizo necesario el aplicar un riego adicional el cuatro de junio en la etapa de cuatro hojas (etapa V4) que no estaba programado para el tratamiento con dos riegos; ocasionando con ésto una floración escalonada, que pudo afectar el objetivo del experimento, lo que resultó fue una opción para tener un mayor tiempo de exposición de polen durante la etapa de antesis. Por lo tanto el comportamiento en las diferencias en rendimiento pudo verse afectado por lo antes expuesto.

Floración masculina

En el Cuadro A.2. del análisis de varianza podemos apreciar que se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos (número de riegos), en base a lo anterior se procedió a realizar la comparación de medias por el método de Tukey $P < 0.01$ (Cuadro

4.3) en donde podemos apreciar que el tratamiento (1) con dos riegos presentó el mayor número de días a floración con 90 días o sea 896.4 unidades calor, lo que sucedió, tal vez por lo comentado en párrafos anteriores, por otro lado y a pesar de haber tenido prácticamente el mismo número de riegos, visualmente los tratamientos con dos riegos si mostraban el efecto del estrés hídrico más que los tratamientos con tres y cuatro riegos; por lo que sufrió un retraso en la floración; concordando con lo reportado por Gómez (1992).

Cuadro 4.3. Comparación de medias para la variable días a floración masculina y femenina en maíz.

Núm. riegos	Floración masculina	Floración femenina
2	90.33 A	94.33 A
3	86.66 B	94.00 A
4	85.66 C	93.66 A

Floración Femenina

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza (Cuadro A.2.) era de esperarse que no hubiera diferencias significativas entre tratamientos; siendo las medias de estos estadísticamente iguales (Cuadro 4.3), el comportamiento de la cruza simple en relación a esta variable no se vio afectada, ya que no fue sometida a ningún tipo de estrés; lo que si es evidente es que la sincronización de los progenitores en el presente estudio no coincidieron en un 100 por ciento debido en parte a el efecto de el estrés

hídrico así como al efecto de los distintos tratamientos de polinización (por ciento de liberación de polen) cuyos efectos, probablemente influyeron en la no coincidencia de floración, ocasionando el fenómeno de la asincronía, y mal llenado de la mazorca.

En el Cuadro 4.3. se puede observar que el tratamiento (1) con dos riegos tuvo una diferencia de cuatro días entre la floración masculina y la femenina, en cuanto a el dos y tres fueron ocho días aproximadamente. Esto causó mala fertilización y llenado de mazorcas; algunos autores reportan que las condiciones de sequía provocan un retraso tanto en el inicio de antesis como en la emergencia de estigmas (Boyer y McPherson, 1975). Otros autores coinciden al señalar que la emergencia de estigmas sufre un retraso considerable Hall et al. (1981). Aún cuando tuvieron las mismas U.C, su interacción con las condiciones estresantes pudieron causar el desfase.

Altura de Mazorca en el Progenitor Femenino

El análisis de varianza (Cuadro A.3.) reportó no haber diferencias significativas entre tratamientos, siendo las medias estadísticamente igualmente. Como se puede apreciar (Cuadro 4.4) la alturas de la mazorca osciló entre 1.35 y 1.40 m. siendo un comportamiento similar al manifestado en la localidad de Roque y Juventino Rosas, Guanajuato, de acuerdo a lo reportado por Espinosa y Carballo (1987).

Altura de Planta en el Progenitor Masculino

El análisis de varianza para esta variable (Cuadro A.3.) muestra que no hubo diferencias significativas siendo las medias estadísticamente iguales, sin embargo se puede apreciar la tendencia (Cuadro 4.4) en que la altura de las plantas con un menor número de riegos mostraron una reducción de un 16 por ciento en su altura a la base de la espiga, concordando con lo reportado por Vasquez (1993).

Altura de Planta en el Progenitor Femenino

En el análisis de varianza (Cuadro A.3) también se observa que entre tratamientos no se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) siendo las medias estadísticamente iguales (Cuadro 4.4) los valores de altura de planta oscilaron entre 2.07 m y 2.14 m con un promedio de 2.10 m, el coeficiente de variación fue de 4.42 por ciento, lo cual indica que hubo bastante uniformidad en lo que se refiere a esta variable. La altura del tallo es una variable genética afectada por el ambiente (Reyes, 1983).

Cuadro 4.4. Comparación de medias para tres características agronómicas con tres tratamientos de riego de los progenitores del híbrido de maíz H-135. (por el método de Tukey)

Núm. riegos	Altura Maz. ♀ m	Altura Plta. ♂ m	Altura Plta. ♀ m
2	1.35 a	2.02 a	2.07 a
3	1.39 a	2.34 a	2.14 a
4	1.40 a	2.40 a	2.08 a

Características Físicas

Peso de Mil Semilla Con Diferente Número de Riegos

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Cuadro A.4) se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para el factor forma y tamaño de semilla, mientras que para el factor número de riegos (NR) y la interacción tamaño y forma (TF) por número de riegos (NR) no se detectaron diferencias significativas, a continuación se obtuvo el análisis de varianza para tamaño y forma en cada riego para la variable de respuesta ya mencionada (Cuadro A.5) en donde se puede apreciar que se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$).

En base a lo anterior se procedió a realizar la comparación múltiple de medias (Cuadro 4.5.) para el factor tamaño y forma por número de riegos (TF X NR), aunque sabemos que cuando la interacción no resulta significativa, no es necesario descomponerla en efectos simples, en ocasiones bajo interés de los investigadores lo hacemos para checar si existe alguna información pertinente, en la descomposición TF\NR1 se detectó que la semilla bola grande (BG) fue la que obtuvo el mayor PMS, con 445.66 g seguida de las categorías plano grande (PG) y bola media (BM) con 381.97 y 366.46 g , el plano medio (PM) y la bola chica (BCH) reportaron valores de 317.53 y 302.68 g respectivamente; la categoría de semilla plano chico tuvo los valores más bajos al reportar 268.18 g

observándose una tendencia muy similar en las descomposiciones TF\R2 y TF\R3 lo cual se observa igualmente en la Figura 4.1. en donde se aprecia que conforme se aplica un mayor número de riegos el peso de mil semillas se ve ligeramente aumentado, siguiendo una tendencia lógica entre las diferentes categorías.

Cuadro 4.5. Comparación de medias para la variable física peso de mil semillas con diferente número de riegos en maíz. (por el método de Tukey)

Factor	Dos Riegos	Tres Riegos	Cuatro Riegos
Bola Grande	445.66 A	451.53 A	451.64 A
Bola Media	366.48 B	368.71 BC	373.66 B
Bola Chica	302.68 C	303.21 DE	307.50 CD
Plano Grande	376.23 B	382.81 B	385.88 B
Plano Medio	317.53 C	328.92 CD	330.05 C
Plano Chico	268.18 D	283.09 E	279.84 D

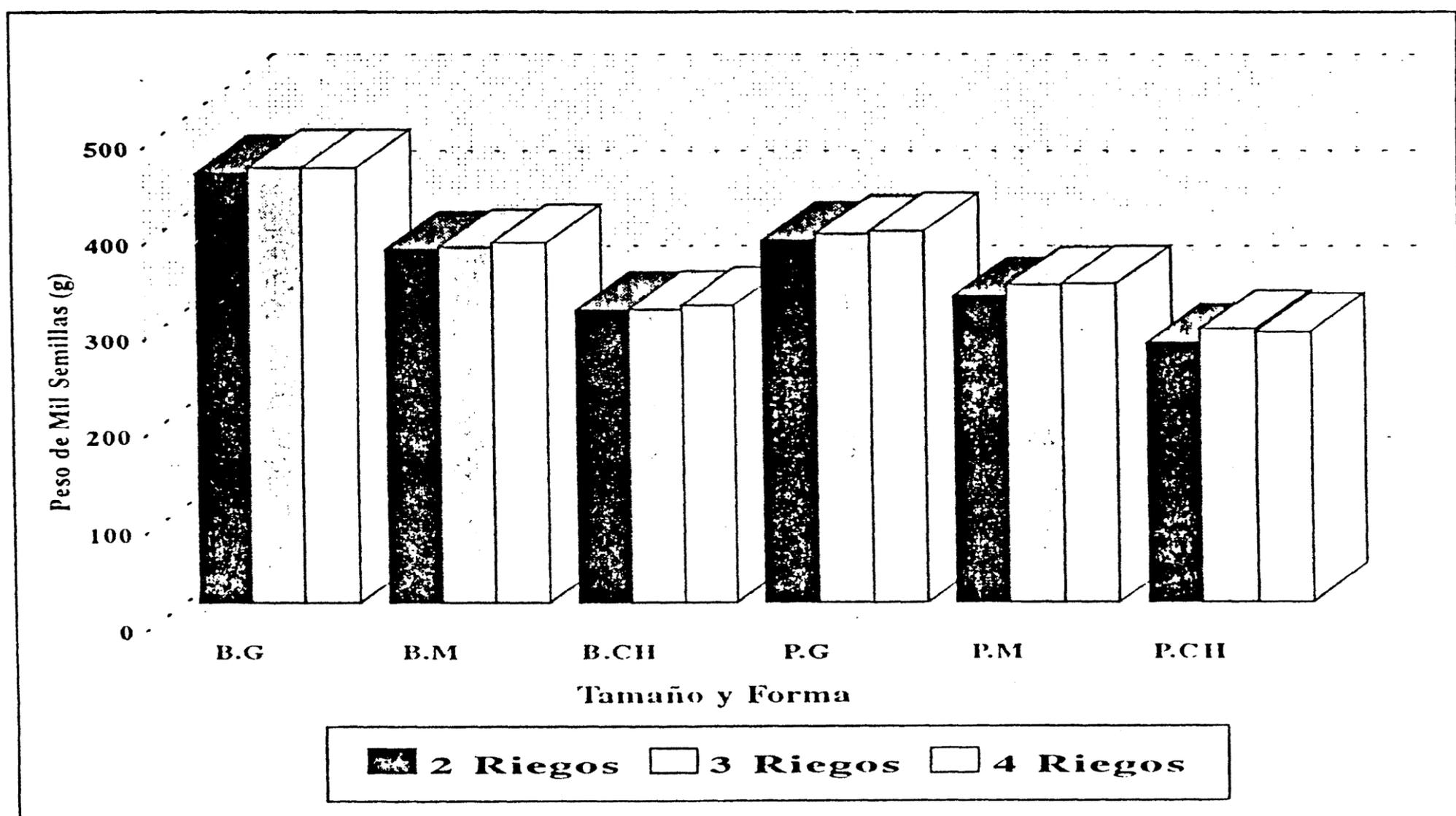


Figura.4.1. Comportamiento del peso de mil semillas, en maíz de diferente clasificación con diferente número de riegos.

Peso de Mil Semillas Con diferente Porcentaje de Liberación de Polen.

El análisis de varianza (Cuadro A.6) detectó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para el factor tamaño y forma (TF), en tanto que para el factor liberación de polen (LP) y la interacción TF X LP no se detectaron diferencias; en virtud de que no es posible detectar las diferencias entre tratamientos con la información que se pudiera obtener al comparar las medias, únicamente del factor TF, nuevamente se optó por efectuar la descomposición de la interacción para conocer los efectos de la variable peso de mil semillas (PMS) con distinto porcentaje de liberación de polen (Cuadro A.7.) en donde se observa que para las descomposiciones : TF\LP1, TF\LP2 Y TF\LP3 se detectaron diferencias altamente significativas, por lo que se procedió a realizar la comparación de medias (Cuadro 4.6) en donde se observa que la semilla bola grande (BG) tuvo el PMS más alto en todos los tratamientos , en tanto que el plano chico (PCH) tuvo el peso de mil semillas más bajo. Con respecto a la semilla plano grande (PG) y bola media (BM) en los distintos porcentajes de liberación de polen, ésta se comportó de forma muy similar, siendo estadísticamente iguales, en tanto que plano medio (PM) y bola chica (BCH) fueron estadísticamente iguales en 1/3 y 2/3, mientras que con 3/3 de lib. de polen el PM fue superior estadísticamente a la semilla BCH. Lo anterior permite señalar que en el presente estudio el estrés de polen no fue un factor que afectara en forma significativa

el PMS, sin embargo se observa que al clasificar la semilla mejora el peso de la misma, lo cual queda de manifiesto en la Figura 4.2. en donde se puede distinguir que las semillas grandes obtuvieron los PMS más altos, observándose también que las semillas de forma redonda fueron superiores numéricamente en forma general a las planas.

Cuadro 4.6. Comparación de medias para la variable física peso de mil semillas con distinto porcentaje de liberación de polen en maíz. (por el método de Tukey)

Factor	1/3 de Polen	2/3 de Polen	3/3 de Polen
Bola Grande	445.84 A	453.60 A	449.22 A
Bola Media	363.94 B	374.57 B	369.34 B
Bola Chica	306.11 C	307.79 C	304.98 D
Plano Grande	379.14 B	384.29 B	382.49 B
Plano Medio	323.90 C	327.98 C	326.34 C
Plano Chico	275.57 D	282.74 D	272.81 E

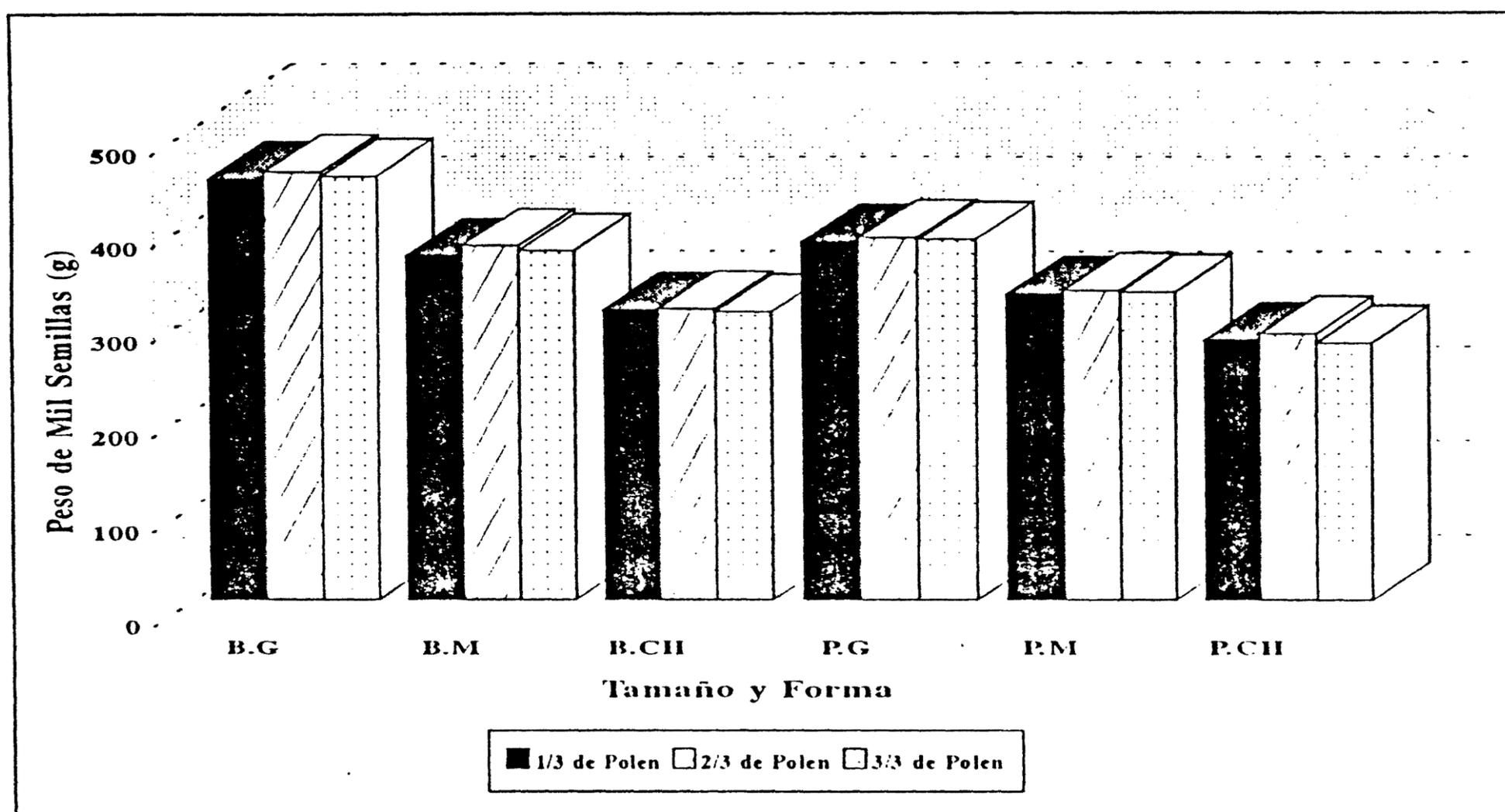


Figura 4.2. Comportamiento del peso de mil semillas, en maíz de diferente clasificación con diferente porcentaje de liberación de polen

Peso de Mil Semilla con Distinta Distancia a La Fuente de Polen.

En el Cuadro A.8. se observa que para la variable PMS se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en el factor tamaño y forma (TF) de la semilla, mientras que para el factor número de riegos (NR) y la interacción de los mismos no se detectaron diferencias significativas. Como se mencionó anteriormente, fue necesario realizar la descomposición en la interacción para evaluar los efectos en la variable peso de mil semillas (PMS) con diferente distancia a la fuente de polen.

El Cuadro A.9. del análisis de varianza indica que se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en todas las interacciones. Por lo que al realizar la comparación de medias (Cuadro 4.7) se detectó que para la interacción tamaño y forma por distancia a la fuente de polen (TF\DFP) prácticamente no se detectaron diferencias estadísticas, excepto en la categoría PCH en la DFP1 que muestra ser inferior estadísticamente al resto de los tratamientos, sin embargo en la Figura 4.3. es posible detectar que conforme disminuye el tamaño de la semilla el PMS es inferior; además se puede apreciar que la respuesta no fue consistente puesto que los valores de la DFP6 muestra los valores más bajos, la cual estuvo en igualdad de circunstancias que la DFP1 que tiene los valores más altos.

Cuadro 4.7. Comparación de medias para la variable física peso de mil semillas con distinta distancia a la fuente de polen en maíz. (por el método de Tukey).

Factor	DFP1	DFP2	DFP3	DFP4	DFP5	DFP6
B.G.	461.95A	373.84A	306.96A	377.36	317.43A	272.14A
B.M.	450.99AB	373.36A	306.62A	378.40A	312.32A	278.06A
B.CH.	443.10AB	367.92A	304.29A	388.36A	330.99A	280.47A
P.G.	466.51A	368.44A	302.18A	382.95A	320.21A	264.25A
P.M.	442.43AB	367.32A	302.51A	379.06A	327.03A	276.92A
P.CH.	432.39 B	367.81A	308.66A	383.36A	337.51A	290.29A

DFP= Distancia a la Fuente de Polen

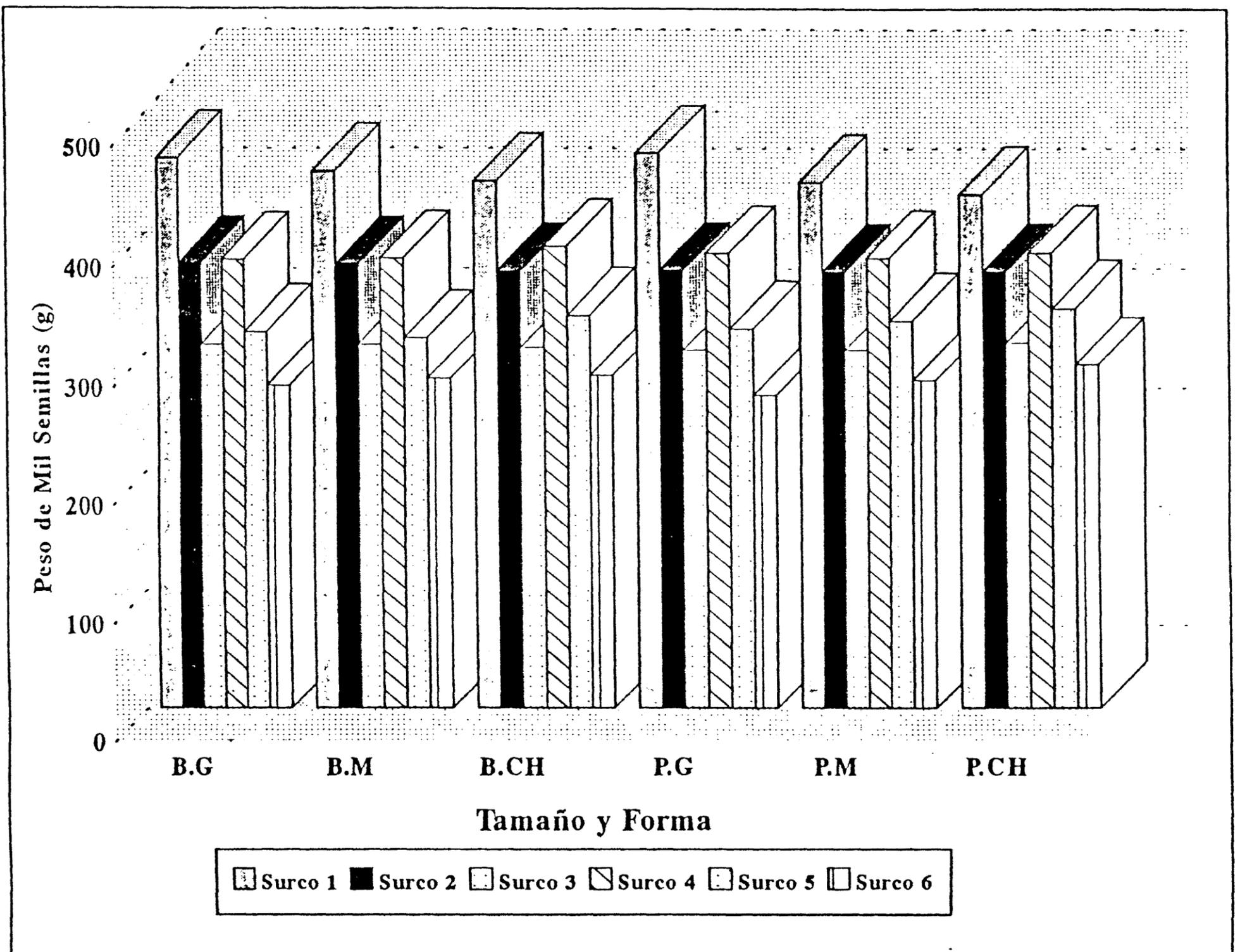


Figura.4.3. Comportamiento del peso de mil semillas, en maíz de diferente clasificación con diferente distancia a la fuente de polen.

Peso Volumétrico con Diferente Número de Riegos

De igual forma, el análisis de varianza (Cuadro A.4) detectó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para el factor tamaño y forma (TF) en tanto que para el factor número de riegos (NR) así como la interacción TF X NR no se detectaron diferencias significativas. A través de los análisis de varianza se evaluó la variable peso volumétrico (PV) con diferente número de riegos, detectando diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para la interacción TF\NR1, no así para el resto.

Las medias de la interacción tamaño y forma con dos riegos se muestran en el Cuadro 4.8. en donde podemos observar que estadísticamente, únicamente la categoría de semilla plano chico (PCH) es inferior al resto de tratamientos con 74.40 kg/hl. Sin embargo se puede apreciar que numéricamente las formas redondas manifestaron su superioridad en relación a las planas.

De los resultados anteriores se puede atribuir que el estrés hídrico no fue factor determinante en relación a esta variable es decir que con dos, tres o cuatro riegos el PV se mantiene estable a través de las distintas clasificaciones de semilla, lo cual se puede observar en la Figura 4.4 por otro lado es factible que las lluvias presentes en las etapas críticas del cultivo (prefloración, floración y llenado de grano) influyeran para evitar que el efecto de los

tratamientos se manifestara en mejor forma.

Cuadro 4.8. Comparación de medias para la variable física peso volumétrico con distinto número de riegos en maíz. (por el método de Tukey).

Factor	Dos Riegos	Tres Riegos	Cuatro Riegos
Bola Grande	77.13 A	77.13 A	76.43 A
Bola Media	77.43 A	77.16 A	77.00 A
Bola Chica	76.20 AB	76.43 A	76.00 A
Plano Grande	75.40 AB	76.16 A	75.33 A
Plano Medio	75.80 AB	76.60 A	76.06 A
Plano Chico	74.40 B	75.40 A	75.33 A

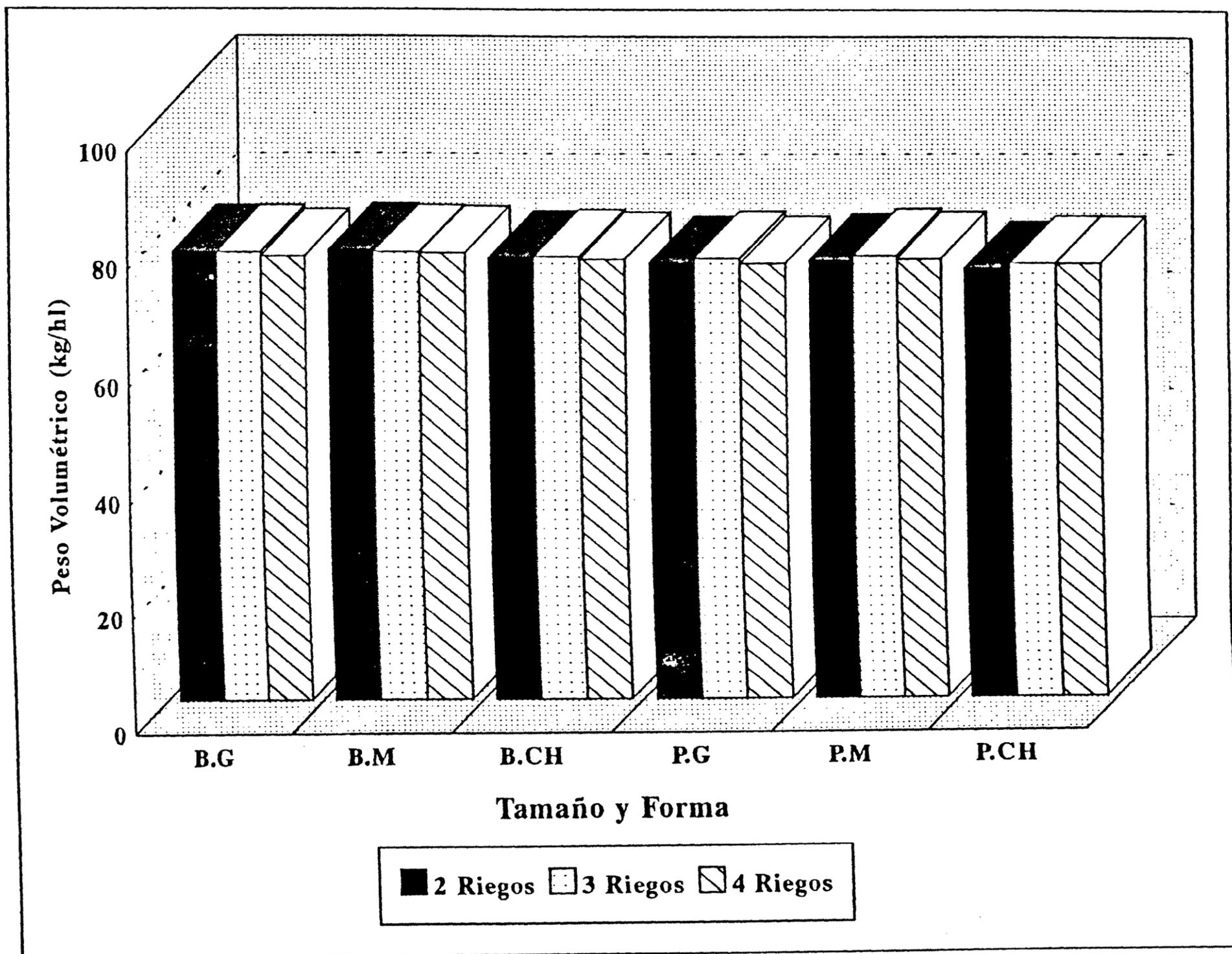


Figura.4.4. Comportamiento del peso volumétrico, en maíz de diferente clasificación con diferente número de riegos.

Peso Volumétrico con Distinta Distancia a La Fuente de Polen

Otra característica física de la semilla es el peso volumétrico, el cual se evaluó para las diferentes categorías de semilla plana y redonda. Los resultados del análisis de las seis distancias de la hembra al donador de polen (Hgo. 10-3) se muestran en el Cuadro A.8. detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para los factores tamaño y forma de la semilla así como para el número de riegos, sin embargo se tomó la determinación de realizar el análisis de varianza para evaluar la variable peso volumétrico en diferentes distancias a la fuente de polen (Cuadro A.9) encontrando que para la descomposición DFP1 se detectaron diferencias significativas, en tanto que para las descomposición TF\DFP2 y TF\DFP4 se encontraron diferencias altamente significativas mientras que para el resto de descomposiciones no se detectaron diferencias significativas.

En el Cuadro 4.9. se observa que el peso volumétrico de la semilla estadísticamente no muestra diferencias entre tratamientos, lo cual manifiesta que la semilla no se ve afectada en la variable peso volumétrico en las diferentes distancias de la hembra a la fuente de polen, sin embargo podemos apreciar en la Figura 4.5. que el surco dos y uno muestra numéricamente los valores más altos, en tanto que en el surco cuatro disminuyó ligeramente, sobre todo en las categorías de semilla bola y plano grande.

Cuadro 4.9. Comparación de medias para la variable física peso volumétrico con distinta distancia a la fuente de polen en maíz. (por el método de Tukey).

Factor	DFP1	DFP2	DFP3	DFP4	DFP5	DFP6
B.G.	76.79A	77.46A	75.76A	75.23A	75.43 B	74.36AB
B.M.	77.43A	77.13A	76.63A	76.20A	77.06A	75.76AB
B.CH.	76.90A	77.20A	76.13A	76.13A	76.46AB	75.40AB
P.G.	77.29A	77.16A	75.40A	74.13A	74.50 B	73.43 B
P.M.	76.29A	77.00A	76.66A	75.90A	76.86AB	75.30AB
P.CH.	76.60A	77.20A	76.83A	76.26A	76.80AB	76.09A

DFP= Distancia a la Fuente de Polen

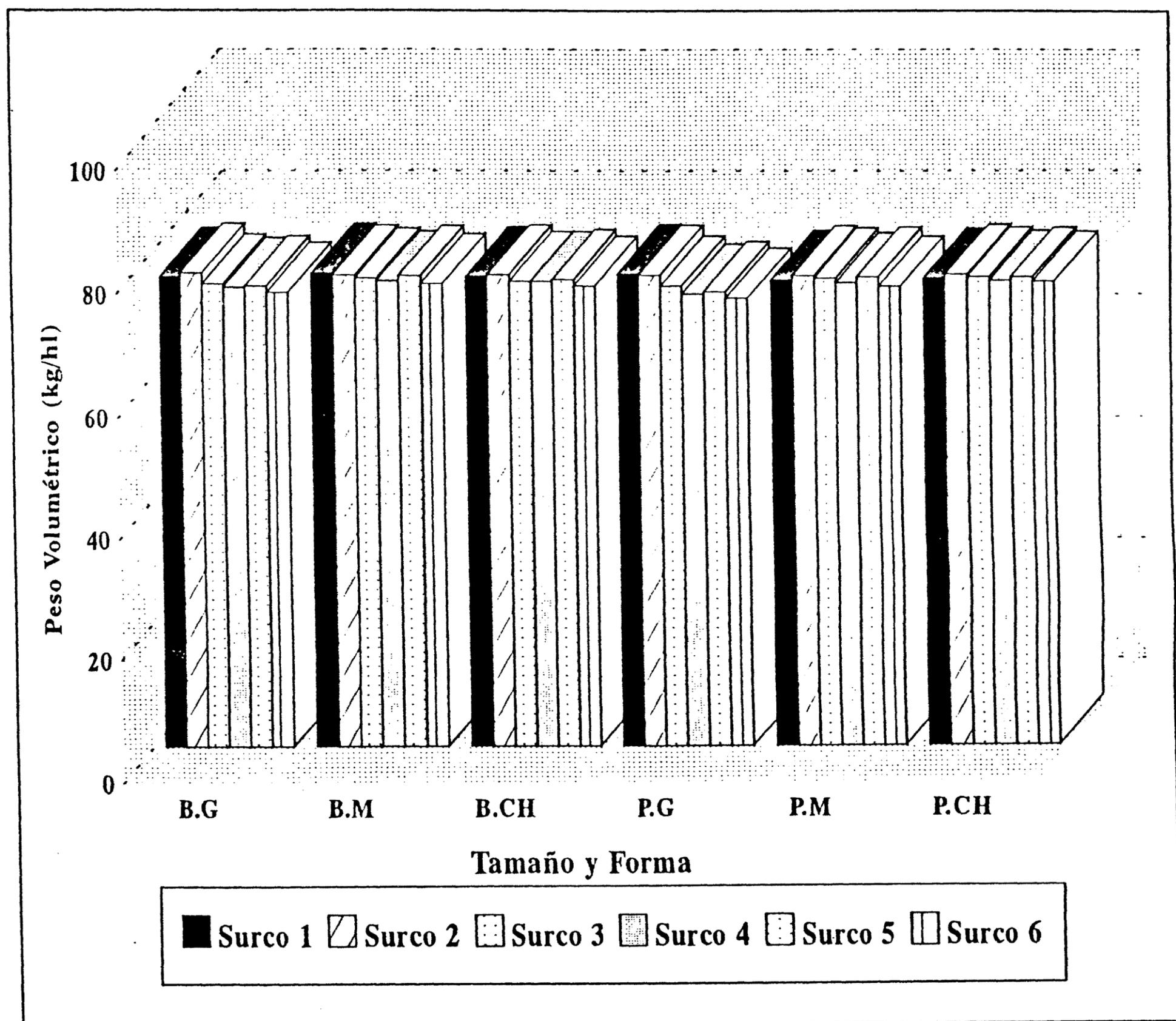


Figura.4.5. Comportamiento del peso volumétrico en maíz de diferente clasificación con diferente distancia a la fuente de polen.

Peso Volumétrico con diferente Porcentaje de Liberación de polen.

El Cuadro A.6 del análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para el factor forma y tamaño de semilla (TF) mientras que para el factor liberación de polen (LP) así como para la interacción de ambos (TF x LP) no se detectaron diferencias significativas, siguiendo con el mismo objetivo se procedió a evaluar el peso volumétrico en los diferentes tratamientos de liberación de polen, a través del análisis de varianza (Cuadro A.7) en donde se observa que para las interacciones TF\LP2 Y TF\LP3 se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en tanto que para la interacción TR\LP1 no hubo diferencias.

Fundamentado en lo anterior se procedió a realizar la comparación de medias (Cuadro 4.10) detectando que las diferentes categorías de semilla con 2/3 de liberación de polen mostraron un comportamiento similar con excepción de la categoría plano chico que tuvo los valores más bajos. Con respecto al tratamiento tres que consistió en permitir que la planta captara el 100 por ciento del polen emitido por la planta macho se detectó que estadísticamente son iguales (Figura 4.6); no obstante se puede apreciar tanto en 2/3 como en 3/3 de liberación de polen, que la semilla correspondiente a la categoría plano chico es la de más bajo peso volumétrico.

Cuadro 4.10. Comparación de medias para la variable física peso volumétrico con distinto porcentaje de Liberación de polen en maíz. (por el método de Tukey)

Factor	1/3 de Polen	2/3 de Polen	3/3 de Polen
Bola Grande	76.60 A	77.03 A	77.00 A
Bola Media	77.16 A	77.20 A	77.30 A
Bola Chica	76.20 A	76.30 AB	76.23 A
Plano Grande	75.53 A	75.56 AB	75.83 A
Plano Medio	76.50 A	76.00 AB	76.13 A
Plano Chico	75.53 A	74.23 AB	75.30 A

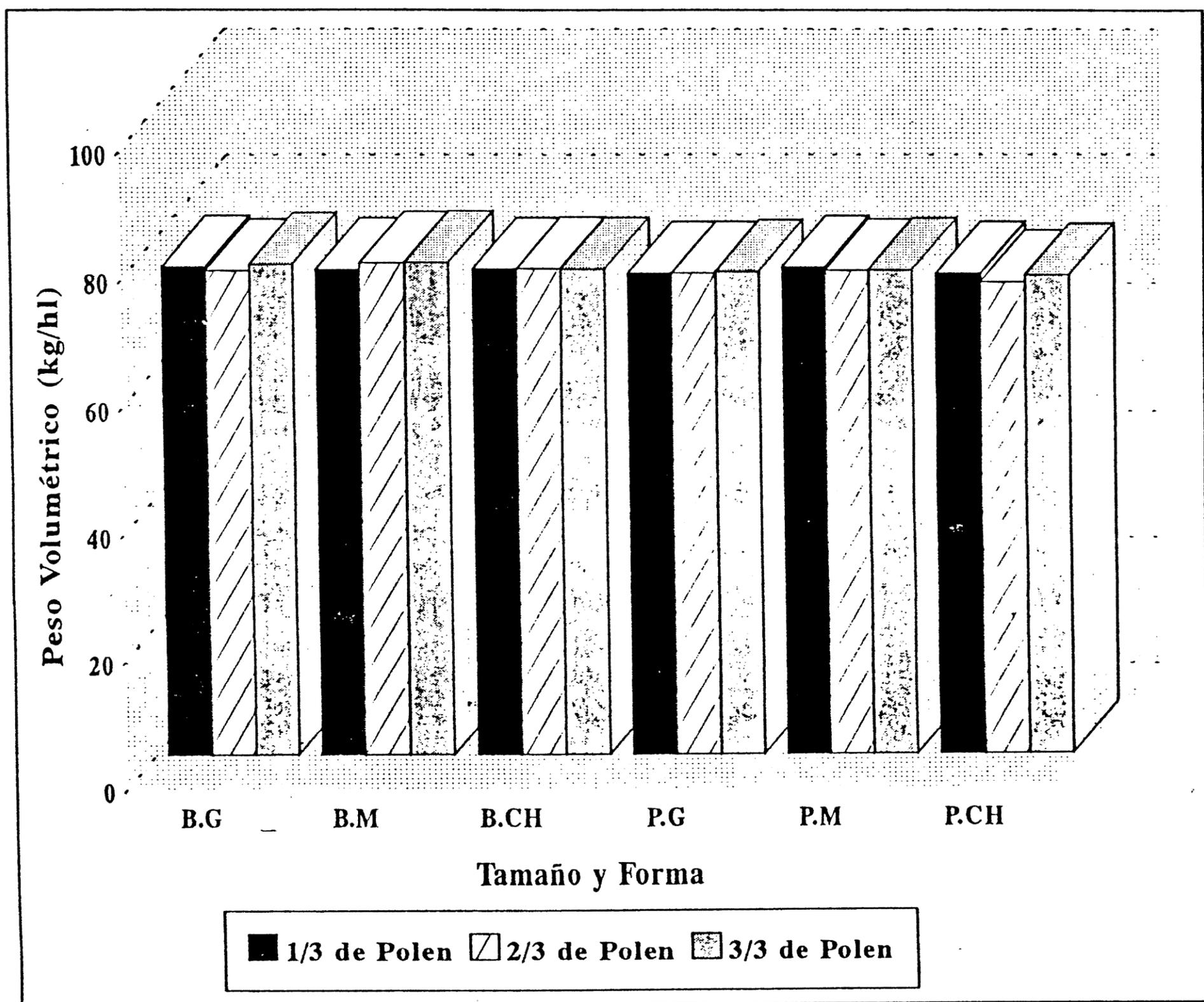


Figura. 4.6. Comportamiento del peso volumétrico, en maíz de diferente clasificación con diferente porcentaje de liberación de polen.

Por Ciento de Semilla con Diferente Número de Riego

El análisis de varianza (Cuadro A.4) detectó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para el factor tamaño y forma (TF) no así para el factor número de riegos (NR) y la interacción TF X NR, de igual forma se determinó el efecto de los tratamientos a través del análisis de varianza para evaluar la variable por ciento de semilla con diferente número de riegos (Cuadro A.5) apreciándose que la variable en cuestión tuvo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en la descomposición TF\NR1 y TF\NR2 mientras que para la descomposición TF\NR3 no se detectaron diferencias significativas.

Las medias que se presentan en el Cuadro 4.11 para el por ciento de semilla de la descomposición TF\NR1, manifiestan que la semilla bola grande (BG), plano medio (PM), bola media (BM) y plano grande (PG) fueron superiores estadísticamente a las semillas bola chica (BCH) y plano chico (PCH) respectivamente. Con respecto a la descomposición TF\NR2 se observa que el PM obtuvo el porcentaje más alto con 44.70 por ciento, sin embargo estadísticamente es igual a la semilla BG, BM y PG, en tanto que las categorías PCH y BCH fueron las de más bajos porcentajes lo cual podemos apreciar en la Figura 4.7. En forma general se concluye que bajo estas condiciones es favorable producir semilla puesto que la comparación de medias en ambos tratamientos coloca a los planos medios entre los de mayor porcentaje, presentando ésto

una alternativa más para las compañías productoras de semilla, que en la actualidad dedican una buena parte de su tiempo a la búsqueda de técnicas que los lleven a una mayor producción de semilla plana y sobre todo de tamaño mediano, ésto debido a la nueva forma de comercialización de la semilla, puesto que hoy en días hay una fuerte tendencia en la industria a vender la semilla por número en vez de por peso.

No obstante, las demás categorías también juegan un papel muy importante dentro del mercado. Afortunadamente, la creación de platos plásticos baratos e intercambiables para las sembradoras y en forma más reciente de sembradoras sin platos, permite sembrar las diversas semillas en cuanto a tamaño y forma.

Cuadro 4.11. Comparación de medias para la variable física por ciento de semilla con diferente número de riegos en maíz. (por el método de Tukey)

Factor	Dos Riegos		Tres Riegos		Cuatro Riegos	
Bola Grande	45.26	A	40.06	A	37.66	A
Bola Media	36.36	A	38.03	A	37.60	A
Bola Chica	17.73	B	21.70	A	24.56	A
Plano Grande	33.03	AB	33.33	A	33.76	A
Plano Medio	43.63	A	44.70	A	41.16	A
Plano Chico	17.43	B	23.30	A	29.70	A

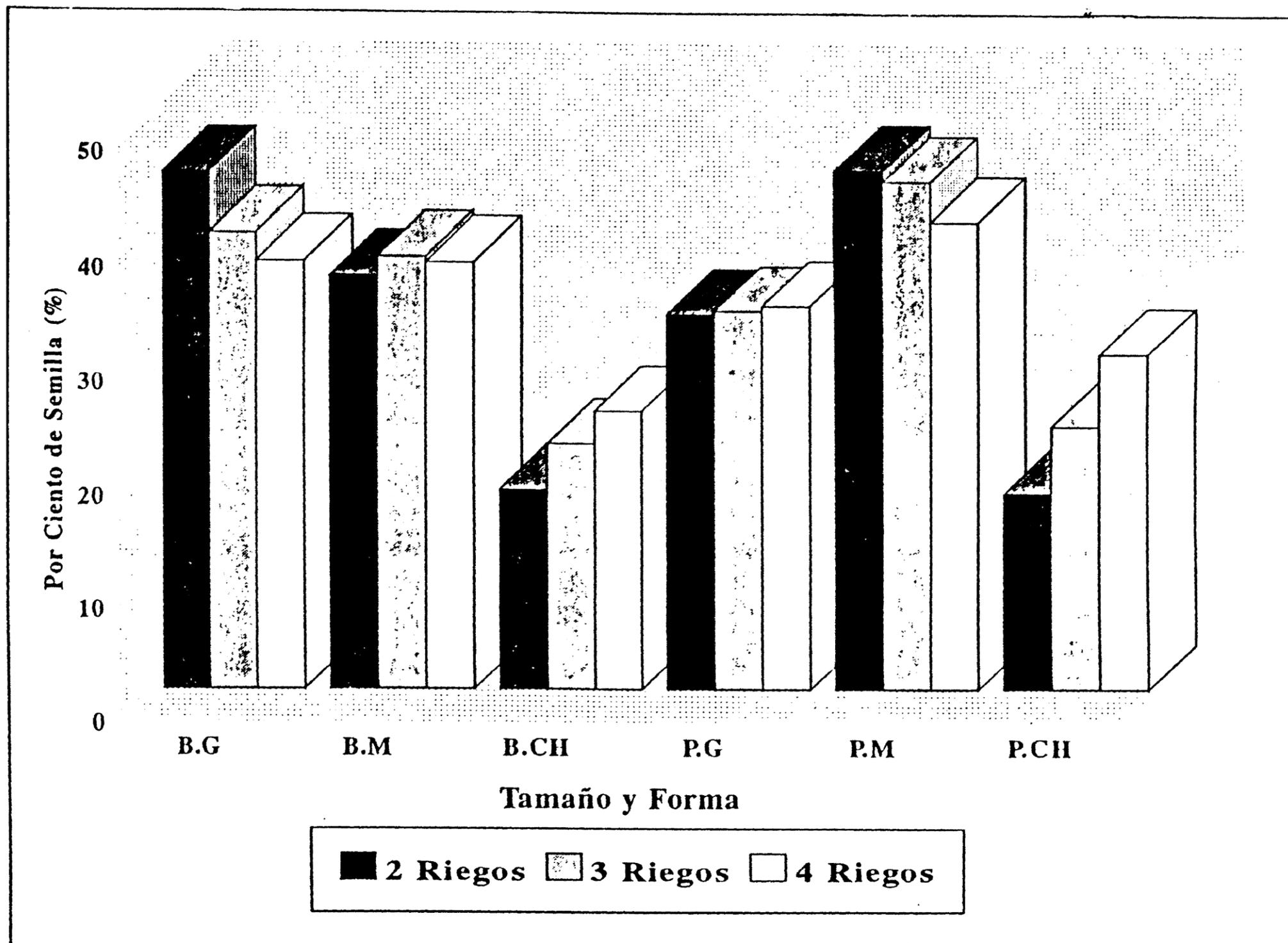


Figura.4.7. Comportamiento del por ciento de semilla, en maíz de diferente clasificación con diferente número de riegos

Por Ciento de Semilla Obtenida en Diferente Distancia a la Fuente de Polen

En el Cuadro A,8. se presenta el análisis de varianza para la variable por ciento de semilla obtenida en seis diferentes distancia a la fuente de polen. Aquí se observan diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para el factor tamaño y forma de la semilla (TF) en tanto que para el factor distancias a la fuente de polen (DFP) y la

descomposición TF\DFP no se detectaron diferencias significativas, sin embargo ya en párrafos anteriores se menciona la necesidad de hacer el análisis de varianza para evaluar la variable por ciento de semilla con diferente distancia de la hembra a la fuente de polen (Cuadro A.9).

En el Cuadro 4.12, se indican los porcentajes de semilla obtenida en cada categoría por distancia a la fuente de polen (DFP) respectivamente, observándose que no existen diferencias significativas entre de tratamientos, reportando un comportamiento alterno, lo cual indica que su respuesta no fue consistente al no mostrar una tendencia clara. Lo cual se manifiesta en la Figura 4.8. en donde se detecta que en forma general la DFP5 en la mayoría de los tratamientos manifestó haber obtenido los porcentajes de semilla más altos, mientras que en la DFP3 y DFP6 se detectaron los valores más bajos; en tanto que las DFP2 Y DFP4 mostraron valores intermedios.

Cuadro 4.12. Comparación de medias para la variable física por ciento de semilla obtenida en diferente distancia a la fuente de polen en maíz. (por el método de Tukey).

Factor	DFP1	DFP2	DFP3	DFP4	DFP5	DFP6
B.G.	35.39A	38.09A	26.29A	36.40A	42.76A	27.80A
B.M.	39.26A	37.66A	23.03A	28.80A	42.79A	24.70A
B.CH.	42.89A	37.03A	19.86A	30.46A	44.66A	24.20A
P.G.	46.79A	35.79A	17.19A	36.69A	39.76A	19.86A
P.M.	42.46A	37.33A	19.50A	32.46A	43.26A	19.56A
P.CH.	39.13A	38.10A	21.66A	33.70A	45.73A	24.29A

DFP= Distancia a la Fuente de Polen

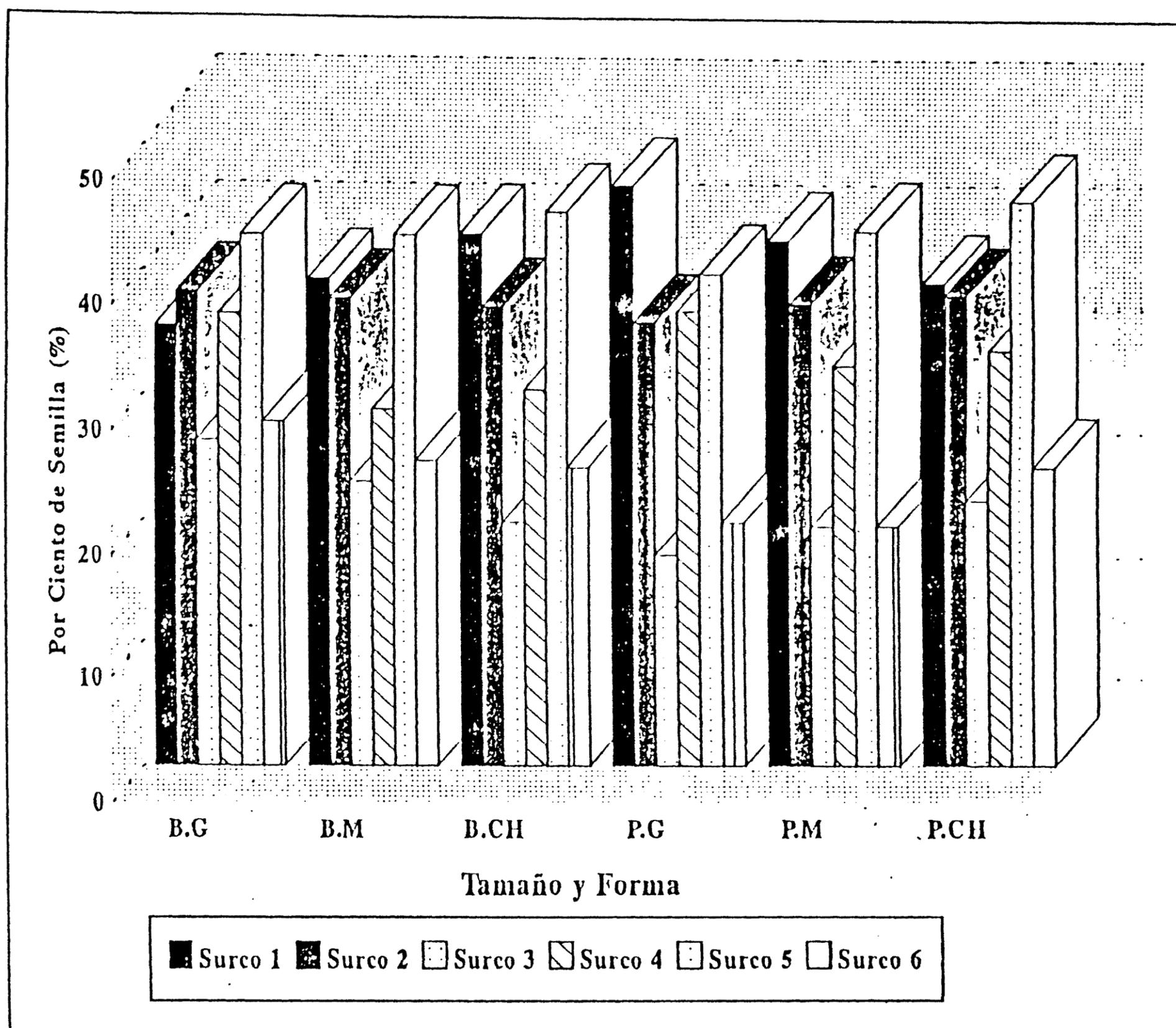


Figura.4.8. Comportamiento del por ciento de semilla en maíz de diferente clasificación con distinta distancia a la fuente de polen.

Por Ciento de Semilla con Diferente Porcentaje de Liberación de Polen.

Con respecto a esta variable el análisis de varianza (Cuadro A.6) detectó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para el factor tamaño y forma (TF), mientras que para el factor liberación de polen (LP) y la

interacción de ambos (TF X LP) no se detectaron diferencias significativas, no obstante para éste último se obtuvo el análisis de varianza para valorar la variable por ciento de semilla obtenida con diferentes porcentajes de liberación de polen (Cuadro A.7) en donde se detectó haber diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para las descomposiciones TF\LP1, TF\LP2 Y TF\LP3.

En el Cuadro 4.13. se observa que para la descomposición TF\LP1 las semillas plano medio (PM), bola grande (BG), bola media (BM) y plano grande (PG) fueron iguales y superiores estadísticamente a los tamaños plano chico (PCH) y bola chica (BCH) que fue la que obtuvo el porcentaje de semilla más bajo. Con respecto a las descomposiciones TF\LP2 y TF\LP3 la comparación de medias detectó que son estadísticamente iguales a los reportados en la descomposición TF\LP1. Los resultados anteriores permiten inferir que con 1/3 de polen en la etapa R1 (estigmas receptivos) es suficiente para cubrir al 100 por ciento la cantidad de óvulos disponibles para su fecundación, por otro lado la espiga del progenitor masculino (flor masculina) se caracteriza por ser buena productora de polen, además de contar con un buen período de exposición de polen.

En la Figura 4.9. se puede apreciar el comportamiento de la producción de semilla en las diferentes clasificaciones, resaltando la categoría plano medio (PM), siendo su producción muy similar con 1/3 y 3/3 de captación de polen,

seguida en orden de importancia por la categoría bola grande (BG), bola media (BM), plano grande (PG), plano chico (PCH) y bola chica (BCH) indicando que los porcentaje obtenidos coinciden con los reportados por Reyes 1983. Esto varia de acuerdo al tipo de material usado.

Cuadro 4.13. Comparación de medias para la variable física por ciento de semilla con diferente porcentaje de liberación de polen en maíz. (por el método Tukey).

Factor	1/3 de Polen	2/3 de Polen	3/3 de polen
Bola Grande	40.93 A	40.36 A	41.00 AB
Bola Media	37.63 AB	38.00 AB	36.40 ABC
Bola Chica	20.73 C	20.83 C	22.43 C
Plano Grande	29.26 ABC	36.86 AB	34.00 ABC
Plano Medio	44.53 A	41.10 A	43.96 A
Plano Chico	23.23 BC	22.26 BC	25.53 BC

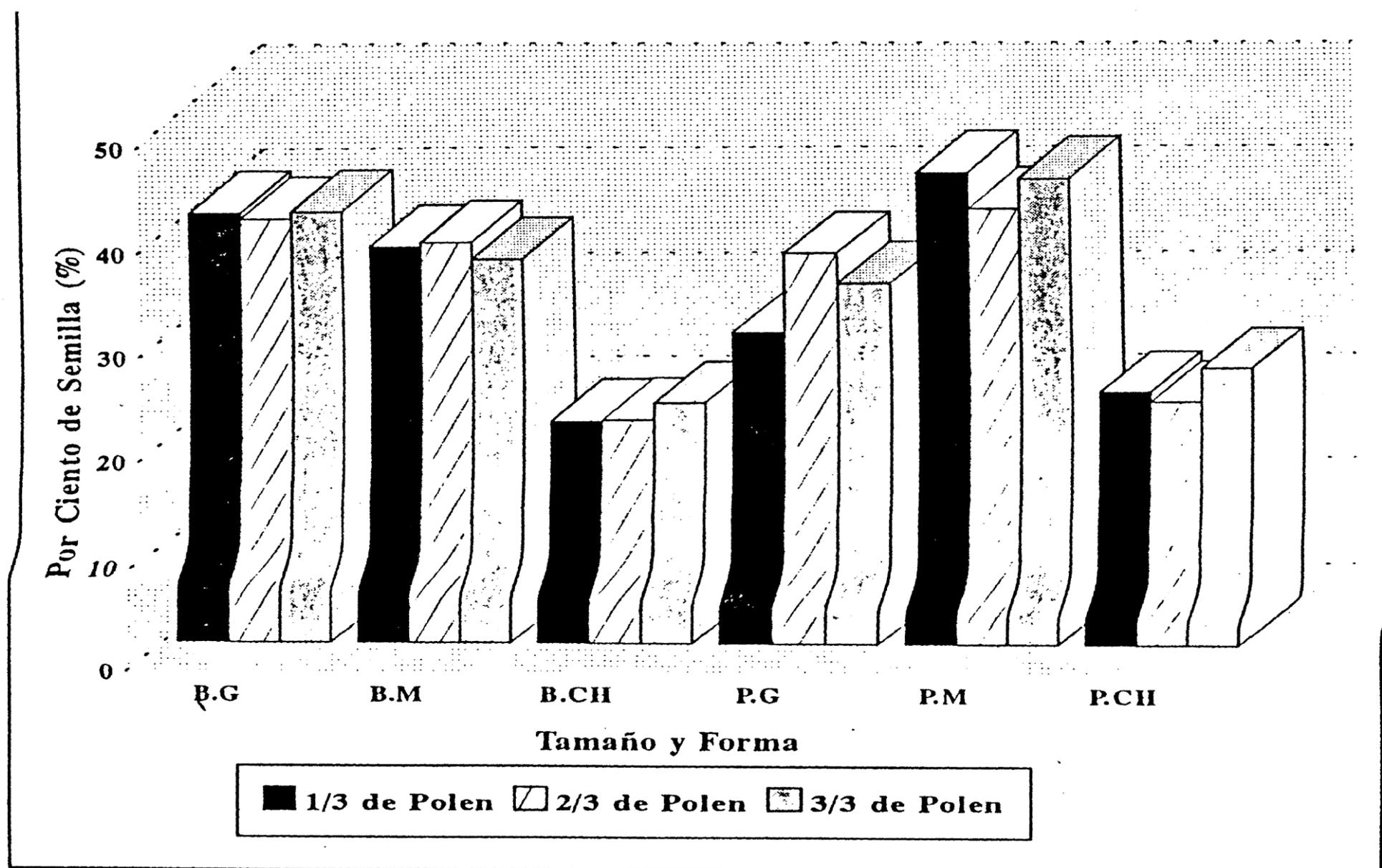


Figura.4.9. Comportamiento del porcentaje de semilla, en maíz de diferente clasificación con diferente porcentaje de liberación de polen

Características Fisiológicas

La calidad fisiológica de la semilla de maíz fue evaluada mediante la prueba de germinación estándar (GE), germinación estándar después del envejecimiento acelerado (GEA); y peso seco de plántula (PSP), en los tratamientos de número de riegos, así como en por ciento de liberación de polen; en las categorías de semilla plano grande, plano medio y bola media, ya que este tipo de evaluaciones reflejan suficientemente la calidad fisiológica de la semilla.

Germinación Estándar

El análisis de varianza en cuanto a capacidad de germinación (Cuadro A.10.) indica que no existen diferencias significativas para los factores en estudio, lo que implica que la forma y tamaño de la semilla no influyó sobre la germinación, debido a que el material sufrió poco intemperismo presentando calidad fisiológica similar, opuesto a lo reportado por Shieh y McDonald (1982), no obstante es importante mencionar que ellos trabajaron con líneas endogámicas, las cuales están propensas a sufrir muchos daños que pueden influir sobre la expresión de un parámetro.

Envejecimiento Acelerado (EA).

Un atributo más de la calidad fisiológica de la semilla es el vigor, que medido a través de la prueba de EA,

causa un deterioro en ella que sirve para evaluar la capacidad de almacenamiento de lotes de semilla pero también refleja la capacidad de establecimiento de plántulas en campo (Delouche y Baskin 1973).

El Cuadro A.10. muestra los resultados del análisis de varianza, indicando que hubo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en la interacción número de riegos por liberación de polen, por lo tanto fundamentado en lo anterior se procedió a la descomposición de la interacción antes mencionada, para evaluar los efectos simples (Cuadro A.11.) en donde se observa que para la interacción liberación de polen por número de riegos (LP\NR1) se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), mientras que para LP\NR2 y LP\NR3 no se detectaron diferencias significativas; en tanto para la interacción NR\LP3 se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), mientras que para NR\LP1 y NR\LP2 no se detectaron diferencias significativas. En base a lo anterior se procedió a realizar la comparación de medias (Cuadro 4.14) en donde se puede apreciar que para la interacción LP\NR1 las liberaciones de polen 1/3 y 2/3 fueron superiores estadísticamente a 3/3 de liberación de polen. Los datos de la comparación de medias revelan que la semilla contrario a lo esperado resultó con mayores porcentajes de vigor en las liberaciones de polen en condiciones más adversas, no obstante, dichos resultados pueden ser atribuidos a las condiciones en las cuales se condujo la prueba, esto nos

permite inferir que el vigor de la semilla pudo ser afectado por los diferentes niveles de sequía, inducida en las diferentes etapas fenológicas del cultivo. Por otro lado en la descomposición NR\LP3 se observa que con tres y cuatro riegos combinados con 3/3 de polen fueron los mejores, indicando que tal vez la limitante de agua pudo haber afectado el vigor de la semilla cuando la planta dispuso del 100 por ciento de polen.

Peso Seco de Plántula

Algunas pruebas de vigor son conducidas en las mismas condiciones que la prueba de germinación estándar, sin embargo el crecimiento de plántula es medido o evaluado de modo diferente. La prueba se basa en el concepto de que las semillas vigorosas son capaces de sintetizar más eficientemente nuevos materiales nutritivos y transferir rápidamente estos nuevos productos al eje embrionario en crecimiento, resultando en acumulación de peso seco.

En relación a esta variable, el análisis de varianza (Cuadro A.10.) detectó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en la interacción número de riegos por liberación de polen (NR\LP), en base a lo anterior se realizó la descomposición de la interacción para evaluar los efectos simples (Cuadro A.11.) en donde podemos apreciar que en la interacción LP\NR1 se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$).

Cuadro 4.14. Comparación de medias para las variables envejecimiento acelerado (%) y peso seco de plántula (g) en semilla de maíz. (por el método Tukey).

Variable	E.A. (%)	P.S.P. (g)	
% de Polen	LP\NR1	LP\NR1	LP\NR2
1/3	46.08 A	2.37 A	1.09 B
2/3	23.58 AB	0.96 AB	1.08 B
3/3	2.25 B	0.09 B	3.27 A

Variable	E.A.	P.S.P.		
# de Riegos	NR\LP3	NR\LP1	NR\LP2	NR\LP3
2	2.25 B	2.37 AB	0.96 A	0.09 B
3	97.00 A	1.09 B	1.18 A	3.27 A
4	67.66 A	3.31 A	1.65 A	1.60 A

LP\NR=Liberación de polen por número de riegos.

NR\LP=Número de riegos por liberación de polen.

E.A.= Envejecimiento Acelerado.

P.S.P.=Peso Seco de Plántula.

Asimismo, para la interacción LP\NR2 se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) y para la interacción LP\NR3 no se detectaron diferencias significativas. Por otro lado la interacción NR\LP1 se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) mientras que para NR\LP2 y NR\LP3 se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$); en base a lo anterior se procedió a realizar la comparación de medias (Cuadro 4.14) para la descomposición LP\NR1 encontrando que las liberaciones de polen uno y dos fueron iguales y estadísticamente superiores la liberación de polen 3/3. En la descomposición LP\NR2 el 3/3 fue superior estadísticamente al 1/3 y 2/3, de igual forma se practicó la comparación de medias para la descomposición LP\NR3

detectando que estadísticamente son iguales.

Con relación a la descomposición NR\LP1 la prueba detectó que los riegos tres y uno fueron superiores estadísticamente al riego dos, por otro lado en relación a lo encontrado en la descomposición NR\LP2 las medias fueron estadísticamente iguales; en tanto que para la descomposición NR\LP3 los riegos dos y tres fueron superiores estadísticamente al riego uno.

CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Fundamentado en los resultados y discusión obtenidos en la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

El rendimiento de semilla fue afectado por el número de riegos, demostrando que estadísticamente el rendimiento fue igual al aplicar tres o cuatro riegos con valores de 6567 kg/ha y 6524 kg/ha de semilla respectivamente y superior a dos riegos. Se presentaron lluvias frecuentes durante el desarrollo del estudio.

Con respecto a la distancia de la fuente de polen se detectó que la hembra a una distancia de tres y seis surcos del progenitor masculino obtuvo los mejores rendimientos con 7948 kg/ha y 7785 kg/ha respectivamente, en tanto que los surcos (DFP) dos y cinco presentaron rendimientos del orden de 6463 kg/ha y 6066 kg/ha. Finalmente los surcos uno y cuatro reportaron los rendimientos más bajos con 4491 y 4372 kg/ha respectivamente. Lo anterior indica que no se observó una tendencia clara, puesto que los surcos no están aislados con los machos respectivos.

En relación a los días a floración, la espiga del progenitor masculino sufrió alteraciones por el número de riegos, apreciándose que con dos riegos la floración fue a los 90.33 días, 86.66 días con tres riegos y 85.66 días con cuatro riegos. En cuanto al progenitor femenino, se observó un comportamiento similar. Observándose una interacción entre el número de riegos y días a floración. Ya que se manifestó diferentes días calor del progenitor macho.

Con respecto a las variables : altura de mazorca del progenitor femenino y altura de planta de ambos progenitores, no influyeron en el rendimiento al no mostrar efectos significativos.

En relación a la respuesta en la variable peso de mil (PMS) al ser sometida a diferente número de riegos (NR) se observó que no hubo diferencias al aplicar dos, tres o cuatro riegos, en cuanto a tamaño y forma (TF), en forma general las semillas bola tuvieron los valores más altos en relación a las planas; de esta manera la bola grande (BG) comparada con el plano grande (PG) fue superior estadísticamente en los tres riegos. Para el resto de las categorías se detectó una misma tendencia al reducirse el PMS conforme disminuye el tamaño de la semilla.

Para el factor liberación de polen se detectó que con 1/3, 2/3 y 3/3 de liberación de polen la calidad física no demostro diferencias significativas al ser evaluada a

través de la variable PMS. Se puede decir en forma general que las semillas redondas superaron a las planas observándose que a medida que el tamaño es menor disminuye gradualmente el PMS. En tanto para la distancia de la fuente de polen (DFP) en el surco uno, la semilla de las categorías bola grande (BG), bola media (BM), bola chica (BCH), plano grande (PG) y plano medio (PM) fueron estadísticamente superiores al plano chico (PCH), el resto de riegos mostró un comportamiento similar con la excepción de que la categoría PCH fue igual estadísticamente. Lo anterior permite concluir que el PMS en las diferentes clasificaciones no fue significativo.

En relación al peso volumétrico (PV) se observó que con tres y cuatro riegos no se detectaron diferencias significativas, en tanto que con dos riegos si se detectaron diferencias encontrando que las categorías BG, BM, BCH, PG, y PM fueron superiores estadísticamente al PCH. Por lo tanto se concluye que la calidad física de la semilla en cuanto a su PV no se ve dañada al aplicar dos, tres o cuatro riegos. Quizas debido a la presencia de lluvias durante el desarrollo del estudio.

Al evaluar la semilla a través de la descomposición peso volumétrico-distancia a la fuente de polen (PV\DFP), se encontró que las distintas clasificaciones de semilla estadísticamente fueron iguales, concluyendo que en este caso la calidad física no fue afectada.

En cuanto a los distintos porcentajes de liberación de polen (LP) se concluye que es indistinto que la planta hembra reciba 1/3, 2/3 o 3/3 de polen, siempre y cuando halla una buena sincronización entre los progenitores. En la variable por ciento de semilla obtenida con diferente número de riegos (NR) se observó que con dos riegos la semilla BG, BM, PG y PM, fueron superiores estadísticamente al PCH y BCH. En forma general se detectó que las formas redondas fueron superiores, no obstante la semilla PM reportó uno de los mejores porcentajes. Con tres riegos la tendencia fue muy similar, solo que en este caso todas las clasificaciones, detectándose que el plano medio fue el más alto, lo que indica que con dos, tres o cuatro riegos se obtuvieron buenos resultados, enmascarado el efecto de riegos por las lluvias que se presentaron durante el ciclo del cultivo

Con respecto a la distancia a la fuente de polen (DFP) los surcos que resultaron estadísticamente significativos fueron iguales, destacando con los valores más altos la DFP5 en donde podemos observar que numéricamente el PCH Y PM fueron los mejores en cambio la DFP6 mostró los valores más bajos en forma general y particularmente el PG. En tanto para la variable por ciento de semilla obtenida con diferente porcentaje de LP estadísticamente las categorías PM, BG, BM y PG fueron superiores a PCH y BCH, observándose que los porcentajes de cada una de las categorías, comúnmente son las encontradas en una mazorca con buena polinización como se aprecia en los resultados obtenidos con el 3/3, el

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de la polinización en la calidad física y fisiológica de la semilla de maíz (*Zea mays* L) H-135 y su relación al número de riegos aplicados durante el desarrollo del cultivo. El trabajo se desarrolló en el Campo Experimental Norte de Guanajuato y en los laboratorios del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la UAAAN, el material genético utilizado fue la cruce simple (B-32 X B-33) como progenitor femenino y la línea Hidalgo 10-3 como progenitor masculino.

El rendimiento de semilla fue afectado por el número de riegos, estadísticamente fue igual aplicar tres o cuatro riegos con valores de 6567 y 6524 kg/ha respectivamente.

Con respecto a la distancia de la fuente de polen se detectó que la hembra a una distancia de tres y seis surcos del progenitor masculino obtuvo los mejores rendimientos con 7948 kg/ha y 7785 kg/ha respectivamente, no se manifestó una tendencia de comportamiento en relación a la distancia de surco masculino.

En relación a los días a floración, la espiga del progenitor masculino sufrió alteraciones por el número de riegos aplicados en diferentes etapas fenológicas del cultivo manifestado en diferentes días calor a floración masculina. En cuanto a la floración femenina del progenitor femenino, se observó un comportamiento similar estadísticamente en los tres riegos. Con respecto a las variables : altura de mazorca del progenitor femenino y altura de planta de ambos progenitores, no influyeron en el rendimiento.

Los resultados obtenidos al evaluar la calidad física de la semilla indican que para el peso de mil semillas (PMS) se detectaron diferencias al aplicar dos, tres y cuatro riegos para tamaño y forma (TF), reduciéndose el PMS de las categorías chicas y medianas, Igual tendencia se observó para el peso volumétrico (P.V), mientras que para el por ciento de semilla no se detectaron diferencias.

Asimismo, se encontraron diferencias estadísticas en los distintos porcentajes de liberación de polen (LP), para la variable PMS; observándose que las semillas grandes obtuvieron los valores más altos, no obstante es indistinto que la planta hembra reciba 1/3, 2/3 y/o 3/3 de liberación de polen para polinizar el total de óvulos de una mazorca, siempre y cuando halla una buena sincronización entre los progenitores. En cuanto al PV., el análisis de varianza detecto diferencias estadísticas en las descomposiciones TF\LP2 y TF\LP3, observándose en ambas que la semilla de la

categoría PCH fue la de más bajo PV., debido en gran parte al bajo peso específico y menor tamaño de la semilla. El resto de las diferentes categorías de semilla, mostraron un comportamiento similar. En la variable por ciento de semilla con diferente LP, los resultados indican que para la descomposición TF por 1/3 de LP se observó que las categorías altas (grande y medio) fueron iguales y superiores estadísticamente a los tamaños chicos, el resto de descomposiciones tuvo un comportamiento similar.

En relación a la DFP, prácticamente no se detectaron diferencias estadísticas para TF, excepto la categoría PCH en la DFP1 que mostró ser inferior estadísticamente al resto de ellos. Sin embargo se detectó que conforme disminuye el tamaño de la semilla el PMS disminuye. La calidad física de la semilla al ser sometida a la prueba de PV manifiesto que la semilla no se ve afectada en las diferentes distancias de la hembra a la fuente de polen, no se manifestó una tendencia de comportamiento en relación al TF y la DFP.

El por ciento de semilla a diferente distancia, no detectó diferencias, sin embargo la DFP5 en la mayoría de ellos manifestó haber obtenido los porcentajes más altos. Con respecto a las características fisiológicas, las pruebas de vigor: envejecimiento acelerado y peso seco de plántula si detectaron diferencias significativas; se encontró que con dos riegos y las diferentes liberaciones de polen LP\NR1 se detectaron diferencias, en donde con 1/3 y 2/3 se obtuvieron

46.08 y 23.58 por ciento de vigor, mientras que con 3/3 se tuvo el valor más bajo; dichos resultados pueden ser atribuibles a las condiciones en las cuales se condujo la prueba. En cuanto a el peso seco de plántula, se observó un mismo comportamiento, en tanto que la descomposición LP\NR2, el tratamiento con 3/3 y tres riegos fue el mejor con 3.27 g, con respecto a la descomposición NR\LP1 el mejor tratamiento fue el de cuatro riegos con 1/3 de polen, en la descomposición NR\LP2 no hubo diferencias, mientras que en la descomposición NR\LP3 con tres y cuatro riegos combinados con 3/3 de polen fueron los mejores.

LITERATURA CITADA

- .Aldrich, R. S. y Leng, E. R. 1974. Producción moderna de maíz. ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- .Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed vigour testing handbook. Contribution No. 32. 82 p USA.
- .Barnabas, B. y E. Rajki. 1976. Storage of maize (*Zea mays* L.) Pollen at -196°C in liquid nitrogen. *Euphytica* 25:747-752.
- .Besnier, R. F. 1989. Semillas, biología y tecnología. Madrid España. Mundi-prensa.
- .Bolaños, J. y G. O. Edmeades. 1989. La importancia del intervalo de la floración en el mejoramiento para la resistencia a sequía en maíz tropical. XXXV Reunión anual del PCCMCA. Sn. Pedro Sula. Honduras.
- .Boyer, J. S. y H.G. McPherson. 1975. Physiology of water deficits in cereal crops. *Adv. Agron.* 27:1-23.
- .Bustamante, G., L. A. O. Pérez. J. y García, S. L. 1993. VII Curso de Actualización en Tecnología de Semillas. Taller Demostrativo de Pruebas de Viabilidad y Vigor en Semillas. UAAAN-CCDTS. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- .Bustamante, G., L. A. 1983. Análisis de semillas. Memorias del Curso de Actualización Sobre Tecnología de Semillas 1982. UAAAN-AMSAC. 99-106. México.
- .Campo Experimental Norte de Guanajuato. (CENGUA) 1992 Elementos Climáticos y Agroclimáticos de la Estación Meteorológica del CENGUA. Programa de Agroclimatología INIFAP-SARH-GUANAJUATO.
- .Carrillo, C.G. Mendoza, A. J.L. 1984. Estudio de la longevidad del polen de maíz. *Turrialba*. Vol. 31. No. 4. 305-308.
- .Castillo, R.A., y Castro R., V.M. 1991. Eficiencia de la polinización y productividad en la formación modificada del híbrido de maíz H-433 en Durango. INIFAP-CIFAP-DURANGO II Congreso Nacional de Genética, S.M.G., UAAAN.

- .Claassen, M.M. y R.H. Shaw. 1970. Water deficits effects on Corn. II. grain components. Agron. J. 62:652-655.
- .Copeland, L. O. y M. B. McDonald. 1985. principles of seed science and technology . ed . Burgess Publishing Company USA. p. 121-144. USA.
- .Culy, M. D., Edwards, C, R. Cornelius, J.R. 1991. Row position effects within seed corn production fields on yield and quality of inbred corn . J . Prod.Agric., 4(3) 373-376.
- .Delouche, J.C. 1982. Physiological seed quality. Proceedings Short Course for Seedmen. Seed tecnology laboratory. Mississippi State University. USA. 27:51-59.
- .Delouche, J. C. y C.C. Baskin. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Sci. and technology. Seed Sci. and Technology. 1:427-452. USA.
- .Denmead, O.T. and R.H. Shaw. 1960. The effect of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. agron. J. 52: 272-274.
- .Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. 1984. Diagnostico de Rehabilitación de suelos salinos y sodicos ed. Limusa. 172 p.
- .Doorembos, J., y Kassam. A.H. 1979. Efectos del agua de riego sobre el rendimiento de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- .Eck, H.V. 1986. Effects of water deficits on yield, yield components an water use efficiency on irrigated corn. Agron. J. 78: 1035-1040.
- .Espinosa, C. A. y Carballo C. A. 1987. H-135 nuevo maíz híbrido de riego para la zona de transición el bajio-valles altos. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Estado de México. SARH Chapingo, Méx. 9 p.
- .Estadísticas Básicas del Sector Agropecuario. (EBSA) 1981-1990. Consejo Nacional Agropecuario . Departamento de estudios economicos México.
- .Filho, J. M., e Avancine. 1983 Tamanho da semente defeijao e desepenho do feijoeiro. pesq. Agropec., 18(9):1001-1008. Brasilia.
- .Gandara. R. E. 1989. Respuesta del maíz (Híbrido AN-430R) a diferentes condiciones de humedad. Tesis. Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.

- .García G., J. C. 1981. Control de calidad de la semilla en postcosecha. I Curso Avanzado en Protección y Control de la Calidad de Semillas. CIAT. Cali, Colombia.
- .Gardner, B. A., B.L. Blad, R.E. Maurer and D. G.Watts. 1982. Relationship between crop temperature and the physiological and phenological development of differentially irrigated corn. Field crop abstract. 35(4):313. London.
- .Gomez, G. I. C. 1992. Estrés hídrico en floración sobre el híbrido de maíz AN-310 y sus progenitores. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- .Hall, A.J., J.H. Lemcoff y N. Trapani. 1981. Water stress before and during flowering in maize and its effects on yield its components and their determinants. Maydica. 26:19-38.
- ._____, F. Vilella, N. Trapani y C. Chimenti. 1982. The effects of water stress and genotype on the dynamics of pollen shedding and silking in maize. Field crops Res. 5:349-363.
- .Henckel, P. A.1964. Physiology of plants under drought. Ann. Rev. of Plant Physiol. 24:519-570.
- .Herrero, M.P. y R. R. Johnson.1980. High temperature stress and pollen viability of maize. Crop.Sci. 20:796- 800.
- ._____. 1981. Drought stress and its effects on maize reproductive systems. Crop Sci. 21(1):105-110.
- .Heslop-Harrison, J. 1971. The pollen wall: Structure and development. In; Heslop-Harrison, J (ed) Pollen: Development and Physiology, Butterworths, London. pp. 75-98.
- .Hussaini, S.A. Sarada, P.y M. Reddy B. 1987. Effects of seed size on germination and vigour in maize.
- .Internacional Seed Testing Association (ISTA) 1985. International Rules For Seed Testing. Seed SDci. and Technol. 13:299-355. The Netherlands.
- .Jacobsohn, R., and Globerson 1980. Calidad de la semilla de zanahoria (*Daucus carota*) . En: Producción Moderna de Semillas. Hebbletwaite P. D. (Ed.) 754-764. Tomo I. Editorial Agropecuaria. Hemisferio Sur. Uruguay.
- .Jugenheimer, R.W. 1976. Corn. improvement, seed production and uses. John Wiley Sons.

- .Jugenheimer, R.W. 1990. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial Limusa México, D.F. p. 568.
- .Kapp, R. O. 1969. How to know pollen and spores. Brown. Debuque, Iowa. 233 pp.
- .Linskens, H. F. 1964. Pollen physiology. Ann. Rev. Plant Physiol. 15:255-270.
- .Maranville, J. W. and M. D. Clegg. 1977. Influence of seed size and density on germination, seedling emergence and yield of grain sorghum. Agron. J. 69(2):329-330. USA.
- .Mascarenhas, J. P. 1975. The biochemistry of angiosperm pollen development. Bot. Rev. 4:261-262.
- .McDonald, M. B. Jr. 1975. A review and evaluation of seed vigor tests. Proc. of Offic. Seed analysts. 65:117-122. USA.
- .McDonald, M.B. Jr. 1980. Assesement of seed quality. Hort. Sci. 15(6):784-788. USA.
- _____. 1991. Evaluación del vigor de semillas. Memorias del III Curso de Actualización de Semillas. UAAAN-CCDTS. Buenavista, Saltillo, Coah. 203-221.
- .Moreno, M. E. 1984. Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas. UNAM. Instituto De Biología. México.
- .Moss, G. I. y L. A. Downey. 1971. Influence of drought stress on female gametophyte development in corn (*Zea mays* L.) and subsequent grain yield. Crop Sci. 11:368-372.
- .Muchena, C. S., y C. O. Grogan. 1977. Effects of seed size on germination of corn (*Zea mays* L.) under simulated water stress conditions. Can. J. Plant. Sci. 57:921-923. Canada.
- .Musick, T. J. and D. A. Dusek. 1980. Irrigated corn yield response to water. Transactions of the ASAE. 23:92-103.
- .NeSmith, D. S. y J. T. Ritchie. 1992. Short and long-term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. Agron. J. 84:107-113.
- .Perry D. A. 1980. El concepto de vigor de semilla y su relevancia en las tecnicas de producción de semillas En: Hebblethwaite, P. D. (Ed). Producción Moderna de Semillas. Tomo II. Edit. Agropecuaria Hemisferio Sur. Uruguay. pp. 693-701.

- .Pohelman, J. M. 1971. Mejoramiento genético de las cosechas. Limusa-Wiley. México.
- .Presidencia de la Republica. (P.R). 1992. Carlos Salinas de Gortari Cuarto Informe de Gobierno. Anexo. Poder Ejecutivo Federal. México. D.F.
- .Ramírez, G. E. 1992. Efecto de la distancia a la fuente de polen sobre el rendimiento y sus componentes en la producción de semillas híbridas de maíz. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- .Ramírez, M. D. 1992. Efecto del patrón de siembra sobre el rendimiento y calidad física de la semilla. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- .Reyes, C. ,P. 1983. Bioestadística aplicada. Trillas. México. p. 310-330.
- .Ritchie, S.W. y Hanway, J. J. 1982. How a plants develops. Special report No.48. Iowa State University Science Technology. USA.
- .Robins, J. S. and C.E. Domingo. 1953. Some effects of severe soil moisture deficits at specific growth stages in corn. Agronomy Journal. 45 (12):618-621. Wisconsin. U.S.A.
- .Rodríguez, G. M. A. 1985. Efecto del estrés de humedad sobre el desarrollo, rendimiento y evapotranspiración del maíz (*Zea mays* L.). Tesis. Licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 106. p.
- .Rodríguez del A., J. M. 1991. Métodos de investigación pecuaria. Ed. Trillas-UAAAN. P. 13-14. México.
- .Sayers, R., L. H. 1983. Pruebas de germinación y vigor. Memorias del Curso de Actualización Sobre Tecnología de Semillas. 1982. UAAAN-AMSAC. 129-136. México.
- .Schoper, J.B., R. J. Lambert y B. L. Vasilas. 1986. Maize pollen viability and ear receptivity under water and high temperature stress. Crop Sci. 26:1029-1033.
- _____. 1987. Pollen viability, pollen shedding and combining ability for tassel heat tolerance in maize. Crop Sci. 27:27-31.
- .Shaw, R. H. 1977. Climatic Requirement. In: Sprague, G.F. (editor) Corn and Corn improvement. Agronomy No. 18. American Society of Agronomy.

- .Shieh, W. J. and M. B. McDonald. 1982. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality seed. *Sci. and Technol.* 10 (2) : 307-313. The Netherlands.
- .Silva, R. W., e J. M. Filho. 1982. Influencia do peso e do tamanho das sementes de milho sobre o desempenho no campo. *Pesq. Agropec. Bras.* 17(12):1743-1750. Brasil.
- .Smittle, D. A. 1982. Radish (*Raphanus sativus*) growth and yield responses to seed grading by size and aspiration. *Seed Sci and Technol.* 10(2):199-205. The Netherland.
- .Solorzano, M. A. 1987. Determinación del potencial de producción de semillas en siembras en hembras utilizando los métodos tradicional, modificado, tradicional modificado y compacto. CANTA. El Salvador. p. 87-95.
- .Stewart, J.I. et al 1975. Irrigated corn and grain sorgum with a deficit water supply. *Transactions of the ASAE.* 18(2): 270-280. Michigan. U.S.A.
- .Thomson, J. R. 1979. An introduction to seed technology. Thomson Litho Lts. East Kilbride, Scotland, Great Britain. p.1-15.
- .Tollenaar, M. y T. B. Daynard. 1978. Kernel growth and development at two positions on the ear of maize (*Zea mays L*). *Can. J. Plant Sci.* 58:189-197.
- .Vasquez, C., W. A. 1993. Temperatura, Fenología y Calidad Física en la Semilla de Maíz (*Zea mays L.*). Tesis. Maestría. UAAAN. Buenavista, Coah. México. 120 p.
- .Vega, S.P. 1987. Estudio comparativo de dos mejoradores del suelo en híbridos de maíz. (*Zea mays L.*), bajo diferentes condiciones de humedad. Tesis. Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- .Wesgate, M. E. y J.S. Boyer. 1986 Reproduction at low silk and pollen water potentials in maize. *Crop Sci.* 26: 951-956.
- .Wood, D., P. C. Longden and R. K. Scott. 1977. Seed size variation, its extent, source and significance in field crops, *Seed Sci. and Technol.* 5(3):337-352. The Netherlands.
- .Wych, B. 1988. Male density and pollen yield. Pioneer Newsource Technical Services. Departament. Seed Technology NHC-4 USA.

A P P E N D I C E

Cuadro A.1. Cuadrados medios para rendimiento de semilla de híbrido de maíz H-135.

F.V.	G.L.	C.M
Bloques	2	6.087402**
Núm. de riegos	2	20.805176**
Lib. de polen	2	0.480469
Dist. a fuente polen	5	64.341599**
Nr x Lp	4	0.260132
Nr x Dfp	10	0.133350
Lp x Dfp	10	0.504199
Nr x Lp x Dfp	20	0.724292
Error Exp.	106	1.343833

C.V. % = 18.73

** Diferencias Significativas P= 0.01
 C.V. Coeficiente de Variación
 Nr = número de riegos
 Lp = liberación de polen
 Dfp= distancia a la fuente de polen

Cuadro A.2. Cuadrados medios y su significancia para la variable días a floración del híbrido de maíz H-135.

F.V	C u a d r a d o s M e d i o s	
	Flor Masculina	Flor Femenina
Tratamientos	18.109**	0.035
Bloques	1.777	4.000**
Error Exp.	0.111	0.332
C.V. %	0.38	0.61

** Diferencias Altamente Significativas p= 0.01
 C.V. Coeficiente de Variación (%)

Cuadro A.3. Cuadrados medios para altura de mazorca del progenitor femenino, altura de planta del progenitor femenino y altura de planta del progenitor masculino de maíz.

F.V.	C u a d r a d o s		M e d i o s
	Altura Maz.♀	Altura Plta.♂	Altura Plta.♀
Tratamientos	0.001	0.126	0.004
Bloques	0.007*	0.007	0.046**
Error Exp.	0.003	0.054	0.008
C.V. %	4.44	10.38	4.42

* Diferencias Significativas P= 0.05

** Diferencias Altamente Significativas p= 0.01

C.V. Coeficiente de Variación (%)

Cuadro A.4. Cuadrados medios y su significancia para las variables físicas de semilla de maíz, con diferente número de riegos.

Fuentes de Variación	C u a d r a d o s		M e d i o s
	Peso de mil Semillas (g)	Peso Volumétrico (kg/hl)	Por ciento de semilla (%)
Factor A	34768.699**	5.581**	295.706**
Factor B	382.500	1.140	10.109
A x B	23.900	0.312	14.442
Error Exp.	276.263	0.940	17.818
C.V %	4.73	1.27	12.07

** Diferencias Altamente Significativas p= 0.01

C.V. Coeficiente de Variación (%)

Factor A= tamaño y forma

Factor B= número de riegos

A x B = tamaño y forma x número de riegos

Cuadro A.5. Análisis de varianza para tamaño y forma en cada riego para distintas variables físicas en semilla de maíz.

Fuentes de Variación	C u a d r a d o s		M e d i o s
	Peso de mil Semillas (g)	Peso Volumétrico (kg/hl)	Por ciento de semilla (%)
TF\NR1	1200.92**	3.78**	447.59**
TF\NR2	11310.14**	1.30	528.88**
TF\NR3	11501.08**	1.66	111.15
Error Exp.	276.26	0.94	47.59

** Diferencias Altamente Significativas p= 0.01

TF= Tamaño y Forma de la Semilla

NR= Número de Riegos

\= Dentro de

Cuadro A.6. Cuadrados medios y su significancia para las diferentes variables físicas en semilla de maíz con diferente porcentaje de polen.

Fuentes de Variación	C u a d r a d o s		M e d i o s
	Peso de mil Semillas (g)	Peso Volumétrico (kg/hl)	Por ciento de semilla (%)
Factor A	34369.800**	5.737**	282.992**
Factor B	175.500	0.250	2.683
A x B	14.450	0.331	4.317
Error Exp.	70.555	0.947	17.065
C.V %	2.39	1.28	11.78

** Diferencias Altamente Significativas p= 0.01

C.V. Coeficiente de Variación (%)

Factor A= tamaño y forma

Factor B= número de riegos

A x B = tamaño y forma x número de riegos

Cuadro A.9. Análisis de varianza para tamaño y forma con diferente distancia a la fuente de polen, para diferentes variables físicas en semilla de maíz.

Fuentes de Variación	C u a d r a d o s		M e d i o s
	Peso de Mil Semillas (g)	Peso Volumétrico (kg/hl)	Por Ciento de Semilla (%)
TF\DFP1	13685.98**	3.866*	118.61
TF\DFP2	11989.32**	16.568**	204.82**
TF\DFP3	10635.56**	1.232	258.38**
TF\DFP4	15314.46**	7.670**	7.86**
TF\DFP5	10684.58**	1.210	6.70**
TF\DFP6	8149.00**	0.585	256.22**
Error Exp.	151.45	1.087	51.35

** Diferencias Significativas p= 0.01

* Diferencias Significativas p= 0.05

TF= Tamaño y Forma de la Semilla

DFP=Distancia a la Fuente de Polen

\ = Dentro de

Cuadro A.10 Cuadrados medios para las variables germinación estándar (G.A), envejecimiento acelerado (E.A) y peso seco de plántula (P.S.P.) en maíz.

F.V.	C u a d r a d o s				M e d i o s
	g.l.	G.E.	E.A.	P.S.P.	
Número de Riegos	2	1.363	1.481	0.136	
Lib. de Polen	2	2.929	1.329	0.115	
Nr x Lp	4	3.921	1.918**	0.217**	
Error Exp.	18	3.889	0.426	0.034	
C.V. %		2.03	19.92	12.29	

** Diferencias Altamente Significativas p= 0.01

C.V. Coeficiente de Variación (%)

Cuadro A.11. Análisis de varianza de la descomposición en efectos simples para las variables envejecimiento acelerado y peso seco de plántula de maíz.

C u a d r a d o s M e d i o s			
F.V	g.l.	Envejecimiento acelerado	Peso Seco de plántula
LP\NR1	2	4.245**	0.245**
LP\NR2	2	0.594	0.194*
LP\NR3	2	0.326	0.115
NR\LP1	2	0.397	0.153*
NR\LP2	2	0.075	0.229**
NR\LP3	2	4.845**	0.396**
Error	18	0.426	0.034

* Diferencias Significativas $p=0.05$

** Diferencias Altamente Significativas $p=0.01$

LP\NR = Liberación de Polen por Número de Riegos

NR\LP = Número de Riegos por Liberación de Polen

Cuadro A.12. Condiciones climáticas durante el período de mayo a noviembre de 1994 en el Campo Experimental Norte de Guanajuato.

Dec Mes Año	T.Max °C	T.Min °C	Prec mm	Evap mm	H.R. %	R.V. km/hr	D.V Azimut
01 05 94	30.0	11.8	3.0	7.8	46.4	74.7	SW
02 05 94	27.7	14.1	30.0	6.0	55.0	57.6	SW
03 05 94	28.1	11.7	10.7	7.9	56.3	64.3	E
01 06 94	27.7	14.3	43.0	7.5	57.4	35.0	WSW
02 06 94	24.0	14.2	82.0	4.5	74.9	16.2	ESE
03 06 94	23.9	13.2	42.0	4.4	71.0	15.6	SW
01 07 94	26.3	11.8	10.0	6.0	63.6	29.8	ESE
02 07 94	24.8	13.5	28.0	5.9	64.0	36.4	E
03 07 94	26.8	11.5	3.0	7.8	60.4	43.7	ENE
01 08 94	24.0	13.3	31.0	5.2	74.2	20.5	SSE
02 08 94	24.8	13.3	4.0	5.8	68.2	98.3	NE
03 08 94	25.8	12.4	19.0	7.3	67.9	64.3	N
01 09 94	22.8	13.4	67.0	4.9	72.6	76.4	ENE
02 09 94	22.8	13.8	43.0	4.3	76.2	68.9	ENE
03 09 94	24.0	10.7	15.0	5.6	62.7	68.7	ENE
01 10 94	24.2	12.8	36.0	4.1	73.0	68.7	ENE
02 10 94	23.0	11.9	0.0	5.7	72.6	56.2	NE
03 10 94	27.2	10.5	0.0	5.6	59.7	60.0	NE
01 11 94	25.1	8.7	0.0	4.0	63.3	59.4	NE
02 11 94	25.0	7.5	0.0	4.2	60.0	63.4	NE
03 11 94	24.0	6.2	0.0	3.2	55.2	60.1	NE

Dec= promedio de 10 días

CENGUA 1994