

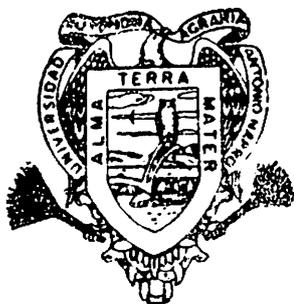
PRODUCCION Y CALIDAD DE SEMILLA DE MAIZ  
(Zea mays L.) BAJO DIFERENTES DENSIDADES  
DE PONIACION

ROBERTO REIMUNDO COUTIÑO RUIZ

T E S I S

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

009888



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

MAYO DE 1998



BIBLIOTECA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO**

**PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE SEMILLA DE MAÍZ (*Zea mays* L.) BAJO  
DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACIÓN.**

**TESIS**

**POR**

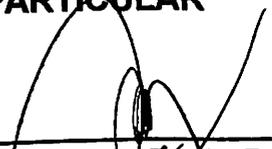
**ROBERTO REIMUNDO COUTIÑO RUIZ**

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y  
aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

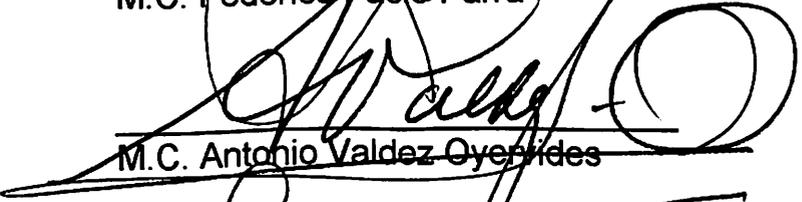
**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN TECNOLOGÍA DE SEMILLAS**

**COMITÉ PARTICULAR**

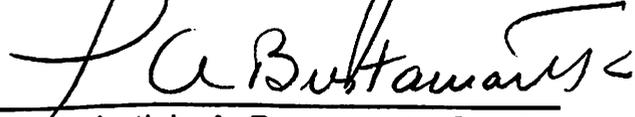
Asesor principal:

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Federico Falcó Parra

Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Antonio Valdez Oyenides

Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
M.Sc. Leticia A. Bustamante García

Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
M. C. Regino Morones Reza

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Mayo de 1998.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Chiapas y Escuela de Ciencias Agronómicas, Campus V por las facilidades y apoyo para la realización de mis estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” y al Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas por la oportunidad brindada para superarme profesionalmente.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico brindado durante mis estudios.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por las facilidades prestadas para la realización del trabajo de campo.

Al M.C. Federico Facio Parra por la dirección y apoyo constante en la investigación.

Al M.C. Antonio Valdez Oyervides por sus valiosas aportaciones y sugerencias durante la investigación.

A la M.Sc. Leticia A. Bustamante García por su apoyo y valiosas aportaciones en la investigación.

Al M.C. Regino Morones Reza por sus consejos y apoyo brindado en los aspectos estadísticos de la investigación.

Al M.C. Humberto de León Castillo quien desinteresadamente me brindó además de una sincera amistad, su tiempo en la asesoría de la presente investigación a quien le reitero mi más ferviente admiración.

A la TLQ Sandra Luz García Valdez e Ing. Ana Bertha Meza Cota, por el apoyo recibido en los trabajos de laboratorio.

A mis compañeros Manuel, Salvador, Juan Manuel, Leopoldo, Miguel por su amistad.

A la familia de León Aguirre por su hospitalidad, apoyo y amistad que en todo momento nos brindaron junto con mi familia durante nuestra estancia en Saltillo, Coahuila.

A mis amigos, maestros y compañeros de generación por enseñarme a sentir lo maravilloso de la vida.

## **DEDICATORIA**

**A mis padres: José Coutiño Díaz**

**Zoila Ruiz Pérez**

Con respeto y admiración por el cariño, apoyo y orientación que en todo momento me han brindado.

**A mi esposa: Ma. Del Carmen**

Por ser una auténtica mujer que ha decidido acompañarme siempre a recorrer el camino de la vida compartiendo penalidades y satisfacciones.

**A mis hijos: Gabriela y Roberto**

Quienes constituyen mi mayor tesoro.

**A mis hermanos: José Humberto, María Esther, Javier y Martita**

Con admiración y cariño.

# COMPENDIO

Producción y calidad de semilla de maíz (*Zea mays* L.), bajo diferentes densidades de población.

POR

ROBERTO REIMUNDO COUTIÑO RUIZ

MAESTRÍA

TECNOLOGÍA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, ABRIL DE 1998.

M.C. Federico Facio Parra -Asesor-

**Palabras clave:** maíz, producción, calidad de semilla, densidades de población.

La presente investigación se desarrolló durante 1996 en el Campo Experimental del INIFAP, ubicado en el municipio de Arteaga, Coahuila. Se utilizaron las variedades VS-201, VS-221 y Cafime bajo densidades de 30, 40

y 50 mil plantas/ha con el objetivo de determinar la densidad de población óptima para la producción y calidad de semilla. La combinación de estos factores constituyeron los tratamientos que se establecieron en un diseño bloques al azar bajo un arreglo factorial con cuatro repeticiones. Los resultados indicaron que para el rendimiento hubo diferencia estadística entre las variedades, resultando la VS-221 con 50 mil plantas/ha la mejor con 5.089 ton/ha. En cuanto a calidad física, Cafime y VS-221 registraron promedios más altos de semilla plana con 67.4 y 66.3 por ciento respectivamente; en cuanto a tamaño tanto en forma plana como bola, Cafime y VS-201 presentaron mayor porcentaje de semilla tamaño grande, mientras que en VS-221 los tamaños grande, mediano y chico se distribuyeron en forma proporcional. En relación al peso de mil semillas, el tratamiento 201-30, fue el más sobresaliente obteniendo medias de 416.8, 339.4, 389.7 y 298.4 gr en las semillas evaluadas (bola grande, bola medio, plano grande y plano medio). La calidad fisiológica se determinó con una prueba de vigor a través del primer conteo, donde los tratamientos CA-30 y 221-50 fueron los dos más altos con 61.2 y 53.2 por ciento respectivamente, sin embargo, al evaluar la capacidad de germinación, los mejores tratamientos fueron 201-30 y 201-40 obteniéndose resultados similares de 98.2 por ciento. La prueba de envejecimiento acelerado para determinar vigor en este trabajo resultó no significativa, mientras que al realizar la prueba fría, el tratamiento 221-50 fue el más sobresaliente con 99.0

por ciento de plántulas vigorosas. En cuanto al peso seco, los tratamientos con mayor vigor fueron 201-30 y 201-40, con valores de 46.0 y 47.2 mg/plántula y porcentajes de germinación de 96 por ciento. El mejor material genético y densidad para la producción y calidad de semilla resultó ser la variedad sintética VS-221 bajo densidad de 50 mil plantas.

## **ABSTRACT**

Production and corn seed quality (*Zea mays* L.) under different population densities

BY

ROBERTO REIMUNDO COUTIÑO RUIZ

MASTER OF SCIENCE

SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. APRIL, 1998.

M.C. Federico Facio Parra -Advisor-

**Key words:** Corn, production, seed quality, population densities.

An experiment was carried out during 1996, in the Experimental Station of the INIFAP, located Arteaga, Coahuila. The varieties VS-201, VS-221 and Cafime were used under densities of 30, 40 and 50 thousand plants/ha

with the objective of determine the optimum density plant stand for the production of high quality seed.. The combination of these factors constituted the treatments that were established in a blocks desing at random under a factorial arrangement with four replicates. The results indicated significant differences for yield among the varieties, resulting the VS-221 with 50 thousand plants/ha the best with 5,089 seed ton/ha. With regard to physical quality, Cafime and VS-221 registered the highest average of flat seed with 67.4 and 66.3 percent respectively; In relation to the seed size both flat and round, Cafime and VS-201 resulted with higher/of large seed, while the VS-221 the large, average and amaysizes were distributed in proportional way In relation to weight thousand seeds weight, the treatment 201-30 resulted in the highest valus eith means of 416.8, 339.4, 389.7 and 298.4 gr for the assessed seeds ( big round, medium round, big flat and medium flat). The physiological quality was assessed by the first count, in the germination test where the treatments CA-30 and 221-50 were the two with the highest figures, with 61.2 and 53.2 percent respectively, however, upon the germination capacity test, the best treatments were 201-30 and 201-40 with similar figures of 98.2 percent. The accelerated aging test to determine vigor in this work resultes no significative, while upon the cold test, the treatment 221-50 was the most outstanding with 99.0 percent of vigorous plants. In relation to weight, the treatments with higher vigor were 201-30 and 201-40, with figures of 46.0 and

47.2 mg/seedling and germination percentages of 96.0 percent. The best treatment for seed production and seed quality resulted to be the synthetic variety VS-221 at 50 thousand plants/ha.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	xv
INDICE DE FIGURAS.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
Condiciones para la Producción de Semillas.....	3
Condiciones Generales.....	3
Humedad y Temperatura.....	4
Condiciones Técnicas y Socioeconómicas.....	5
Calidad de las semillas.....	7
Importancia de la Calidad de Semillas.....	7
Componentes de Calidad de Semillas.....	9
Densidad de población.....	13
MATERIALES Y METODOS.....	17
Ubicación del Sitio Experimental.....	17
Material Genético.....	17
Descripción de los Genotipos.....	19

Tratamientos y Diseño Experimental.....	21
Establecimiento y Conducción del Experimento.....	22
Variables Agronómicas .....	25
Variables de Calidad Física de la Semilla.....	28
Variables de Calidad Fisiológica de la semilla.....	30
Análisis Estadístico.....	34
Variables Agronómicas .....	34
Variables Físicas y Fisiológicas.....	35
Correlaciones.....	36
<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>38</b>
<b>Variables Agronómicas.....</b>	<b>38</b>
Altura de planta.....	39
Altura de mazorca.....	42
Diámetro de tallo.....	44
Característica de la mazorca.....	46
Mazorca con mala cobertura.....	49
Rendimiento de semilla.....	51
<b>Variables de Calidad Física.....</b>	<b>55</b>
Forma de semilla.....	56
Tamaños de semilla plana.....	61
Tamaños de semilla bola .....	65
Peso de mil semillas (semilla bola).....	70

Peso de mil semillas ( semilla plana).....	70
Variables de Calidad Fisiológica.....	75
Germinación al primer conteo.....	76
Capacidad de germinación (plántulas vigorosas).....	79
Capacidad de germinación .....	81
Pruebas de vigor.....	83
Envejecimiento acelerado.....	83
Prueba fría.....	84
Peso seco.....	87
Correlaciones.....	89
CONCLUSIONES.....	95
RESUMEN.....	97
LITERATURA CITADA.....	101
APÉNDICE.....	107

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1 Tratamientos evaluados para la producción de semilla de maíz. CESAL- UAAAN. 1997. ....	21
4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general y D.M. S. de las variables agronómicas evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.....	40
4.2 Medias de los tratamientos para las variables agronómicas evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL - UAAAN.1997.....	41
4.3 Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, D.M.S. y media general de las variables de calidad física evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL- UAAAN. 1997 .....	57
4.4 Medias de tratamientos para las variables de calidad física, evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.....	58
4.5 Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general y D.M.S. de las variables de calidad fisiológica evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL - UAAAN. 1997.....	77
4.6 Medias de tratamientos para las variables de calidad fisiológica evaluadas en la producción de semilla de	

	maíz. CESAL- UAAAN. 1997.....	78
4.7	Matriz de correlaciones de las variables agronómicas evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL - UAAAN. 1997 .....	89
4.8	Matriz de correlaciones de las variables de calidad física evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL - UAAAN. 1997.....	91
4.9	Matriz de correlaciones de las variables de calidad fisiológica evaluadas en la producción de semillas de maíz. CESAL - UAAAN. 1997.....	93

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
3.1 Localización del Campo Experimental de Saltillo (CESAL) INIFAP.....	18
4.1 Efecto de las densidades de población sobre la variable altura de planta de maíz. CESAL-UAAAN. 1997.....	43
4.2 Efecto de las densidades de población sobre la variable altura de mazorca de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.....	43
4.3 Efecto de densidades de población sobre la variable diámetro de tallo de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.....	45
4.4 Comportamiento de la variable longitud de mazorca de maíz a diferentes densidades de población. CESAL-UAAAN.1997.....	48
4.5 Comportamiento del número de hileras de la mazorca de maíz a diferentes densidades de población. CESAL- UAAAN.1997.....	48
4.6 Efecto de densidades de población sobre la variable diámetro de mazorca. CESAL- UAAAN. 1997.....	50

4.7	Efecto de densidades de población sobre la variable diámetro de olote. CESAL- UAAAN. 1997.....	50
4.8	Efecto de densidades sobre el número de mazorca de maíz con mala cobertura. CESAL- UAAAN. 1997.....	52
4.9	Efecto de densidades de población sobre la variable rendimiento de semillas de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.....	54
4.10	Efecto de densidades de población en el porcentaje de semilla plana de maíz. CESAL- UAAAN.1997.....	60
4.11	Efecto de densidades de población en el porcentaje de semilla bola de maíz. CESAL- UAAAN.1997.....	60
4.12	Comportamiento del porcentaje de semilla de maíz plano grande a diferentes densidades de población. CESAL-UAAAN.1997.....	63
4.13	Comportamiento del porcentaje de semilla de maíz plano medio a diferentes densidades de población. CESAL-UAAAN. 1997.....	63
4.14	Comportamiento del porcentaje de semilla de maíz plano chico a diferentes densidades de población. CESAL- UAAAN. 1997.....	64
4.15	Efecto de densidades de población sobre la variable semilla bola de maíz tamaño grande. CESAL- UAAAN. 1997.....	67
4.16	Efecto de densidades de población sobre la variable semilla bola de maíz tamaño medio. CESAL- UAAAN. 1997.....	67

4.17	Efecto de densidades de población sobre la variable semilla bola de maíz tamaño chica. CESAL- UAAAN. 1997.....	69
4.18	Efecto de densidades de población sobre la variable peso de mil semillas forma bola tamaño grande. CESAL- UAAAN. 1997.....	71
4.19	Efecto de densidades de población sobre la variable peso de mil semillas forma bola tamaño mediano. CESAL- UAAAN. 1997.....	71
4.20	Efecto de densidades de población sobre la variable peso de mil semillas forma plana tamaño grande. CESAL- UAAAN.1997.....	74
4.21	Efecto de densidades de población sobre la variable peso de mil semillas forma plana tamaño mediano. CESAL- UAAAN.1997.....	74
4.22	Efecto de densidades de población sobre la variable germinación al primer conteo. CESAL- UAAAN.1997....	80
4.23	Efecto de densidades de población sobre la variable capacidad de germinación plántulas vigorosas de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.....	80
4.24	Comportamiento de la capacidad de germinación en los tratamientos evaluados.. CESAL- UAAAN. 1997.....	82
4.25	Respuesta de plántulas vigorosas después de envejecimiento acelerado a diferentes densidades de población de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.....	85

4.26	Respuesta de capacidad de germinación después de envejecimiento acelerado en diferentes densidades de población de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.....	85
4.27	Respuesta de plántulas vigorosas de maíz después de prueba fría en diferentes densidades de población. CESAL- UAAAN. 1997.....	86
4.28	Comportamiento de la variable peso seco de plántula de maíz en diferentes densidades de población. CESAL- UAAAN. 1997.....	88

## INTRODUCCIÓN

El maíz es considerado en México como la fuente básica para la alimentación de la población, en nuestro país la media de producción de este cereal es de aproximadamente 2.2 ton/ha. Estos rendimientos se deben a que en gran parte de las áreas agrícolas donde se practica este cultivo se aplican paquetes tecnológicos incompletos al no considerar dentro del mismo uno de los insumos más importantes como la semilla mejorada de calidad con alto potencial de rendimiento.

Es preciso indicar que la poca utilización de las semillas mejoradas de calidad se debe a que la demanda de la misma está determinada por factores como: nivel de producción, contribución marginal de la semilla mejorada a los diferentes sistemas de producción, altos costos y el precio del maíz entre otros.

La creciente demanda de este cereal como alimento básico de la población, trae como consecuencia la necesidad de analizar posibles estrategias para obtener un incremento continuo y sostenido de los rendimientos y de esta forma producir mayor cantidad de alimentos, así como incrementar el ingreso de los agricultores.

Uno de los factores que se pueden manejar y que inciden en el rendimiento y calidad de la semilla de maíz, es la densidad de población en las áreas de cultivo, por ello se decidió llevar a cabo este trabajo durante el ciclo primavera-verano 1996, en el Campo Experimental de Saltillo (CESAL), del INIFAP, localizado en el ejido Emiliano Zapata, municipio de Arteaga, Coahuila; La investigación consistió en la evaluación de dos variedades sintéticas de maíz (VS-201 y VS-221), y la variedad Cafime, con densidades de 30, 40 y 50 mil plantas/ha bajo condiciones de riego, para observar el comportamiento de éstos en cuanto a producción y calidad de semilla. La elección de estos materiales fue en función a la buena adaptación que manifiestan a las condiciones agroclimáticas del área de influencia del sureste del estado de Coahuila.

El objetivo e hipótesis planteadas para esta investigación fueran las siguientes:

**Objetivo:**

Determinar la densidad de población óptima para la producción y calidad de semilla de tres variedades de maíz establecidas bajo condiciones de riego.

**Hipótesis:**

La densidad de población influye en la producción y calidad de la semilla de maíz.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### # Condiciones para la Producción de Semilla

#### Condiciones generales

Allard y Hasche (1974), indican que el comportamiento de los genotipos puede o no cambiar al exponerse a fluctuaciones ambientales, por lo tanto consideran que una variedad puede ser buena cuando es capaz de ajustar su proceso de vida para mantener siempre un alto nivel de productividad a pesar de las fluctuaciones impredecibles del medio ambiente.

Petrovich y Prokofeva (1996), mencionan que para obtener buena producción de semilla la especie cultivada debe adaptarse perfectamente a las condiciones climáticas de la región ya que tanto el crecimiento vegetativo como la fructificación de plantas, no depende solo de los factores genéticos, sino también de la interacción que se establezca con los factores del medio ambiente, tales como temperatura, luz, la humedad del aire, condiciones del suelo y velocidad del aire entre otros. Autores como Martín *et al.* (1976), (1976), aseguran que los cultivos son más productivos cuando se desarrollan en regiones en donde están adaptados, reflejándose en un crecimiento normal

y uniforme, así como un alto rendimiento, añaden también que al extraer un cultivo de su área de adaptación requieren de mayor cuidado para que estos puedan mantener una productividad satisfactoria.

La semilla en sentido genérico amplio, ha sido un mecanismo altamente exitoso para mejorar la producción y productividad agrícola, por lo que no solo tiene un efecto directo en la producción, sino que tiene un interés natural para los agricultores y ha servido para introducir tecnologías tales como: fertilizantes, población de plantas, control de insectos (Waugh, 1982).

#### \* Humedad y temperatura

Delouche (1980), menciona que la concentración de la producción de semillas en zonas específicas de producción, son un persuasivo testimonio de la influencia de los factores ambientales sobre el desarrollo y calidad de éstas; pero los que más influyen, son las condiciones climáticas, principalmente humedad del suelo y temperatura.

La reducción de humedad del suelo durante ciertos estados fisiológicos marcan una disminución en el rendimiento del grano, así por ejemplo un estrés de uno o dos días durante el período de polinización reduce el rendimiento en un 22 por ciento al aumentar de seis a ocho días esto podría llegar hasta un 50 por ciento (Robins y Domingo, 1953). Por su parte Gándara, (1989), indica que

con estas deficiencias la altura se reduce hasta un 35 por ciento al igual que el rendimiento de materia seca .

Cuando las condiciones climáticas no son apropiadas para el buen desarrollo de las plantas en el lote de producción, la calidad de la semilla se ve afectada, obteniendo una reducción de la misma y de baja calidad, sin embargo deben tomarse en cuenta también otros elementos no climáticos como: aislamientos, polinizadores, mano de obra ( Delouche, 1981).

La temperatura es uno de los elementos del clima más importante que actúa sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. Esta debe ser considerada a nivel del suelo, el aire y la planta misma, siendo la del ambiente, la que mayor influencia tiene en los procesos fisiológicos. La temperatura del suelo afecta la germinación, emergencia y los procesos metabólicos de las raíces (Romo y Arteaga, 1989).

Rusell y Danielson (1956), consideran que la falta de humedad en la época de espigamiento es perjudicial, los síntomas se manifiestan en las hojas y se afecta la formación de las semillas tanto en calidad como en cantidad.

### Condiciones técnicas y socioeconómicas

Besnier (1990), indica que uno de los factores de importancia para la

producción de semilla comercial son el método previsto y el ciclo vegetativo normal para este tipo de producción, sin embargo menciona que estos criterios estarán en función de factores ecológicos, técnicos o económicos de la zona.

Quemé, *et al.* (1990), consideran que uno de los elementos esenciales dentro de un programa de semillas, es el control de calidad de la misma, ya que éstas repercutirán en el incremento y desarrollo de una mejor producción de alimentos, por lo que es importante dentro del proceso de producción, la supervisión de los campos semillistas para confirmar el cumplimiento de las normas, tanto a nivel de campo como en laboratorio y hacer al productor las recomendaciones necesarias para que los materiales de sus campos presenten estas condiciones.

Córdova *et al.* (1992), definen que la productividad de los cultivos, depende de la calidad de la semilla. Una excelente calidad, es una característica diferencial entre semilla y el material de siembra que utilizan los agricultores. Dicho material adolece de los atributos que definen las semillas mejoradas.

Paulsen *et al.* (1983), citan que la calidad del grano se afecta por muchos factores, entre ellos se encuentran los agronómicos, por su parte Braver y Carter, (1986) mencionan que la fecha y densidad de siembra afectan

el ambiente bajo el cual el grano se desarrolla, ocasionando reducción en su calidad si éstos no son óptimos.

Por su parte Ferguson y Burbano (1979), concluyen que el área de producción de semillas debe reunir un conjunto de factores que faciliten el proceso de producción tales como: climáticos, agronómicos, biológicos así como sociales y económicos.

Camargo *et al.* (1989), clasifican los sistemas de producción de semillas en: tradicional, convencional y no convencional y define que cualquier esfuerzo realizado para producir semillas de buena calidad, haciendo partícipes a los pequeños agricultores, estará enmarcado dentro de los sistemas convencionales.

## **Calidad de las Semillas**

### **Importancia de la calidad de semillas**

La calidad de la semilla es uno de los factores más importantes que afectan comportamiento y productividad de la mayoría de los cultivos (Krieg y Barte, 1975). Por su parte Douglas (1982), indica que la calidad de la semilla es muy importante al ser la semilla esencial para la supervivencia de la humanidad, por cuanto almacena el más alto potencial genético que la ciencia

podiera llegar a desarrollar y además la considera como un elemento vital para el desarrollo de la agricultura moderna.

Villa (1982), menciona que después de cosechada la semilla, ésta permanece con vida, por lo que ocurren reacciones bioquímicas que conducen al deterioro de la calidad ya sea por su contenido de humedad, temperatura u otras condiciones propias del grano y su ambiente, por lo que es importante manejar prácticas de secamiento y acondicionamiento.

La calidad de la semilla durante el período de fecundación y al momento de la siembra es afectada por muchos factores principalmente los ambientales antes de la cosecha, método de cosecha, secado, daño mecánico durante el manejo y procesamiento, contenido de humedad, condiciones de almacenamiento ataque de insectos y enfermedades (Thomson, 1979).

Molina *et al.* (1990), mencionaron que la calidad de una semilla para la siembra, debe reunir cuando menos las características como: pureza varietal, libres de semillas de malezas, libres de patógenos transmisibles por semilla, tener un mínimo de germinación que varía de acuerdo a la especie.

La calidad de las semillas constituyen la suma de múltiples atributos de las mismas, siendo estos la pureza genética, daño mecánico, capacidad de

vigor y germinación, tamaño, contenido de humedad, daños provocados por insectos y la infección causada por diferentes agentes (Pérez, 1995).

Garay *et. al.* (1992), afirman que la calidad de la semilla involucra cualidades básicas diferentes que están incluidas en cuatro componentes que son: físico, fisiológicos, genético y sanitario; por lo que concluyen que el potencial productivo de la semilla estará en un máximo nivel cuando en ella estén incluidos todos y cada uno de estos componentes.

### Componentes de calidad de semillas

El peso de la semilla puede ser afectado por factores ambientales como la temperatura, bajando la calidad de la semilla, otro factor es el contenido de humedad que incide en el manejo y conservación de la semilla, de esta forma evitar en cierta forma la pérdida de vigor y viabilidad (Bustamante, 1983; Moreno, 1996).

En general los lotes de semilla cosechados, tienen variación en cuanto a forma, tamaño, peso y calidad. Estas variaciones pueden presentarse dentro de un cultivo y en la misma planta debido a factores genéticos y ambientales entre los que destacan competencia por luz, agua, nutrientes, período de floración y efectos por factores bióticos como plagas enfermedades y malezas ( Wood *et al.* 1977). Además mencionan que la mayor cantidad de semillas son

planas puesto que ocupan las tres cuartas partes de la mazorca y las bolas se encuentran en los extremos y que es importante tomar en cuenta la forma de las mazorcas, ya que al comparar mazorcas cónicas y cilíndricas, las primeras presentan mayor cantidad de semillas bolas que las cilíndricas.

La forma del grano dependerá de la presión externa que ejerzan las semillas adyacentes durante las últimas etapas de llenado de grano, siendo planos los de la parte central y bola la de los extremos (Shieh y McDonald, 1982).

Martínez (1989), encontró que semillas planas, grandes y pesadas de maíz, son de mayor calidad que las otras categorías, al presentar mayor peso seco de plántulas y por ciento de germinación. Por su parte Muchena y Grogan (1977), mencionan que semillas pequeñas de maíz, tienen ventajas sobre las categorías superiores para germinar, esto cuando se tienen problemas de sequía, ya que requieren absorber menos cantidad de agua para iniciar el proceso de germinación.

Moreno (1996) considera a la calidad fisiológica como un valor comercial de la semilla ya que es el principal atributo para evaluar calidad y que consiste en la capacidad de la semilla para germinar y producir una planta normal.

En la prueba de germinación estándar, las plántulas normales registradas en el primer conteo, representa la población de semillas con mayor capacidad de germinación, y que es un indicativo de vigor, mientras mayor sea el número de plántulas normales cuantificadas, mayor será el grado de vigor para determinado lote de semilla ( AOSA, 1983; ISTA, 1996).

De acuerdo a la ISTA (1996) la capacidad de germinación indica la proporción por número de semillas, las cuales pueden producir plántulas normales bajo condiciones favorables y dentro del tiempo determinado, al evaluar germinación se determina la proporción de plántulas normales, anormales y semillas sin germinar (latentes y muertas).

La AOSA (1983), define al vigor como la suma de total de aquellas propiedades de la semilla que determina el potencial para una rápida y uniforme emergencia y desarrollo de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones de campo.

La variación de vigor en las semillas puede deberse a la constitución genética, estrés durante el desarrollo de la semilla, condiciones desfavorables de campo después de madurez fisiológica y antes de la cosecha, grado de madurez en la cosecha, tamaño, peso de semilla, contenido de humedad durante el almacenamiento y presencia de patógenos (Perry, 1984 y Popinigis, 1985).

La madurez fisiológica es una fase importante desde el punto de vista de la calidad de la semilla, donde convergen el máximo peso, mayor vigor y viabilidad de la semilla (Miranda, 1984).

Moreno (1996), dice que la pureza varietal es uno de los aspectos de importancia que define la calidad de la semilla, sin embargo aunado a este también son importantes otros parámetros como el poder germinativo, el vigor y contenido de humedad.

Dentro del componente genético la pureza varietal definida como la autenticidad de una muestra de semillas de una determinada variedad, que después de varias generaciones de incremento, conserva el mismo genotipo con el cual fue liberado por el fitomejorador, es el primer componente de calidad y es considerada la piedra angular de la certificación de semilla. (Copeland y Mc Donald, 1985).

El componente sanitario se refiere principalmente a la presencia o ausencia de organismos causantes de enfermedades tales como: hongos, bacterias, virus, insectos, aunque también pueden estar involucradas condiciones fisiológicas, como la deficiencia de microelementos (Moreno, 1996), y de acuerdo a Garay *et al.* (1992), es una de las cualidades básicas que influye en el potencial productivo de la semilla.

Durante el periodo de secado, la semilla puede estar expuesta a condiciones ambientales que puedan reducir su calidad. Condiciones de alta humedad y lluvias frecuentes causan serios problemas al componente sanitario. (Harman y Stasz, 1986).

### **Densidad de Población**

Las plantas en general presentan respuestas diferenciales en su crecimiento y rendimiento a los cambios de densidad de población, ya que las distancias entre plantas modifica las relaciones de competencia entre ellos (Ortiz, *et al.* 1974).

La densidad de población es también uno de los factores que deben tomarse en cuenta para incrementar los rendimientos en los diferentes cultivos y puede ser manejada de acuerdo a las condiciones edáficas y ambientales de cada región junto con el tipo de variedad a probar. Así, el rendimiento de semilla por hectárea se incrementa al aumentar la densidad de población hasta llegar a su punto óptimo, cuyo valor depende del genotipo, de la distancia entre surcos y la disponibilidad de agua en el suelo ( Bronw *et al.* 1980).

Delorit y Ahlgren (1983), especifican que la densidad de siembra para el cultivo de maíz está determinada por la fertilidad del suelo, cantidad de

humedad disponible, variedad cultivada, porcentaje de germinación y el objetivo para que se siembra.

El aumento de la densidad de población reduce significativamente el desarrollo y crecimiento de varios caracteres como: altura de planta, altura de mazorca, tamaño de mazorca, peso de la mazorca y grano por planta, número de plantas sin mazorca (Collins, 1965).

Estudios realizados por Bolaños (1993), reportan que sí existe efecto de las densidades de población en diversos genotipos con respecto a la producción de semilla, siendo las de 60 y 70 mil plantas por hectárea las mejores.

Rutger (1971), menciona que para líneas endogámicas se pueden utilizar altas poblaciones para incrementar los rendimientos. Sin embargo considera que para la producción de semilla un nivel óptimo sería de 60 mil plantas por hectárea con el inconveniente que se puede reducir el tamaño de la mazorca y reducir la calidad de la semilla.

Fischberck y Aufhammer (1971), demostraron que al sembrar variedades de maíz a densidades de 51, 68, 77 y 102 mil plantas por hectárea, éstas incrementaron en altura en las poblaciones más altas y el peso del grano tiende a disminuir.

Larios *et al.* (1993), al evaluar experimentos de maíz en diversas localidades de Guatemala, C. A. encontraron que al utilizar densidades bajas, las mazorcas tienden a ser de mayor peso además de incrementar el número de mazorcas por planta.

Gordon *et al.* (1993), evaluando materiales de maíz con densidades altas y bajas encontraron que a medida que se reduce la densidad, mejora la sincronía floral (ASI) es decir se redujo los días entre las dos floraciones, y además el número de mazorcas por planta tiende a incrementar. Por su parte Wilson y Allison (1988) reportaron que la antesis se retarda a densidades altas debido a la competencia por nutrientes.

Densidades de población altas trae como consecuencia un incremento en la altura de planta y menos producción de mazorca, además decrece la longitud y diámetro de la misma así como espesor del grano ( El-lankany y Rusell, 1971).

Rutger (1971), trabajando con tres densidades de población 37, 62 y 86 mil plantas por hectárea en siete cruza simples y sus progenitores, observó que las líneas responden más al incremento de la densidad que las cruza simples, ya que al variar de 37 a 85 mil plantas el rendimiento se incrementó en un 48 por ciento de las primeras, mientras que en las segundas solo alcanzó un 37 por ciento. Por otro lado con densidad de 86 mil plantas tanto el tamaño

de la mazorca como el grano fueron pequeños, concluyendo que una densidad de 62 mil plantas es suficientemente alta.

Altas poblaciones producen un efecto de competencia nutricional y menor entrada de luz al follaje, causando alteraciones fisiológicas, disminución de la tasa fotosintética, lenta reproducción de células y una mayor proporción de plantas estériles. (Bohling, 1976), por su parte Ruiz y Rivera (1988), mencionan que con estas densidades aumenta el número de mazorcas podridas y se incrementa el porcentaje de mala polinización posiblemente debido a un mayor porcentaje de humedad relativa y amontonamiento de las plantas.

Torres (1992), trabajando con densidades de población en el cultivo de maíz, encontró que a altas densidades, la interacción genotipo medio ambiente hace que el fenotipo así como las heredabilidades cambien en algo sus magnitudes, así mismo reporta que a densidades bajas, las plantas presentan mejor calidad de sus componentes del rendimiento como el ancho de grano, espesor del grano, número de hileras y peso de la mazorca.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del Sitio Experimental**

La presente investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental de Saltillo (CESAL), del INIFAP, localizado en el ejido Emiliano Zapata, municipio de Arteaga, Coahuila, registra una precipitación media anual de 400 mm., los meses lluviosos son agosto y septiembre (Figura A.1), el clima es templado subhúmedo con una temperatura máxima de 30.7 °C y de menos 10 °C. La altura sobre el nivel del mar es de 2040 m, el período libre de heladas es desde abril a septiembre, lo que representa un total de 180 días (Mendoza, 1983). Figura 3.1.

Los ensayos de laboratorio para calidad de semilla se realizaron en el laboratorio de semillas, del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

### **Material Genético**

El material genético utilizado en el experimento, fueron además de la variedad Cafime, dos variedades sintéticas VS-201 y VS- 221 las que fueron

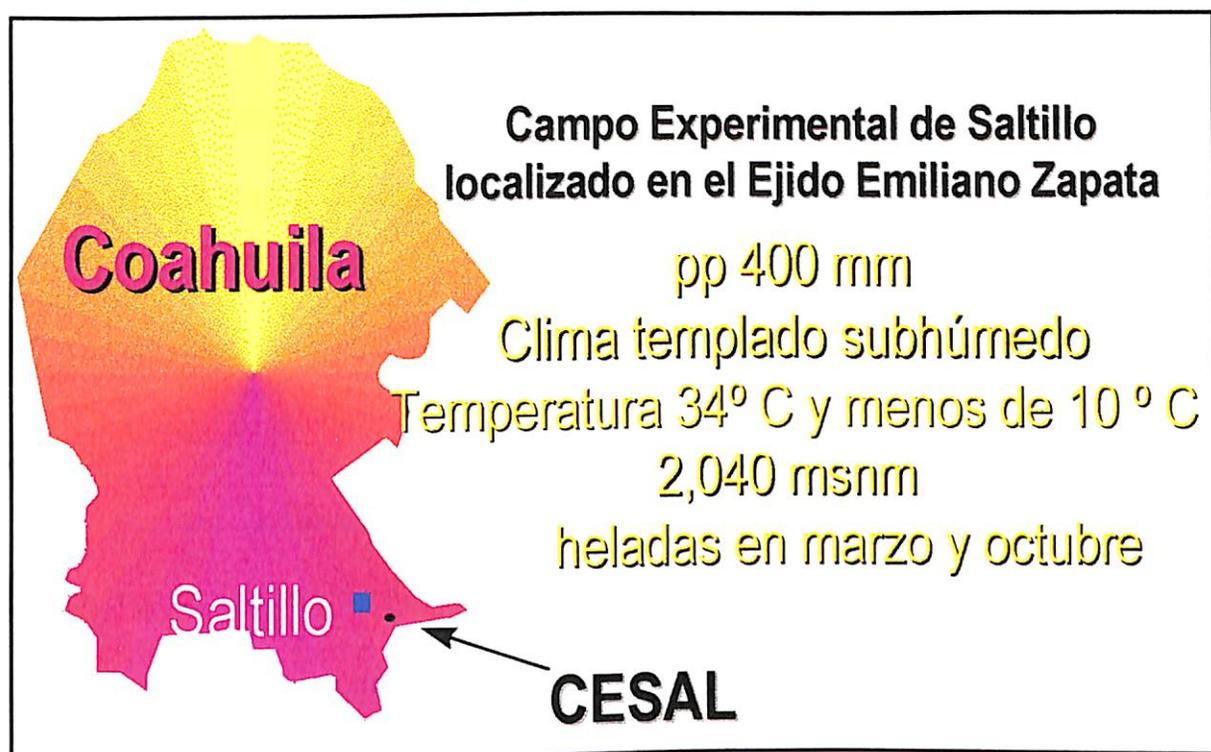


Figura 3.1 Localización del Campo Experimental de Saltillo. (CESAL) INIFAP.

proporcionadas por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (INIFAP) la elección de estos materiales fue en función a la buena adaptación a las condiciones agroclimáticas de la zona.

### **Descripción de los Genotipos.**

Las características agronómicas de los materiales utilizados en la investigación según Gámez, *et al.* (1996), son las siguientes:

#### **Variedad Cafime**

Es una variedad que se produjo en campo Experimental Francisco I Madero en el estado de Durango, de ahí su nombre fue formado por selección y estabilización de un compuesto en el que intervinieron 14 cruzas simples F1, formadas con líneas derivadas de la variedad bolita 422. Este material fue liberado por el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), en 1958, tiene una altura de planta de 1.7 m, es susceptible a enfermedades foliares (*Puccinia sorghi*) bajo condiciones de alta humedad, los días a floración es de 55 alcanza su madurez fisiológica en un período de 105 a 110 días, tiene un rendimiento potencial de 6 ton/ha, dentro de otras características no ahija y resiste al acame. Las mazorcas son cónicas y de tamaño medio. El grano es de color blanco y semiduros. Es considerada como una de las variedades más precoces que existen actualmente en México.

### Variedad Sintética VS-201

Esta variedad sintética fue producida en el Campo Experimental Pabellón, en el estado de Aguascalientes, sus progenitores fueron los mejores mestizos de líneas de una autofecundación derivadas de la variedad estabilizada Cafime, la cual fue formada por cruzamientos de la raza bolita , fue liberada en 1963 por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), la planta tiene una altura promedio de 1.5 m los días a floración es de 65, alcanza la madurez fisiológica en un período de 110 a 115 días, su rendimiento potencial es de 7 ton/ha, su rango de adaptación es para regiones semiáridas del norte y centro del país. Otras de las características que presenta este material es que tolera tanto el acame como el déficit hídrico. Las mazorcas son cónicas y sanas. El grano es blanco semi-dentado. Se adaptan bien en regiones semiáridas con altura 1,500 a 2,000 msnm.

### Variedad sintética VS-221

Fue producida en el Campo Experimental de Durango, resultó de la combinación de la crusa simple hembra de H-220 con un sintético VS-202. La genealogía es ( C-90x Gto 20-247-2-2-4-5) x VS-E (S. C. S. Bol Comp 61 x Zac 58), fue liberada en 1975 por el INIA. La altura de la planta es de 1.5 m, los días a floración es de 70, alcanza su madurez fisiológica a los 130 días, tiene un rendimiento potencial de 6 ton/ha, se adapta bien en condiciones de

temporal. Otras características que presenta este genotipo es la resistencia al acame. Las mazorcas son de tipo bolita. Presenta granos dentados y de color blanco. Se adapta en alturas que oscilan de 1,500 a 2,000 msnm.

### Tratamientos y Diseño Experimental

Los tratamientos evaluados fueron nueve, como resultado de la combinación de los factores tres densidades de población y tres genotipos (Cuadro 3.1), los que fueron establecidos en un diseño experimental bloques al azar bajo un arreglo factorial con cuatro repeticiones (Figura A.2). El tamaño total del área experimental fue de 793.8 m<sup>2</sup> la superficie de la parcela útil fue de 21.6 m<sup>2</sup> compuesta por dos surcos centrales.

Cuadro 3.1. Tratamientos evaluados para producción de semilla de maíz. CESAL- UAAAN 1997.

No. Tratamiento	Genotipo	Densidad
1. (CA-30)	Cafime	30 mil plts/ha
2. (CA-40)	Cafime	40 mil plts/ha
3. (CA-50)	Cafime	50 mil plts/ha
4. (201-30)	VS-201	30 mil plts/ha
5. (201-40)	VS-201	40 mil plts/ha
6. (201-50)	VS-201	50 mil plts/ha
7. (221-30)	VS-221	30 mil plts/ha
8. (221-40)	VS-221	40 mil plts/ha
9. (221-50)	VS-221	50 mil plts/ha

## **Establecimiento y Conducción del Experimento**

### Preparación del terreno

El experimento fue establecido bajo condiciones de riego en el ciclo agrícola primavera-verano 1996. La preparación del terreno consistió en un paso de arado y dos pasos de rastra, con el objeto de tener un suelo bien mullido.

### Siembra

Con la finalidad de evitar coincidencia en la época de polinización, la siembra se llevó a cabo en diferentes fechas durante el mes de mayo. El primer material sembrado fue VS-201, seguido del VS-221 y por último la variedad Cafime, el espacio de tiempo entre cada una de las fechas fue de 15 días. Es importante mencionar que aparte de las fechas de siembra se manejó un aislamiento por espacio entre cada uno de los materiales de 200 m aproximadamente. La siembra se realizó con maquinaria misma que fue calibrada para obtener poblaciones de 60 mil plantas/ha, una vez emergidas se realizaron aclareos hasta dejar las poblaciones requeridas para el experimento.

## Fertilización

En función a los estudios de suelos realizados por el INIFAP para el área de estudio la fórmula recomendada es 100-60-00 para lo cual se utilizó como fuente de nitrógeno la urea con 46 por ciento N y como fósforo, el fosfato diamónico con 18 por ciento de N y 46 por ciento de  $P_2O_5$ . Se realizaron dos aplicaciones, depositando en la primera la mitad de nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y la segunda parte de nitrógeno a los 45 días después de la siembra.

## Riegos

Después de la siembra se aplicaron riegos ligeros por aspersion para promover una rápida germinación y emergencia. Una vez emergidas las plantas se siguieron haciendo riegos con intervalos de 15 a 20 días aproximadamente.

## Control de malezas

Con la finalidad de tener un cultivo limpio y evitar competencia por agua, luz y nutrientes, se controlaron las malezas utilizando dos litros de 2-4 D éster en forma preemergente.

## Desmezcles

Esta práctica también conocida como eliminación de plantas fuera de tipo (atípicas) se realizó antes de la floración, precisamente con el objeto de tener plantas que la expresión de las características fenotípicas de acuerdo a sus descriptores varietales anteriormente señalados fueran idénticas.

## Control de plagas y enfermedades

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) fue el que con más frecuencia se presentó durante el desarrollo del cultivo, para el control de este, se realizaron aplicaciones de productos químicos granulados y líquidos entre los que destacan Pemetrinas y Mevinfos ambos en dosis de 2L/ha y los granulados de 10 a 15 kg/ha. Dentro de las enfermedades la que se presentó aunque en forma no significativa y principalmente en la variedad Cafime fue el carbón común conocido también como huitlacoche (*Ustilago maydis*) reportada por (Sánchez, 1989).

## Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual en dos fechas ( 1º. y 19 de octubre) cuando el contenido de humedad se encontraba en un 35 por ciento aproximadamente, las mazorcas cosechadas fueron la de los dos surcos

centrales que fueron los que se consideraron como parcela útil, posteriormente éstas fueron secadas en forma natural sacándolas al sol hasta alcanzar 12 por ciento de contenido de humedad para proceder al desgrane de las mismas.

### Desgranado

Después del proceso de secado y una vez que las mazorcas alcanzaron el 12 por ciento de contenido de humedad, se procedió a hacer el desgrane, utilizando un molino manual, durante esta operación se tomaron datos como longitud y grosor de mazorca, número de hileras y grosor del olote.

### **Variables Agronómicas**

La evaluación de las características agronómicas fue de la siguiente manera:

#### Altura de planta (AP)

Se tomaron cinco plantas al azar dentro de la parcela útil y se midió en cm la longitud desde la base del tallo a la base de la espiga.

### Altura de mazorca ( AM)

Tomando cinco plantas al azar de la parcela útil se midió en cm, de la base del tallo, hasta el nudo de inserción de la mazorca.

### Diámetro de tallo (DT)

Se determinó tomando cinco plantas al azar y con la ayuda del bernier se procedió a medir la parte central del tallo.

### Mazorca con mala cobertura (MMC)

Número de mazorcas por parcela útil cuyo totomoxtle no cubre el total de la mazorca.

### Peso de campo (PC)

Peso de mazorcas por parcela al momento de la cosecha, en 10 mazorcas tomadas al azar de cada parcela útil se determinó:

### Longitud de mazorca (LM)

Se tomó desde la base de la mazorca hasta el ápice de la misma.

### Grosor de mazorca (GM)

Se midió en cm la parte del centro de cada una de las mazorcas utilizando un bernier.

### Número de hileras por mazorca (NH)

Se contabilizó el total de hileras de cada una de las mazorcas.

### Diámetro de olote (DOL)

Se obtuvo midiendo la parte central de olote en cada mazorca

### Rendimiento de semilla (RDS)

Para estimar el rendimiento se utilizó la siguiente metodología:

Se tomó una muestra aleatoria de 250 gr de semilla del total de mazorcas de la parcela para determinar el contenido de humedad al momento de la cosecha con un determinador Pre Agro modelo 55. Calculándose el por ciento de materia seca por diferencia con el 100 por ciento.

El peso seco se estimó multiplicando el por ciento de materia seca por el peso de campo.

Finalmente el rendimiento en mazorca al 12 por ciento de humedad se obtuvo multiplicando el peso seco por el factor de conversión.

$$FC = \frac{(10000)m^2}{(APU) \times (0.88) \times (1000)}$$

Donde:

FC =Factor de conversión a ton/ha.

APU =Area de parcela útil (longitud del surco x ancho entre surcos x No. de surcos de la parcela útil).

0.88= Constante para obtener el rendimiento al 12 por ciento de humedad.

1000=Coeficiente para obtener el rendimiento en ton/ha.

10,000 m<sup>2</sup> = Superficie de una hectárea.

### **Variables de Calidad Física de la Semilla**

Del total de semilla obtenida en cada tratamiento, producto de las cuatro repeticiones, las variables consideradas para determinar la calidad física de la semilla fueron las siguientes:

### Forma de semilla (FS)

Para la separación de los granos por su forma las muestras de maíz de cada tratamiento, fueron depositadas en un cilindro ranurado No. 23 (5.1 mm) dentro de un clasificador de tamaños marca Karter-Day donde después de constantes revoluciones caen en una charola receptora todas las semillas pertenecientes a la categoría plana, y las de forma redonda quedan en el interior del cilindro, la cantidad de cada una de las formas fue expresada en por ciento.

### Tamaño de semilla (TS)

Para la clasificación de los tamaños de semilla tanto en los planos como redondos se utilizó la misma máquina, cambiando únicamente los cilindros, siendo para esto cilindros perforados, No. 22/64 de pulgadas (8.73 mm), con el que se separaron los granos grandes de los medianos y pequeños y el de 20/64 de pulgadas (7.94 mm), para la separación de medianos y pequeños, los resultados fueron expresados en por ciento.

### Peso de mil semillas (PMS)

Esta variable fue determinada para las semillas de tamaño grande y mediana en ambas formas (plana y bola) tomando al azar de la semilla pura

ocho repeticiones de 100 semillas las cuales se pesaron, luego se calcularon los coeficiente de variación los cuales como regla para este tipo de semilla no debieron exceder de 4.0 por ciento, y así calcular el PMS al multiplicar el promedio de las ocho repeticiones por 10, expresado en gramos(Moreno, 1996).

### **Variables de Calidad Fisiológica de la Semilla.**

Con la finalidad de determinar el efecto de los tratamientos sobre la calidad fisiológica de la semilla de maíz, se realizaron pruebas de germinación estándar así como diversas pruebas de vigor específicas para este tipo de semilla. Es importante mencionar que antes de realizar estas pruebas, se realizó un ensayo preliminar sobre germinación fisiológica con cada una de las formas y tamaños para evaluar índice de velocidad de germinación, primer conteo, capacidad de germinación, plantas normales, semillas muertas y peso seco. Estos resultados indicaron que no existen diferencias en los tamaños y formas en calidad inicial, por lo que la muestra para estas evaluaciones fue de semillas al azar de una muestra compuesta.

La evaluación de las variables de calidad fisiológica planteadas en la investigación fueron las siguientes:

Para cuantificar germinación se utilizó de la semilla pura de cada tratamiento la cantidad de 400 semillas al azar en repeticiones de 50 semillas, se utilizaron toallas de papel como sustrato. Las semillas previamente tratadas con fungicidas, fueron colocadas entre dos toallas húmedas y enrolladas en forma de tacos que fueron introducidos en una cámara germinadora a 25 °C. Las variables evaluadas en esta prueba fueron las siguientes:

### Germinación primer conteo (GPC)

Las plántulas normales germinadas en este conteo, el cual se realizó al cuarto día, fueron clasificadas como vigorosas.

### Capacidad de germinación (plántulas vigorosas) CGPV

Esta evaluación se realizó a los siete días, las plántulas germinadas en ésta etapa se clasificaron con categoría de normales fuertes y débiles.

### Capacidad de germinación (CG)

En esta evaluación se consideró la suma de plantas vigorosas aunadas a las normales fuertes más normales débiles. Los resultados fueron expresados en por ciento.

## Pruebas de vigor

Las pruebas de vigor son consideradas como un complemento de la prueba de germinación que junto con la pureza son los principales atributos para determinar la calidad de la semilla. Las pruebas de vigor realizadas en esta investigación se clasificaron en dos grupos: pruebas de estrés y prueba de crecimiento de plántulas. En el primer grupo se realizó la prueba de envejecimiento acelerado y prueba fría, mientras que el segundo grupo correspondió a la prueba de taza de crecimiento de plántulas (peso seco), a continuación se detallan cada una de estas.

### Envejecimiento acelerado (EA)

La realización de esta prueba es para determinar el vigor de la semilla, se tomaron muestras de 50 semillas que fueron colocadas en canastillas de alambre dentro de un recipiente de vidrio con agua las que una vez selladas, se sometieron a temperatura de 42 °C por un período de 96 horas en cámara de envejecimiento. Pasado este tiempo se sacaron las semillas y se ensayaron para germinación estándar, donde se realizaron dos evaluaciones, plántulas con alto vigor (normales fuertes) y plántulas no vigorosas (normales débiles), donde la suma de ambas se consideró como capacidad de germinación .

## Prueba fría (PF)

La prueba en frío (cold test) sirve como parámetro para determinar vigor en las semillas, se utilizó el método propuesto por la Universidad de Iowa, como sustrato se combinó dos partes de arena por una de suelo. Cuatro repeticiones de 25 semillas previamente tratadas con fungicida fueron sembradas en cajas de plástico en medio de dos capas de suelo de dos cm aproximadamente, después de ajustar el contenido de humedad a un 70 por ciento de su capacidad de retención, mediante la adición de la cantidad de agua requerida calculada con la siguiente fórmula:

$$W = \frac{B \times (100 - F) \times (WK) \times P}{1\ 000\ 000} - \frac{B \times F}{100}$$

donde:

W = cantidad de agua (ml) a añadir para traer el contenido de humedad a un 70 por ciento de su capacidad de retención .

B = Peso total del suelo a utilizar incluyendo las dos capas de dos cm de suelo (400 gr)

WK= Máxima capacidad de retención del medio (35 por ciento)

P = Capacidad de retención requerida (70 por ciento)

F = Por ciento de humedad del suelo (1.5)

Las cajas fueron colocadas en una cámara a 10 °C por siete días ( 8.5 °C más menos 2 °C), después se pasaron a una cámara de crecimiento con

temperatura de 25 °C por cinco días. Las semillas que produjeron plántulas normales se consideraron como vigorosas.

### Peso seco (PS)

Se determinó utilizando las plántulas normales (fuertes y débiles) obtenidas en la prueba fría, es importante aclarar que para esta prueba solo fue tomado en cuenta el vástago o plúmula de la plántula las que fueron puestas sobre hojas de papel durante 24 horas, para luego secarse en estufa a 80 °C por un tiempo de 24 horas, los resultados fueron expresados en miligramos por plántula.

## **Análisis Estadístico**

### Variables agronómicas

Los datos correspondientes a cada una de las variables agronómicas, fueron analizadas mediante un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial cuyo modelo estadístico es el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + R_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, a \text{ densidades}$$

$$j = 1, 2, \dots, b \text{ genotipos}$$

$$k = 1, 2, \dots, r \text{ repeticiones (bloques)}$$

$$\varepsilon_{ijk} \approx NI(0, \sigma^2)$$

donde:

$y_{ijk}$  = Variable de respuesta de la combinación  $ij$ -ésima en el bloque  $k$ -ésimo

$\mu$  = Efecto general de la media

$R_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo bloque o repetición

$\alpha_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima densidad (A)

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo genotipo (B)

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto conjunto o interacción de la  $i$ -ésima densidad y el  $j$ -ésimo genotipo

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental

### Variables físicas y fisiológicas

Los datos correspondientes a estas variables fueron analizados mediante un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial considerando el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, a \text{ densidades}$$

$$j = 1, 2, \dots, b \text{ genotipos}$$

$$k = 1, 2, \dots, r \text{ repeticiones (bloques)}$$

$$\varepsilon_{ijk} \approx NI(0, \sigma^2)$$

donde:

$y_{ijk}$  = Variable de respuesta de la combinación ij-ésima en el bloque k-ésimo

$\mu$  = Efecto general de la media

$\alpha_i$  = Efecto de la i-ésima densidad (A)

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo genotipo (B)

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto conjunto o interacción de la i-ésima densidad y el j-ésimo genotipo

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental

Antes de procesar el análisis de los datos, todas las variables fueron sometidas a la prueba de homogeneidad de varianzas de (Prueba de Bartlett) para ver si se cumple con el supuesto de homogeneidad, requerido para un análisis válido de la varianza de los datos. Cuando se rechazó la hipótesis de homogeneidad al 5 por ciento de nivel de significancia, se realizaron los análisis de varianza sobre datos transformados que corregían la heterogeneidad de varianzas. Los datos fueron analizados conforme al modelo estadístico diseñado para cada variable, las que presentaron diferencia estadística se hicieron pruebas de rango múltiple de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para determinar los mejores tratamientos.

### **Correlaciones**

Se realizaron pruebas de hipótesis de correlación lineal entre las características evaluadas. Se presentan las matrices de correlación que se

realizaron cuya finalidad es determinar el grado de asociación y significancia entre las diferentes variables evaluadas considerando niveles de de 0.05 y 0.01.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Con la finalidad de determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables evaluadas tanto agronómicas como físicas y fisiológicas y con el objeto de probar la hipótesis planteada, se realizaron análisis de varianza de acuerdo al modelo estadístico del diseño utilizado, de tal manera que cuando éstas presentaron significancia se procedió a aplicar prueba de rango múltiple de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para poder determinar los mejores tratamientos, cuyos resultados se presentan a continuación:

### **Variables Agronómicas**

En el Cuadro 4.1. se presentan los cuadrados medios de los tratamientos, así como el coeficiente de variación, media general y la D.M.S. para las variables agronómicas evaluadas, en donde se detectan diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) para las variables diámetro de tallo, longitud de mazorca dentro del factor densidades, lo que infiere que al menos estas características fueron modificadas por el efecto de las densidades. Dentro del factor genotipo todas las variables (altura de planta, altura de mazorca, diámetro de tallo, longitud de mazorca, número de hileras, diámetro de mazorca, diámetro de olote, mazorcas con mala cobertura y rendimiento), fueron altamente

significativa ( $\alpha=0.01$ ), lo que nos da la oportunidad de poder diferenciar a los genotipos y además elegir el mejor de acuerdo a las características de interés que demande el interesado de este insumo. Respecto a la fuente de variación interacción densidad x genotipo, se detectó significancia al ( $\alpha=0.05$  y  $0.01$ ) en las variables altura de planta y diámetro de tallo respectivamente indicativo de que estos factores no son estables. En cuanto a los coeficientes de variación, éstos fluctuaron desde 1.91 hasta 30.66 por ciento correspondiendo este último para la variable mazorcas con mala cobertura. Las medias de los tratamientos se presentan en el cuadro 4.2

#### Altura de planta

Para esta característica (AP), Cuadro 4.1, de acuerdo al análisis de varianza realizado, se obtuvo significancia en la fuente de variación interacción densidad x genotipo indicativo de que los genotipos al ser establecidos a diferentes densidades de población muestran ligeros cambios en su comportamiento respecto a la altura, es decir no son estables, encontrándose que en la densidad de 30 mil plantas/ha la variedad sintética VS-201 obtuvo mayor altura registrando una media de 192.5 cm quedando en sitio intermedio con 184.5 cm la VS-221 y con una altura mínima de 171.5 cm la variedad Cafime. Para las densidades de 40 y 50 mil plantas/ha la VS-221 expresó la mayor altura con 193.4 cm quedando en lugar intermedio la VS-201 con 181.8 cm y con una altura mínima de 174.9 cm la variedad Cafime. De acuerdo a los

**Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general y D. M. S. de las variables agronómicas evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL-JAAAN. 1997.**

Fuentes de variación	gl	AP	AM	DT	LM	NH	DM	DOL	MMC	RDS
Bloques	3	111.08	25.08	0.014	0.103	0.567	0.006	0.004	9.731	155712
Densidad (A)	2	22.12	17.82	0.093*	1.843*	0.253	0.024	0.025	18.111	320352
Genotipo (B)	2	878.43**	1151.5**	0.152**	11.709**	9.989**	0.165**	0.396**	330.86**	4341184**
Interacción (AxB)	4	140.09*	33.28	0.129**	0.157	0.368	0.009	0.011	9.236	98912
Error	24	43.01	16.23	0.025	0.341	0.378	0.008	0.008	5.564	211250.7
CV. (%)		3.58	3.65	8.03	3.95	4.70	1.91	3.18	30.66	10.14
Media general		183.23	110.26	1.99	14.78	13.08	4.64	2.79	7.69	4534.9
D.M.S.(Genotipo)		6.683	4.105	0.162	0.595	0.627	0.090	0.090	2.404	468.36
D.M.S. (Densidad)		-----	----	0.162	0.595	-----	----	-----	----	-----

C.V. = Coeficiente de variación

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

\*, \*\*: Nivel de significancia 0.05 y 0.01 respectivamente

AP= Altura de planta

AM= Altura de mazorca

DT= Diámetro de tallo

LM= Longitud de mazorca

NH = Número de hileras

DM = Diámetro de mazorca

DOL= Diámetro de olote

MMC= Mazorca con mala cobertura

RDS= Rendimiento de semillas

**4.2 Medias de los tratamientos para las variables agronómicas evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.**

Tratamiento	Genotipo	Densidad Miles/plantas	AP cm	AM cm	DT cm	LM cm	NH	DM cm	DOL cm	MMC	RDS ton/ha
1. CA-30	Cafime	30,000	171.5	98.3	1.8	14.8	12.4	4.5	2.8	16	3.698
2. CA-40	Cafime	40,000	176.5	100.3	1.9	13.7	12.8	4.6	2.9	14	3.708
3. CA-50	Cafime	50,000	173.4	98.2	1.8	14.1	12.6	4.5	2.8	11	4.115
4. 201-30	VS-201	30,000	192.5	118.7	2.3	14.3	12.5	4.7	2.9	8	4.781
5. 201-40	VS-201	40,000	184.0	117.7	1.9	13.8	12.9	4.8	3.0	5	4.967
6. 201-50	VS-201	50,000	179.7	111.2	1.8	14.4	12.1	4.8	2.9	6	4.859
7. 221-30	VS-221	30,000	184.5	114.0	2.1	16.3	14.1	4.5	2.5	4	4.608
8. 221-40	VS-221	40,000	193.7	116.2	2.0	15.6	14.0	4.6	2.6	3	4.986
9. 221-50	VS-221	50,000	193.2	117.5	2.1	15.8	14.2	4.7	2.6	4	5.089

AP = Altura de planta  
 AM= Altura de mazorca  
 DT = Diámetro de tallo  
 LM= Longitud de mazorca

NH= Número de hileras  
 DM= Diámetro de mazorca  
 DOL= Diámetro de olate  
 MMC= Mazorcas mala cobertura  
 RDS= Rendimiento de semilla

resultados y característica propia de la variable podemos indicar que la variedad que menos interactuó es Cafime al presentar una menor altura en las tres densidades, factor importante ya que entre menor sea el tamaño de planta, serán menores las exigencias de elementos nutritivos para su desarrollo, además de tener otras ventajas como facilidad para cosechar y menor posibilidad de acame (Figura 4.1). Por otro lado la alta significancia entre genotipos la prueba de Tukey demostró que las dos variedades sintéticas estadísticamente fueron iguales y de mayor altura que Cafime por lo que retomando lo anterior se determina que esta variedad resulta ser la mejor.

#### Altura de mazorca

En cuanto a esta característica (AM), el análisis resultó altamente significativo ( $\alpha=0.01$ ) dentro del factor genotipo, después de realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ( $\alpha 0.05$ ), estadísticamente las dos variedades sintéticas VS-201 y VS-221 fueron iguales entre sí, alcanzando la mayor altura, y superando a la variedad Cafime. Al realizar la comparación de tratamientos, correspondió al tratamiento 201-30, el de más alto nivel con 118.7 cm y como el más bajo el tratamiento CA-50, registrando una altura de mazorca de 98.2 cm por lo que considerando la característica propia de esta variable este tratamiento es considerado como el mejor, estos resultados nos permiten inferir que la altura de planta está correlacionada con la altura de mazorca (Figura 4.2).

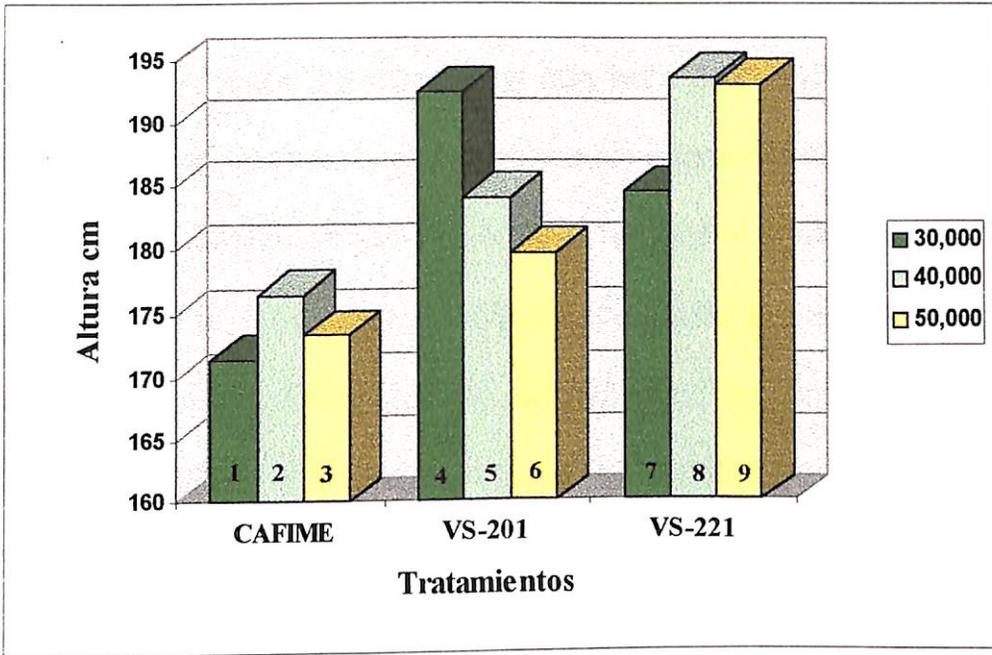


Figura 4.1 Efecto de las densidades de población sobre la variable altura de planta de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.

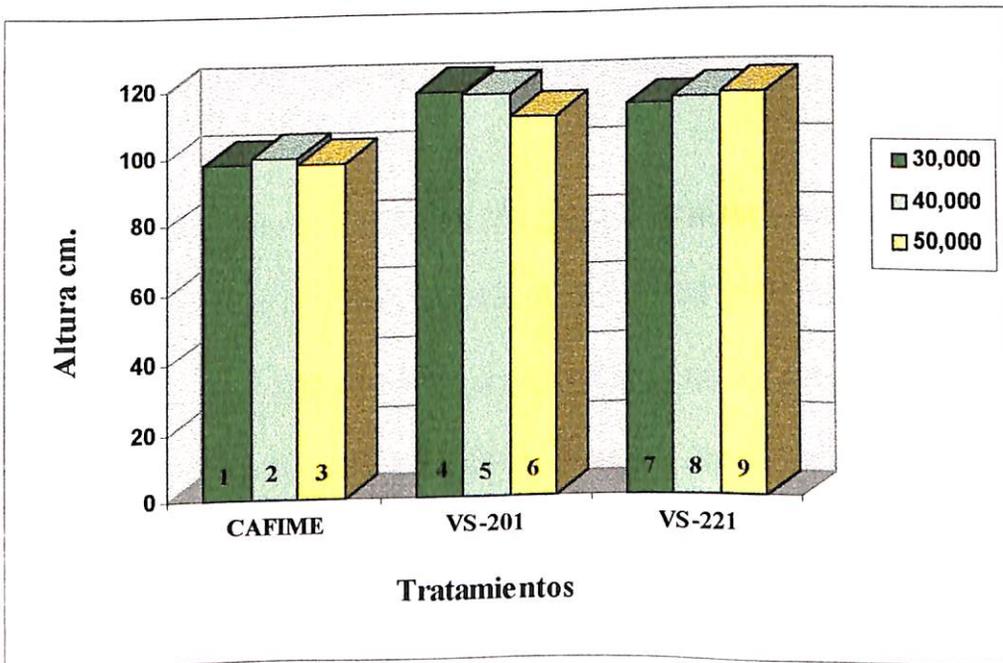


Figura 4.2 Efecto de las densidades de población sobre la variable altura de mazorca de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.

## Diámetro de tallo

En el Cuadro 4.1, especifica que para esta variable (DT) la interacción de los factores densidad x genotipo resultó altamente significativa lo que indica que dichos factores no son estables, al realizar el análisis de la interacción se observa que a densidades de 30 mil plantas/ha la variedad sintética VS-201 alcanzó un diámetro mayor del tallo (2.3cm), sin embargo al aumentar las densidades de 40 y 50 mil plantas/ha el diámetro tendió a disminuir de 1.9 a 1.8 cm respectivamente lo que resulta un problema, ya que las plantas pudieran manifestar susceptibilidad al acame de tallo por la presencia de vientos fuertes. Por otro lado la variedad Cafime expresó un mayor grosor de tallo con una media de 1.9 cm bajo densidades de 40 mil plantas/ha mientras que en las densidades restantes, el comportamiento de esta variable fue exactamente igual al registrar 1.8 cm de altura.

El mejor genotipo en cuanto a esta característica fue la VS-221 por tener mayor estabilidad, ya que a densidades de 30 y 40 mil plantas/ha registró una media de 2.0 cm. Sin embargo a densidades de 50 mil plantas registró un ligero incremento (2.1cm), estas variantes pueden presentarse debido a la influencia de las condiciones edáficas del sitio donde fue establecido el experimento (Figura 4.3). Autores como Delorit y Ahlgren (1989), especifican que la densidad de población en maíz está determinada por la fertilidad del suelo,

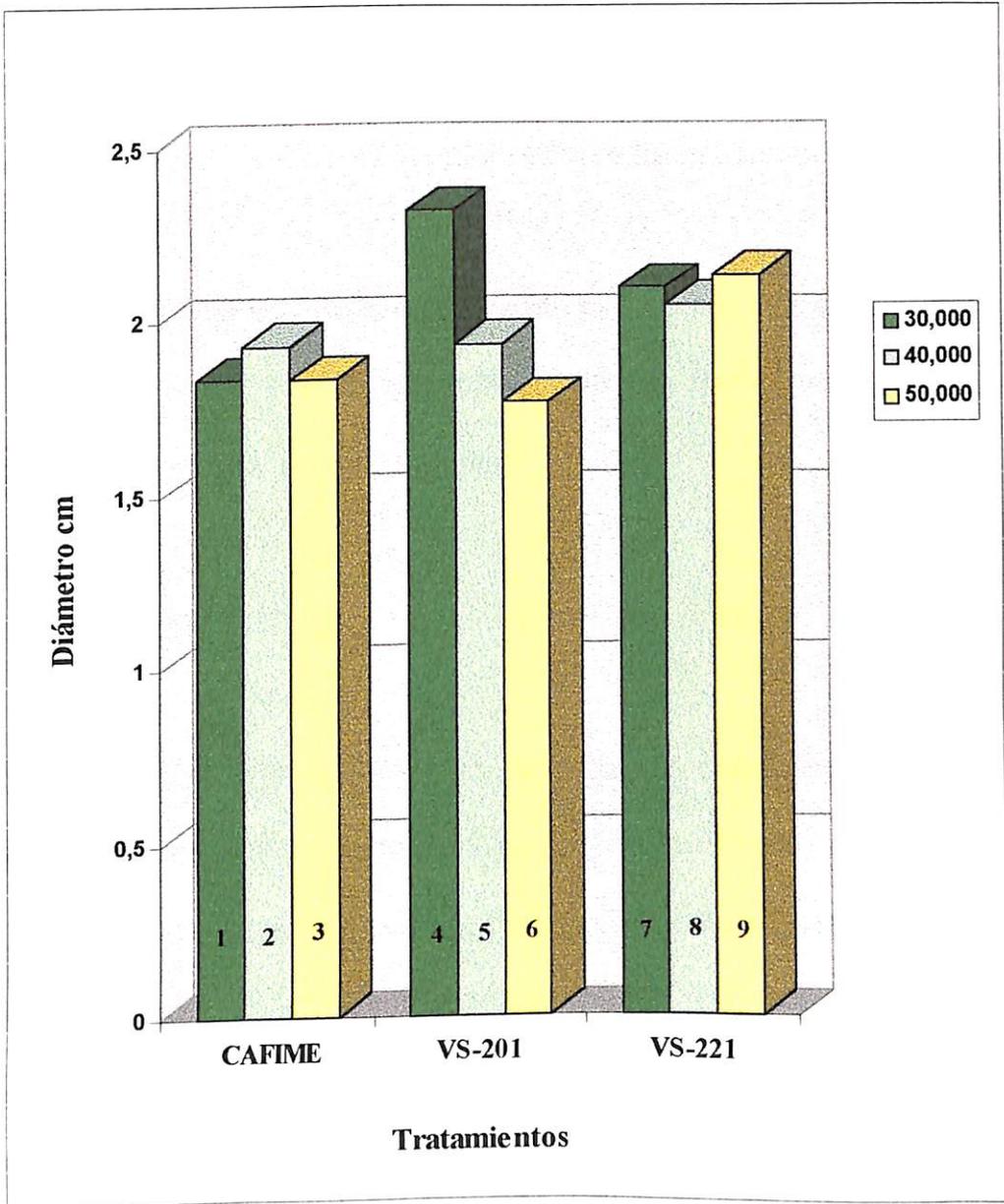


Figura 4.3 Efecto de densidades de población sobre la variable diámetro de tallo de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.

cantidad de humedad disponible, variedad cultivada y porcentaje de germinación . En cuanto a la significancia dentro del factor densidades, la prueba de rango múltiple reflejó que 30 y 40 mil plantas/ha estadísticamente fueron iguales y superiores a la de 50 mil plantas, de éstas la que registró mejor promedio de diámetro de tallo con 2.1 cm fue la de 30 mil plantas, por otro lado la densidad de 40 y 50 mil plantas/ha estadísticamente fueron iguales.

La significancia entre genotipos una vez realizada la prueba de medias demostró que VS-221 fue la que obtuvo de las tres densidades el mejor promedio con 2.1 cm de diámetro de tallo.

#### Característica de la mazorca

Las variables que se midieron para definir esta característica fueron longitud de mazorca (LM), número de hileras (NH), diámetro de mazorca (DM) y de olote (DOL), de las cuales para la fuente de variación genotipo, todas las variables resultaron altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ), lo que indica que los genotipos en estas características manifestaron variación, por lo tanto al menos uno de estos es mejor que el resto, únicamente en longitud de mazorca hubo significancia ( $\alpha=0.05$ ), para densidades lo que indica que este factor manifestó algún efecto en esta característica. Lo antes expuesto se demuestra en el Cuadro 4.1, después de realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ( $\alpha 0.05$ ), los resultados indican que tanto en longitud de mazorca así como en número

de hileras, estadísticamente el mejor genotipo fue la variedad sintética VS-221 comparado con la VS-201 y Cafime que resultaron ser iguales, el tratamiento 221-30, resultó ser el mejor para la primer variable al presentar una media de 16.3 cm siendo el tratamiento CA-40, el que presentó la media más baja con 13.7 cm apreciándose esto en la (Figura 4.4). Es importante mencionar que las mazorcas de mayor longitud se obtuvieron en la densidad más baja (30 mil plantas/ha), lo que indica que a menor densidad la longitud tiende a incrementar, estos resultados concuerdan con lo reportado por Collins (1965), quien asegura que al aumentar las densidades se reduce significativamente el desarrollo y crecimiento de varios caracteres como: tamaño de la mazorca y altura de la misma.

En cuanto a la segunda variable (NH) los mejores tratamientos con diferencias muy mínimas, resultaron ser el 7, 8 y 9 221-30, 221-40 y 221-50, alcanzando promedios de 14.1, 14.0 y 14.2 hileras por mazorca, estos resultados explican el porque la variedad VS-221 obtuvo los mejores rendimientos de semillas en sus tres densidades comparadas con el resto de variedades en estudio, correspondiéndole al tratamiento 201-50, ser el más bajo al registrar 12.1 hileras por mazorca (Figura 4.5). Al respecto Torres (1992), encontró que al trabajar con densidades altas la interacción genotipo-ambiente hace que el fenotipo y las heredabilidades cambien, sin embargo

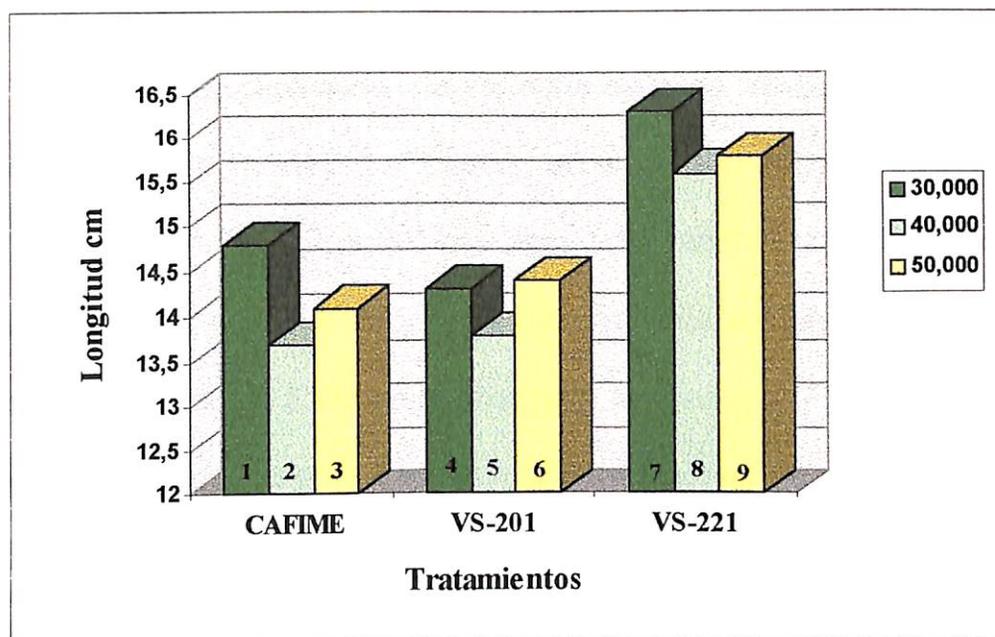


Figura 4.4 Comportamiento de la variable longitud de mazorca de maíz a diferentes densidades de población. CESAL-UAAAN. 1997.

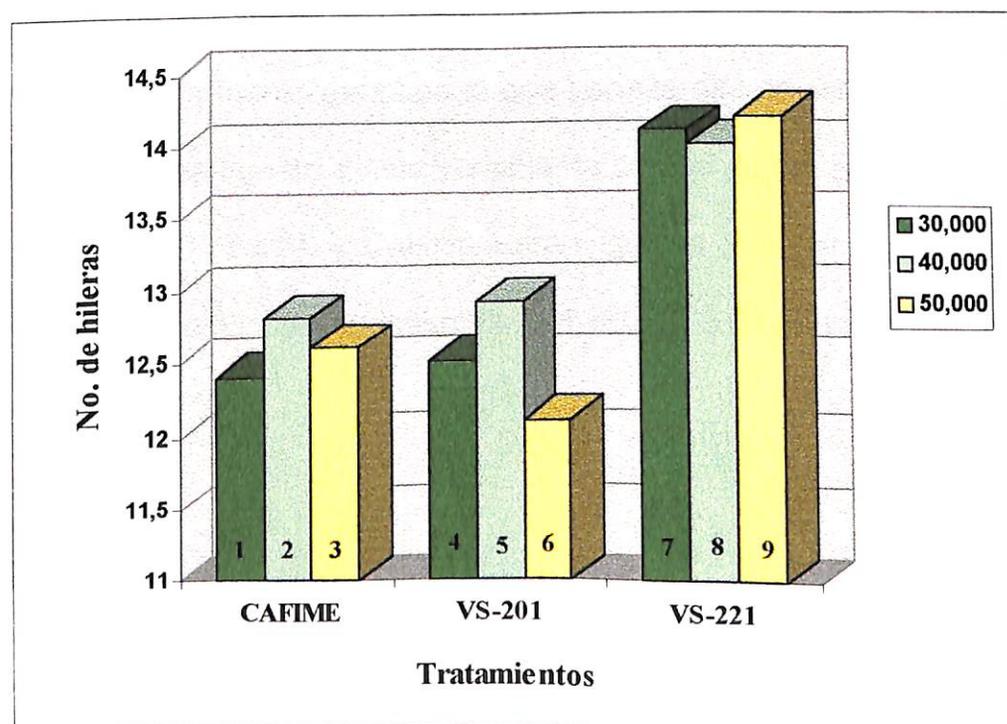


Figura 4.5 Comportamiento del número de hileras de la mazorca de maíz a diferentes densidades de población. CESAL-UAAAN. 1997.

trabajar con densidades bajas mejoran los componentes de rendimientos como lo es el número de hileras y peso de la mazorca. Respecto al diámetro de mazorca (DM), estadísticamente la variedad sintética VS-201 resultó la mejor en comparación con la VS-221 y Cafime, en el Cuadro 4.2, se puede apreciar que el tratamiento 201-40, y 201-50, para esta variable correspondieron ser superiores a todos con (4.8 cm), siendo los tratamientos uno, tres y siete los más bajos registrando 4.5 cm de diámetro en la mazorca (Figura 4.6). Por los resultados obtenidos, pareciera ser que la mayor presencia de semilla plana y bola tamaño grande influyen para que esta variedad sintética VS-201, predomine en el grosor de la mazorca.

La cuarta variable para evaluar las características de la mazorca corresponde al diámetro de olote (DOL), misma que resultó altamente significativa para la fuente genotipo lo que permite diferenciar los materiales y escoger el mejor en cuanto a esta variable, la prueba de media demuestra que estadísticamente VS-201 y Cafime fueron iguales y superior a VS-221, al realizar la comparación de tratamientos, 201-40 con 3.0 cm resultó ser el mejor de todos (Figura 4.7).

#### Mazorca con mala cobertura

En cuanto a esta característica (MMC), en el Cuadro 4.1 se puede apreciar que en el análisis resultó altamente significativo para la fuente de

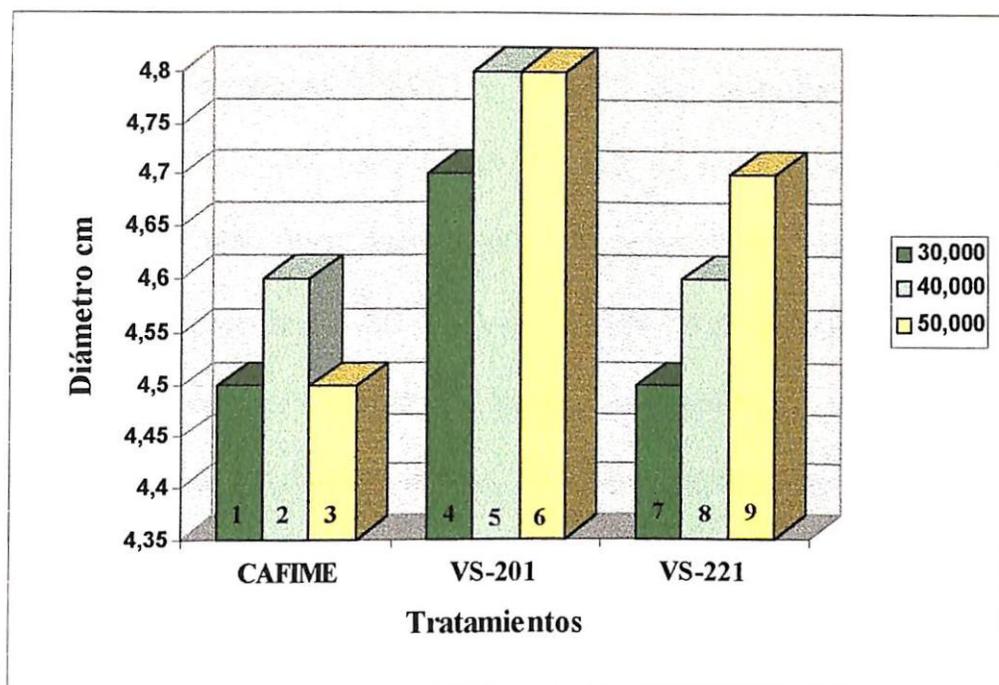


Figura 4.6 Efecto de densidades de población sobre la variable diámetro de mazorca. CESAL- UAAAN.1997.

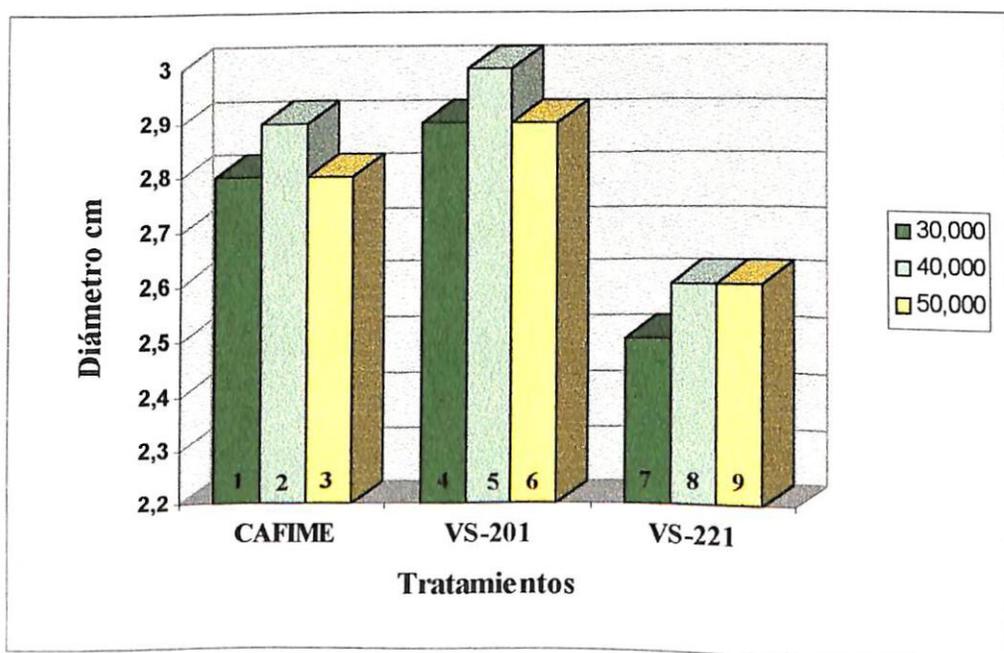


Figura 4.7 Efecto de densidades de población sobre la variable diámetro de olote. CESAL- UAAAN. 1997.

variación genotipo, al realizar la comparación de media de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ), la variedad Cafime expresó en mayor cantidad este defecto que las variedades sintéticas VS-201 y VS-221, por la naturaleza de la variable, el tratamiento 221-40, resultó ser el mejor de todos al encontrarse únicamente tres mazorcas con esta mala característica, los peores tratamientos correspondieron al CA-30 y CA-40, donde se encontraron un total de 16 y 14 mazorcas con mala cobertura, lo que representa un grave problema, ya que plantas con estas características, tienden a incrementar el número de mazorcas podridas causadas por el efecto de la lluvia lo que ocasiona la presencia o incidencia de enfermedades fungosas que al final repercuten en la conservación y calidad de la semilla (Figura 4.8). Garay *et al.* (1992), mencionan que una de las cualidades básicas que influye en el potencial productivo de la semilla es el componente sanitario, por su parte Krieg y Bartee (1975), indican que la calidad de la semilla es uno de los factores más importantes que afectan el comportamiento y productividad de la mayoría de los cultivos agrícolas.

### Rendimiento de semilla

El principal objetivo al desarrollar esta investigación fue evaluar el rendimiento de semilla, el cual es considerado como la expresión fenotípica que depende del genotipo, ambiente que lo rodea y de la interacción de estos dos factores, manifestados a través de los procesos fisiológicos. Al analizar

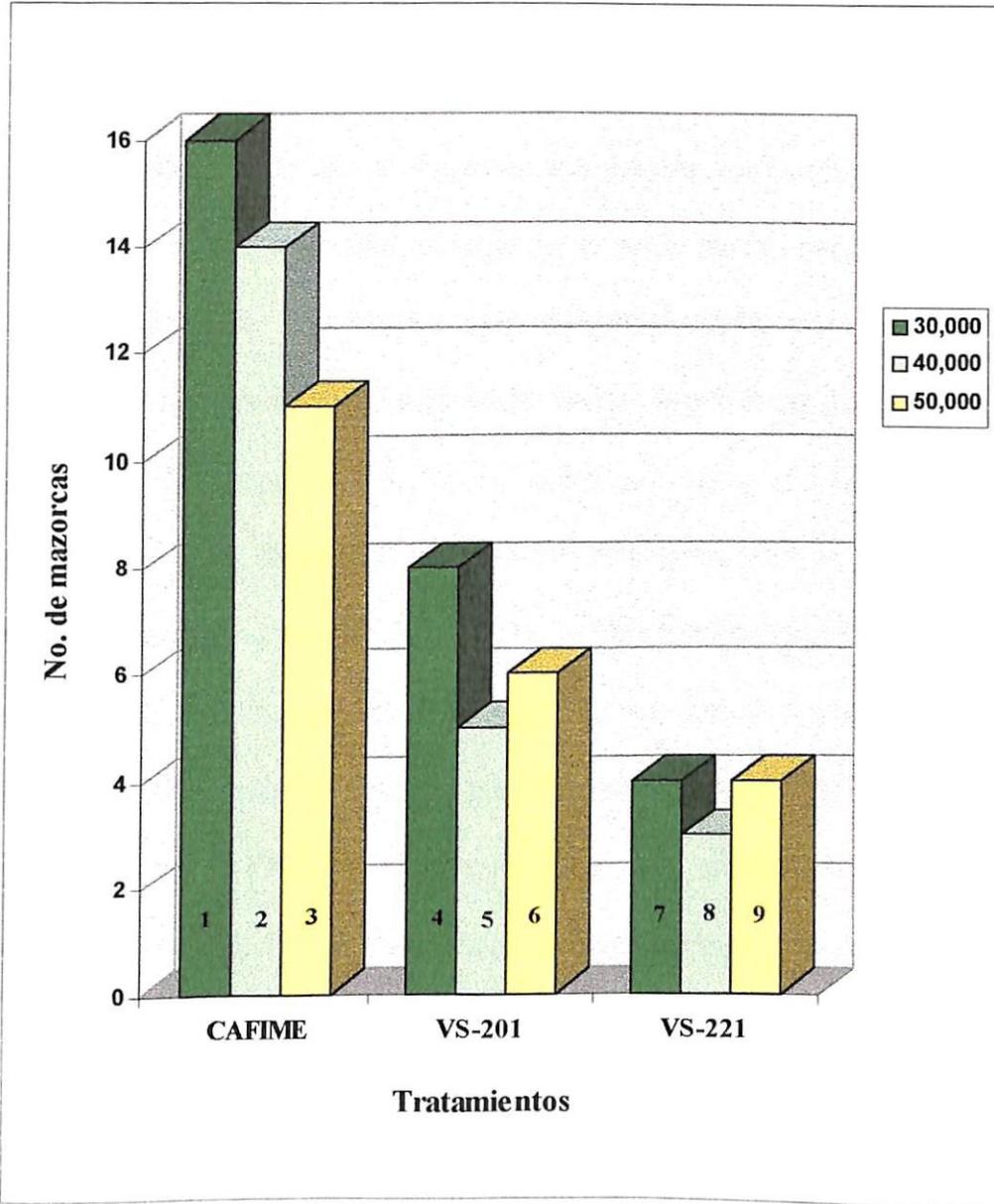


Figura 4.8 Efecto de densidades sobre el número de mazorca de maíz con mala cobertura. CESAL-UAAAN. 1997.

esta variable (RDS) presentada en el Cuadro 4.1 se demuestra que existe diferencia altamente significativa ( $\alpha=0.01$ ), para genotipos, al realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ( $\alpha 0.05$ ), se encontró que las dos variedades sintéticas (VS-201 y VS-221), resultaron ser estadísticamente iguales y superiores en comparación con la variedad Cafime, correspondiéndole al tratamiento 221-50 ser el mejor al manifestar un rendimiento de 5.089 ton/ha bajo la densidad más alta, lo que concuerda con lo reportado por Bronw *et al.* (1980), quienes mencionan que el rendimiento por ha se incrementa al aumentar la densidad de población hasta llegar a su punto óptimo, cuyo valor depende del genotipo, distancia entre surcos y disponibilidad de agua. Le siguen en este orden de importancia los tratamientos 221-40 y 201-40, con rendimientos casi iguales de 4.967 y 4.986 ton/ha respectivamente, el más bajo de los tratamientos para esta variable en estudio correspondió al CA-30, registrando un rendimiento de 3.698 ton/ha (Figura 4.9). Al respecto Petrovich y Prokofeva (1996) señalan que para una buena producción y calidad de semillas, la especie cultivada debe adaptarse bien a las condiciones climáticas de la región ya que tanto la fase de crecimiento vegetativo como reproductivo de las plantas, no depende solo de los factores genéticos, sino también de la interacción que establezca con los factores del medio ambiente, tales como: temperatura del ambiente, luz, humedad del aire, condiciones del suelo, velocidad del viento etc., mientras que autores como Thomson (1979), Ferguson y Burbano (1979) consideran que en un área de producción de

Ferguson y Burbano (1979) consideran que en un área de producción de semillas, aparte de los factores climáticos, agronómicos y biológicos, es importante tomar en cuenta los factores de tipo social y económico de la zona.

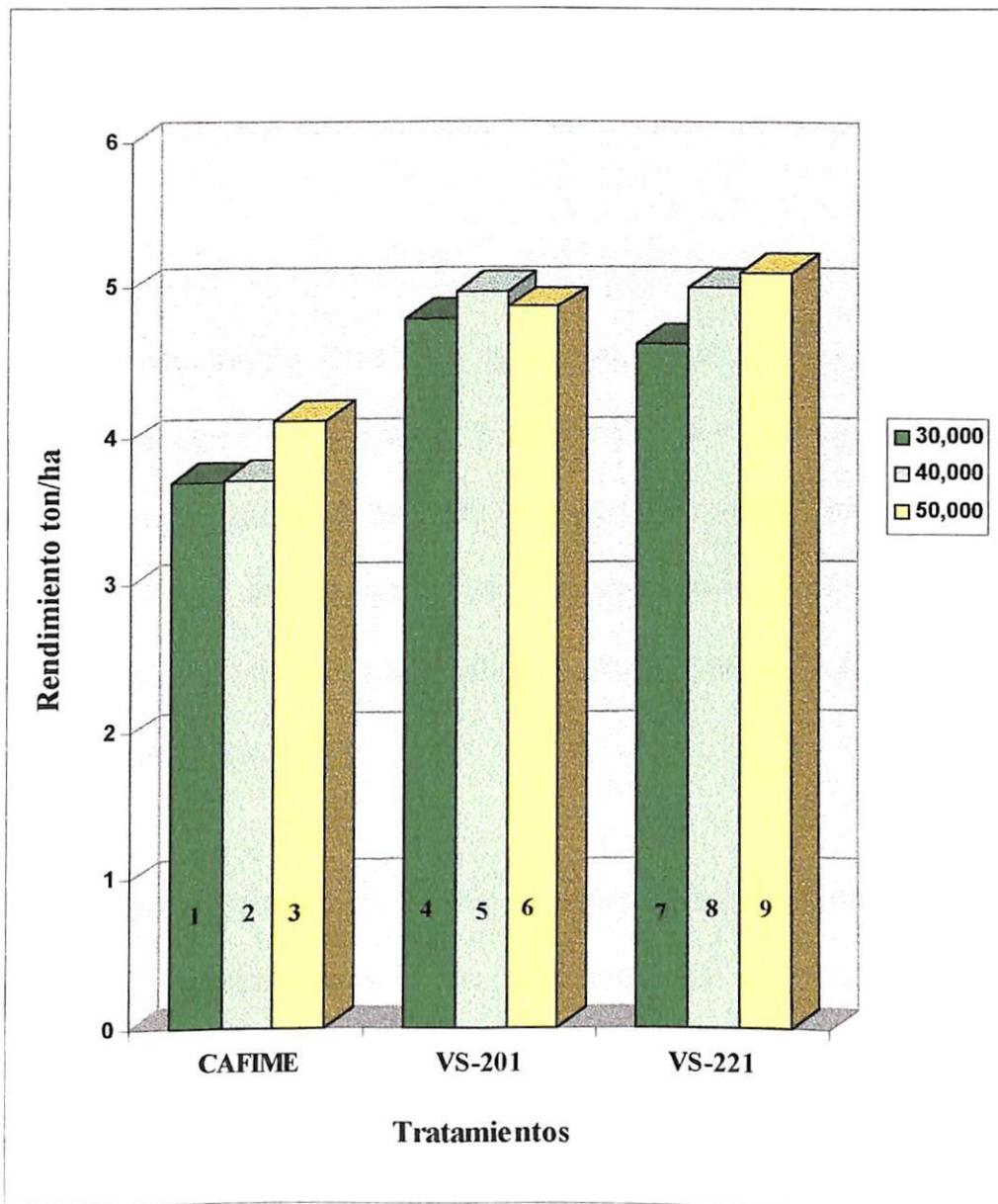


Figura 4.9 Efecto de densidades de población sobre la variable rendimiento de semilla de maíz. CESAL- UAAAN, 1997.

## **Variables de Calidad Física**

Tomando en cuenta que las semillas son material vivo que puede ser afectado por muchas condiciones externas a través de las diferentes etapas del proceso productivo, las semillas son sometidas a un análisis físico y fisiológico para determinar las características de calidad, de acuerdo a patrones de certificación.

El componente físico se refiere al grado de pureza de un lote de semillas, es decir la presencia o ausencia de otras especies, semillas de malezas y material inerte; también comprende la integridad física de la semilla (tamaño, peso y semilla quebrada). La evaluación de estos factores es por medio de pruebas de pureza analítica, conteo de semillas extrañas, peso de mil semillas y peso volumétrico.

En cuanto a estas variables, de acuerdo a los análisis y como se puede apreciar en el Cuadro 4.3, se presentan los cuadrados medios de los tratamientos, así como el coeficiente de variación, media general y DMS. Respecto a la fuente de variación genotipo, todas las variables resultaron altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ), indicativo de que los materiales genéticos evaluados, manifestaron diferencias en cuanto a estas características y por lo tanto nos da lugar a seleccionar el mejor, este mismo nivel de significancia se presentó para las variables semilla bola tamaño grande, mediano y peso de mil

semillas en semilla plana tamaño mediano dentro de la fuente de variación densidad, resultando a la vez solo significativo ( $\alpha=0.05$ ), en esta misma fuente las variables semilla plana, semilla bola, bola chico y peso de mil semillas en semilla plano grande, lo que demuestra que las densidades de población tuvieron efecto sobre estas características.

Es importante destacar que para la fuente de variación densidad x genotipo, los análisis indican alta significancia para las variables bola grande y peso de mil semillas en semilla plana tamaño mediano, mientras que en las variables semilla plana, semilla bola y bola tamaño mediano los resultados fueron significativos, es decir los factores en estudio no son estables. Los coeficientes de variación oscilan desde 2.53 hasta 32.09 por ciento, esta última corresponde a la variable semilla plana tamaño chico. Las medias de cada uno de los tratamientos se muestran en el (Cuadro 4.4).

### Forma de semilla

Para evaluar esta variable se consideraron dos formas de semilla: semilla plana (SP) y semilla bola (SB) de las cuales ambas categorías resultaron de acuerdo a los análisis, significativas para la fuente de variación densidad x genotipo, indicativo de que dichos factores no son estables. Al realizar el análisis para el factor genotipo los resultados fueron los siguientes:

**Cuadro 4.3 Cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general y D. M. S. de las variables de calidad física evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.**

Fuente de variación	gl	SP	SB	PG	PM	PCH	BG	BM	BCH	PMS BG	PMS BM	PMS PG	PMS PM
Densidad (A)	2	49.273*	49.203*	5.141	25.51	21.56	360.46**	128.64**	58.96*	2.467	0.594	4.87*	4.85**
Genotipo(B)	2	1130.32**	1130.47**	8304.93**	2553.18**	1712.99**	5039.04**	793.58**	1846.18**	106.39**	82.435**	161.68**	128.01**
Interacción (AxB)	4	39.38*	39.429*	49.00	21.47	25.74	208.80**	84.42*	42.51	0.584	1.281	0.946	6.328**
Error	27	13.60	13.582	39.38	21.50	15.33	40.31	21.59	16.05	2.524	0.627	1.216	0.555
CV. (%)		6.02	9.50	9.52	21.07	32.09	11.31	17.59	23.00	4.09	2.53	3.18	2.78
Media general		59.70	38.78	65.92	22.00	12.20	56.16	26.41	17.42	38.88	31.26	34.70	26.85
D.M.S. (Gen.)		3.736	3.734	6.358	4.697	3.967	6.433	4.707	4.059	1.609	0.802	1.117	0.754
D.M.S. (Dens)		3.736	3.734	---	---	---	6.433	4.707	4.059	---	---	1.117	0.754

CV= Coeficiente de variación

D.M.S.= Diferencia Mínima Significativa

\* \*\* Nivel de significancia 0.05 y 0.01 respectivamente

SP = Semilla plana PM = Plano mediano SB = Semilla bola BM = Bola mediano

PG = Plano grande PCH= Plano chico BG = Bola grande BCH= Bola chico

PMS = Peso de mil semillas en las dos formas y tres tamaños (gr)

**Cuadro 4.4 Medias de tratamientos para las variables de calidad física, evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL -UAAAN. 1977.**

Tratamiento	Genotipo	Densidad Miles/plantas	SP (%)	SB (%)	PG (%)	PM (%)	PCH (%)	BG (%)	BM (%)	BCH (%)	PMS BG	PMS BM	PMS PG	PMS PM
1. CA-30	Cafime	30,000	65.1	34.9	72.0	18.3	9.9	69.9	19.1	11.0	366.3	282.1	322.5	229.2
2. CA-40	Cafime	40,000	67.2	32.7	66.5	24.1	9.5	46.6	35.1	21.2	349.6	282.8	302.8	229.9
3. CA-50	Cafime	50,000	69.7	30.2	64.8	24.9	10.3	50.4	29.1	20.5	354.4	282.5	305.2	234.5
4. 201-30	VS-201	30,000	44.4	55.6	91.3	7.5	1.3	78.2	16.9	4.8	416.8	339.4	389.7	298.4
5. 201-40	VS-201	40,000	53.9	46.1	89.0	8.7	2.3	74.6	19.8	5.6	414.6	328.2	384.2	288.5
6. 201-50	VS-201	50,000	51.8	48.2	93.4	5.4	1.2	79.3	16.3	4.4	415.4	323.1	376.6	259.0
7. 221-30	VS-221	30,000	67.3	32.7	35.7	35.3	29.8	38.3	32.3	29.4	398.6	324.0	350.2	291.0
8. 221-40	VS-221	40,000	64.9	35.1	39.9	36.4	24.0	35.9	32.5	31.6	391.6	322.6	347.9	295.7
9. 221-50	VS-221	50,000	66.6	33.4	40.5	37.3	21.6	35.1	36.7	28.3	392.0	328.6	343.8	290.0

SP = Semilla plana  
 PG = Plano grande  
 PM = Plano mediano  
 PCH = Plano chico  
 PMS = Peso de mil semillas en las dos formas y dos tamaños (gr)  
 SB = Semilla bola  
 BG = Bola grande  
 BM = Bola mediano  
 BCH = Bola chico

para semilla plana la variedad Cafime y VS-221 resultaron estadísticamente iguales y superiores comparadas con la VS-201. La variedad Cafime registró el por ciento de semilla plana más alto (69.7) bajo densidades de 50 mil plantas/ha, mientras los más bajos se registraron en densidades de 30 mil plantas/ha con una media de 65.1 por ciento. En cuanto a la VS-221 registró su mejor nivel con 67.3 por ciento bajo densidades de 30 mil plantas/ha, mientras que a 40 mil plantas/ha obtuvo 64.9 por ciento de semilla plana considerado como el nivel más bajo. Por otro lado la variedad sintética VS-201 bajo densidades de 40 mil plantas/ha obtuvo su mejor resultado registrando el 53.9 por ciento, lo cual comparado con los valores de las otras variedades es superado en más del 10 por ciento. Estos resultados nos indican que las variedades Cafime y VS-221 en sus mazorcas, casi las tres cuartas están conformadas por semillas planas, mientras que la variedad sintética VS-201 apenas alcanzó el 50 por ciento (Figura 4.10).

Respecto a semilla bola (SB) analizando lo anteriormente expuesto, es lógico pensar VS-201 resulta ser superior estadística y numéricamente a las otras dos variedades ya que presentó menor por ciento de semilla plana, en promedio en las tres densidades registró 50.0 por ciento de semilla bola obteniendo el por ciento más alto con 30 mil plantas (55.6 por ciento) y el más bajo correspondió a la densidad de 40 mil plantas con 46.1 por ciento (Figura 4.11). Respecto a la variedad Cafime y VS-221 estadísticamente se comportaron iguales, sin embargo cuantitativamente las diferencias fueron

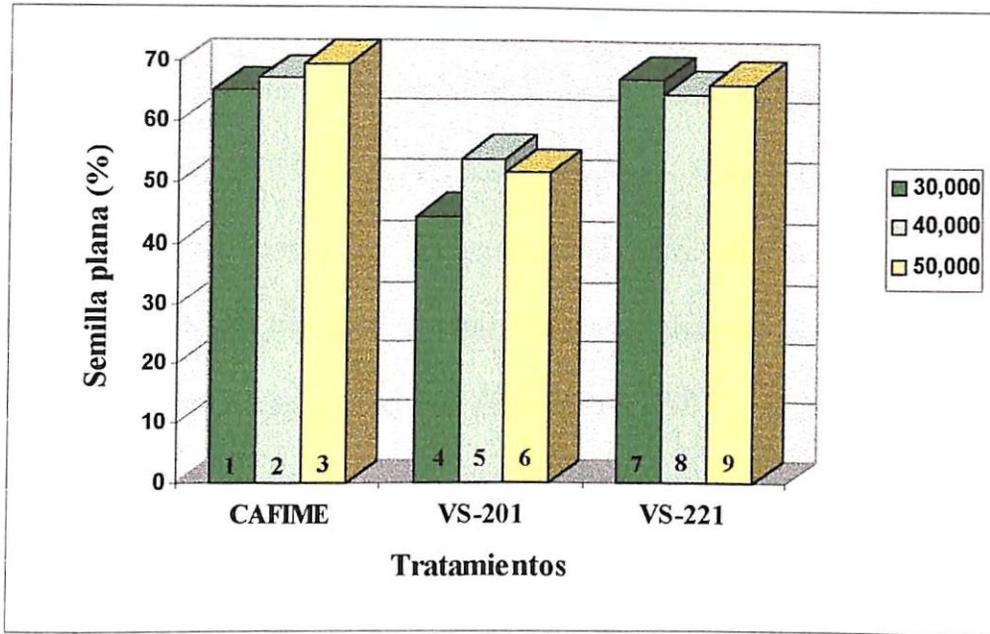


Figura 4.10 Efecto de densidades de población en el porcentaje de semilla plana de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.

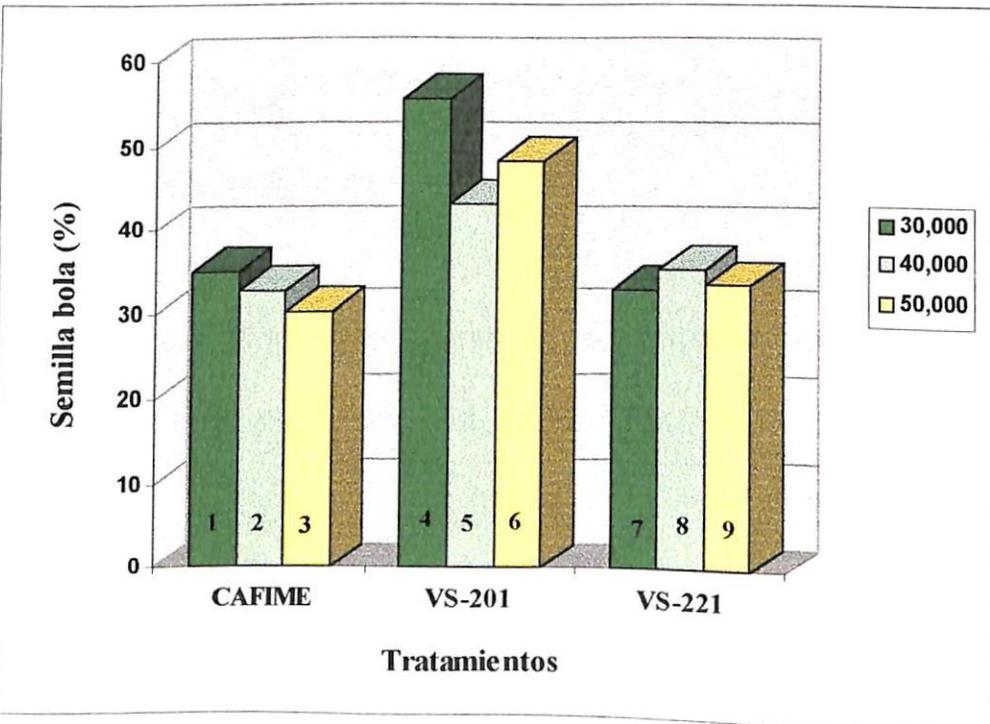


Figura 4.11 Efecto de densidades de población en el porcentaje de semilla bola de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.

mínimas, para Cafime el mayor por ciento (34.9) fue expresado bajo la densidad de 30 mil plantas/ha, mientras que para VS-221 con 35.1 por ciento fue el promedio más alto en densidad de 40 mil plantas/ha. De acuerdo a la características de las variables evaluadas anteriormente, las mejores variedades son: Cafime y VS-221 ya que el mayor porcentaje de la mazorca cuentan con semilla forma plana, lo que desde el punto de vista de comercialización significa ventaja por tener mayor demanda. Estos resultados, coinciden con lo reportado por Wood *et al.* (1977), donde indican que la mayor cantidad de semilla es plana, puesto que ocupan las tres cuartas partes de la mazorca y las bolas se encuentran en los extremos, además mencionan que es importante tomar en cuenta la forma de las mazorcas, ya que al comparar mazorcas cónicas y cilíndricas, las primeras presentan mayor cantidad de semilla bolas respecto a las cilíndricas.

### Tamaños de semilla plana

En general los lotes de semillas cosechados, tienen variación en cuanto a forma, tamaño, peso y calidad. Estas variaciones pueden presentarse dentro de un cultivo y en la planta misma debido a factores genéticos y ambientales entre los que figuran competencia de luz, agua, nutrientes, efectos por factores bióticos (plagas, enfermedades, malezas), período de floración y llenado.

Una vez realizada la clasificación de la semilla en función de su tamaño se obtuvieron tres categorías siendo estas las siguientes: plano grande (PG), plano medio (PM) y plano chico (PCH). Los análisis correspondientes a las tres categorías fueron altamente significativas para la fuente de variación genotipo, después de realizar la prueba de medias de Tukey ( $\alpha$  0.05) se encontró que VS-201 estadísticamente fue superior a Cafime y VS-221. Los dos tratamientos mejores correspondieron al 201-30 y 201-50, registrando porcentajes casi iguales de 91.3 y 93.4 respectivamente, el más bajo fue para el tratamiento 221-30 registrando el 35.7 por ciento de granos planos tamaño grande. Al respecto Martínez (1989), encontró que semillas planas, grandes y pesadas de maíz, son de mayor calidad que las otras categorías, al presentar mayor peso seco de plántulas y por ciento de germinación.

Para el tamaño mediano sobresalió estadísticamente la VS-221 respecto a Cafime y VS-201, resultando el tratamiento 221-50 como el mejor de todos al registrar un promedio de 37.35 por ciento de este material, el nivel más bajo correspondió al tratamiento 201-50 con 5.4 por ciento respectivamente (Figura 4.12 y 4.13).

Referente a semilla tamaño chica, nuevamente resultó estadísticamente mejor la VS-221 en donde los tratamientos 221-30, 221-40 fueron los más altos reportando 29.8 y 24.0 por ciento respectivamente, mientras que en la variedad Cafime el porcentaje más alto fue para el tratamiento CA-50 con 10.3 por ciento

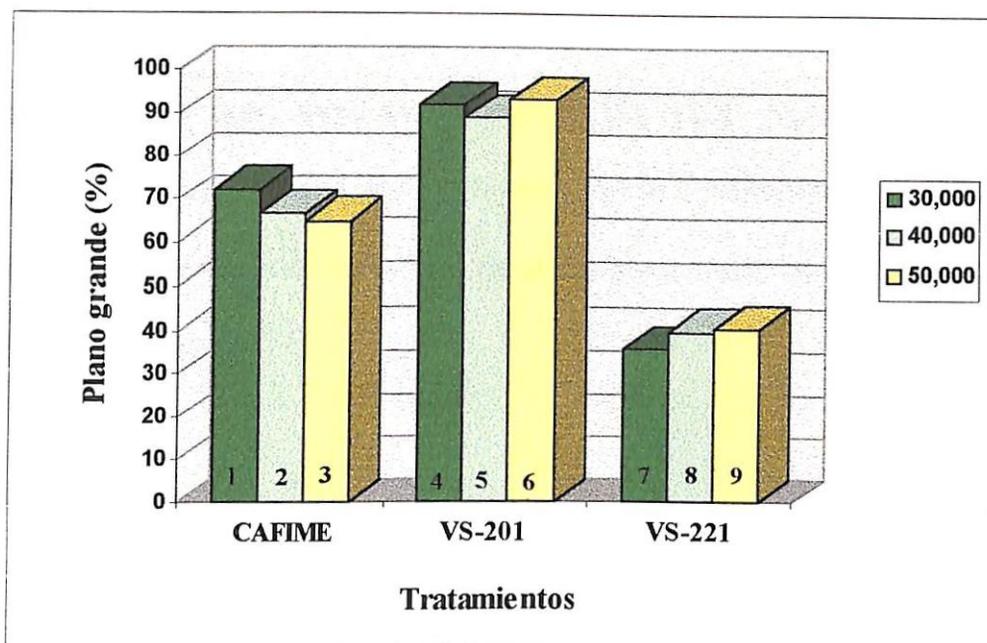


Figura 4.12 Comportamiento del porcentaje de semilla de maíz plano grande a diferentes densidades de población. CESAL- UAAAN.1997.

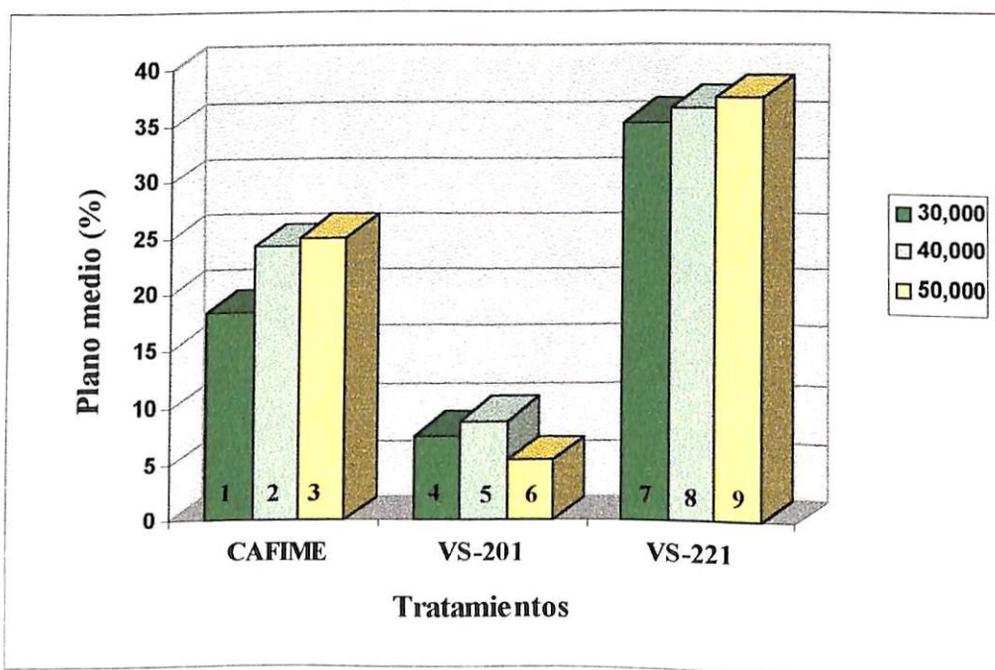


Figura 4.13 Comportamiento del porcentaje de semilla de maíz plano medio a diferentes densidades de población. CESAL- UAAAN. 1997.

siendo el más bajo de todos con cantidades no significativas el tratamiento 201-50 con 1.2 por ciento. Al respecto Muchena y Grogan (1977), encontraron que semillas pequeñas de maíz, tienen ventajas sobre las categorías superiores para germinar cuando existen condiciones de sequía, ya que requieren menor cantidad de agua para iniciar el proceso de germinación (Figura 4.14).

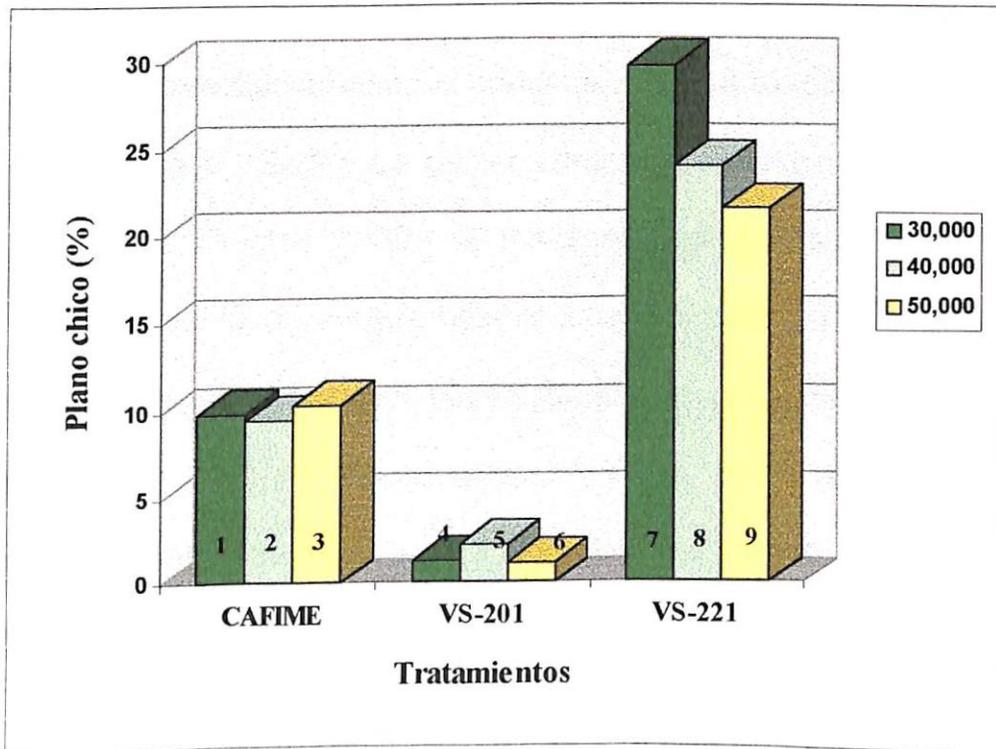


Figura 4.14 Comportamiento del porcentaje de semilla de maíz plano chico a diferentes densidades de población. CESAL- UAAAN. 1997.

## Tamaños de semilla bola

Se clasificaron en tres categorías: bola grande (BG), bola medio (BM) y bola chico (BCH) los análisis de esta variable se muestran en el Cuadro 4.3, donde se observa para semilla bola tamaño grande diferencia altamente significativa para la fuente de variación densidad x genotipo, mientras que en los bolas medianos la diferencia fue significativa, por lo que en ambos casos se asume que los factores no son independientes. Para la semilla bola tamaño grande, se encontró que existe diferencia altamente significativa entre genotipos resultando como superior la variedad sintética VS-201 comparadas con Cafime y VS-221. La primer variedad presentó un comportamiento casi igual en densidades de 30 y 50 mil plantas/ha al obtener promedios de 78.2 y 79.3 por ciento de semilla bola grande, en tanto que Cafime y VS-221 los porcentajes más altos para ambas fueron bajo densidades de 30 mil plantas/ha con 69.9 y 38.3 por ciento respectivamente. Estos resultados aunado a los obtenidos en la variable semilla plana tamaño grande, explican por sí solos el porqué las mazorcas de la variedad sintética VS-201 alcanzaron el mayor diámetro.

En cuanto a densidad para este tamaño y forma de semilla la densidad de 30 mil plantas/ha fue la mejor con 62.4 por ciento, superando a las otras dos densidades que reportaron 51.4 y 54.9 por ciento.

Respecto al análisis para la variable semilla bola tamaño mediano (BM), genotípicamente VS-221 resultó estadísticamente superior comparadas con Cafime y VS-201. En densidades de 50 mil plantas/ha la primer variedad obtuvo 36.7 por ciento de esta característica considerada como el mayor nivel, mientras que a 30 y 40 mil plantas el comportamiento fue similar al obtener 32.3 y 32.5 por ciento respectivamente. En cambio para Cafime y VS-201 los más altos porcentajes lo obtuvieron bajo densidades de 40 mil plantas/ha reportando 35.1 y 19.8 por ciento respectivamente, mientras que el más bajo para la primera fue en la densidad de 30 mil plantas con 19.1 por ciento y la segunda lo manifestó en densidades de 50 mil plantas (Figura 4.15 y 4.16). En cuanto a estos resultados y haciendo referencia a los obtenidos en semilla mediana de forma plana la mejor variedad para este tamaño fue VS-221 lo que resulta una ventaja ya que es el tamaño que normalmente acostumbran utilizar la mayoría de agricultores para la siembra de su cultivo lo que lo hace ser la más comercial.

Para este tipo de semilla, las densidades de 40 y 50 mil plantas/ha estadísticamente resultaron ser iguales y superior a 30 mil plantas/ha, sin embargo numéricamente la primera resultó ser mejor con 29.1 por ciento .

El análisis para semilla bola tamaño chico (BCH) se observó diferencia altamente significativa para la fuente de variación genotipo, mientras que para densidad resultó solo significativa. Los resultados demuestran que para esta

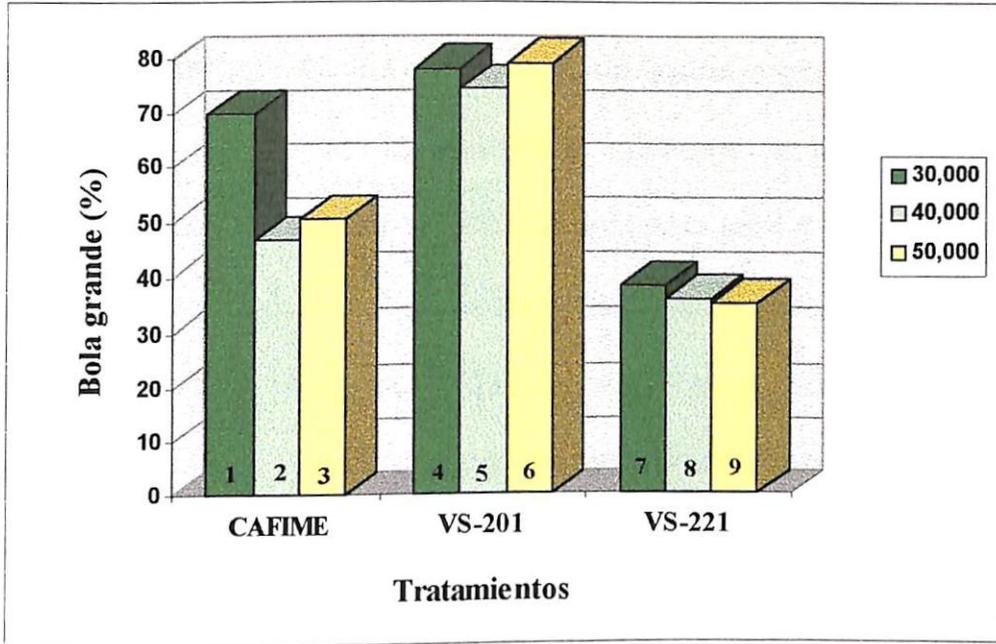


Figura 4.15 Efecto de densidades de población sobre la variable semilla bola de maíz tamaño grande. CESAL- UAAAN. 1997.

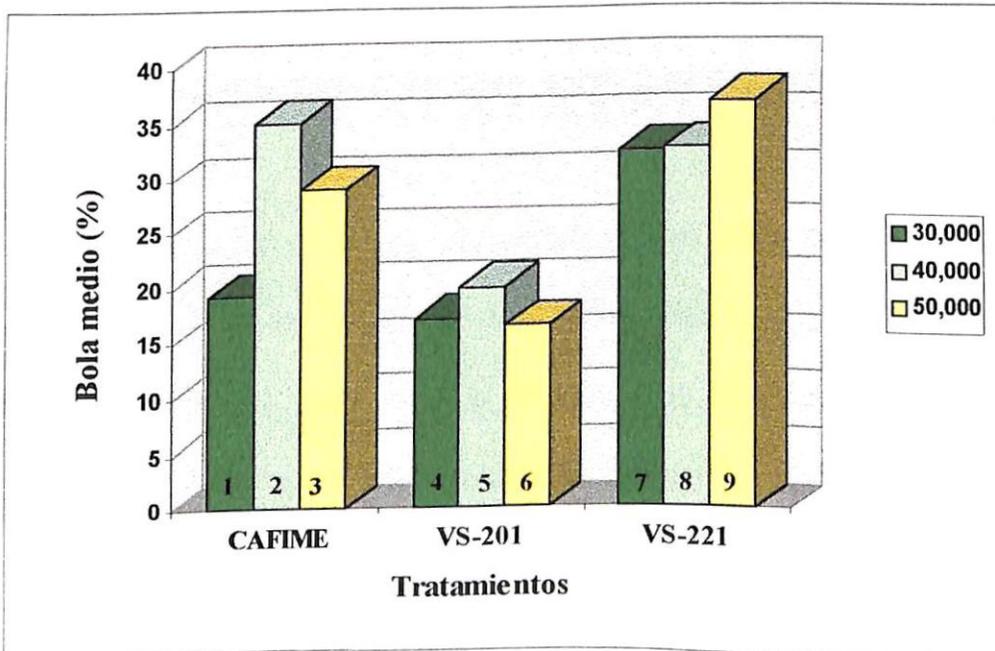


Figura 4.16 Efecto de densidades de población sobre la variable semilla bola de maíz tamaño medio. CESAL- UAAAN. 1997.

variable estadísticamente el mejor genotipo fue VS-221, superando a la otras dos variedades. En cuanto a la comparación de tratamientos, se encontró que el tratamiento 221-40 fue el más alto de todos reportando el 31.6 por ciento de material con esta característica, mientras que el más bajo fue para el tratamiento 201-50 que registró un promedio de 4.4 por ciento (Figura 4.17). En cuanto a tamaños de semilla de acuerdo a los resultados podemos concluir que la variedad sintética VS-221 tiene en su mazorca en una forma casi equitativa los tres tamaños de granos tanto planos como bolas. Por otro lado al presentar cantidades considerables de semilla tamaño chico, podría ser una desventaja, ya que presenta problemas para su comercialización al dudar de su calidad producto de la característica que presenta, debido a que existe poca cultura en cuanto al concepto de calidad por parte de los consumidores de este insumo, sin embargo de acuerdo a lo que cita Muchena y Grogan (1977) las semillas pequeñas tienen ventajas, sobre las de tamaño grande.

En cuanto al factor densidades para esta característica de semilla, estadísticamente la de 40 y 50 mil plantas fueron iguales, pero numéricamente la primera resultó mejor con un promedio de 19.5 por ciento, por otro lado la densidad de 50 y 30 mil plantas/ha fueron iguales estadísticamente, más cuantitativamente la densidad de 50 mil plantas fue superior al reportar 17.7 por ciento de semilla bola tamaño chica.

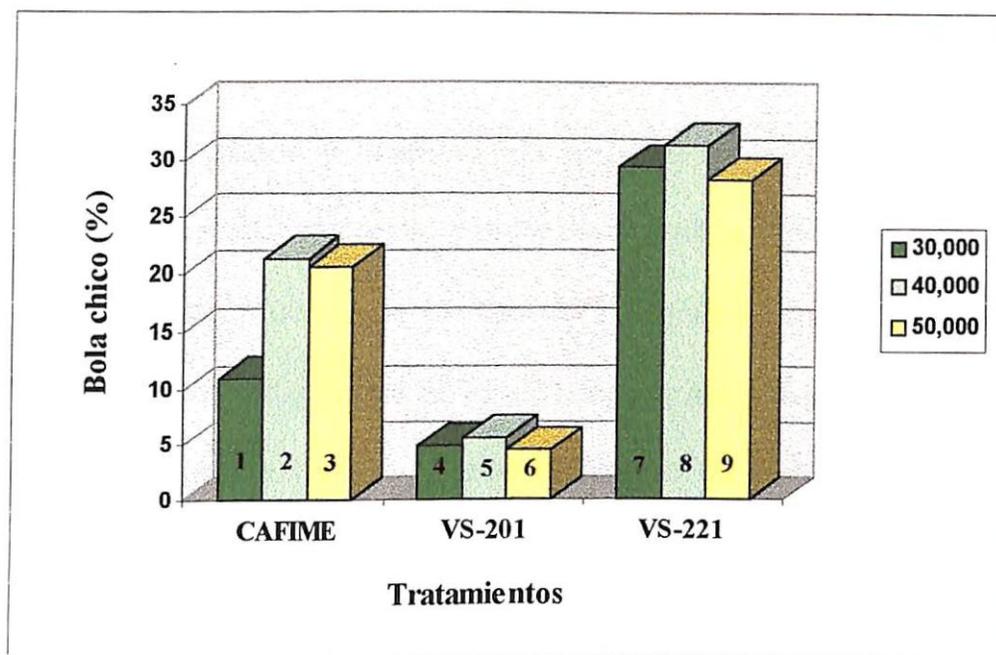


Figura 4.17 Efecto de densidades de población sobre la variable semilla bola de maíz tamaño chica. CESAL- UAAAN. 1997.

Al respecto para el caso del maíz en cuanto a forma y tamaño de semilla es muy variada y va a depender de la posición, siendo de mayor tamaño las que se ubican en la base de la mazorca. Por otro lado, la forma dependerá de la presión externa que ejerzan las semillas adyacentes durante las últimas etapas llenado de grano, siendo planos los de la parte central y bola la de los extremos (Shieh y Mc.Donald 1982). Por su parte Wood *et al.* (1977) mencionan que al realizar una clasificación de las semillas tanto en su forma como tamaño nos permite realizar en forma más eficiente una siembra mecanizada así como tener poblaciones adecuadas y uniformes.

### Peso de mil semillas (semilla bola)

Para evaluar esta variable (PMS) se consideraron únicamente semillas de tamaño grande y mediano, de acuerdo al análisis en ambas categorías resultó diferencia altamente significativa para la fuente de variación genotipo. Al realizar las pruebas de medias de Tukey ( $\alpha$  0.05), para el tamaño grande los resultados indican que la VS-201 resultó ser estadísticamente superior a la VS-221 y Cafime, debido al peso específico de semilla, siendo el tratamiento 201-30, como el mejor de todos con un PMS de 416.8 gramos, mientras que el tratamiento CA-40, fue el más bajo con un PMS de 349.6 gramos respectivamente (Cuadro 4.4).

Por otro lado en las pruebas de medias para el tamaño mediano, estadísticamente resultaron iguales las dos variedades sintéticas de las cuales el tratamiento 201-30, fue el mejor con un PMS de 339.4 gramos, como el de menor peso le correspondió al tratamiento CA-30, el cual registró 282.1gramos respectivamente (Figura 4.18 y 4.19). Como se puede apreciar los resultados tanto en tamaño grande como mediano, el tratamiento 201-30, resultó tener el mayor peso de mil semillas.

### Peso de mil semillas (semilla plana)

Al igual que los anteriores se consideraron los tamaños grandes y

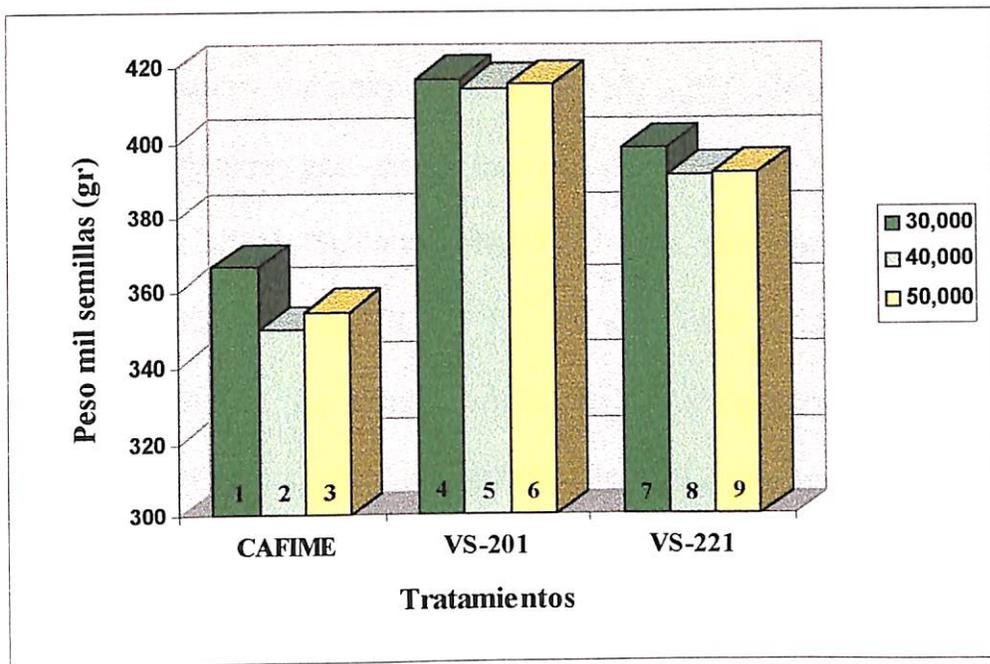


Figura 4.18 Efecto de densidades de población sobre la variable peso de mil semillas forma bola tamaño grande. CESAL- UAAAN. 1997.

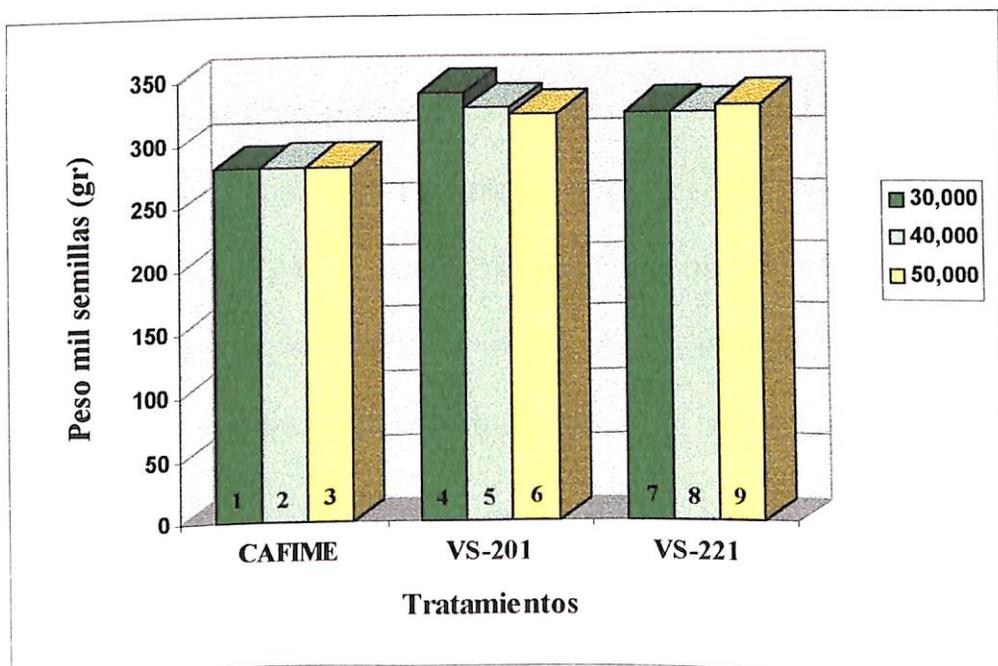


Figura 4.19 Efecto de densidades de población sobre la variable peso de mil semillas forma bola tamaño mediano. CESAL- UAAAN. 1997.

medianos, donde para los primeros el análisis resultó altamente significativo para la fuente de variación genotipo y solo significativo para la fuente densidad. Lo que significa que entre los materiales hubo variación y además las densidades si manifestaron efecto en esta característica. Las pruebas de medias indican que la VS-201 fue superior estadísticamente ante la variedad Cafime y VS-221. Para esta variable en semilla grande, el tratamiento 201-30 resultó ser el que registró mejor PMS con 389.7 gramos y el de menor peso con 302.8 gramos correspondió al tratamiento CA-40, lo que indica que la variedad sintética VS-221 en relación a estas variables evaluadas los tratamientos se mantuvieron en término intermedio.

Respecto a las fuente de variación densidades 30 y 40 mil plantas fueron estadísticamente iguales, pero cuantitativamente resultó mejor la primera con un PMS promedio de 354.1 gramos. A su vez la densidad de 40 y 50 mil plantas que fueron iguales estadísticamente registraron promedios en PMS de 345.0 y 342.0 gramos respectivamente (Cuadro A.2). El análisis para PMS en semilla plana tamaño medio al resultar altamente significativo dentro de la fuente de variación densidad x genotipo, se da por hecho que los factores antes citados no son estables, obteniéndose que en la VS-221 las ganancias en cuanto a PMS se mantuvo estable y por arriba de las demás al reportar 295.7 gramos en la densidad de 40 mil planta/ha, mientras que en las dos densidades restantes (30, y 50 mil plantas/ha) manifestó ganancias similares al registrar (291.0, y 290.0), gramos respectivamente, por su parte la VS-201

únicamente en la densidad de 30 mil plantas registró un PMS elevado de 298.4 gramos. La variedad Cafime fue la que reportó menor PMS sobresaliendo la densidad de 50 mil plantas con 234.5 gramos, siendo la más mínima con 229.2 la densidad de 30 mil plantas/ha. Estos cambios o inconsistencia de peso en las semillas, se atribuye a la constitución genética de las variedades aunados al efecto del medio ambiente, lo cual coincide con lo reportado por Wood *et al.* (1977), y Moreno (1996), donde indican que las variantes en forma tamaño y peso de las semillas se debe a factores como: genotipo, período de floración, ambiente como la temperatura, contenido de humedad, que incide en el manejo y conservación de la semilla y así impedir la pérdida de vigor y viabilidad de la misma (Figura 4.20 y 2.21). Los resultados establecen que las semillas de forma bola tanto grandes como medianas superaron a los de forma plana en cuanto PMS, por otro lado la variedad sintética VS-201 de acuerdo a lo que reflejan las medias del Cuadro 4.4 fue la que obtuvo los promedios más altos en cuanto al peso de mil semillas en las cuatro categorías evaluadas bajo ambiente de 30 mil plantas/ha. Al respecto Paulsen *et al.* (1983), citan que la calidad de la semilla es afectada por muchos factores entre ellos se encuentran los agrónomos, por su parte Braver y Carter (1986), mencionan que la fecha y densidad de siembra afectan el ambiente bajo el cual la semilla se desarrolla, ocasionando reducción en su calidad física y fisiológica si estos no son óptimos.

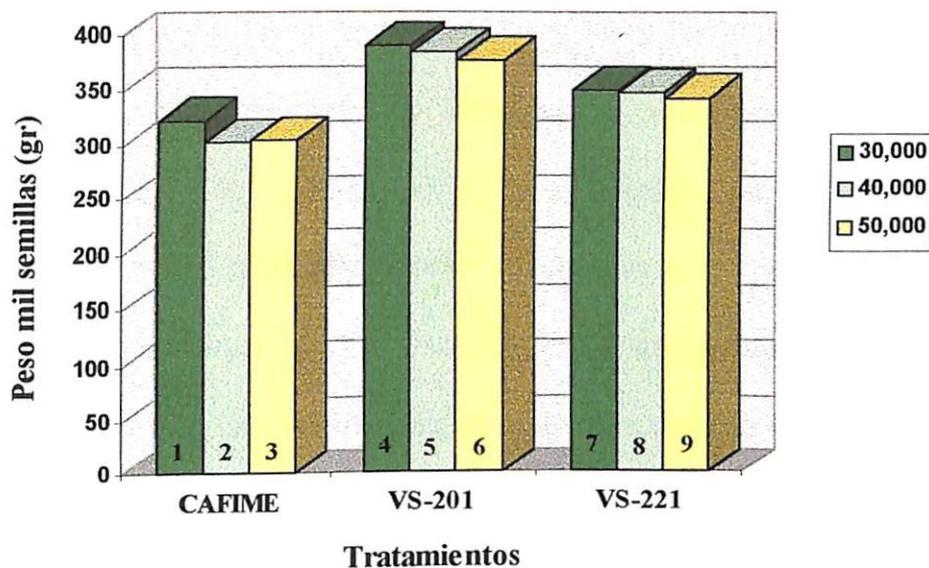


Figura 4.20 Efecto de densidades de población sobre la variable peso de mil semillas forma plana tamaño grande. CESAL- UAAAN. 1997.

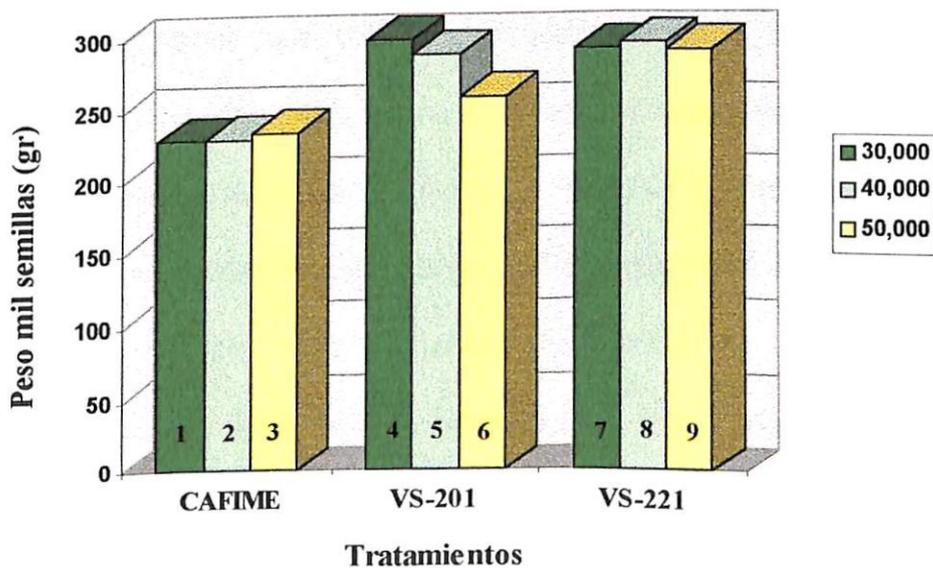


Figura 4.21 Efecto de densidades de población sobre la variable peso de mil semillas forma plana tamaño mediano. CESAL- UAAAN. 1997.

## **Variables de Calidad Fisiológica**

La calidad fisiológica, la integran los atributos de germinación y vigor, considerándose la primera como el porcentaje de semillas que producen plantas normales bajo condiciones favorables y el vigor como el potencial de emergencia bajo un rango de condiciones de ambientes, es un atributo de calidad más allá de la germinación que determina la completa habilidad de la semilla para desarrollar una plántula en condiciones adversas.

El resultado de cuadrados medios, coeficiente de variación, DMS y media general de los análisis para estas variables se enmarcan en el Cuadro 4.5, donde se observa diferencia altamente significativa ( $\alpha=0.01$ ), para las variables germinación al primer conteo, capacidad de germinación, prueba fría y peso seco, para la fuente de variación genotipo, lo que significa que los materiales presentan variaciones en cuanto a estas características fisiológicas, para el factor densidad únicamente la variable germinación al primer conteo resultó altamente significativa, lo que infiere que hubo efecto de las densidades para esta variable. Las variables capacidad de germinación (plántulas vigorosas) y la prueba de envejecimiento acelerado no manifestaron significancia alguna indicativo que los tratamientos se comportaron en forma similar. En cuanto a los coeficientes de variación estos fluctuaron desde 2.22 hasta 25 por ciento correspondiendo este último a la variable envejecimiento

acelerado para determinar plantas vigorosas. Las medias de los tratamientos de estas variables se especifican en el Cuadro 4.6.

### Geminación al primer conteo

Los resultados para esta variable muestran alta significancia tanto en genotipos como densidades, al realizar las pruebas de media se encontró que dentro de la fuente genotipos la variedad sintética VS-221 y Cafime fueron estadísticamente iguales y superiores a la VS-201, en cuanto a densidades estadísticamente la densidad de 30 mil plantas resultó superior a la de 40 y 50 mil plantas. Al efectuar la comparación de tratamientos se obtuvo que el tratamiento CA-30 resultó superior con una media de 61.2 por ciento de plántulas emergidas en el primer conteo (4º día), y que son consideradas como vigorosas, en este orden de importancia se encuentra el tratamiento 221-50 con una media de 53.2 por ciento el de más bajo nivel correspondió al tratamiento 201-40 con solo 26 por ciento de capacidad de germinación en el primer conteo, esto se debe a que las semillas de esta variedad son cristalinas, característica que los hace más compacta que las harinosas por lo que tardan más en absorber humedad, de ahí que su potencial de germinación no se expresen con la misma velocidad que las que la VS-221 y Cafime (Cuadro 4.6.). En cuanto a densidades la que presentó mayor promedio (51.0 por ciento) fue la de 30 mil plantas/ha. La más baja correspondió a la densidad de 40 mil plantas/ha (Cuadro A.3).

**Cuadro 4.5 Cuadros medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general y D.M.S. de las variables de calidad fisiológica evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL-UAAAN. 1997.**

Fuentes de Variación	gl	GPC	CG PV	CG	PVEA	CGEA	PVPF	PSP
Densidad (A)	2	479.53**	22.031	12.70	87.19	16.44	29.78	32.89
Genotipo (B)	2	1126.19**	4.20	32.86**	21.78	8.44	213.78**	140.60**
Interacción (AxB)	4	177.068	103.52	4.90	89.86	8.78	31.11	46.51
Error	27	84.09	42.04	4.53	276.79	5.18	22.96	19.18
CV (%)		20.95	7.71	2.22	25.00	2.38	5.10	10.80
Media general		43.78	84.11	96.03	66.55	95.55	93.89	40.56
D.M.S. (Genotipo)		9.291	---	2.156	---	---	4.855	4.437
D.M.S. (Densidad)		9.291	---	---	---	---	---	---

CV = Coeficiente de variación

D.M.S. = Diferencia Mínima Significativa

\*,\*\* Significancia .05 y .01% respectivamente

GPC = Germinación primer conteo

CGPV = Capacidad germinación plántula vigorosas

CG = Capacidad de germinación

PVEA = Plántulas vigorosas después de envejecimiento acelerado

CGEA = Capacidad germinación después de envejecimiento acelerado

PVPF = Plántulas vigorosas después de prueba fría

PSP = Peso seco de plántula

Cuadro 4.6 Medias de tratamientos para las variables de calidad fisiológica evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.

Tratamiento	Genotipo	Densidad	GPC	CGPV	CG	PVEA	CGEA	PVPF	PSP
1. CA-30	Cafime	30,000	61.2	91.0	95.7	66.5	92.5	94.0	43.1
2. CA-40	Cafime	40,000	42.5	82.2	95.0	74.0	96.5	87.0	36.7
3. CA-50	Cafime	50,000	39.2	77.5	93.0	63.5	95.0	87.0	38.0
4. 201-30	VS-201	30,000	41.5	83.0	98.2	61.5	93.5	96.0	46.0
5. 201-40	VS-201	40,000	26.0	82.2	98.2	71.5	97.5	96.0	47.3
6. 201-50	VS-201	50,000	30.7	86.7	97.0	63.0	96.0	92.0	40.0
7. 221-30	VS-221	30,000	50.2	82.7	97.5	69.0	97.0	97.0	38.1
8. 221-40	VS-221	40,000	49.2	87.0	94.0	63.2	96.0	97.0	35.7
9. 221-50	VS-221	50,000	53.2	84.5	95.5	66.7	96.0	99.0	40.0

GPC = Germinación primer conteo

CGPV = Capacidad germinación plántulas vigorosas

CG = Capacidad de germinación

PVEA = Plántulas vigorosas después de envejecimiento acel.

CGEA = Capacidad germinación después de envejecimiento Acel.

PVPF = Plántulas vigorosas después de prueba fría

PSP = Peso seco de plántula

En relación a lo anterior la Asociación de Analistas Oficiales de Semilla (AOSA, 1983) y la Asociación Internacional de Ensayo de Semillas (ISTA, 1996), indican que en una prueba de germinación estándar, las plántulas normales registradas en el primer conteo, representa la población de semillas con mayor capacidad de germinación, y que es un indicador de vigor, de tal forma que mientras mayor sea el número de plántulas normales cuantificadas, mayor será el grado de vigor para determinado lote de semillas (Figura 4.22).

### Capacidad de germinación (plántulas vigorosas)

Aunque para esta variable no se presentaron diferencias estadísticas entre las medias de tratamientos, es importante señalar que a pesar de que los por cientos de plántulas normales en el primer conteo para los tratamientos CA-40, CA-50, 201-30, 201-40 y 201-50, fueron bajos (Cuadro 4.6) a excepción del tratamiento CA-50 con 77.5 por ciento, todos los demás alcanzaron niveles arriba del 82.0 por ciento. Las plantas evaluadas en este segundo conteo (7º. día) fueron clasificadas con categoría de normales fuertes y normales débiles, estas últimas no aseguran una buena emergencia al ser establecidas en condiciones de campo como las vigorosas que surgen en el primer conteo (Figura 4.23).

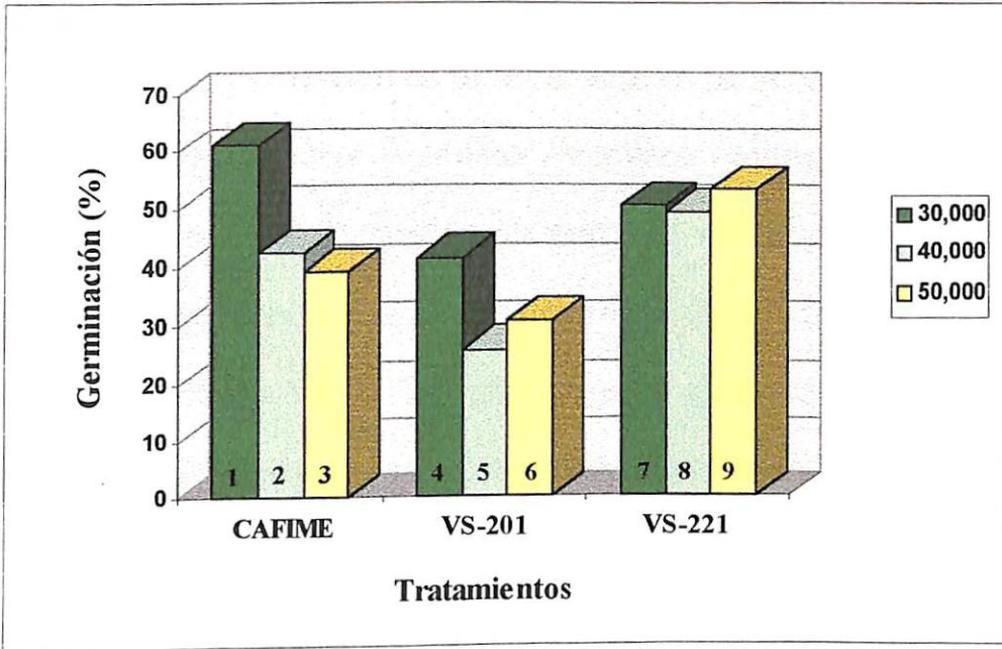


Figura 4.22 Efecto de densidades de población sobre la variable germinación al primer conteo. CESAL- UAAAN. 1997.

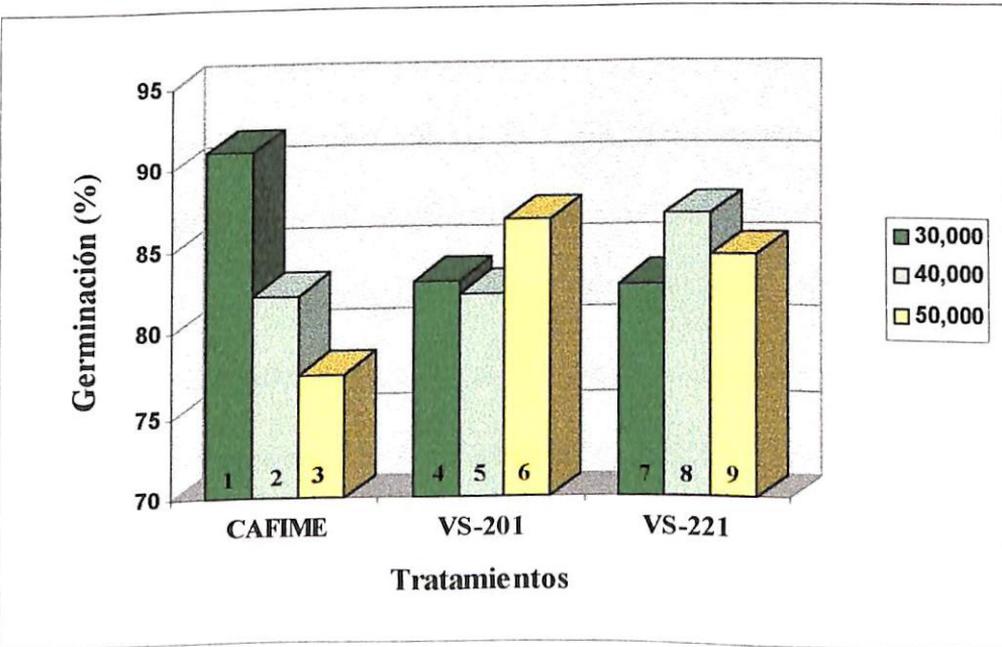


Figura 4.23 Efecto de densidades de población sobre la variable capacidad de germinación plántulas vigorosas de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.

## Capacidad de germinación

Para la evaluación de esta variable en cada uno de los tratamientos, se sumaron las plántulas vigorosas, normales fuertes y normales débiles, al realizar la prueba de medias se encontró diferencia significativa entre los genotipos resultando estadísticamente mejor la VS-201 en comparación con la variedad sintética VS-221 y Cafime que se comportaron iguales. Al comparar los tratamientos, los que resultaron más altos fueron los tratamientos 201-30 y 201-40, los que registraron cantidades iguales del 98.2 por ciento es importante destacar que estos mismos tratamientos en la evaluación del segundo conteo el porcentaje es bajo (Cuadro 4.6,) sin embargo para esta variable presentaron un mayor incremento. El tratamiento CA-50, fue el que obtuvo el nivel más bajo con 93.0 por ciento. La variación de los tratamientos se debe a la cantidad de plántulas anormales y semillas sin germinar (duras o muertas), que presenten, de tal forma que mientras mayor es la presencia de éstas, el por ciento de capacidad de germinación tiende a disminuir en los tratamientos. Esto concuerda con ISTA (1996), donde se afirma que la capacidad de germinación, indica la proporción por número de semillas, las cuales pueden producir plántulas clasificadas como normales, bajo condiciones favorables y dentro del tiempo especificado. Asimismo, al evaluar la germinación se determina la proporción de plántulas normales, anormales y semillas sin germinar (duras y muertas) (Figura 4.24).

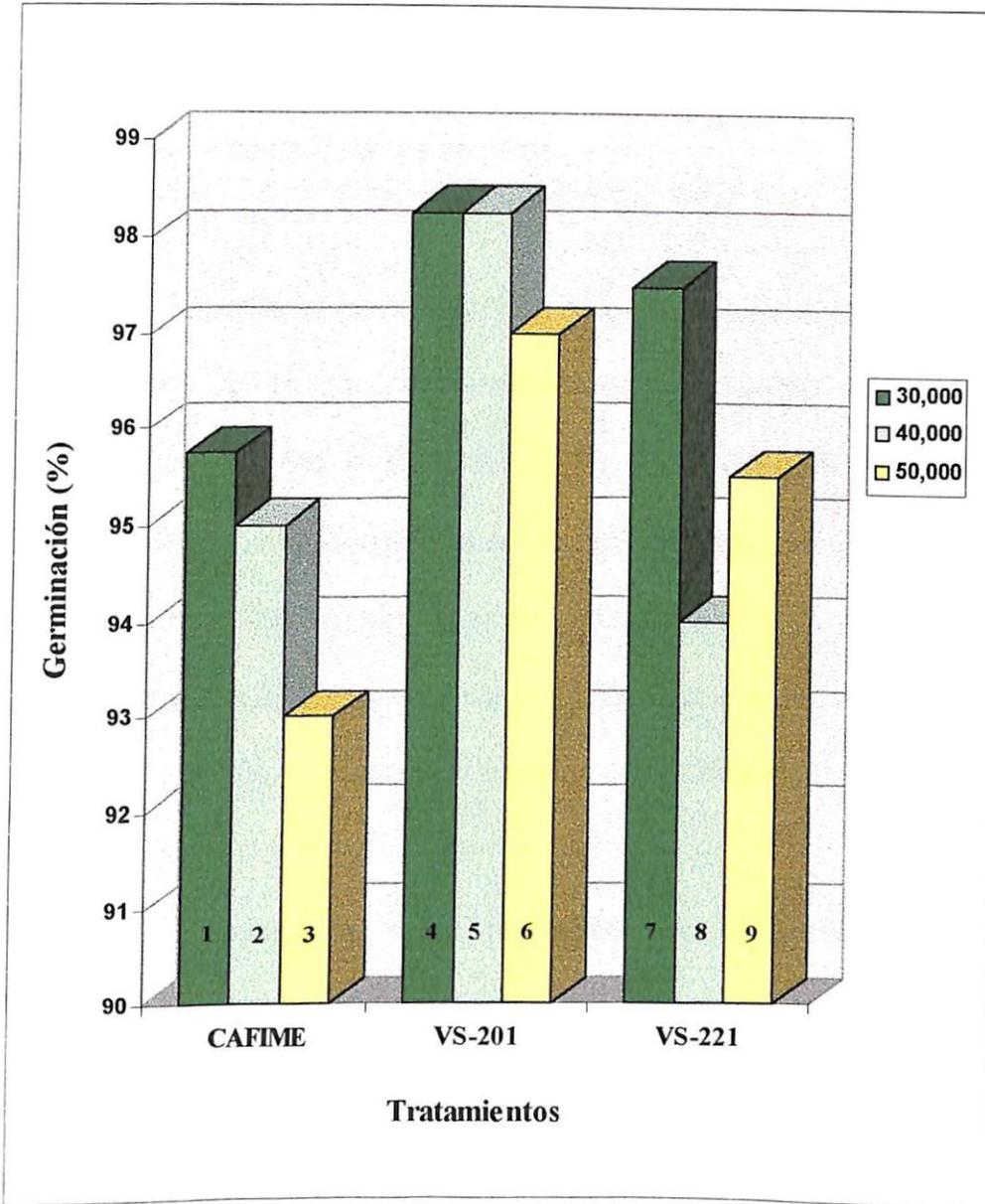


Figura 4.24 Comportamiento de la capacidad de germinación en los tratamientos evaluados. CESAL- UAAAN. 1997.

## Pruebas de vigor

Las pruebas de vigor surgen como un complemento de la prueba de germinación que junto con la pureza son los principales atributos para determinar la calidad de las semillas.

Es importante mencionar que la germinación evaluada en el laboratorio tiene buena correlación con la emergencia en campo cuando las condiciones son favorables. Sin embargo cuando las condiciones del suelo y medio ambiente imponen algún estrés sobre las semillas, el por ciento de germinación no puede predecir el comportamiento en campo. Bajo este supuesto se hace necesario calificar el vigor de las semillas, para poder determinar su potencial de emergencia bajo un amplio rango de condiciones.

Las pruebas de vigor realizadas en la presente investigación se clasifican en dos grupos: a) Pruebas de estrés y b) Pruebas de crecimiento de plántulas, en el primer grupo se ubican las pruebas de envejecimiento acelerado y prueba fría, mientras que la prueba de tasa de crecimiento de plántulas (peso seco) corresponde al segundo grupo.

### Envejecimiento acelerado

Para esta prueba se realizaron dos evaluaciones que consistieron en

determinar plantas con alto vigor y capacidad de germinación después de envejecimiento acelerado que corresponde a la suma de plantas vigorosas y normales débiles. En ambas variables, los análisis reportaron diferencias no significativas lo que indica que las medias de los tratamientos fueron similares, situación que nos hace pensar que esta prueba para evaluar el vigor de las semillas no fue lo suficiente sensible para poder detectar las posibles diferencias específicamente en este trabajo, por lo que no concuerda con lo indicado por Isely (1957) y Popinigis (1985), quienes mencionan que es una prueba de vigor directa por simular condiciones adversas del medio ambiente que probablemente la semilla encontrará en el campo y además se indica que evalúa todos los componentes del vigor de la semilla (Figura 4.25 y 4.26).

### Prueba fría

Los resultados de esta prueba para evaluación de vigor se muestran en el Cuadro 4.5 donde se observa que dentro de la fuente de variación genotipo, para esta variable fue altamente significativa, al realizar las pruebas de media se encontró que las dos variedades sintéticas VS-201 y VS-221 estadísticamente resultaron iguales entre sí y superiores a la variedad Cafime. Al hacer comparación de tratamientos, el tratamiento 221-50, con 99.0 por ciento resultó ser el de mayor nivel superando tan solo con un (2 por ciento) a los tratamientos 221-30 y 221-40, quienes reportaron cantidades iguales de 97.0 por ciento. Los tratamientos CA-40 y CA-50, fueron los más bajos

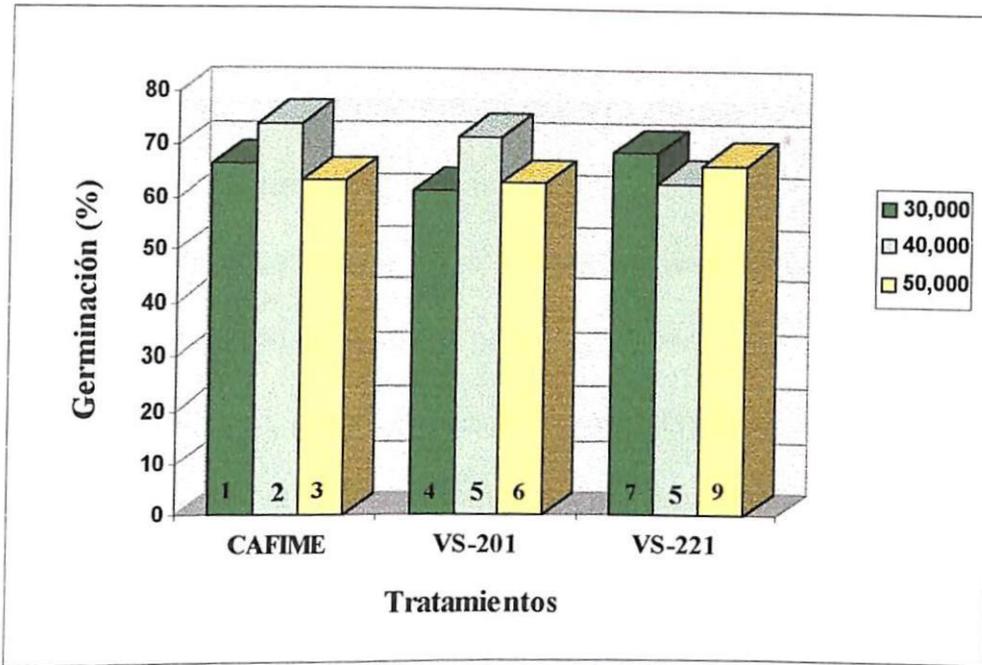


Figura 4.25 Respuesta de plántulas vigorosas después de envejecimiento acelerado a diferentes densidades de población de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.

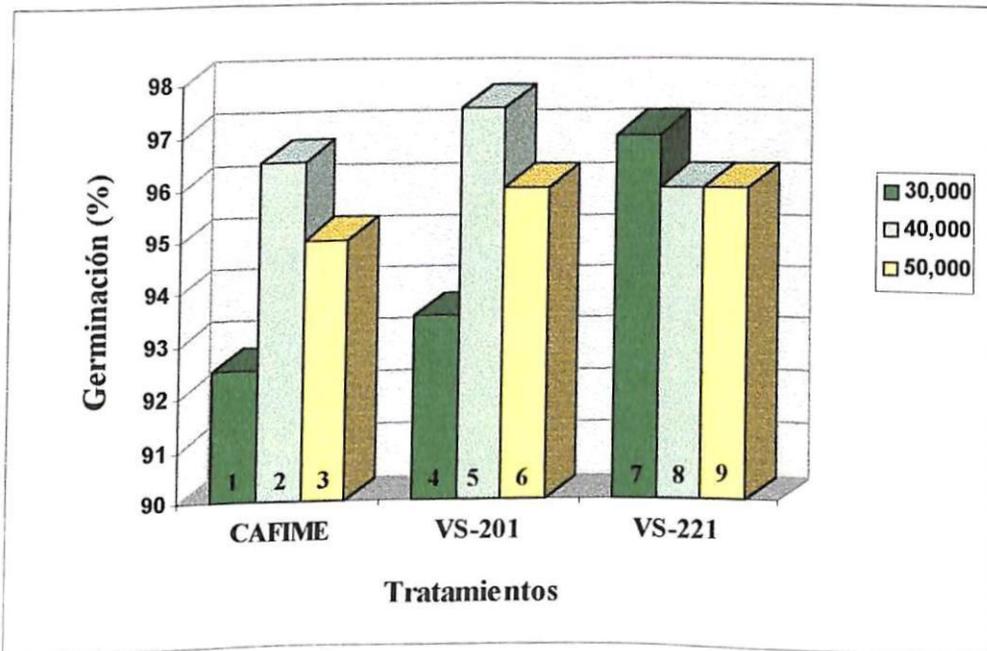


Figura 4.26 Respuesta de capacidad de germinación después de envejecimiento acelerado en diferentes densidades de población de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.

registrando una proporción igual del 87.0 por ciento de plántulas vigorosas, esto indica que registraron mayor número de plántulas anormales y semillas sin germinar (muertas o duras) al momento de hacer la evaluación, es importante destacar que a pesar de presentarse heladas antes de la cosecha los tratamientos en su mayoría presentan buen vigor. Al respecto Perry (1984) y Popinigis (1985), mencionan que la variación en el vigor de la semilla puede deberse a la constitución genética, algún estrés durante el desarrollo de la semilla, condiciones desfavorables de campo después de madurez fisiológica y antes de la cosecha (temperaturas extremas, daños de insectos) grado de madurez en la cosecha, tamaño, peso de semilla, contenido de humedad durante su almacenamiento y patógenos (Figura 4.27).

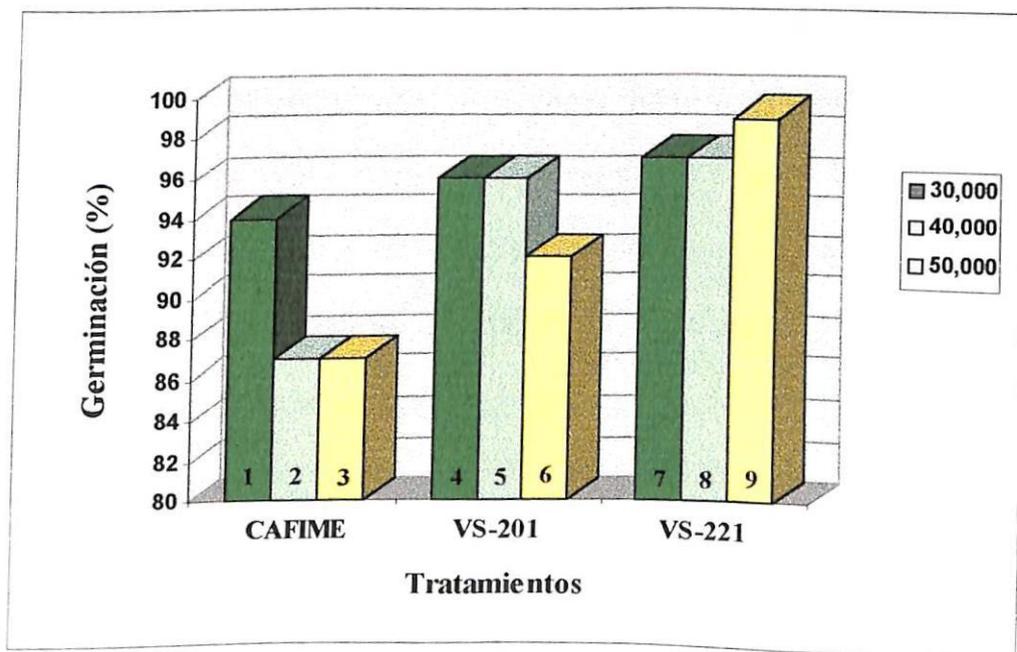


Figura 4.27 Respuesta de plántulas vigorosas de maíz después de prueba fría en diferentes densidades de población. CESAL- UAAAN. 1997.

## Peso seco

El principio de la prueba se basa en 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 acumulaciones de peso seco o tasa de crecimiento de la plántula que se relaciona con procesos bioquímicos que intervienen en el vigor.

Resulta importante aclarar que el peso seco de plántulas en caso del maíz, se incluyen la plúmula o vástago y las raíces. Los resultados que se presentan a continuación para la evaluación de esta variable (no fueron consideradas las raíces) por lo que los datos de peso seco analizados corresponden únicamente a la plúmula, además las plántulas evaluadas fueron las mismas que se evaluaron para determinar vigor mediante la prueba fría. Los análisis reportan alta significancia para el factor genotipo, una vez realizadas las pruebas de medias, se encontró que la variedad sintética VS-201 resultó estadísticamente superior a la variedad Cafime y VS-221 que resultaron ser iguales entre sí.

En cuanto a comparación de tratamientos los de mayor peso seco correspondieron a los tratamientos 201-30 y 201-40, quienes reportaron medias de 46.0 y 47.3 mg/plántula que al relacionarlo con la germinación que

presentaron (96.0 por ciento), son considerados de alto vigor. Para el tratamiento 221-40, que registro el nivel más bajo en cuanto a peso seco al registrar 35.7 mg/plántula, pero que tiene una buena germinación (97.0 por ciento) pareciera ser que se tratara de un lote de semilla con deterioro por condiciones adversas, donde la germinación se mantiene, pero el vigor se reduce. Respecto a lo anterior, AOSA (1983), menciona como regla que los mg/plántula más altos serán los lotes de mayor vigor y principalmente si son de alta germinación (Figura 4.28).

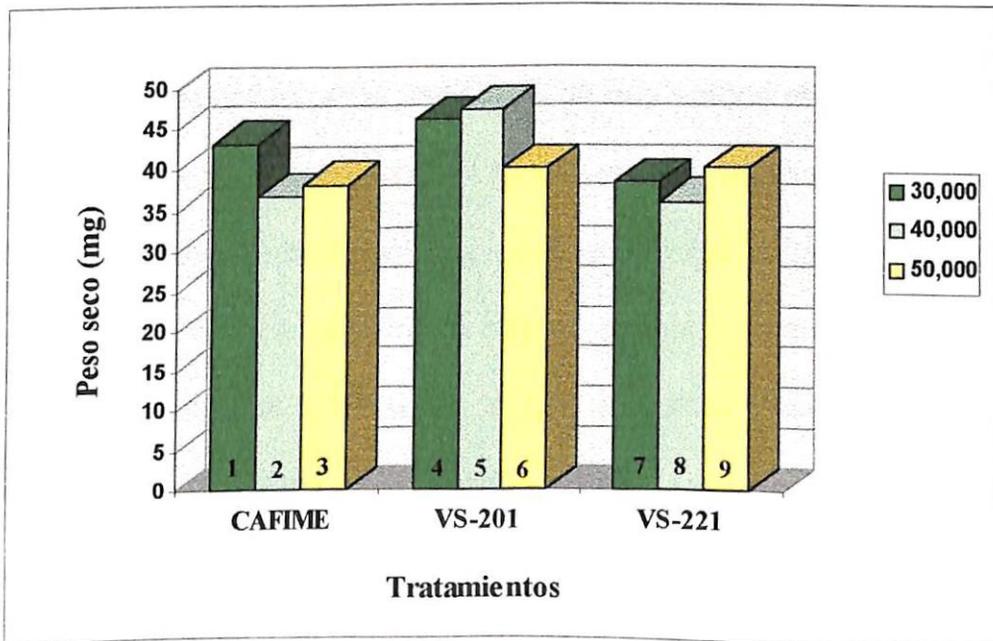


Figura 4.28 Comportamiento de la variable peso seco de plántula de maíz en diferentes densidades de población. CESAL- UAAAN. 1997.

## Correlaciones

### Variabes agronómicas

En el Cuadro 4.7 se presenta el grado de asociación entre las variables indicadas con anterioridad y los coeficientes de correlación así como la significancia estadística de los mismos. Por considerarse el rendimiento como una variable de interés en este estudio particularmente se hará referencia sobre ésta y sus componentes.

Los resultados muestran una correlación positiva y altamente significativa para las variables altura de planta y altura de mazorca con valores de 0.83 y 0.93 respectivamente, indicativo de que ambos componentes son lo que principalmente influyeron sobre el rendimiento de semilla de maíz, a la vez también se encontraron correlaciones positivas en las variables (diámetro de tallo, longitud de mazorca, número de hileras, diámetro de mazorca y olote) sin llegar a ser significativa ( $p < 0.05$ ) lo que podemos inferir que de alguna manera estos componentes se comportan en el mismo sentido que la variable rendimiento, pero no en el mismo grado que las variables con coeficientes altamente significativo. Se observa también que la variable altura de planta, está estrechamente relacionada con altura de mazorca y diámetro de tallo, registrando valores de 0.90 y 0.80 lo que significa que mientras la planta de maíz sea alta, la mazorca también tendrá el mismo comportamiento al igual

que el grosor de tallo. Por otro lado las variables menos correlacionadas en sentido positivo fueron diámetro de olote y mazorcas con mala cobertura.

Cuadro 4.7 Matriz de correlaciones de las variables agronómicas evaluadas en producción de semilla de maíz . CESAL- UAAAN. 1997.

	RDS	AP	AM	DT	LM	NH	DM	DOL	MMC
RDS	1	0.83**	0.93**	0.43	0.37	0.44	0.60	0.30	-0.94**
AP		1	0.90**	0.80**	0.48	0.62	0.33	-0.43	-0.79*
AM			1	0.66	0.38	0.47	0.59	-0.29	-0.87**
DT				1	0.37	0.48	0.04	-0.36	-0.40
LM					1	0.81**	-0.40	-0.95**	-0.54
NH						1	-0.26	-0.86**	-0.63
DM							1	0.52	-0.40
DOL								1	0.53
MMC									1

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente

RDS= Rendimiento de semilla  
 AP= Altura de planta  
 AM= Altura de mazorca  
 DT= Diámetro de tallo  
 LM= Longitud de mazorca

NH= Número de hileras  
 DM= Diámetro de mazorca  
 DOL= Diámetro de olote  
 MMC= Mazorca con mala cobertura

### Variables de calidad física y fisiológica

Los resultados de correlación para las variables de calidad física se indica en el Cuadro 4.8, donde se puede observar que existe asociación positiva y altamente significativa del rendimiento con el peso de mil semillas en

**Cuadro 4.8 Matriz de correlaciones de las variables de calidad física evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.**

	RDS	SP	SB	PG	PM	PCH	BG	BM	BCH	PMS BG	PMS BM	PMS PG	PMS PM
RDS	1	-0.44	0.44	-0.08	0.03	0.13	-0.03	-0.05	0.04	0.83**	.92**	.76	0.89**
SP		1	-1.00**	-0.77	0.81**	0.69**	-0.80**	0.79*	0.79**	-0.77	-0.62	-0.86**	-0.41
SB			1	0.77	-0.81**	-0.69*	0.80**	-0.79*	-0.79**	0.77	0.62	0.86*	0.41
PG				1	-0.99**	-0.98**	0.96**	-0.86**	-0.98**	0.31	0.04	0.44	-0.21
PM					1	0.94**	-0.98**	0.91**	0.99**	-0.40	-0.11	-0.52	0.14
PCH						1	-0.89**	0.77	0.93**	-0.18	0.06	-0.32	0.30
BG							1	-0.97**	-0.99**	0.42	0.12	0.54	-0.12
BM								1	0.93**	-0.50	-0.19	-0.59	0.03
BCH									1	0.39	-0.10	-0.51	0.15
PMS(BG)										1	0.93**	0.98**	0.80**
PMS(BM)											1	0.89**	0.94**
PMS(PG)												1	0.75*
PMS(PM)													1

\* \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente

RDS= Rendimiento de semilla

SP= Semilla plana

SB= Semilla bola

PG= Plano grande

PM= Plano medio

PCH= Plano chico

BG= Bola grande

BM= Bola medio

BCH= Bola chico

PMS= Peso de mil semillas en la dos formas y dos tamaños

la categoría de semilla bola grande, bola mediano y plano mediano con cantidades de 0.83, 0.92 y 0.89, mientras que para la semilla plana grande presenta asociación positiva sin llegar a ser significativa lo que indica que el peso de las semillas influyen directamente comportándose en el mismo sentido que el rendimiento. Por otro lado la variable de peso de mil semillas evaluadas en cada una de las categorías de semilla no tienen ninguna relación positiva significativa en cuanto a formas y tamaños, sin embargo entre ellas si están estrechamente correlacionadas.

En cuanto al contenido de formas de semilla en la mazorca, las planas muestran un coeficiente de correlación altamente significativo pero negativo (1.00), respecto a semilla bola, lo cual es lógico esperarse ya que al aumentar una forma la otra disminuye en el mismo sentido y magnitud. El comportamiento es similar al correlacionar semilla plana con las demás categorías donde resultaron tanto planos como bolas medianos y chicos correlación significativa mientras que en los de tamaño grande en ambas formas resultaron significancia negativa, todo lo contrario ocurre con la semilla de forma bola al relacionarlo con las categorías antes señaladas. Por otro lado las semillas de forma bola de tamaño mediano y chico se comportaron en forma paralela en cuanto al los niveles de correlación con el resto de tamaños y formas registrando significancia tanto positiva como negativas.

Al analizar la matriz de correlación para variables de calidad fisiológica

Cuadro 4.9, se encontró correlación significativa entre rendimiento y plantas vigorosas después de la prueba fría con un valor de 0.71, lo que nos indica que al contar con plántulas con alto vigor podemos asegurar una buena germinación y nacencia de las plantas aún cuando las condiciones del ambiente no llegaran a ser óptimas, esto trae como consecuencia que podemos lograr asegurar las poblaciones idóneas para lograr mayores incrementos. Otras de las variables que influyen en el rendimiento en forma positiva, pero sin llegar a ser significativa ( $p < 0.05$ ), se encuentra capacidad de germinación al hacerlo en la prueba estándar y después de ser sometidas la semillas a un período de envejecimiento acelerado y peso seco de plántula. Estos resultados aunados a los de la matriz de correlación para calidad física indican que no necesariamente los tratamientos de mayor rendimientos poseen la mejor calidad.

Cuadro 4.9 Matriz de correlaciones de las variables de calidad fisiológica evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL-UAAAN. 1997.

	RDS	GPC	CGPV	CG	PVEA	CGEA	PVPF	PSP
RDS	1	-0.33	-0.01	0.16	-0.34	0.42	0.71*	0.19
GPC		1	0.49	-0.11	-0.07	-0.50	0.28	-0.31
CGPV			1	0.36	-0.15	-0.40	0.41	0.09
CG				1	0.12	-0.13	0.46	0.78*
PVEA					1	0.53	-0.17	-0.02
CGEA						1	0.07	-0.27
PVPF							1	0.32
PSP								1

\*,\*\* Significancia al 0.05 y 0.01 respectivamente

RDS= Rendimiento de semilla  
 GPC = Germinación primer conteo  
 CGPV= Capacidad de germinación plántulas vigorosas  
 CG = Capacidad de germinación

PVEA= Plantas vigorosas después de E. A.  
 CGEA= Capacidad germinación después E.A.  
 PVPF= Plántulas vigorosas después de P.F.  
 PSP = Peso seco de plántula

Bajo este orden es importante mencionar que resulta difícil conjuntar que los más altos rendimientos tengan las mismas características físicas y fisiológicas, ya que desde el punto de vista fisiológico, la planta tiene un límite en cuanto a su capacidad fotosintética para proveer cantidades de fotosintatos en la semilla, por lo que resulta necesario buscar un punto de equilibrio entre el rendimiento y calidad.

## CONCLUSIONES

De acuerdo al objetivo e hipótesis planteada en la presente investigación y en base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

En relación a características agronómicas, la variedad Cafime resultó mejor en las variables altura de planta (AP) y mazorca (AM), mientras que la variedad VS-221 resultó ser superior en diámetro de tallo (DT), longitud de mazorca(LM), número de hileras (NH), rendimiento de semilla (RDS) y fue la mejor en cuanto a la variable mazorcas con mala cobertura. Esta variedad fue superada por la VS-201 únicamente en diámetro de mazorca.

Variedad Cafime y VS-221 presentaron casi tres cuartas partes de mazorca con semilla plana, mientras que VS-201 logró solo la mitad.

El tamaño de semilla tanto en forma plana como bola, Cafime y VS-201 presentaron mayor cantidad de tamaño grande, mientras que la VS-221 los tres tamaños se encuentran distribuidos en forma proporcional.

La variedad VS-201 superó a las dos variedades restantes en cuanto a

peso de mil semillas en las categorías evaluadas.

En calidad fisiológica la VS-221 fue la más estable en cuanto a capacidad de germinación al primer conteo, sin embargo al evaluar capacidad de germinación la VS-201 resultó ser la mejor.

Los resultados de la prueba fría demostraron que VS-221 fue superior a VS-201 y Cafime en cuanto al número de plántulas vigorosas.

Para peso seco de plántula la VS-201 resultó ser la mejor que las dos variedades restantes, al reportar mayor número de plántulas vigorosas.

De las densidades evaluadas, la de 50 mil plantas/ha expresó los mejores rendimientos en los tres genotipos.

La combinación de factores VS-221 y la densidad de 50 mil plantas/ha con 5.089 ton/ha fue el mejor tratamiento para producción y calidad de semilla.

Altura de planta, altura de mazorca, peso de mil semillas en semilla bola grande, bola mediana y plano medio mostraron correlación altamente significativa con el rendimiento de semilla.

## **RESUMEN**

El propósito de manejar los genotipos de maíz a diferentes densidades de población tiene la finalidad de evaluar el comportamiento de los mismos en cuanto a producción y calidad de semilla, lo que nos permitirá a la vez, seleccionar la mejor combinación de ambos factores para alcanzar el objetivo propuesto.

Este trabajo fue realizado en el ciclo agrícola primavera-verano 1996 en el Campo Experimental de Saltillo (CESAL), localizado en el ejido Emiliano Zapata municipio de Arteaga Coahuila. Se evaluaron las variedades VS-201, VS-221 y la variedad Cafime bajo densidades de 30, 40 y 50 mil plantas/ha, con el objeto de determinar la densidad óptima para la producción y calidad de semilla de maíz.

La combinación de estos factores constituyeron los tratamientos que se establecieron en un diseño bloques al azar bajo un arreglo factorial con cuatro repeticiones, la parcela útil fue de dos surcos con un área de 7.20 m<sup>2</sup>. Las variables agronómicas que se evaluaron fueron: altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), diámetro de tallo (DT), longitud de mazorca (LM), diámetro

de mazorca (DM), número de hileras (NH), diámetro de olote (DOL), mazorcas con mala cobertura (MMC) y rendimiento de semilla (RDS).

Al evaluar calidad física se consideraron las variables cantidad de semilla plana y bola (SP y SB) y la clasificación en tamaños grandes, medianos y chicos, así como el peso de mil semillas (PMS), en los tamaños grandes y medianos de ambas formas de semilla. Para calidad fisiológica se evaluó germinación y vigor mediante germinación al primer conteo y capacidad de germinación plántulas vigorosas, capacidad de germinación y las pruebas de envejecimiento acelerado (EA), prueba fría (PF) y peso seco de plántula (PSP), respectivamente.

Dentro de los resultados más sobresalientes, se encontró que la altura de planta y mazorca, en las dos variedades sintéticas fueron estadísticamente iguales y superiores a Cafime, sin embargo esta última se considera como la mejor al registrar promedios más bajos en cuanto a estas variables, referente a características de la mazorca VS-221 expresó los mejores resultados en número de hileras (14.2) y longitud (15.8 cm) bajo densidades de 50 mil plantas/ha, le siguen en este orden de importancia VS-201 y Cafime, sin embargo en diámetro de mazorca la mejor fue VS-201 al registrar un promedio de 4.8 cm esto debido a que la mayor parte de su semilla fue de tamaño grande. Respecto a rendimiento se encontró diferencia estadística entre las variedades, resultando la VS-221 con 50 ml plantas/ha la mejor con 5.089

ton/semilla. El factor densidad manifestó efecto únicamente en las variables diámetro de tallo y longitud de mazorca.

En cuanto a calidad física el factor densidad tuvo efecto sobre las dos formas de semilla, y tamaños bola grande, bola chico y peso de mil semillas plana, grande y mediano. La variedad Cafime y VS-221 sobresalieron al registrar el mayor porcentaje de semilla plana en las mazorcas comparadas con VS-201, respecto a la distribución de los tamaños en ambas formas de semilla Cafime y VS-201 presentaron mayor cantidad de grandes, mientras que en VS-221 los tres tamaños se distribuyen en forma proporcional. En peso de mil semillas la semilla bola en sus tamaños (grande y mediano), fue la que registró mayor peso que la forma plana.

Para calidad fisiológica, el factor densidad tuvo efecto únicamente en la germinación al primer conteo resultando como la mejor con 51.0 por ciento la de 30 mil plantas/ha. La variedad más estable en cuanto a esta variable fue VS-221 con promedio de 50.9 por ciento siendo la más baja VS-201 registrando 32.7 por ciento, sin embargo para capacidad de germinación, esta última expresó mejores porcentajes que las otras dos. Se encontró que no hubo efecto significativo en la prueba de envejecimiento acelerado para detectar vigor, sin embargo al realizar la prueba fría el tratamiento 221-50, fue el mejor con 99.0 por ciento de plántulas vigorosas. Para peso seco de plántula la VS-201 resultó estadísticamente superior a Cafime y VS-221 donde el tratamiento 201-40, fue

el mejor al registrar un peso de 47.3 mg/planta. De lo anterior se desprende que el mejor material genético y densidad de plantas para la producción y calidad de semilla fue la variedad sintética VS-221 bajo una densidad de 50 mil plantas.

Las variables altura de planta, altura de mazorca, peso de mil semillas en las categorías bola grande, bola media y plano medio mostraron una correlación positiva y altamente significativa sobre el rendimiento de semilla, mientras que la prueba fría el resultado de la asociación resultó ser significativa. Estos resultados nos indican que no necesariamente los tratamientos de mayor rendimiento poseen la mejor calidad de semilla.

## LITERATURA CITADA

Allard, R.W. and Hasche P.E. 1974. Some parameters of population variability and their implications in plant breeding. IV variability within agricultural varieties. Asgrow: 313-319. USA.

Association of Official Seed Analysts. (AOSA). 1983. Seed vigor testing. Handbook Contribution No.32 Springfield, 11. USA.

Besnier, R.F. 1990. Semilla, Biología y Tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. Impreso en España. Pag.286-289.

Bohling, R.W. 1976. The influence of potassium fertilization and plant population upon performance of several corn hybrids. In: dissertation abstracts International 36-37. USA.

Bolaños, J. J.G. 1993. Caracterización Agronómica y Fenológica en base a unidades calor de progenitores de híbridos de maíz para producción de semillas en el Bajío Mexicano. Tesis Profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

Braver, P.J. and P. R. Carter. 1986. Effect of seeding. Date, plant, density, mixtures availability and soil nitrogen fertility on maize kernel breakage susceptibility. Crop Sci. Vol 26: 1220-1226. USA.

Brown, R.H., E. R. Beaty, W. J. Ethredge and D. D. Hayes. 1980. Influence of row width and population on yield of two varieties of corn (Zea mays L.) Agron. Jour. 67:767 770. USA.

**BANCO DE TESIS**

Bustamante, G.L.A. 1983. Semillas control y evaluación de su calidad. Memorias del curso de Actualización sobre Tecnología de Semillas 1982. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. p. 96-106.

Camargo, C., P. Bragantini, and C. Monares . 1989. Seed production Systems for small farmer: A num continental prospective. USA.

Collins, W.K. 1965. Performance of two-ear type of corn belta maize. Crop. Sci. 5: 113-116. USA.

Córdova, H. S., Quemé, J. L. y H. Rosado. 1992. Producción artesanal de semilla de maíz para el pequeño agricultor en Guatemala. 2da. Edición Edit. Programa Nacional de Maíz para Centro América y el Caribe (PRM) y CIMMYT. Guatemala C. A. 25 p.

Copeland, L.O. and M.B. Mc Donald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. 2 de. MacMillan Publishing Company. United States of America. 321 p.

Delouche, J.C. 1980. Environmental effects on seed development and seed quality. Hort. Sci, 15 (6) 775-780. U. S. A.

\_\_\_\_\_. 1981. Enviromental effects on seed quality. Procedings short course for seedsmen. Seed Technology Laboratory. Mississippi Sate. Mississippi. USA.

Delorit, A.R ., Ahlgren H.L. 1983. Producción agrícola Edit. Continental México D. F. P. 51-68.

Douglas, J.E. 1982. Programas de Semillas. Guía de planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Serie CIAT. (82). Cali Colombia. P. 123-163.

El-Lankany, A.M. and W.A. Russell. 1971. Relations of maize characters with yield in test crossis of inbreds at different plant densities. Crop. Sci. 11: 698-701. USA.

Ferguson, J.E. y E.A. Burbano. 1979. Regiones Geográficas en la producción de semillas forrajeras tropicales. X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas. Acapulco Gro. México. P. 4-20.

Fischberck, G. and W. Aufhammer. 1971. The significance of riping group, time of sowing and crop density in grain maize cultivation. *Field Crop. Abst.* 24: 39-41. USA.

Gándara, R.G. 1989. Respuesta del maíz híbrido AN-430R a diferentes condiciones de humedad. Tesis. Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Gámez, V.A., J.M. Avila P., H. Angeles A. C. Díaz H. H. Ramírez V. y A. Alejo J. 1996. Híbridos y variedades de maíz liberados por el INIFAP hasta 1996. SARH. INIFAP. Toluca. Edo. de México. 101 p.

Garay, A.E., Preston S.P. Rosales J., y Landivar J. 1992. Desarrollo de sistemas de semilla, el novedoso enfoque en Bolivia. Edit. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT) Bolivia. p. 5-10.

~~Gordon, R.I. Camargo, J., y A González.~~ 1993. Respuesta de dos cultivares de maíz a la densidad. Síntesis de resultados experimentales de PRM. 1993-1995. CIMMYT-PRM. México D. F. P. 101-105.

Harman, G.E., and T.E. Stasz. 1986. Influence of seed rots. In: S.H. West . *Physiological-Pathological Interaction affecting seed deterioration.* CSSAS. Special. Pub. 12. Madison, Wisconsin. USA. P. 11-37.

International Seed Testing Association. (ISTA) 1996. International Rules for Seed Testing. Rules 1985. *Seed Sci. and Tech.*, 13 (2): 299-355. The Netherlands.

Isely D. 1957. Vigor Tests. *Proc. Assoc. Off Seed Analysts.* 47: 177-182. Iowa. USA.

- Krieg, D.R. and S.N. Bartee. 1975. Cotton seed density. Associated germination and seedling emergence properties. *Agron. Jour.* 67 (3). 343-347. USA.
- Larios, L., J.L. Quemé, J. L. Zea y C. Pérez. 1993. Respuesta a densidad y nitrógeno en cultivares élite de Guatemala. Síntesis de resultados experimentales del PRM. CIMMYT-PRM Guatemala. P. 95-100.
- Martín, J.H. Leonard, W. H., and Stamp. A. L. 1976. Principles of field crop production. 3a.Edic. McMillan Publishing. New. York. p. 29-65 U.S. A.
- Martínez, M.V. 1989. Efecto de las características físicas sobre la calidad de las semillas de maíz. Tesis Profesional. Ing. Agrónomo. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Mendoza, H. J.M. 1983. Agrometeorología. Diagnóstico para la zona de influencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México. p. 44, 72, 401, 410, 491 y 479.
- Miranda, F. 1984. Deterioro de precosecha de semilla En: VIII curso de postgrado en tecnología de semillas, Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT) abril-mayo Cali, Colombia.
- Molina, M.J., Estrada J. A. Livera M., y González V. A. 1990 Análisis de la enseñanza, producción e investigación de semillas de México Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. p. 53-64.
- Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª. Edición. Instituto de Biología. UNAM. México, D. F. 393 p.
- Muchena, C.S. and C.D. Grogan. 1977. Effects of seed size on germination of corn ( *Zea mays* L.) under simulated water stress conditions *Can. J. Plant. Sci.* 57: 921-924. USA.
- Ortiz, C.J. Anthony, F.R., y Beratto M.E. 1974. Influencia de la longitud del ciclo sobre algunos parámetros fisiológicos y su relación en el rendimiento de trigo. *Agrociencia.* 16: 125-134. México.

- Paulsen, M.R., L.D. Hill., D.G. White and G.F. Sprague. 1983. Breakage susceptibility of corn belt genotypes. Trans. ASAE. Vol. 26: 1830-1836. USA.
- Pérez, F.J. 1995. Pruebas en sanidad de semillas de soya. VIII Curso de Actualización en Tecnología de Semillas. UAAAN-CCDTS. Buenavista, Saltillo; Coahuila. 41 p. México.
- Perry, D.A. 1984. Manual de métodos de ensayo de vigor. Trad. Al Español: L. Martínez Vassallo y F González T. Instituto Nacional de semillas plantas y vivero. Madrid, España. 70 p.
- Petrovich, I.P. and I.V. Prokofeva. 1996. Influence of climatic factors on the formation of the reproductive organs of lucerne. Seed Abstracts 19(3): 123. England.
- Popinigis, F. 1985. Fisiología da Semente. AGIPLAN. 2ª. ed. BRASILIA-DF. P.195-202.
- Quemé, J.L. Rosado P. y Córdova H. 1990. Manual de producción de semilla de maíz para el pequeño agricultor. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Guatemala, C.A. 32 p.
- Romo, J.R. y R. Arteaga. 1989. Meteorología agrícola. Depto. De Irrigación. Universidad Autónoma de Chapingo. México. p. 109-153.
- Robins, J.S. and C.E. Domingo. 1953. Some effects of sevim soil moisture deficits at especific growth stages in corn. Agronomy Journal. 45 (12) 618-621. USA.
- Ruiz C.E., y C.H. Rivera. 1988. Respuesta de tres genotipos de maíz (*Zea mays* L.) al desespigamiento y densidad de población. Rev. Agropecuaria. México. 1(1): 37-56.
- Russell, W.A. and R.E. Danielson. 1956. Time and Depth patterns of water use by corn. USA. Agron. J. 48: 163-165.

- Rutger, J.N. 1971. Effect of plant density on yield of inbred lines and single crosses of maize. (*Zea Mays* L.) *Crop. Science*. Vol. 11: 475-477. USA.
- Sánchez, H. 1989. Enfermedades del maíz en: *Enfermedades del maíz, frijol, trigo, y papa*. C. P. Montecillo, México. pp.7-8.
- Shieh, W.J. and M.B. McDonald. 1982. The influence of size, shape and treatment on imbred seed corn quality. *Seed Sci. And Tecnology*. 10: 307-313. The Netherlands.
- Thomson, J.R. 1979. *An introduction to seed technology*. Thomson litho Ltd. Great Britain. p. 1-15.
- Torres, L.A. 1992. Estudio del efecto de tres densidades de población en diferentes descriptores varietales de maíz (*Zea mays* L. ) Tesis de Maestría Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila; México. p. 45-60.
- Villa, L.G. 1982. Recomendaciones para el secamiento y almacenamiento de la semilla producida por el agricultor. Memoria de la reunión de trabajo sobre semilla mejorada para el pequeño agricultor. CIAT. Cali Colombia p. 25-28.
- Waugh, R.K. 1982. La semilla en la transferencia de tecnología a pequeños agricultores. Memoria de la reunión de trabajo sobre semilla mejorada para el agricultor. CIAT, Colombia. p. 68-74.
- Wilson, J.H. and J.C. Allinson. 1988. Effect of plant population on ear differentiation and growth in maize. *Annals of Aplied Biology*. 90(1) 127-132. England.
- Wood, D.W., P.C. Longden and R.K. Scott. 1977. Seed size variation, its extent, source and significance in field crops.. *Seed Sci. And Technology* 5: 332-352. The Netherlands.

# APÉNDICE

**Cuadro A.1 Medias de los factores genotipo y densidad para las variables agronómicas evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.**

Fuente Genotipo	AP	AM	DT	LM	NH	DM	DOL	MMC	RDS
CAFIME	173.8	98.9	1.9	14.2	12.6	4.5	2.9	13.6	3.840
VS-201	185.4	115.9	2.0	14.2	12.5	4.8	2.9	6.0	4.869
VS-221	190.5	115.9	2.1	15.9	14.1	4.6	2.6	3.5	4.894
<b>Fuente Densidad</b>									
30,000	182.8	110.3	2.1	15.2	13.1	4.6	2.7	9.1	4.362
40,000	184.7	111.4	2.0	14.4	13.2	4.7	2.8	7.2	4.554
50,000	182.1	109.0	1.9	14.8	13.0	4.6	2.8	6.7	4.687
AP = Altura de planta AM = Altura de mazorca DT = Diámetro de tallo LM = Longitud de mazorca NH = Número de hileras DM = Diámetro de mazorca DOL= Diámetro de olote MMC= Mazorcas con mala cobertura RDS = Rendimiento de semilla									

**Cuadro A.2 Medias de los factores genotipo y densidad para las variables de calidad física evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.**

Fuente Genotipo	SP	SB	PG	PM	PCH	BG	BM	BCH	PMS BG	PMS BM	PMS PG	PMS PM
CAFIME	67.4	32.6	67.7	22.4	10.0	54.6	27.8	17.6	356.8	282.5	310.1	231.2
VS-201	50.0	50.0	91.3	7.2	1.6	77.4	17.7	4.9	415.6	330.2	383.5	282.0
VS-221	66.3	33.7	38.7	36.4	25.1	36.5	33.8	29.7	394.1	325.1	347.3	292.2
<b>Fuente Densidad</b>												
30,000	58.9	41.1	66.3	20.3	13.7	62.4	22.8	15.1	393.9	315.2	354.1	272.9
40,000	62.0	40.0	65.2	23.1	11.9	51.4	29.1	19.5	385.3	311.2	345.0	271.4
50,000	62.7	37.3	66.3	22.6	11.0	54.9	27.3	17.7	387.3	311.4	341.8	261.2

SP = Semilla plana

PG = Plano grande

PM = Plano mediano

PCH= Plano chico

PMS = Peso de mil semillas en las dos formas y dos tamaños (gr)

SB = Semilla bola

BG = Bola grande

BM = Bola mediano

BCH= Bola chico

**Cuadro A.3 Media de los factores genotipo y densidad para las variables de calidad fisiológica evaluadas en la producción de semilla de maíz. CESAL- UAAAN. 1997.**

<b>Fuente Genotipo</b>	<b>GPC</b>	<b>CGPV</b>	<b>CG</b>	<b>PVEA</b>	<b>CGEA</b>	<b>PVPF</b>	<b>PSP</b>
CAFIME	47.7	83.6	94.6	68.0	94.7	89.3	39.3
VS-201	32.7	84.0	97.8	65.3	95.7	97.7	44.4
VS-221	50.9	84.7	95.7	66.3	96.3	97.7	37.9
<b>Fuente Densidad</b>							
30,000	51.0	85.6	97.2	65.7	94.3	95.7	42.4
40,000	39.2	83.8	95.7	69.6	96.7	93.3	39.9
50,000	41.1	82.9	95.2	64.4	95.7	92.7	39.3

GPC = Germinación primer conteo

CGPV= Capacidad de germinación Plántulas vigorosas

CG = Capacidad de germinación

PVEA= Plántulas vigorosas después de env. acelerado

PVEA= Capacidad germinación después de env. acelerado

PVPF = Plántulas vigorosas después de la prueba frío

PSP = Peso seco de plántula

Cuadro A.4 Distribución de la temperatura y precipitación durante el ciclo del cultivo de maíz para producción de semilla. Campo Experimental Saltillo. (CESAL). 1996.

MES	TEMPERATURA °C			PRECIPITACION (mm)
	Máxima	Mínima	Media	
Enero	----	----	----	----
Febrero	23.9	-0.1	11.7	5.2
Marzo	24.6	-1.1	12.1	2.0
Abril	25.3	2.5	13.5	0.0
Mayo	30.7	7.9	19.0	38.0
Junio	28.4	10.0	19.2	28.4
Julio	28.5	10.4	19.4	55.2
Agosto	26.6	10.7	18.5	62.7
Septiembre	26.2	10.2	18.1	60.9
Octubre	25.1	3.6	14.3	2.0
Noviembre	22.0	1.1	11.1	8.4
Diciembre	21.0	-2.3	9.6	0.0
				Total: 262.8 mm

Fuente: Departamento de Agrometeorología. UAAAN. 1996.

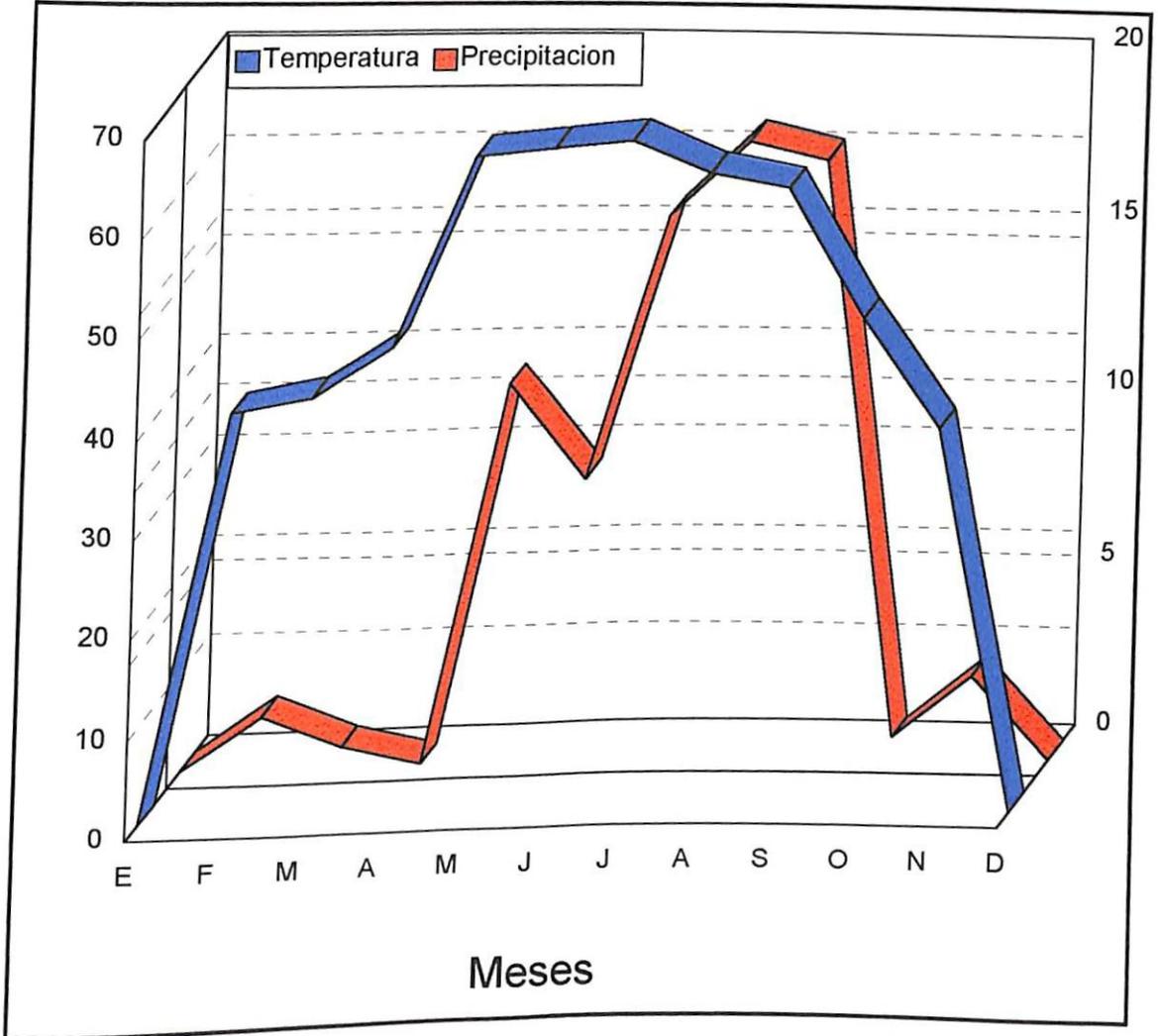


Figura A.1 Precipitación y temperatura media registrada durante el ciclo de cultivo. CESAL. 1996.

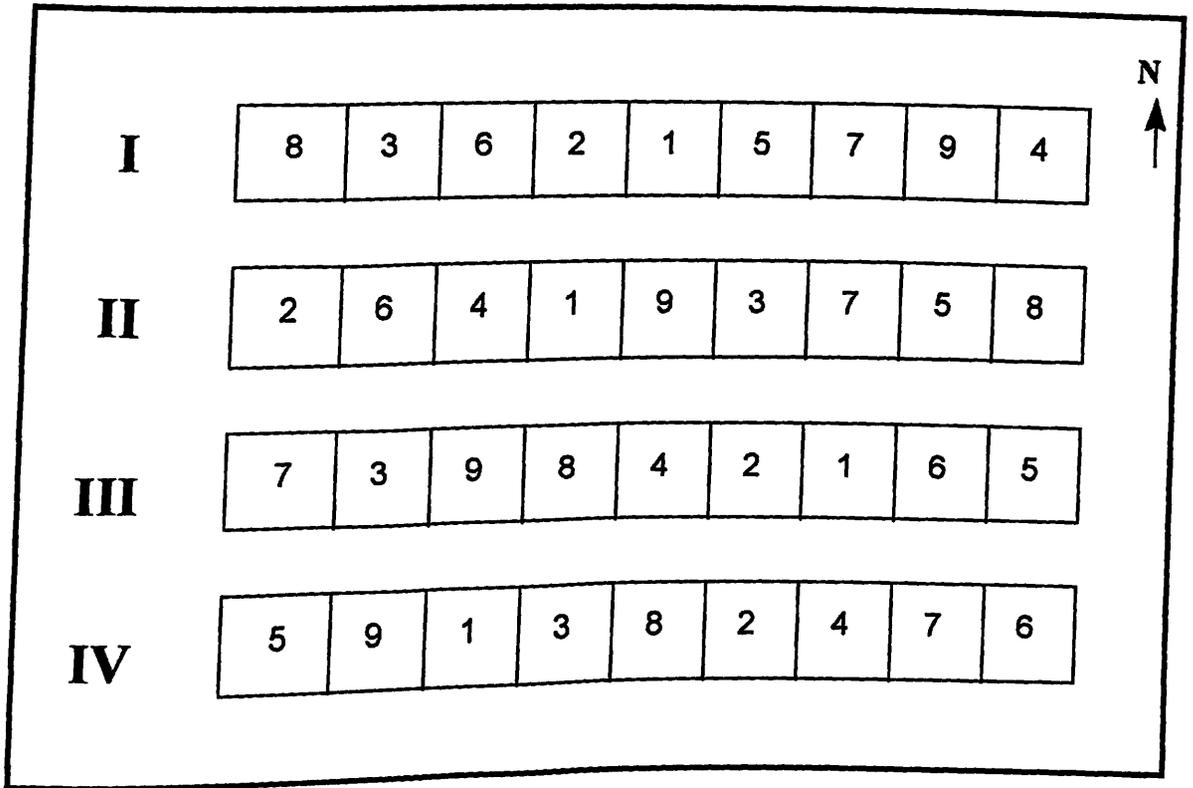


Figura A.2 Croquis de campo. Distribución de los tratamientos en el diseño experimental bloques al azar con cuatro repeticiones. Campo Experimental Saltillo. (CESAL). 1996.