



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma

TEMA:

“Influencia de la Sincronización en la Floración y la Densidad de siembra sobre la Producción y Calidad Fisiológica de la semilla de maíz híbrido INIAP H-601 en la zona de Quevedo”

AUTORA

Gabriela Isabel Vera Miño

DIRECTOR DE TESIS

Ing. MSc. Simón Ampuño Muñoz

QUEVEDO - LOS RIOS – ECUADOR

2011



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA

TESIS DE GRADO PRESENTADA AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE:

INGENIERA AGRÓNOMA

TITULO DE TESIS:

Influencia de la Sincronización en la Floración y la Densidad de siembra sobre la Producción y Calidad Fisiológica de la semilla de maíz híbrido INIAP H-601 en la zona de Quevedo.

APROBADA:

**Ing. MSc. Alfonso Vasco Medina
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. MSc. Carlos Alvarado
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Ing. MSc. Ludvick Amores
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

CERTIFICADO

El suscrito **Ing. MSc. SIMON AMPUÑO MUÑOZ** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Certifica que la Egresada Gabriela Isabel Vera Miño bajo mi dirección realizó la tesis de grado titulada **“INFLUENCIA DE LA SINCRONIZACIÓN EN LA FLORACIÓN Y LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE MAIZ HÍBRIDO INIAP H-601 EN LA ZONA DE QUEVEDO”** habiendo cumplido con todas las disposiciones legales pertinentes.

Ing. MSc. Simón Ampuño
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Al concluir mis estudios superiores dedico este trabajo de investigación a mis padres Ramón Vera Navarrete e Isabel Miño Hidalgo, por haberme permitido realizar mis metas propuestas, por el apoyo, esfuerzo incondicional, cariño y comprensión en el proceso de educación y formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento por haber alcanzado mis objetivos, a mi familia por su esfuerzo y sacrificio.

Además quiero manifestar un reconocimiento especial a las siguientes personas.

- ✚ Ing. MSc. Simón Ampuño Muñoz, Director de mi Tesis**
- ✚ Eco. Flavio Ramos, Diseño Experimental**
- ✚ Ing. MSc. Alfonso Vasco, Presidente del Tribunal de Tesis**
- ✚ Ing. MSc. Ludvick Amores, Miembro del Tribunal de Tesis**
- ✚ Ing. MSc. Carlos Alvarado, Miembro del Tribunal de Tesis y Redacción Técnica.**

Y a quienes de alguna u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo investigativo.

La responsabilidad de la investigación, resultados y conclusiones de la presente tesis pertenece exclusivamente al autor

Gabriela Isabel Vera Miño

ÍNDICE

	PAG.
I. INTRODUCCIÓN	1
A. Definición del Problema	2
B. Justificación	3
C. Objetivos	4
1. General	4
2. Específicos	4
D. Hipótesis	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
A. Generalidades	5
B. Floración	6
C. Densidad	8
III. MATERIALES Y METODOS	13
A. Localización y Descripción del Campo Experimental	13
B. Material Genético	13
C. Factores en Estudio	13
1. Fechas de siembra	14
2. Densidades	14
D. Tratamientos	14
E. Diseño Experimental	15
F. Manejo del Experimento	15
1. Siembra	16
2. Raleo	16
3. Control de malezas	16
4. Fertilización	16
5. Control de insectos plagas	17
6. Despanojado	17
7. Cosecha	17
G. Datos a Registrarse y Formas de Evaluación	17

1. Antes de la cosecha	18
a. Días a floración	18
b. Altura de planta	18
c. Altura de inserción de la mazorca	18
2. Después de la cosecha	18
a. Longitud de la mazorca	18
b. Diámetro de la mazorca	19
c. Número de granos por mazorca	19
d. Peso de 1000 semillas	19
e. Rendimiento de grano (kg ha ⁻¹)	19
f. Primer conteo de germinación	19
g. Germinación	20
h. Prueba de frío	20
i. Prueba de tetrazolio	20
j. Índice de velocidad a emergencia	22
k. Emergencia de plántulas a campo	23
IV. RESULTADOS	24
A. Días a Floración	24
B. Altura de Planta	24
C. Altura de Inserción de Mazorca	25
D. Longitud de Mazorcas	27
E. Diámetro de Mazorcas	27
F. Numero de Granos por Mazorca	29
G. Peso de 1000 Semillas	30
H. Rendimiento de Grano (Kg ha ⁻¹)	30
I. Primer Conteo de Germinación	32
J. Germinación	33
K. Prueba de Tetrazolio (Viabilidad)	33
L. Prueba de Frío	35
M. Emergencia a Campo	37

N. Índice de Velocidad a Emergencia	37
O. Factores Meteorológicos	39
V. DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
A. Conclusiones	44
B. Recomendaciones	45
VII. RESUMEN	46
VIII. BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Días a floración femenina, altura de planta, altura de inserción de mazorca, en la influencia de la sincronización en la floración y la densidad de siembra sobre la producción y calidad fisiológica de la semilla de maíz híbrido INIAP H-601 en la zona de Quevedo. 26
Cuadro 2	Diámetro de mazorcas, longitud de mazorcas en la influencia de la sincronización en la floración y la densidad de siembra sobre la producción y calidad fisiológica de la semilla de maíz híbrido INIAP H-601 en la zona de Quevedo. 28
Cuadro 3	Números de granos por mazorcas, peso de mil semillas, rendimiento de grano kg ha-1, en la influencia de la sincronización en la floración y la densidad de siembra sobre la producción y calidad fisiológica de la semilla de maíz híbrido INIAP H-601 en la zona de Quevedo. 31
Cuadro 4	Primer conteo de germinación, germinación, en la influencia de la sincronización en la	

floración y la densidad de siembra sobre la producción y calidad fisiológica de la semilla de maíz híbrido INIAP H-601 en la zona de Quevedo

..... 34

Cuadro 5 Prueba de tetrazolio viabilidad, prueba de frío, en la influencia de la sincronización en la floración y la densidad de siembra sobre la producción y calidad fisiológica de la semilla de maíz híbrido INIAP H-601 en la zona de Quevedo

..... 36

Cuadro 6 Emergencia a campo, índice de velocidad de emergencia, en la influencia de la sincronización en la floración y la densidad de siembra sobre la producción y calidad fisiológica de la semilla de maíz híbrido INIAP H-601 en la zona de Quevedo

..... 38

Cuadro 7 Valores de los factores meteorológicos evaluados para las 5 tratamientos, desde la fecha de siembra hasta la floración femenina. Quevedo 2009

..... 40

I. INTRODUCCION

El cultivo de maíz tiene una gran importancia socioeconómica en el Ecuador, por su contribución a la alimentación humana y al sector agroindustrial. El 83% de la producción nacional se utiliza en la elaboración de alimentos balanceados para consumo animal.

En condiciones normales, la superficie anual dedicada al cultivo de maíz duro en el país es de 350 mil has, de las cuales 230 mil has. se siembran en el periodo de lluvia y 120 mil has. en periodo seco. Las provincias maiceras son la siguientes: el 35% del área maicera se siembra en Manabí, un 27% en Los Ríos y un 23% en Guayas; los rendimientos más altos se obtienen en Los Ríos 3.7 tm/ha, seguidos por Guayas 3 tm/ha y Manabí con 2 tm/ha.

El cultivo tiene como principal limitante la baja productividad que es resultado de una serie de factores como son: la escasa utilización de insumos como fertilizantes, pesticidas, la falta de crédito, la limitada utilización de semilla certificada y la baja calidad de la semilla disponible, todo lo cual contribuye a un modelo productivo inadecuado.

La utilización de semillas de calidad por parte de los agricultores maiceros, es un factor de mucha importancia para el éxito en el establecimiento del cultivo y que se refleja en la producción final.

Las modernas técnicas de producción agrícola que aplican fundamentalmente la utilización de semillas certificadas (híbridos) y un adecuado manejo tecnológico, han permitido aumentar sustancialmente los rendimientos del cultivo de maíz.

A. Definición del Problema

En la producción de semillas de maíz híbrida, existen algunos factores que merecen especial atención. Uno de ellos es la sincronización en la floración de los progenitores, ya que de ella depende una buena producción de semilla. La desincronización hace que se dificulte el mantenimiento de la calidad genética debido a la contaminación con polen extraño.

El maíz es una planta que posee estructuras florales monoicas, es decir lleva en cada pie de planta, flores masculinas y femeninas. Las flores masculinas se agrupan en la cúspide de la planta formando una panícula donde se forma la espiga o panoja y las flores femeninas nacen en las axilas de las hojas y se ubican en el tercio de la planta. La polinización se lleva a cabo al transferirse el polen fértil, siendo el viento el principal agente polinizador.

Los días a floración pueden variar, entre otras causas debido a la época y al lugar de producción. Esta variación en maíces comerciales no es significativa, pero puede ser muy crítica en líneas parentales de híbridos simples, por lo que el momento de máxima producción de polen debe coincidir con el momento de aparición de los estigmas.

Entre las prácticas agronómicas utilizadas para promover la sincronización se puede señalar a la densidad poblacional, fertilización, riego, aplicación de fitohormonas. No obstante, la técnica más utilizada para reducir la asincronía en la floración es la siembra diferencial entre los progenitores. Sin embargo, este tipo de siembra implica incremento en los costos de producción, ya que se duplican labores y se dificulta el manejo agronómico.

B. Justificación

Un desafío que enfrentan los mejoradores y productores de semillas de maíz híbrido, es la utilización de parentales que difieren en la época de floración. Lo ideal sería seleccionar parentales que presentan sincronización en la floración; sin embargo, muchas de las mejores combinaciones híbridas incluyen parentales con diferentes ciclos. Cuando esto sucede, es común efectuar la siembra de cada uno de los parentales en diferentes fechas.

La falta de sincronización en la floración entre los parentales del híbrido de maíz INIAP H-601, además de reducir la producción de semillas, puede comprometer la pureza genética de las mismas por lo que amerita realizar investigaciones que permitan elaborar recomendaciones pertinentes para una buena sincronización en la floración entre las dos líneas que conforman el híbrido. Esto es de vital importancia para la producción de semillas de híbridos de maíz, porque señala la necesidad de realizar ajustes en lo que tiene relación con el diferencial de siembra para obtener en la floración de las líneas parentales, la sincronización más adecuada. De esta manera se optimizará la producción de semillas y se alcanzará un producto de alto valor genético para el productor comercial de grano y de alta rentabilidad para el productor de semilla.

C. Objetivos

1. General

- Determinar los factores que influyen para una adecuada producción y calidad fisiológica de semillas de maíz del híbrido INIAP H-601.

2. Específicos

- Determinar la mejor época de siembra de los parentales que optimice la sincronización y el rendimiento de semillas del híbrido INIAP H-601.
- Establecer la mejor densidad de siembra de los parentales del híbrido INIAP H-601 que permita obtener los mayores niveles de producción de semilla de calidad.
- Evaluar la calidad fisiológica de las semillas producidas.

D. Hipótesis

- La sincronización en la floración y la alta densidad de siembra de los parentales del híbrido INIAP H-601, incrementa la producción e influye en la calidad fisiológica de las semillas producidas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. Generalidades

Uno de los aspectos más importantes para obtener semillas de calidad es la selección de la semilla que se va a utilizar, la cual cuando es realizada adecuadamente representa una base sólida para el éxito del cultivo. Ciertos agricultores eligen la compra de semilla en función del precio, lo cual muchas veces podría conducirlos al fracaso, si el material es de baja calidad. El uso de semillas de calidad es uno de los pre-requisitos fundamentales para obtener mayor productividad en un cultivo. La calidad fisiológica de las semillas es influenciada por las características genéticas heredadas de sus progenitores, además de su capacidad de germinación y vigor, siendo estos dos últimos factores afectados por las condiciones ambientales, métodos de cosecha, secado, beneficio, tratamiento, almacenamiento y envasado de las semillas (Andrade *et al.* 2001).

La siembra de lotes de producción para la obtención de semillas de variedades de libre polinización e híbridos de maíz, requiere de una buena planificación, en los que hay que considerar una serie de factores tales como: la selección del cultivar, del terreno dedicado al cultivo, necesidad de mano de obra, insumos y posibilidades de comercialización. Una de las primeras decisiones que se deben tomar a la hora de cultivar maíz o cualquier otra especie es elegir la semilla de mejor calidad, lo que implica que no es conveniente utilizar semilla del propio productor en siembras sucesivas, ya que con ella el rendimiento y uniformidad se reducen significativamente (Veríssimo, 2002).

CUNHA Y BERGAMISHI (1992), señalan que el maíz es un cultivo de rendimientos variables, en función de déficits hídricos causados por variaciones climáticas, cuyo efecto depende de la intensidad, época y

duración en relación al ciclo de crecimiento y desarrollo de la planta. Tanto el crecimiento como el desarrollo y traslocación de los fotoasimilados están ligados a la disponibilidad hídrica en el suelo. La falta de agua influye limitando la disponibilidad de CO₂ y los procesos de elongación celular porque disminuye la actividad fotosintética y la turgencia de las hojas afectando la expansión del área foliar, reduciendo la actividad enzimática y la biosíntesis de las proteínas.

B. Floración

En el proceso de producción de semilla de híbridos de maíz es fundamental que coincidan los progenitores en la floración, es decir, que la exposición de los estigmas del progenitor femenino coincida con la emisión del polen del progenitor masculino. Cuando no hay sincronía, es indispensable establecer fechas de siembra diferenciales o escalonadas debido a que cada progenitor posee diferente número de días a floración, lo cual implica limitaciones prácticas en el manejo del riego, labores culturales, control de malezas y fertilización, entre otras. Al ocurrir asincronía, se eleva la posibilidad de contaminación con polen extraño, además, el rendimiento de semilla puede disminuir debido a fallas de polinización-fecundación (mal llenado de la mazorca) y al incremento de la proporción de semillas redondas, lo que eleva los costos de producción y, en consecuencia, reduce los beneficios del productor (Torres *et al*, 2004).

Un desafío que enfrentan los mejoradores y productores de semillas híbridas de maíz es el uso de progenitores que difieren en la época de floración. Lo ideal sería seleccionar progenitores con sincronización en la floración para la producción de híbridos; entre tanto, muchas de las mejores combinaciones híbridas incluyen parentales con diferentes ciclos. Cuando

se producen híbridos a partir de progenitores de diferentes ciclos, es común efectuar la siembra en épocas distintas para que ocurra sincronización en la floración (Beck, 2004). Lo cual no significa solamente dos fechas de siembra, sino que serían necesarias varias aplicaciones de fertilizantes y pesticidas, incrementando los costos de producción. (Timoteo et al, 2010)

La coincidencia en la floración de los progenitores es muy importante en maíces híbridos, ya que de ella depende una buena producción de semilla. La asincronía en la floración hace que se dificulte el mantenimiento de la calidad genética; lo mejor es la coincidencia total que minimice la contaminación con polen extraño (Asteinza *et al*, 1990).

En el mejoramiento genético, al realizar cruzamientos para formar híbridos se utilizarán materiales heterogéneos entre sí, para aprovechar el alto nivel de heterosis. Sin embargo, algunas líneas presentan un diferencial en la floración de varios días, lo cual complica la producción de semillas, por lo que hay que recurrir a prácticas agronómicas para reducir ese diferencial y conseguir que la producción máxima de polen en el progenitor masculino coincida con la aparición de estigmas en el progenitor femenino. (Tadeo, 1991 y Zocco, 2001).

Cuando es observada una buena capacidad combinatoria entre parentales que presentan ciclo diferente, se debe investigar para determinar el “split” que garantice mayor coincidencia en la floración. Sin embargo, otro factor que puede influir en la época de floración es la calidad de las semillas de los parentales que presentan ciclos diferentes al “split” definido en otras condiciones. (Timoteo, 2007)

La falta de humedad en etapas críticas amplía el periodo de floración de progenitores de híbridos de maíz, dificultando la producción de semilla por

asincronía (Espinosa y Carballo, 1986). Ante condiciones de sequía, la floración se retrasa, siendo más marcado este retraso en la floración femenina (Quezada y Muñoz, 1985).

Según Burrís, (1992); a pesar de existir diferentes métodos para mejorar el sincronismo del florecimiento entre los progenitores de semillas híbridas de maíz, la siembra en épocas distintas es la más utilizada.

C. Densidad

La densidad de plantas es una de las prácticas culturales que más interfieren en la productividad del cultivo de maíz, ya que pequeñas modificaciones en la densidad pueden alterar significativamente el rendimiento de granos (Silva *et al*, 2006). Esto ocurre porque a diferencia de otras Poaceas, el maíz no posee un mecanismo eficiente de compensación de espacios, pues su macollamiento es escaso y poco efectivo, su capacidad de expansión foliar es limitada, así como también su prolificidad (Andrade *et al*, 1999).

Sangoi, *et al*, (2003); Otegui y Andrade (2000) consideran que el aumento en la densidad de plantas es una forma de maximizar la interceptación de la radiación solar y el rendimiento de granos. Pudiendo también reducir la actividad fotosintética y la eficiencia de conversión de los fotoasimilados en la producción de granos, aumentando el intervalo entre la floración masculina y femenina y reduciendo el número de granos por mazorca y por área.

Según Casa y Reis (2003), el incremento en la densidad de plantas aumenta la susceptibilidad del maíz al acame y quiebra de tallos. Así como

también aumenta la incidencia de enfermedades foliares, debido a que con altas densidades de plantas hay menor circulación de aire en el interior del dossel, lo que favorece un período más prolongado de la deposición de rocío en las hojas, estimulando la germinación de esporas de hongos que ocasionan enfermedades foliares.

El componente del rendimiento más afectado por la densidad es el número granos que alcanzan la maduración. Este número se asocia con la capacidad de crecimiento de la planta durante la floración. Al respecto, Junior, *et al* (1999) comenta que el aumento del rendimiento de granos de maíz no solo depende de la densidad de plantas por hectárea, sino también de la máxima explotación del ambiente, que ocurre de forma más efectiva cuando existe uniformidad entre plantas, proporcionando baja competición intraespecífica. La uniformidad de la arquitectura de las plantas principalmente es lo que guarda relación con la altura, completa y regular de las plantas. Sin embargo, factores como contacto con herbicidas, profundidad de siembra, compactación, encroscamiento del suelo, tamaño de la semilla y déficit hídrico pueden causar la desuniformidad en la emergencia de plantas y afectar el rendimiento de granos.

Schuch (2001) manifiesta que la densidad óptima de plantas a ser utilizada para cualquier especie está determinada tanto por los factores de la propia especie, como por factores del ambiente en el cual se desarrollará el cultivo. Por lo que el tamaño individual de cada planta que forma la población refleja el área foliar por planta, lo que determina el número de plantas necesarias para alcanzar el índice de área foliar (IAF) crítico, por esta razón se utilizan en los cultivos comerciales de maíz, poblaciones de cinco plantas por metro lineal.

Pexioto (2002) sostiene que la interacción entre la reducción del espaciamiento y el aumento de la población han aumentado la productividad en los híbridos de maíz, en los cuales se han encontrado mayor estabilidad de la producción. La posibilidad de que una mazorca aumente el número de hileras y el número de granos, en poblaciones de mayor número de plantas es extremadamente baja. No obstante, los espaciamientos reducidos y alta densidad poblacional tienden a presentar productividad mayor y más estable.

Altas densidades de plantas de maíz, aumenta la competencia entre ellas por luz, agua, nutrientes, lo que afecta el rendimiento final, porque estimula la dominancia apical, induce a la esterilidad, decrece el número de mazorcas por planta y el número de granos por mazorcas. Por lo tanto, el rendimiento de granos aumenta con el incremento en la densidad de plantas hasta alcanzar un nivel óptimo, que es determinado por el genotipo y por las condiciones del ambiente y disminuye con posteriores aumentos de la densidad (Sangoi y Salvador, 1998).

El número de plantas por unidad de superficie es un factor fundamental para obtener altos rendimientos. Una población óptima de plantas por hectárea permitirá no solo mejor captación de energía solar, sino también mayor aprovechamiento de la humedad del suelo y los fertilizantes (González, 2002).

La densidad de plantas está estrechamente relacionada con el rendimiento del maíz. Maquinaria nueva y mejorada hizo posible la reducción de la anchura de los surcos, de 40 pulgadas (102 cm) a 20 (51 cm) y 30 pulgadas (76 cm). La anchura media del surco disminuyó de 39.6 pulgadas (100 cm) en 1964, a 37.3 pulgadas (95 cm) en 1969. El mejoramiento de los híbridos también es un factor importante en el incremento de los rendimientos. Los

híbridos más recientes están adaptados a mayores densidades de plantas y altas fertilizaciones (Jugenheimer, 1981).

El total de la superficie foliar sintética, también depende del número de plantas por hectárea. Una población excesiva dará lugar a un mayor sombramiento, esto hace que las plantas crezcan más al tratar de recibir luz. Este crecimiento artificial da lugar a plantas alargadas con tallos débiles fáciles de acamarse. Al contrario un bajo número de plantas por hectárea no desarrolla suficiente área foliar para aprovechar toda la luminosidad recibida, tampoco utilizará al máximo las reservas nutritivas del suelo. De allí que para cada híbrido existe una población óptima a usarse (Amores y Mite, citado por Arias, 2003).

Las mayores distancias favorecen a las plantas individualmente, pero no existe la misma tendencia para los rendimientos por hectárea. Además el uso eficiente y el aprovechamiento de factores como luz solar, el dióxido de carbono, humedad, nutrientes del suelo, etc., dependen en su mayor parte de la densidad y distribución de las plantas en el campo (Bodke, citado por González, 2002).

El número de planta por unidad de área debe sujetarse a la nutricionalidad del suelo y abastecimiento del agua. Amplias investigaciones han mostrado que es posible desarrollar híbridos adaptados a diferentes niveles de fertilización del suelo y a diferentes poblaciones de plantas. Sin embargo, éstos también deben ser superiores en su resistencia al acame y a la sequía, etc. (Jugenheimer, 1981).

III. MATERIALES Y METODOS

A. Localización y Descripción del Campo Experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló durante la época seca del 2009, en los terrenos de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), la cual se encuentra ubicada en el Km. 5 vía El Empalme, situada entre las coordenadas geográficas 79° 27´ Longitud Oeste y 01° 06´ de Latitud Sur, con una elevación de 120 metros sobre el nivel del mar.

El clima es tropical húmedo, caracterizado por una precipitación media anual de 2252.5 mm; temperatura media de 24.8° C, humedad relativa de 84%, heliofanía de 894.0 horas-sol de promedio anual.

El suelo es de textura franco arcillosa, topografía y drenaje irregular, pH de 6.5.

B. Material Genético

Para la presente investigación se utilizaron semillas de la línea S₄LP_{3a} (hembra) S₆LI₄ (macho), parentales del híbrido simple de maíz INIAP H-601.

C. Factores en Estudio

Se utilizaron cinco fechas de siembras del parental hembra en relación con el parental macho, con dos densidades poblacionales.

1. Fechas de siembra

El parental hembra se sembró a los: 0, 3, 6, 9 y 12 días después de la siembra del parental masculino.

2. Densidades

Se utilizaron las densidades poblacionales de 50.000 y 62.500 plantas ha⁻¹.

D. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por las combinaciones entre las fechas de siembra (5) y las densidades (2), dando un total de 10 tratamientos. (Figura 1)

Figura 1. Tratamientos resultantes de la combinación de las cinco fechas de siembra y las dos densidades poblacionales.

Fechas de Siembra	Densidades	
	D ₁ (50.000 ptas/ha)	D ₂ (62.500 ptas/ha)

F₁ (0)	F₁D₁	F₁D₂
F₂ (3)	F₂D₁	F₂D₂
F₃ (6)	F₃D₁	F₃D₂
F₄ (9)	F₄D₁	F₄D₂
F₅ (12)	F₅D₁	F₅D₂

E. Diseño Experimental

El experimento estuvo constituido por un arreglo factorial 2 x 5, dispuesto en un Diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones. Las parcelas estuvieron formadas por cuatro hileras de 5 m de longitud, separadas a 0,80 m, dando un área de 16 m². El área útil de cada parcela experimental fue de 8.0 m², para lo cual se eliminó una hilera a cada lado por efectos de borde. La separación entre bloques fue de 2 m.

Todas las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza y se aplicó la prueba de Tuckey al 95% de probabilidades para la separación de medias entre los tratamientos.

Esquema de análisis de varianza

FV		G.L
Bloques	(r - 1)	3

Fecha de siembra	(f - 1)	4
Densidad	(d - 1)	1
F x D	(f x d)	4
Error	(fd - 1) (r - 1)	27
Total	(fdr - 1)	39

F. Manejo del Experimento

Se efectuaron todas las labores y prácticas agronómicas necesarias para el normal desarrollo del cultivo.

1. Siembra

Se realizó en forma manual, utilizando un espeque y depositando en cada sitio 2 semillas, a la distancia previamente establecida para la obtención de cada una de las densidades.

2. Raleo

Se realizó a los 12 días después de la siembra, eliminando de raíz las plántulas más defectuosas y dejando las más vigorosas en cada sitio.

3. Control de malezas

Esta labor se realizó en pre emergencia, para lo cual se empleó Glifosato (2 lt/ha⁻¹) con el fin de eliminar la población de malezas que cubrían las

parcelas y Pendimetalin (3 lt/ha⁻¹) para el control de semillas de malezas. Posteriormente se realizó deshierbas manuales con la finalidad de mantener el ensayo libre de malezas.

4. Fertilización

La fertilización consistió en la aplicación de N, P y K, utilizando como fuente Urea (46% N), Superfosfato triple (46% P₂O₅) y Muriato de potasio (60% K₂O₅), respectivamente.

Se realizaron tres aplicaciones: La primera se realizó a los 7 dds, incorporando al suelo 50 kg de superfosfato triple y 150 kg de muriato de potasio por hectárea.

La segunda se efectuó a los 14 dds, incorporando directamente al suelo con un espeque 75 Kg de úrea (46% N) por hectárea.

La tercera fertilización se realizó a los 30 dds, utilizando 125 Kg de úrea por hectárea, en cobertura.

5. Control de insectos plagas

Para el tratamiento de semilla se utilizó Thiodicarb (Semevin) 20 cc kilogramo de semilla y clorpirifos 100 cc ha⁻¹ para el control de insectos trozadores y cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

6. Despanojado

La fase de despanojado se realizó eliminando la flor masculina en los surcos progenitores femeninos, para lo cual se evitó retirar hojas apicales

conjuntamente con la inflorescencia, para no perjudicar la producción de semillas, la germinación y el vigor.

7. Cosecha

Se realizó en forma manual, desprendiendo la mazorca de la planta, cuando las semillas alcanzaron la madurez fisiológica.

G. Datos a Registrarse y Formas de Evaluación

Con la finalidad de estimar los efectos de los tratamientos, se evaluaron en las parcelas útiles, las siguientes variables:

1. Antes de la cosecha

a. Días a floración femenina

Se contaron los días transcurridos desde el momento de la siembra, hasta cuando el 50% de las plantas emitieron su inflorescencia femenina (pistilos con más de 2 cm de largo).

b. Altura de planta.

Se registró la altura de planta antes de la cosecha, midiendo desde la superficie del suelo hasta la punta de la hoja bandera en 10 plantas tomadas al azar en cada parcela útil. Se utilizó una regla de madera graduada en centímetros.

c. Altura de inserción de la mazorca

Esta variable se evaluó en 10 plantas seleccionadas al azar en cada parcela útil, utilizando una regla de madera graduada en centímetros, midiendo desde el nivel del suelo hasta el nudo de inserción de la mazorca principal.

2. Después de la cosecha

a. Longitud de la mazorca

Se registró en 10 mazorcas tomadas al azar en cada parcela útil, midiendo con una regla graduada en centímetros desde la base hasta el ápice.

b. Diámetro de la mazorca

Esta variable se determinó por medio de un calibrador, midiendo en el tercio medio de las 10 mazorcas utilizadas para medir la longitud. Los datos fueron expresados en centímetros.

c. Número de granos por mazorca

Para el efecto, se desgranaron 10 mazorcas al azar por parcela en cada tratamiento, y se contó el número total de granos.

d. Peso de 1000 semillas

Se registró el peso de 1000 granos, previamente secados al 13% de humedad.

e. Rendimiento de grano (kg ha⁻¹)

Estuvo determinado por el peso de los granos obtenidos en el área útil en cada parcela experimental, ajustado al 13% y se lo expresó en kg/ha.

f. Primer conteo de germinación

Se efectuó conjuntamente con la prueba de germinación, la evaluación se realizó al cuarto día de su instalación. Los resultados se expresaron en porcentaje de plántulas normales mayores de 5 cm.

g. Germinación

Para su determinación se utilizaron cuatro submuestras de 50 semillas por cada tratamiento. Las semillas fueron colocadas en rollos de papel toalla, previamente humedecido con agua destilada, para luego llevarlos a la cámara de germinación a una temperatura de 25°C. La evaluación fue realizada a los siete días después de la siembra y los resultados fueron expresados en porcentajes, en base al número de plantas normales para cada tratamiento.

h. Prueba de frío

Para la conducción de esta prueba fueron utilizadas cuatro repeticiones de 50 semillas por tratamiento. El sustrato que se utilizó fue igual que para la prueba de germinación, pero antes de enrollarlas se distribuyó sobre las semillas y el papel una fina porción de suelo de un lote cultivado con maíz.

Los rollos fueron colocados en el germinador a 10°C durante 7 días, transcurrido este periodo, fueron transferidos a una temperatura a 25°C, donde permanecieron durante 4 días hasta la emergencia de las planta.

i. Prueba de tetrazolio

Para esta prueba se utilizó la metodología propuesta por Lima Días y Barros (1995), fueron utilizadas cuatro repeticiones de 50 semillas por tratamiento, pre acondicionadas en papel toalla humedecido y colocadas en un germinador aproximadamente 16 horas a una temperatura de 25°C - 30°C, para su imbibición.

Las semillas fueron cortadas longitudinalmente a través del embrión, sumergidas en la solución de Tetrazolio al 0.1% y colocadas en un recipiente con temperatura regulada entre 30 a 40 °C. Durante el proceso de coloración, las semillas se conservaron en completa oscuridad.

El tiempo para la coloración fue de 2 a 4 horas, transcurrido este tiempo las semillas se lavaron en agua corriente y se las conservó sumergidas en agua hasta el momento de la evaluación, la cual se basó en la identificación de los tejidos vivos y muertos, donde se observaron las diversas tonalidades de la coloración de las estructuras del embrión. La determinación de viabilidad y vigor se realizó mediante la clasificación de cada semilla en tres categorías conforme se indica a continuación:

Clase 1. (Semillas viables y vigorosas)

Para esta clase de semillas viables y vigorosas fueron incluidas, las semillas con embrión de coloración rosado brillante superficial, uniforme y sin lesiones o áreas con coloración más intensa que indicó puntos deteriorados o tejidos muertos. También fueron incluidas semillas con coloración más intensa o con pequeñas aéreas blancas en los extremos del escutelo. Esto quiere decir que esta primera clase es determinada como semillas certificadas aptas para el cultivo.

Clase 2. (Semillas viables y no vigorosas)

En esta segunda clase, las semillas presentaron en el embrión una coloración rojo intenso y profundo, el cual indicó mayor permeabilidad de los tejidos debido a la deterioración. Fueron incluidas las semillas que presentaron daños en la radícula y se presentaron en las regiones de las raíces seminales intactas.

Clase 3. (Semillas no viables)

En esta última clase, las semillas presentaron áreas descoloridas sobre la plúmula, coleoptilo, radícula, en la porción central del escutelo, incapaces de producir plántulas normales.

También se incluyeron semillas con todo el escutelo y parte del eje central descolorido, con el embrión totalmente blanco, es decir muertas.

j. Índice de velocidad de emergencia

Esta variable se determinó conjuntamente con la emergencia de plántulas en campo. El Índice de Velocidad de Emergencia se calculó en base a la siguiente fórmula:

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \dots + \frac{En}{Nn} \quad \text{donde:}$$

IVE = Índice de Velocidad de Emergencia

E1 = Número de plántulas emergidas en el primer conteo

E2 = Número de plántulas emergidas entre el primer y segundo conteo

En = Número de plántulas emergidas entre el penúltimo y último conteo

N1, N2 y Nn = Número de días transcurridos desde la siembra hasta el primer, segundo y último conteo, respectivamente.

k. Emergencia de plántulas campo

Se empleó 200 semillas para cada tratamiento, con cuatro repeticiones de 50 semillas. Cada repetición fue sembrada en surcos de 1 metro de largo a una profundidad uniforme de 3 a 4 cm, espaciados a 0,20 cm. El conteo de las plántulas emergidas se realizó entre los 15 y 18 días después de la siembra y los resultados se expresaron en porcentajes.

IV RESULTADOS

A. Días a la Floración

En el Cuadro 1, se presentan los promedios de días a floración femenina, la densidad 50000 plantas ha⁻¹ alcanzó el mayor número de días a la floración 59,8 estadísticamente igual a la densidad poblacional de 62500 plantas ha⁻¹, con 58.6 días.

La fecha de siembra del 7 de junio/2009 (S₄) floreció a los 60,6 sin diferir estadísticamente de las restantes fechas que florecieron entre los 58,0 y 60,1 días, excepto la siembra 26 de mayo/2009 (S₀) que floreció a los 57,4 siendo la más precoz. Influenciado por la diferencia de días entre la floración femenina y masculina.

En la interacción fechas de siembra y densidades poblacionales, la siembra realizada el 7 de junio/2009 (S₄) con 50000 plantas ha⁻¹, registró el mayor número de días a la floración 62.5 días; estadísticamente igual a los restante tratamientos, que alcanzaron promedios entre 57.2 y 60,8.

De acuerdo al análisis de variancia solo las fechas de siembra alcanzaron significancia estadística en el nivel 0,05; siendo el coeficiente de variación 3,61% (Anexos 1).

B. Altura de Planta

El promedio de altura de planta se presenta en el Cuadro 1; siendo la primera fecha (26 de mayo/2009) la de mayor altura 1,80 m, sin diferir estadísticamente de las demás fechas que obtuvieron alturas entre 1,71 y 1,76 m.

La siembra a 50000 plantas ha⁻¹ presentó la mayor altura 1,79 m estadísticamente igual a la población 62500 plantas ha⁻¹, con 1,70 m.

La siembra efectuada el 26 de mayo/2009 (S_0) con la densidad de 50000 plantas ha^{-1} mostraron el mayor promedio 1.82 m, estadísticamente igual a las demás interacciones con promedios entre 1,67 y 1,79.

En el análisis de variancia no hubo significancia estadística para fechas ni densidades. El coeficiente de variación fue de 6,88% (Anexos 1).

C. Altura de Inserción de Mazorca

Los promedios de altura de inserción de mazorca se muestran en el Cuadro 1. La fecha de siembra del 4 de junio/2009 (S_3) presentó la mayor altura con 0,74 m, sin diferir estadísticamente de las restantes fechas que alcanzaron alturas entre 0,67 a 0,72 m.

La siembra a 50000 plantas ha^{-1} registró su promedio 0.73 m estadísticamente igual a la población 62500 plantas ha^{-1} , con 0.68 m.

La siembra efectuada el 4 de junio/2009 (S_3) con la densidad de 50000 plantas ha^{-1} alcanzó el mayor promedio 0.78 m, estadísticamente igual a las demás interacciones con promedios oscilaron de 0,70 y 0,76.

El análisis de variancia no presentó significancia estadística entre los tratamientos evaluados. Siendo el coeficiente de variación de 11,15% (Anexos 1).

D. Longitud de Mazorcas

En el Cuadro 2, se presentan los promedios de longitud de mazorcas. La siembra del 29 de mayo/2009 (S_1) alcanzó mayor longitud con 11.76 cm,

sin diferir estadísticamente de las restantes fechas con longitudes entre 10.75 y 11.31 cm.

La densidad de 50000 plantas ha^{-1} , presentó el mayor promedio con 11.66 cm, estadísticamente similar a la densidad 62500 plantas ha^{-1} con 10.71 cm.

La siembra efectuada el 29 de mayo/2009 (S_1) con la densidad de 50000 plantas ha^{-1} obtuvo mazorcas de 12.58 cm, estadísticamente igual a las demás interacciones que alcanzaron promedios entre 10.95 y 11.90 cm.

En el análisis de variancia las fechas, densidades y tratamientos no presentaron significancia estadística; siendo el coeficiente de variación de 9,17% (Anexos 2).

E. Diámetro de Mazorcas

Los promedios del diámetro de mazorcas se muestran en el Cuadro 2. Se observa que la siembra del 1 de junio/2009 (S_2) alcanzó el mayor diámetro 4.35 cm, sin diferir estadísticamente de las restantes fechas que presentaron mazorcas con diámetros entre 4.21 y 4.32 cm.

En la densidad de 50000 plantas ha^{-1} , el diámetro fue 4.34 cm, sin diferir estadísticamente de la densidad de 62500 plantas ha^{-1} con 4.24 cm.

La siembra efectuada el 1 de junio/2009 (S_2) con la densidad de 50000 plantas ha^{-1} registró el mayor promedio 4.40 cm, estadísticamente igual a las demás interacciones con promedios entre 4.30 y 4.33 cm.

De acuerdo al análisis de variancia ninguna de las fuentes de variación mostraron significancia estadística; su coeficiente fue de 6,02% (Anexos 2).

F. Número de Granos por Mazorcas

En el Cuadro 3, se observan los promedios de número de granos por mazorca. La siembra del 29 de mayo/2009 (S_1) registró el mayor número de granos con 252.8 diferente estadísticamente de la siembra realizada el 7 de junio (S_4) pero similar estadísticamente con las restantes fechas que presentaron promedios que fluctuaron de 217.25 y 245.00.

En la densidad de 50000 plantas ha^{-1} sembradas el 29 de mayo (S_1) se obtuvo el mayor número de granos con 280.0, estadísticamente igual a las demás interacciones que alcanzaron promedios entre 232.3 y 265.3.

La densidad de siembra con 50000 plantas ha^{-1} , mostró un promedio de 252.4, mientras que para la densidad de 62500 plantas ha^{-1} su promedio fue 215.90 granos por mazorcas.

En el análisis de variancia, solo las fechas de siembra alcanzaron significancia estadística en el nivel 0,01; siendo el coeficiente de variación 13,52% (Anexos 3).

G. Peso de 1000 Semillas

En el Cuadro 3, se presentan los promedios de peso de 1000 semillas. La siembra 7 de junio/2009 (S_4) alcanzó su mayor peso con 315.1 g en igualdad estadística de las restantes fechas que alcanzaron mayor peso fluctuaron de 299.5 y 312.2 gr, pero diferente a la fecha realizada en mayo 29/2009 (S_1) que presentó un peso promedio de 217.25 gramos.

La densidad de 50000 plantas ha^{-1} , registró en promedio 314.2 g, estadísticamente superior a la densidad de 62500 plantas ha^{-1} con 297.79 g.

La siembra efectuada el 7 de junio/2009 (S_4) con la densidad de 50000 plantas ha^{-1} mostró en promedio 327.53 g, estadísticamente igual a las demás interacciones con promedios que variaron de 305.25 y 324.02 g.

Solo las fechas de siembra alcanzaron significancia estadística en el nivel 0,05; siendo el coeficiente de variación 5,46% (Anexos 3).

H. Rendimiento de Grano (Kg ha^{-1})

Los promedios de rendimiento de granos se muestran en el Cuadro 3. Se observa que la siembra del 4 de junio/2009 (S_3) obtuvo el mayor rendimiento de granos con 2975.0 (Kg ha^{-1}) similar estadísticamente de las restantes fechas con promedios de 2362.50 y 2650.0 (Kg ha^{-1}), excepto la siembra realizada en mayo 26/2009 (S_0) que presentó el menor valor con 2187.5 Kg ha^{-1} .

La densidad de 50000 plantas ha^{-1} , registró un rendimiento promedio de 3080.0 (Kg ha^{-1}); numéricamente superior a la densidad de 62500 plantas ha^{-1} con 2045.0 (Kg ha^{-1}).

La siembra efectuada el 4 de junio/2009 (S_3) con la densidad de 50000 plantas ha^{-1} alcanzó el mayor rendimiento 3600.0 (Kg ha^{-1}), estadísticamente igual a las demás interacciones con promedios entre 2775.00 y 3037.50 (Kg ha^{-1}).

De acuerdo al análisis de variancia ninguna, las fechas de siembra del progenitor femenino presentaron significancia estadística a nivel de 0,01 %; el coeficiente fue de 29,36% (Anexos 3).

I. Primer Cuento de Germinación

En el cuadro 4. se presentan los promedios del primer conteo de germinación. Semillas provenientes de las fechas de siembra del 29 de mayo/2009 (S_1) registró el mayor porcentaje 81.8, sin diferir estadísticamente de las restantes fechas que fluctuaron de 69.5 y 77.8%.

En la densidad de 62500 plantas ha^{-1} , se obtuvo el mayor promedio 76.8%, estadísticamente similar a la densidad de 50000 plantas ha^{-1} con 74%.

En las siembras efectuadas el 29 de mayo/2009 (S_1) con la densidad de 50000 plantas ha^{-1} se obtuvo el mayor promedio con 85.5%, estadísticamente igual a las demás interacciones que presentaron promedios que variaron entre 67 y 82.5%.

El análisis de variancia no presentó significancia estadística entre los tratamientos evaluados. Siendo el coeficiente de variación de 20.7% (Anexos 4).

J. Germinación

Los promedios de germinación se presentan en el Cuadro 4. La siembra del 29 de mayo/2009 (S_1) presentó el mayor con porcentaje 95.8, sin diferir estadísticamente de las restantes fechas con porcentajes de 92.7 y 94.6.

La densidad de 50000 plantas ha⁻¹, obtuvo 95.9% de germinación, estadísticamente similar a la densidad de 62500 plantas ha⁻¹ que promedió 92.6%.

Las semillas provenientes de la siembra efectuada el 29 de mayo/2009 (S₁) con la densidad de 50000 plantas ha⁻¹ registró 97.7%, estadísticamente igual a las demás interacciones que alcanzaron promedios entre 91.0 y 96.2%.

De acuerdo al análisis de variancia solo ningunos de los factores estudiados alcanzaron significancia estadística en el nivel 0,05; siendo el coeficiente de variación 3,14% (Anexos 4).

K. Prueba de Tetrazolio (Viabilidad)

Los promedios de la prueba de tetrazolio (viabilidad) se observan en el Cuadro 5. Las fechas de siembra del 1 de junio/2009 (S₂) y del 4 de junio (S₃) registraron mayor viabilidad 99.0%, sin diferir estadísticamente de las restantes fechas que fluctuaron de 98.3 y 98.8%.

En la densidad de 50000 plantas ha⁻¹, se obtuvo el mayor promedio 99.0%, estadísticamente similar a la densidad de 62500 plantas ha⁻¹ con 98.7%.

La interacción fechas de siembras por densidad presentaron porcentajes de viabilidad superiores al 98%; sin embargo, no presentaron significancia estadística.

De acuerdo al análisis de variancia, la fuente de variación no alcanzó significancia estadística en el nivel 0,05; siendo el coeficiente de variación 0,82% (Anexos 5).

L. Prueba de Frío

En el Cuadro 5, se presentan los promedios de la prueba de frío. La siembra del 29 de mayo/2009 (S₁) registró el mayor porcentaje con 85.88, sin diferir estadísticamente de las restantes fechas que alcanzaron entre 84.3 y 85.3%.

Con la densidad de 50000 plantas ha⁻¹, se alcanzó el mayor promedio 86.1%, sin diferir estadísticamente de la densidad de 62500 pl/ha con 84.0%.

La siembra efectuada el 29 de mayo/2009 (S₁) con la densidad de 50000 pl/ha obtuvo el mayor promedio 87.0%, estadísticamente igual a las demás interacciones con promedios que fluctuaron de 85.25 y 86.50%.

El análisis de variancia, los factores no presentaron significancia estadística en el nivel 0,05; siendo el coeficiente de variación 2,23% (Anexos 5).

M. Emergencia a Campo

En el cuadro 6. se presentan los promedios emergencia a campo. Las fechas de siembra del 4 de junio/2009 (S₃) registró mayor porcentaje 96.8, sin diferir estadísticamente de las restantes fechas que fluctuaron de 95.0 y 95.3%.

En la densidad de 62500 plantas ha⁻¹, se obtuvo el mayor promedio 95%, estadísticamente similar a la densidad de 50000 plantas ha⁻¹ con 94.7%.

Las siembras efectuadas el 4 de junio/2009 (S_3) en la densidad de 62500 plantas ha^{-1} obtuvo en promedio 97.5%, estadísticamente igual a las demás interacciones con promedios que variaron 93.5 y 97.0%.

El análisis de variancia no presentó significancia estadística entre los tratamientos evaluados. Siendo el coeficiente de variación de 4,3% (Anexos 6).

N. Índice de Velocidad a Emergencia

En el Cuadro 6, se presentan los promedios de índice de velocidad a emergencia. La siembra 29 de mayo/2009 (S_1) mostró mayor porcentaje 22.8, en igualdad estadística con las restantes fechas que alcanzaron porcentajes entre 21.9 y 22.5.

La densidad de siembra 50000 plantas ha^{-1} , alcanzó 22.8%, estadísticamente igual a la densidad de 62500 plantas ha^{-1} con 21.7%.

Las siembras efectuadas el 29 de mayo/2009 (S_1) en la densidad de 50000 plantas ha^{-1} se obtuvo en promedio 23.2%, estadísticamente igual a las demás interacciones con promedios que variaron entre 22.4 y 23.1%.

En el análisis de variancia los factores en estudio no mostraron significancia estadística al nivel 0,05; siendo el coeficiente de variación 7,03% (Anexos 6).

O. Factores Meteorológicos

La siembra realizada el 29 de mayo/2009 (S_2) presentó un mayor promedio de temperatura media y mayor cantidad de horas sol (heliofanía); sin

embargo el número de días a la floración 60 no fue el más precoz los cuales se indican en el Cuadro 7, que le correspondió a la siembra del 26 de mayo/2009 (S₁) con 57 días. Los demás factores meteorológicos no mostraron mayor diferencia en las épocas de siembra, las mismas que tuvieron un intervalo muy reducido como para que se vieran afectadas significativamente.

V. DISCUSION

Las variables floración, número de granos por mazorcas, peso de 1000 granos y rendimiento de grano, del parental femenino en relación al masculino alcanzaron diferencias estadísticas significativas para las fechas de siembra, al parecer fueron influenciados por los parámetros meteorológicos como temperatura, radiación, y en especial por la precipitación o disponibilidad de agua en el suelo, criterio que concuerda con lo expresado por Espinosa y Carballo (1986) quienes indican que la falta de humedad en etapas críticas amplía el periodo de floración de progenitores de híbridos de maíz, dificultando la producción de semilla por asincronía. Las restantes variables como altura de planta e inserción de mazorca, diámetro, longitud, porcentajes de germinación, prueba de frío, vigor, viabilidad e índice de emergencia a campo no fueron influenciadas significativamente por las fechas de siembra. Lo que evidencia que la calidad de la semilla no solamente está determinada por los atributos

fisiológicos, sino por la sumatoria de atributos físicos, sanitarios y principalmente genéticos.

En lo que se refiere al número de días a floración, la quinta fecha de siembra realizada el 7 de junio/2009 (S_4) mostró menor precocidad a la floración en 3,25 días respecto a la siembra realizada el 26 de mayo/2009 (S_0), observándose un incremento en el tiempo de duración a medida que se retrasa la siembra, coincidiendo con LAFITTE (sf), quien menciona que la floración se retrasa con el aumento de la luminosidad.

En el número de granos por mazorcas las densidades influyeron en la reducción de granos lo que concuerda con Sangoi, et al, (2003); Otegui y Andrade (2000) que el aumento en la densidad de plantas es una forma de maximizar la intercepción de la radiación solar reduciendo el número de granos por mazorca y por área.

La densidad de plantas es una de las prácticas culturales que mas interfieren en la productividad del cultivo de maíz, ya que pequeñas modificaciones en la densidad pueden alterar significativamente el rendimiento de granos (Silva et al, 2006) como lo observamos en la densidad 50000 plantas ha^{-1} con mayores rendimientos de 3600.00 Kg ha^{-1} en comparación con la densidad 62500 plantas ha^{-1} que alcanzó un promedio menor con 2350.00 Kg ha^{-1} .

El uso de semillas de calidad es uno de los pre-requisitos fundamentales para obtener mayor productividad en un cultivo. La calidad fisiológica de las semillas es influenciada por las características genéticas heredadas de sus progenitores, además de su capacidad de germinación y vigor, siendo estos dos últimos factores afectados por las condiciones ambientales, métodos de cosecha, secado, beneficio, tratamiento, almacenamiento y envasado de las semillas (Andrade et al. 2001).

Los factores meteorológicos excepto la heliofanía no mostraron mayor diferencia entre las épocas de siembra, lo que se debe un intervalo muy reducido entre una fecha y otra, sin que los factores del tiempo hayan ejercido efectos significativos en las variables del cultivo.

Los mayores rendimientos de granos se los alcanzó en la siembra realizada el 4 de junio/2009 (S_3), es decir cuando el parental hembra fue sembrado nueve días después en relación con el parental macho, alcanzando una producción de 2975 Kg ha⁻¹. Entre tanto cuando se realizó la siembra simultanea del parental hembra y el macho (S_0) se obtuvo el menor rendimiento de grano con 2187.50 Kg ha⁻¹, con una diferencia de 787.50 Kg ha⁻¹. Estos resultados de alguna coinciden con lo expresado por Timoteo (2007), Timoteo et al (2010) y Torres et al (2004).

Quienes indican que cuando se producen híbridos en parentales de diferentes ciclos, es común efectuar la siembra en épocas distintas para que se produzca la sincronización en la floración, técnica que se denomina "Split", para lo cual es necesario realizar investigaciones para determinar la sincronización en la siembra que nos garantice una mayor producción de semillas de calidad.

Por otra parte CUNHA Y BERGAMISHI (1992) indican que el maíz es un cultivo de rendimientos variables, en función de déficit hídricos causados por variaciones climáticas, cuyo efecto depende de la intensidad, época y duración en relación al ciclo de crecimiento y desarrollo de la planta.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base al análisis de los resultados experimentales del presente trabajo de investigación, se extraen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

A. Conclusiones

1. La sincronización entre la floración femenina y masculina en híbrido de maíz INIAP H-601, es de significativa importancia para la producción de semillas.
2. Las variables días a floración, granos por mazorcas, peso de 1000 semillas y rendimiento alcanzaron diferencias estadísticas significativas para las fechas de siembra del parental hembra en relación al macho.

3. La altura de planta e inserción de mazorca, diámetro, longitud, porcentaje de germinación, vigor, viabilidad e índice de emergencia a campo, no fueron influenciadas significativamente por las fechas de siembra.
4. Las densidades de siembra influyeron en la reducción del rendimiento de granos.
5. Los mayores rendimientos de granos se alcanzaron cuando el parental hembra se sembró nueve días después en relación con el parental macho.
6. El uso de semillas de calidad es fundamental para obtener mayores rendimientos.
7. Los factores meteorológicos no mostraron mayor influencia en las fechas de siembra por el corto intervalo entre una siembra y otra.

B. Recomendaciones

1. Para la producción de semillas del híbrido INIAP H-601, el parental hembra debe sembrarse con nueve días de diferencia en relación al parental macho.
2. Realizar estudios con otros híbridos que no presenten sincronización en la floración de sus parentales.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló durante la época seca del 2009, en los terrenos de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), la cual se encuentra ubicada en el Km. 5 vía El Empalme, situada entre las coordenadas geográficas 79° 27' Longitud Oeste y 01° 06' de Latitud Sur, con una elevación de 120 metros sobre el nivel del mar. En la realización de la investigación se intentó alcanzar los siguientes objetivos: a) Determinar la mejor época de siembra de los parentales que optimice la sincronización y el rendimiento de semillas del híbrido INIAP H-601, b) Establecer la mejor densidad de siembra de los parentales del híbrido INIAP H-601 que permita obtener los mayores niveles de producción de semilla de calidad, c) Evaluar la calidad fisiológica de las semillas producidas.

Se evaluaron las variables Días a floración, Altura de plantas, Altura de inserción de mazorcas, Longitud de mazorcas, Número de granos por mazorca, Peso de 1000 semillas, Rendimiento de grano por hectárea, Primer conteo de germinación, Germinación, Prueba de Tetrazolio (viabilidad), Prueba de frío, Emergencia a campo e Índice de velocidad de emergencia las mismas que fueron sometidas al diseño experimental de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial; para establecer la diferencia estadística de los factores se empleó la prueba DMS y la prueba Tuckey al 95% de probabilidad. Se analizaron el factor fechas de siembra (siembra del parental hembra en relación con el macho) con intervalos de 3 días iniciando el 26 de mayo/2009, y el factor densidades poblacionales (50000 y 62500 plantas ha⁻¹).

Realizado el análisis de los resultados se concluyó la sincronización entre la floración femenina y masculina en híbrido de maíz INIAP H-601, es de significativa importancia para la producción de semillas, además las variables días a floración, granos por mazorcas, peso de 1000 semillas y rendimiento alcanzaron diferencias estadísticas significativas para las fechas de siembra del parental hembra en relación al macho. En lo referente las densidades de siembra influyeron en la reducción del rendimiento de granos. Recomendando que para la producción de semillas del híbrido INIAP H-601, el parental hembra debe sembrarse con nueve días de diferencia en relación al parental macho.

SUMMARY

This research work was carried out during the dry season of 2009, on the grounds of the Experimental Station of Tropical Pichilingue INIAP (National Autonomous Institute for Agricultural Research), which is located at Km 5 via El Empalme, located between geographical coordinates $79^{\circ} 27'$ west longitude and $01^{\circ} 06'$ South latitude, with an elevation of 120 meters above sea level. In conducting the research was to achieve the following objectives: a) determine the best planting of parents to optimize the timing and hybrid seed yield INIAP H-601, b) Establish the best planting density INIAP parent of hybrid H-601 that would produce the highest levels of quality seed production, c) evaluate the physiological quality of seeds produced.

Variables were assessed days to flowering, plant height, height of ear insertion, ear length, number of kernels per ear, 1000 grain weight, grain yield per hectare, first count germination, Germination, Tetrazolium test (viability), cold test, seedling emergence and emergence speed index the same as those under the experimental design of randomized complete block with factorial arrangement, to establish the statistical difference of the factors we used the LSD test and Tukey test at 95% probability. Factor analyzed the dates (sowing of parental female to male ratio) with 3-day intervals starting on 26 May/2009, and factor densities (50000 and 62500 plants ha⁻¹).

Following the analysis of results was found synchronization between the female and male flowering in maize hybrid INIAP H-601, is of significant importance for seed production, plus variable days to flowering, grains per pod, 1000 seed weight and performance achieved statistically significant effect of planting dates in relation to female parental male. Regarding plant densities affected the grain yield reduction. Recommending that the production of hybrid seeds INIAP H-601, the female parent should be planted with nine days apart in relation to parental male.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

ANDRADE, F. H. ; VEGA, C.; IHART, S.O. 1999. Kerner number determination in maize. Crop Science, Madison; 39: 453 – 459.

ANDRADE, R.V. DE.; AUZZA, S.A.Z.; ANDREOLLI, C.; NETTO, D.A.M.; OLIVEIRA, A.C. DE. 2001. Qualidade fisiológica das sementes do milho híbrido simples HS 2000 em relação ao tamanho. In. Ciencia Agrotécnica. Vol. 25, N° 3. p. 576 -582.

ARIAS, C. 2003. Evaluación del comportamiento agronómico de diez híbridos de maíz (*Zea mays* L) en la zona de Ventanas, durante la época lluviosa. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. p.6.

ASTEINZA, B. G.; F. SOLIS M.; A. ESPINOSA C. 1990. Efecto de la aplicación de gapol y ethrel en la floración masculina para la producción de semilla del híbrido de maíz H-137. In: Resúmenes del XIII Congreso Nacional de Filogenética. SOMEFI, Escuela Superior de Agricultura "Hermanos Escobar" Cd. Juárez, Chih.

BECK, D. 2004. Manejo de la producción de semilla de maíces híbridos. CIMMYT INT.

BURRIS, J.S. 1977. Effect of location of production and maternal parentage on seedling vigour in hybrid maize (*Zea mays* L.) *Seed Sci. & Technol.* 5:703-708.

BURRIS, J.S. 1992. The history of seed corn harvesting. In: ANNUAL SEED TECHNOLOGY CONFERENCE, 14., Ames, Iowa. **Proceedings...** Ames, Iowa: Seed Science Center. p. 87-89.

CASA, R. T.; REIS, E. M. 2003. Doenças na cultura de milho. In: Milho, Estratégias de Manejo para alta Productividade. Piracicaba: ESALQ/USP. 4: 1-8.

CUNHA, G. R.; BERGAMISHI, R. 1992. " Efeito da disponibilidade hídrica sobre o rendimento das culturas do milho" In *Agrometeorología aplicada a irrigação*. Porto Alegre: UFRGS - Ed Universitaria. p. 85-97.

ESPINOSA C., A y A. CARBALLO C. 1986. Productividad y calidad de semillas en líneas e híbridadas de maíz (*Zea mays* L.) para la zona de transición "El bajío-valles Altos" de México. *Fitotecnia* 8:35-53.

GONZALEZ, C. 2002. Comparación de tres densidades de siembra en cuatro híbridos de maíz (*Zea mays* L.) introducidos del Brasil en la zona de

Quevedo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Ecuador. p.5.

HICKS, D. R.; SEMMEL T. W.; STEWART, R, F.; BALACHANDER, N.; JOHNSON, G. A.; LAUER, J. G. 1996. Results of wide area testing of temperature responsive seed coatings on early planted corn. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 51., 1996, Washington. **Proceedings...** WASHINGTON: American Seed Trade Association. p. 212-219.

JUGENHEIMER, R. 1981. Maiz variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Primera Edición. Mexico. D.F. Editorial Limusa. 257 p.

JUNIOR, A. M.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDO/IN, A. F.; HAVERROTH, H.S. 1999. Uneven emergence reduces maize grain yield. Ciencia Rural, Santa Maria, v. 29 N° 4.

OTEGUI, M.; ANDRADE, F. H. 2000. New relationships between light interception, ear growth, and kernel set in maize. In: Physiology and modeling kernel set in maize. Madison: crop Science Society of America. p. 89 -102.

PEXIOTO, C. 2002. El maíz el rey de los cereales. SEED NEWS: La Revista Internacional de semillas. Pelotas, BR. 6(2): 14 – 15.

QUEZADA A., II. Y A. MUÑOZ O. 1986. Efecto de la sequía en diferentes estadios de crecimiento en maíz (Zea mays L.) H-28. Revista Chapingo. 10(47-49): 76-80.

SANGOI, L., SALVADOR, R. J. 1998. Influence of plant height plant densities. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, Brasilia, 33 (3): 297-306.

SANGOI, L., SILVA, P. R .F.; ARGENTA, G.; HORN, D. 2003. Bases morfo-fisiológicas para aumentar a tolerancia de cultivares de milho a altas densidades de plantas. In Reuniao Tecnica Catarinense de milho e Feijão. Lages, SC. CAV-UDESC. p. 19-24.

SHUCH, L.O. 2001. Densidad de plantas. SEED NEWS: La Revista Internacional de semillas. Pelotas, BR. 5(5) p. 10-12.

SILVA, P.R.F.; SANGOI, L.; ARGENTA, L.; STRIEDER, M. L. 2006. Arranjo de plantas e sua importancia na definição da produtividade em milho. Porto Alegre: Evangraph. 64 p.

TADEO, R.M. 1991. Producción de semillas en híbridos de maíz con problemas de sincronía en la floración de sus progenitores. TESIS M.C. Colegio de Posgraduados Chapingo, Mexico. 57 p.

TIMOTEO, T. S. 2007. Condicionamento e qualidade de milho no sincronismo do florescimento em campo de produção de sementes híbridos. TESE MESTRADO. Universidad Federal de Lavras, Brasil. 96 p.

TIMOTEO, T.S,; VON PINHO, E.V.; GARCÍA, R.P.; GUIMARRES, R.M; CHALFUN, M.Z.H.; TIMOTEO, T.J. 2010. Condicionamiento, qualidade de sementes e sincronismo do florescimento em campo de Produção de Sementes do milho híbrido GNZ 2004. Bragantia, Campinas. v. 69, n. 3, p. 719 -726.

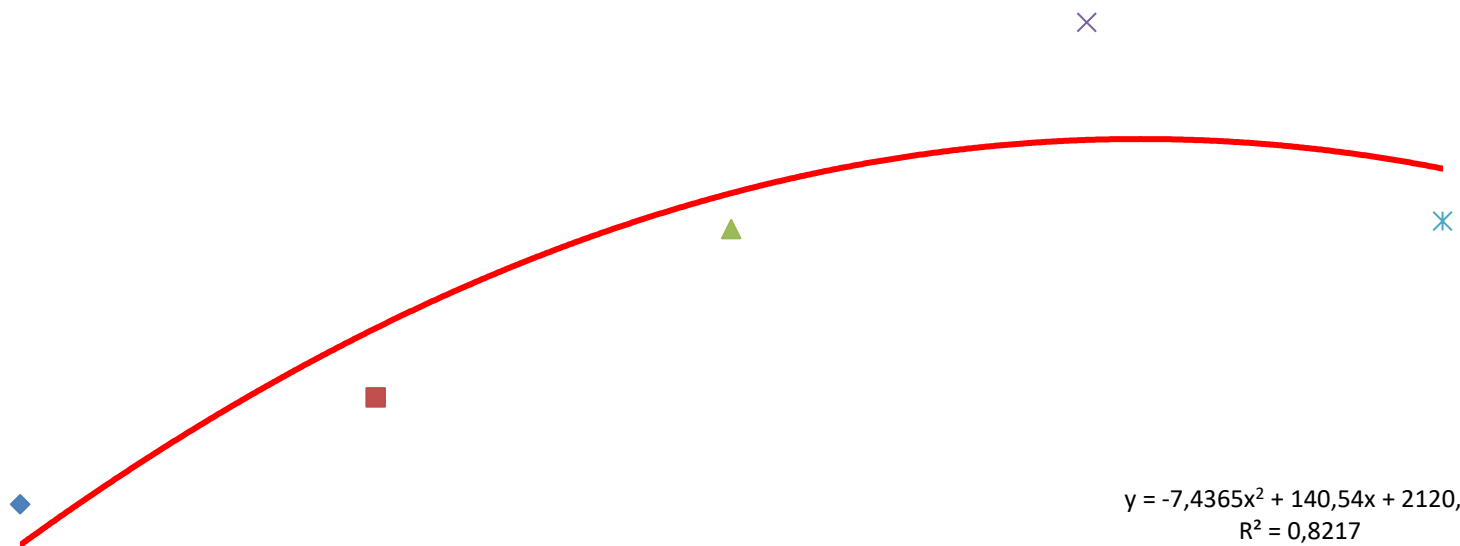
TORRES, J. L.; LEWIS, D.; CARBALLO, A.; ESTRADA, J. A. 2004. Técnicas para sincronizar floración em La producción de semilla híbrida de

maíz. Agricultura Técnica en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Texcoco, Mexico. 30 (001): 89-100.

VERISSIMO, L. 2002. Enciclopedia práctica de La agricultura y La ganadería. Barcelona, España. Editorial Océano. Tomo 1 p. 309 – 318.

ZOCCO, J. L. 2001. Importancia de la sincronización de la floración en la producción de semillas de maíz. Boletín Informativo Fundación Polar. Año VII N° 1. 2 p.

RENDIMIENTO DE GRANO (Kg ha⁻¹)



EPOCAS DE SIEMBRA

$y = -7,4365x^2 + 140,54x + 2120,$
 $R^2 = 0,8217$