



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Proyecto de Investigación
Previo a la Obtención del Título
de Ingeniero Agrónomo**

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA SINCRONÍA FLORAL EN LA PRODUCCIÓN DE
SEMILLA EN UN HÍBRIDO TRIPLE EXPERIMENTAL DE MAÍZ (*Zea mays*
L.) EN ÉPOCA SECA”**

AUTOR:

Jefferson Roberto Aguayo Macías

DIRECTOR:

Ing. Agr. M. Sc. Segundo Alfonso Vasco Medina

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2016

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Jefferson Roberto Aguayo Macías**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente;

Jefferson Roberto Aguayo Macías
Autor

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Ing. Agr. M. Sc. Segundo Alfonso Vasco Medina**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Jefferson Roberto Aguayo Macías**, realizó el Proyecto de Investigación titulado **“EVALUACIÓN DE LA SINCRONÍA FLORAL EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA EN UN HÍBRIDO TRIPLE EXPERIMENTAL DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN ÉPOCA SECA”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

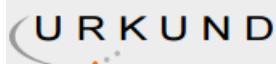
Ing. Agr. M. Sc. Segundo Alfonso Vasco Medina

Director de Tesis

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Document	Aguayo - Proyecto de Investigacion urkund.docx (D17411086)
Submitted	2016-01-25 23:54 (-05:00)
Submitted by	svasco@uteq.edu.ec
Receiver	svasco.uteq@analysis.orkund.com
Message	Show full message

9% of this approx. 18 pages long document consists of text present in 6 sources.



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Aguayo - Proyecto de Investigacion urkund.docx (D17411086)
Submitted: 2016-01-26 05:54:00
Submitted By: svasco@uteq.edu.ec
Significance: 9 %

Sources included in the report:

fito-3.docx (D14993889)
http://www.sap.uchile.cl/descargas/fisiogenetica/Fisiologia_del_rendimiento_maiz.pdf
<http://inta.gob.ar/documentos/mejoramiento-tradicional-del-cultivo-de-maiz>
<http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2006/1/ma-ces-nativos-h-bridos-y-tra.pdf>
http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2401/arti/ramirez_r.htm
http://www.mag.go.cr/rev_mesov25n02_323.pdf

Instances where selected sources appear:

20

Ing. Agr. M. Sc. Segundo Alfonso Vasco Medina

Director de Tesis



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“EVALUACIÓN DE LA SINCRONÍA FLORAL EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA EN UN HÍBRIDO TRIPLE EXPERIMENTAL DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN ÉPOCA SECA”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de:

Ingeniero Agrónomo

Autor:

Jefferson Roberto Aguayo Macías

Aprobado por:

Econ. Flavio Ramos Martínez

Presidente del Tribunal

Ing. Luis Llerena Ramos
Miembro del Tribunal

Ing. Agrop. César Bermeo Toledo
Miembro del Tribunal

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2016

AGRADECIMIENTO

Expreso mis más sinceros agradecimientos a Dios, por permitirme concluir con éxito mis estudios universitarios.

A mi madre y mi padre, familiares y demás seres queridos por darme ánimos e inculcarme que el poder está en nuestras manos y que no hay obstáculos que no se puedan superar.

Al director de Tesis Ing. Agr. M. Sc. Alfonso Vasco Medina quién ha sido gran amigo y siempre ha demostrado las más sinceras intenciones de compartir sus conocimientos para contribuir a la formación de profesionales de calidad.

A los miembros del tribunal de sustentación:

A cada uno de los docentes y trabajadores administrativos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por su apoyo brindado en el transcurso de mi formación.

Jefferson Aguayo

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo sobre todo a DIOS, nuestro creador por guiarme en el transcurso de toda mi vida y permitirme culminar mi carrera la cual ha sido unas de mis metas.

A mi madre la Sra. Sonia Macías Veloz y a mi padre el Sr. Roberto Aguayo Santillán.

A mi hermano Roberto Aguayo Macías y a mi hermana Jeniffer Aguayo Macías (+) que a pesar de no estar a mi lado siempre la tendré en mente por haber compartido su tiempo en vida conmigo.

A mi hijo Mathews Aguayo

Jefferson Aguayo

Resumen

Uno de los retos para los fitomejoradores y productores de semilla es la obtención de la cantidad y calidad de esta, para ello han desarrollado diferentes herramientas y métodos que optimicen el proceso de obtención de semilla, teniéndose entre estos métodos la sincronización en la floración a fin de obtener una mejor polinización llenado de granos y rendimiento, ya que una desincronización hace que dificulte el mantenimiento de la calidad genética debido a la contaminación con polen extraño. El objetivo general fue evaluar diferentes fechas de siembra para sincronizar la floración entre los parentales del híbrido triple UTEQ, para incrementar la producción de semillas, y los objetivos específicos fueron: determinar la época de siembra de los parentales que optimicen la sincronización, establecer la época de siembra que produzca el mayor el rendimiento de semilla de maíz e identificar el intervalo de siembra del progenitor masculino, que produzca el mayor llenado de granos.

La presente investigación se llevó a cabo en terrenos de la Finca Experimental “La María”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 de la vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos, sembrando el progenitor masculino un día antes, el mismo día, uno, dos, tres y cuatro días después que el progenitor femenino, usando como material genético el híbrido experimental UTEQ. Para tal efecto se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con seis tratamientos, y la diferencia estadística se estableció mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Con la sincronía floral 4 (progenitor masculino 2 días después que el femenino) se obtuvo menor número de días a la floración masculina con 49.3 días. Al sembrar el progenitor masculino 1 día antes que el femenino se presentó menor tiempo a la floración femenina con 51.9 días, mazorcas de mayor peso con 133.9 gramos y mayor rendimiento con 5131.9 kg/ha. Sembrando el progenitor masculino 4 días después que el femenino se observó mayor número de granos incompletos. La diferencia entre el número de días de la floración masculina y femenina oscila entre 1.9 para la siembra del progenitor masculino un día antes y 3.5 para la sincronía floral 6 (progenitor masculino 4 días después que el femenino).

Palabras Claves: maíz, sincronía floral, parentales de maíz, semilla

Summary

One of the challenges for plant breeders and seed producers is to obtain the quantity and quality of this, for it have developed different tools and methods to optimize the process of obtaining seed, taking between these methods synchronization in bloom to to get a better filling pollinating grains and performance as a desynchronization makes difficult to maintain the genetic quality due to contamination with foreign pollen. The overall objective was to evaluate different planting dates to synchronize flowering between parental triple hybrid UTEQ to increase seed production, and the specific objectives were to determine the planting season parental to optimize synchronization, set the planting time to produce the highest seed yield of corn and identify the range of sowing the male parent, which produces the largest grain filling.

This research was conducted on the grounds of the Experimental Farm "La Maria", owned by the State Technical University of Quevedo, located at Km 7 Quevedo route - El Empalme, Los Rios province, sowing the male parent one day before, the same day, one, two, three and four days after the female parent, using as genetic material experimental hybrid UTEQ. For this purpose a design of randomized complete blocks with six treatments were used, and the statistical difference was established by Tukey test at 95% probability. With floral synchrony 4 (male parent 2 days after the female) fewer days was obtained male flowering with 49.3 days. by sowing the male parent 1 day before the female shortest time appeared to silking with 51.9 days, cobs greater weight with 133.9 grams and higher yield with 5131.9 kg / ha. Sembrando the male parent four days after the female greater number of incomplete grains was observed. The difference between the number of days of male and female flowering ranges from 1.9 for sowing the male parent a day earlier and 3.5 for the floral synchrony 6 (male parent 4 days after the female).

Keywords: corn, floral synchrony, parental maize seed

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	Página
Portada.....	i
Declaración de Autoría y Cesión de Derechos.....	ii
Certificación de Culminación del Proyecto de Investigación.....	iii
Reporte de la Herramienta de Prevención de Coincidencia y/o Plagio Académico.....	iv
Certificación de Aprobación por Tribunal de Sustentación.....	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen.....	viii
Summary.....	ix
Índice de Tablas.....	xvi
Índice de Anexos.....	xviii
Código Dublin.....	xx
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Problema de Investigación.....	3
1.1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.1.2 Formulación del Problema.....	3

1.1.3 Sistematización del Problema	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo General	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
1.3 Justificación.....	4
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.1 Marco Conceptual	7
2.1.1 Mejoramiento Genético.....	7
2.1.2 Maíz Híbrido	7
2.1.3 Híbrido Simple	7
2.1.4 Híbrido Doble	7
2.1.5 Híbrido Triple.....	8
2.1.6 Híbrido Interfamiliar	8
2.1.7 Híbrido Intervarietal.....	8
2.1.8 Híbrido Tipo Mestizo.....	8
2.2 Marco Referencial	9
2.2.1 Aspectos Generales del Cultivo de Maíz	9
2.2.2 Origen y Clasificación Taxonómica.....	12
2.2.3 Descripción Botánica	12
2.2.3.1 Planta	12

2.2.3.2 Tallo	12
2.2.3.3 Raíz	13
2.2.3.4 Hojas	13
2.2.3.5 Flores e Inflorescencia	13
2.2.3.6 Mazorca y Semilla	14
2.2.4 Requerimientos Edafoclimáticos del Cultivo de Maíz	14
2.2.4.1 Temperatura	14
2.2.4.2 Viento y Evapotranspiración	14
2.2.4.3 Balance Hídrico	15
2.2.4.4 Salinidad	15
2.2.5 Fases Fenológicas del Cultivo de Maíz.....	16
2.2.5.1 Fase Vegetativa.....	16
2.2.5.2 Fase Reproductiva	16
2.2.5.3 Fase de Llenado de Grano	17
2.2.6 Enfermedades del Cultivo de Maíz	17
2.2.6.1 Mancha Foliar por Curvularia (<i>Curvularia lunata</i>).....	17
2.2.6.2 Roya Común (<i>Puccinia sorghi</i>)	17
2.2.6.3 Tizón Foliar (<i>Helminthosporium turcicum</i>).....	18
2.2.6.4 Mancha Café (<i>Physoderma maydis</i>).....	18
2.2.6.5 Mancha de Asfalto (<i>Phyllachora maydis</i> y <i>Monographella maydis</i>).....	18

2.2.7	Importancia de los Híbridos de Maíz	18
2.2.7.1	Resistencia a Enfermedades	20
2.2.7.2	Mejoramiento para Desarrollar Cultivares Tolerantes al Estrés.....	21
2.2.8	Consideraciones Preliminares Previas a la Siembra de Híbridos.....	22
2.2.9	Influencia de la Polinización sobre el Llenado de Grano	23
2.2.10	Producción de Semillas de Maíz Híbrido.....	24
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		27
3.1	Localización del Experimento.....	28
3.2	Características Edafoclimáticas de Zona de Estudio.....	28
3.3	Tipo de Investigación	28
3.4	Métodos de Investigación.....	29
3.5	Fuentes de Recopilación de Información	29
3.6	Diseño Experimental y Análisis Estadístico de la Investigación	29
3.7	Instrumentos de Investigación.....	30
3.7.1	Material Genético.....	30
3.7.2	Tratamientos Estudiados	30
3.7.3	Especificaciones de Siembra del Experimento	31
3.7.4	Manejo del Experimento.....	31
3.7.4.1	Preparación del Suelo	31
3.7.4.2	Siembra.....	32

3.7.4.3 Control de Malezas	32
3.7.4.4 Raleo	32
3.7.4.5 Fertilización	33
3.7.4.6 Control de Plagas y Enfermedades	33
3.7.4.7 Despanojamiento	33
3.7.4.8 Cosecha.....	33
3.7.5 Datos Registrados y Formas de Evaluación.....	33
3.7.5.1 Días a la Floración Masculina y Femenina.....	34
3.7.5.2 Altura de Plantas.....	34
3.7.5.3 Altura de Inserción de Mazorca.....	34
3.7.5.4 Acame de Raíz y Acame de Tallo	34
3.7.5.5 Cobertura de Mazorca.....	34
3.7.5.6 Peso Total de Mazorca (g).....	35
3.7.5.7 Peso de Tusas (g)	35
3.7.5.8 Porcentaje de Humedad	35
3.7.5.9 Total de Mazorcas Cosechadas.....	35
3.7.5.10Número de Plantas a la Cosecha	36
3.7.5.11Rendimiento de Granos al 13% de Humedad (Kg/Ha)	36
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1 Resultados	38

4.1.1 Días a la Floración Masculina y Femenina	38
4.1.2 Altura de Planta (cm)	39
4.1.3 Altura de Inserción de Mazorca (cm).....	40
4.1.4 Acame de Raíz (%)	41
4.1.5 Acame de Tallo (%)	42
4.1.6 Cobertura de Mazorca	43
4.1.7 Peso Total de Mazorca (g)	44
4.1.8 Peso de Tusa (g).....	45
4.1.9 Porcentaje de Humedad del Grano (%).....	46
4.1.10 Número de Plantas a la Cosecha.....	47
4.1.11 Total de Mazorcas Cosechadas.....	48
4.1.12 Rendimiento de Grano (Kg/Ha)	49
4.2 Discusión	50
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
5.1 Conclusiones	53
5.2 Recomendaciones	54
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA	55
6.1 Bibliografía.....	56
CAPÍTULO VII ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características edafoclimáticas de la zona de estudio.	28
Tabla 2	Esquema del ADEVA (Análisis de varianza) de la investigación.	29
Tabla 3	Descripción de los tratamientos estudiados	30
Tabla 4	Fechas de siembra de los parentales en estudio	32
Tabla 5	Escala de evaluación para cobertura de mazorcas	35
Tabla 6	Días a la floración masculina y femenina en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ.....	38
Tabla 7	Altura de plantas (cm) en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ.....	39
Tabla 8	Altura de inserción de mazorcas en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ	40
Tabla 9	Acame de raíz en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ	41
Tabla 10	Acame de tallo en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ	42
Tabla 11	Cobertura promedio en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ	43
Tabla 12	Peso total de mazorcas (g) en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ	44
Tabla 13	Peso tusas (g) en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ	45

Tabla 14	Porcentaje de humedad (%) en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ	46
Tabla 15	Número de plantas a la cosecha en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ	47
Tabla 16	Total de mazorcas cosechadas por muestreo en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ.....	48
Tabla 17	Rendimiento de grano (Kg/Ha) en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Croquis de la repetición I.....	62
Anexo 2	Distribución de las parcelas en el ensayo	63
Anexo 3	Análisis de varianza de días a la floración masculina.....	64
Anexo 4	Análisis de varianza de días a la floración femenina.....	64
Anexo 5	Análisis de varianza de altura de plantas (cm)	64
Anexo 6	Análisis de varianza de altura de inserción de mazorca (cm).....	65
Anexo 7	Análisis de varianza de acame de raíz (%)	65
Anexo 8	Análisis de varianza de acame de tallo (%)	65
Anexo 9	Análisis de varianza de cobertura de mazorca.....	66
Anexo 10	Análisis de varianza de peso total en mazorca (g).....	66
Anexo 11	Análisis de varianza de peso de tusas (g).....	66
Anexo 12	Análisis de varianza de porcentaje de humedad	67
Anexo 13	Análisis de varianza de número de plantas a la cosecha.....	67
Anexo 14	Análisis de varianza de total de mazorcas cosechadas por muestreo	67
Anexo 15	Análisis de varianza de Rendimiento (kg/Ha)	68
Anexo 16	Primera Fertilización edáfica (15 días)	68
Anexo 17	Raleo del cultivo (15 días)	69
Anexo 18	Cultivo a los 18 días.....	69
Anexo 19	Segundo control de malezas.....	70

Anexo 20 Control químico de maleza dirigido	70
Anexo 21 Segundo control de insectos y fertilización foliar.....	71
Anexo 22 Pesado del rendimiento por parcela	71
Anexo 23 Identificación del material cosechado.....	72
Anexo 24 Desgranado del maíz.....	72
Anexo 25 Peso puro del grano.....	73

Código Dublin

Título:	Evaluación de la Sincronía Floral en la Producción de Semilla en un Híbrido Triple Experimental de Maíz (<i>Zea mays</i> L) en Época Seca.
Autor:	Jefferson Roberto Aguayo Macías
Palabras clave:	Maíz, sincronía floral, parentales de maíz, semilla
Fecha de publicación	
Editorial:	
Resumen:	<p>Uno de los retos para los fitomejoradores y productores de semilla es la obtención de la cantidad y calidad de esta, para ello han desarrollado diferentes herramientas y métodos que optimicen el proceso de obtención de semilla, teniéndose entre estos métodos la sincronización en la floración a fin de obtener una mejor polinización llenado de granos y rendimiento, ya que una desincronización hace que dificulte el mantenimiento de la calidad genética debido a la contaminación con polen extraño. El objetivo general fue evaluar diferentes fechas de siembra para la sincronizar la floración entre los parentales del híbrido triple UTEQ, para incrementar la producción de semillas, y los objetivos específicos fueron: determinar la época de siembra de los parentales que optimicen la sincronización, establecer la época de siembra que produzca el mayor el rendimiento de semilla de maíz e identificar el intervalo de siembra del progenitor masculino, que produzca el mayor llenado de granos. La presente investigación se llevó a cabo en terrenos de la Finca Experimental "La María", propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 de la vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos, sembrando el progenitor masculino un día antes, el mismo día, uno, dos, tres y cuatro días después que el progenitor femenino, usando como material genético el híbrido experimental UTEQ. Para tal efecto se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con seis tratamientos, y la diferencia estadística se estableció mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Al sembrar el progenitor masculino un día antes que el progenitor femenino se registró mayor precocidad en cuanto a la floración masculina y femenina con 50.0 y 51.9 días respectivamente, mazorcas de mayor peso con un promedio de 133.9 gramos, mayor rendimiento se produjo sembrando el progenitor masculino un día antes que el progenitor femenino con 5131.9 kg/ha. El mayor número de mazorcas con polinización buena se obtuvo al</p>

	<p>sembrar el parental masculino entre un día antes y el mismo día que el progenitor femenino con 48.5 y 49.0 mazorcas.</p> <p>Palabras Claves: maíz, sincronía floral, parentales de maíz, semilla</p> <p>Summary</p> <p>One challenge for breeders and seed producers is to obtain the quantity and quality of this, for it has developed different tools and methods to optimize the process of obtaining seed, taking the synchronization between these methods in bloom to to get better grain filling and performance pollination, since a sync makes difficult to maintain the genetic quality due to contamination with foreign pollen. The overall objective was to evaluate different planting dates for flowering synchronization between parental triple hybrid UTEQ to increase seed production and the specific objectives were to determine the planting season that parental optimize synchronization, set the planting season that yield the greatest seed yield of corn and identify the range of sowing the male parent, to produce the greatest grain filling. This research was conducted in the Experimental Farm lands of "La Maria", owned by the State Technical University of Quevedo, located at Km 7 via Quevedo - El Empalme, Los Rios province, sowing the male parent one day before, the same day, one, two, three and four days after the female parent, using genetic material as the experimental hybrid UTEQ. For this purpose a design of randomized complete blocks with six treatments was used, and the statistical difference It was established by the Tukey test at 95% probability. By sowing the male parent one day before the female parent begin earlier was recorded in terms of male and female flowering with 50.0 and 51.9 days, respectively, ears heavier with average of 133.9 grams, improved performance came sowing the male parent one day before the female parent with 5131.9 kg / ha. The biggest number of ears with good pollination was obtained by sowing the male parent from the day before and the same day the female parent with 48.5 and 49.0 cobs.</p> <p>Keywords: corn, floral synchrony, parental maize seed</p>
Descripción:	
URL	

INTRODUCCIÓN

Uno de los retos que enfrentan los productores de semillas de maíz híbrido es el uso de los padres que se diferencian durante la época de floración. Lo ideal es seleccionar la sincronización de los padres con el florecimiento para producir híbridos. Sin embargo, muchas de las mejores combinaciones híbridas es entre parentales de diferentes ciclos.

Por lo tanto 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 diferentes números de días a floración, lo cual implica limitaciones prácticas en el manejo del cultivo en las labores culturales, control de malezas, fertilización entre otras.

Aunque los genotipos con sincronía son deseables, esta condición no debe ser limitante para utilizar progenitores con fechas de floración diferentes. Al ocurrir asincronía se eleva la posibilidad de contaminación con polen extraño, además el rendimiento de semilla puede disminuir a fallas de polinización-fecundación (mal llenado de mazorcas) y al incremento de la proporción de semillas tipo bola, lo que eleva los costos de producción y en consecuencia, reduce los beneficios del productor.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de Investigación

1.1.1 Planteamiento del Problema

En Ecuador se están iniciando procesos de producción de maíces a partir de parentales criollos como es el caso de las líneas procedentes de los Cantones de Mocache, Vinces y Santo Domingo de los Tsáchilas, ya que estas poseen alta variabilidad genética.

En la producción de maíz de semilla 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 dificulte el mantenimiento de la calidad genética debido a la contaminación con polen extraño.

Para la producción de semilla certificada, hay que tener en cuenta el intervalo de siembra del progenitor masculino, que provocará la mejor sincronía floral para obtener la mayor producción y calidad de semilla certificada; de igual manera, será importante contar con información referente al manejo y densidad de plantas del progenitor masculino, que provoque la mejor polinización y rendimiento de grano.

1.1.2 Formulación del Problema

¿Con qué diferencia de días se debe sembrar el progenitor masculino con respecto al femenino para obtener mayor sincronía y mejor producción de semillas?

1.1.3 Sistematización del Problema

En base a la problemática abordada anteriormente se plantean las siguientes directrices:

¿Qué época de siembra de los parentales optimiza la sincronización?

¿Cuál es la época de siembra que produce el mayor el rendimiento de semilla de maíz?

¿Qué el intervalo de siembra del progenitor masculino produce la mejor sincronía floral para obtener la mayor eficiencia de polinización?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar diferentes fechas de siembra para sincronizar la floración entre los parentales del híbrido triple experimental UTEQ, para incrementar la producción de semillas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la fecha de siembra de los parentales que optimicen la sincronización.
- Establecer la fecha de siembra que produzca el mayor rendimiento de semilla de maíz.
- Identificar el intervalo de siembra del progenitor masculino, que produzca el mayor llenado de granos.

1.3 Justificación

Los híbridos aumentan la producción y la productividad, así como garantizan la calidad genética de los materiales a producir, obteniendo mayores ganancias para el productor de semillas certificadas, y garantizando mayores rendimientos al agricultor de siembra comercial. El desarrollo de híbridos triples presenta ventajas en aspectos de mayor porcentaje: de heterosis, teóricamente; en función al híbrido doble y por ende mayor capacidad de grano. Además se ha demostrado con la experiencia en campo, que la utilización de tecnologías híbridas ha permitido obtener mayores rendimientos y ganancias para el agricultor, haciéndolas más competitivas comparadas con el uso de variedades de polinización libre.

Existe poca información referente a la sincronía floral de híbridos de maíz; por lo tanto se hace necesario investigar la mejor sincronía floral masculina y femenina, que posibilite mejorar la producción, calidad de semilla y rentabilidad.

La presente investigación pretende hacer un análisis de la metodología de polinización en la semilla certificada para el híbrido triple UTEQ; material desarrollado por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, el cual tiene una amplia adaptabilidad, rendimiento aceptable en las diferentes zonas productoras de maíz del país.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Mejoramiento Genético

El mejoramiento genético es la ciencia de incrementar el rendimiento o productividad, la resistencia o tolerancia, el rango de adaptación de las especies vegetales y la calidad de sus productos, por medio de modificaciones del genotipo (la constitución genética) de los individuos (Kandus, 2014).

2.1.2 Maíz Híbrido

Los maíces híbridos son el resultado de cruzar un tipo de maíz con otro tipo, lo que produce una semilla que en la próxima cosecha dará muchas mazorcas y grandes rendimientos, pero sólo en la cosecha del primer año. La explicación de este fenómeno se debe a que en la siguiente siembra, las plantas se polinizan entre sí degenerando la cruce original, de manera que al sembrarse de nuevo produce mucho menos que las del primer año (Márquez, 2006).

2.1.3 Híbrido Simple

Es el resultado del cruce de dos líneas endogámicas. El uso directo de híbridos simples en la producción ha estado limitado por el bajo rendimiento de las líneas endogámicas sobre las que se obtiene la semilla (Bejarano, 2003).

2.1.4 Híbrido Doble

Un híbrido doble o cruce doble se forma combinando dos cruces simples, que son plantas altamente productoras, siendo más rentable para el semillerista, presenta como inconveniente que es de menor rendimiento de grano FI comparada con la Cruza simple. (Poehlman, 1979)

2.1.5 Híbrido Triple

Esto supone la combinación de tres líneas autofecundadas. El progenitor masculino debe ser siempre una línea pura muy productora de polen y la cruce simple muy rendidora (De la loma, 1954).

2.1.6 Híbrido Interfamiliar

La metodología de familias de hermanos completos es un camino viable para formar híbridos con progenitores vigorosos, de buen rendimiento y de fácil manejo n el mantenimiento y en la producción de semilla (Pérez, 1997).

2.1.7 Híbrido Intervarietal

La hibridación intervarietal utiliza cruzamientos de la primera generación entre variedades de polinización libre como un medio para obtener mayores rendimientos (Pérez, 1997).

2.1.8 Híbrido Tipo Mestizo

Estos híbridos están formados de líneas endocriadas por una variedad de polinización libre. Tienen dos componentes que involucran una línea y un progenitor no endocriado (Pérez, 1997).

2.2 Marco Referencial

2.2.1 Aspectos Generales del Cultivo de Maíz

El maíz es uno de los cultivos de cereales más importantes del mundo, se cultiva en todos los continentes, excepto en la Antártida, y es más productivo donde las precipitaciones o el riego son adecuados (Cabascango, 2011).

Es un producto básico en la alimentación de los pueblos, heredado de nuestros aborígenes y consumido en una gran variedad de preparaciones y estados de madurez. Es un producto consumido en gran parte por el propio agricultor y su familia, siendo típico en zonas de minifundio ubicadas en los flancos de las tres cordilleras. Los cultivos comerciales, de gran extensión, realizadas en las zonas planas mecanizables han sido desplazados por otros más rentables y seguros, incrementándose paulatinamente las importaciones de maíz en los últimos años (Cajamarca, 2014).

En el nuevo mundo es considerado el principal cereal domesticado y fue la base alimenticia de las civilizaciones Maya, Azteca e Inca. Las teorías genéticas sobre el origen del maíz son muy diversas, pero parece bastante claro que se originó como planta cultivada en algún lugar de América Central. Es bien conocida la importancia del cultivo del maíz, tanto para el consumo humano en sus diversas formas como para su utilización forrajera. Su amplia capacidad de adaptación, su elevado rendimiento y las posibilidades futuras de mejoras por vía genética, hacen de este material uno de los cultivos más prometedores para afrontar la amenaza de hambre en el mundo (Villar, 2009).

Se cultiva desde la antigüedad, hace más de 7000 años. Su origen parece situarse en la zona de México, donde se han encontrado los vestigios más antiguos. Aunque hay varias plantas emparentadas con el maíz (*Zea mays*), solo una es capaz de cruzarse con él espontáneamente, se trata del Teosinte (*Zea perennis*) que se encuentra en México y Guatemala. El Teosinte, según algunos investigadores, es la fuente del germoplasma de los maíces actuales. El maíz es una planta anual, de verano, de porte robusto y con un rápido desarrollo (Ortas, 2008).

El maíz es uno de los alimentos básicos más importantes que conoce el ser humano ya que en torno a él se pueden realizar gran cantidad de preparaciones así como también pueden obtenerse de él numerosos productos derivados (por ejemplo, harinas, aceites, etc.). Subsecuentemente, el maíz es altamente utilizado como alimento en gran parte del ganado que luego son consumidos o utilizados como productores de alimento, por lo cual su importancia es enorme (Tuárez, 2013).

El maíz, es, sin discusión, una de las más valiosas aportaciones de las culturas mesoamericanas a la humanidad, pero además, es necesario aclarar que no es un producto natural, sino que se consiguió mediante la domesticación de alguna gramínea silvestre, sin que hasta la fecha se pueda precisar de cuál de ellas o en qué sitio se consiguió por primera vez. Precisamente por ello, muchas regiones de América se han disputado el crédito de haber sido el lugar donde se cultivó por primera ocasión y de ahí se distribuyó a otras regiones; esto parece poco probable y más bien debe aceptarse que lo que el hombre de América transmitió no fue un grano de maíz, sino el procedimiento para domesticar la gramínea; de ser así, en cada región se logró el cultivo del maíz, domesticando la gramínea del lugar (Andrade, 2014).

Hoy día el maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales (Paliwal, 2001).

La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo. Habiéndose originado y evolucionado en la zona tropical como una planta de excelentes rendimientos, hoy día se cultiva hasta los 58° de latitud norte en Canadá y en Rusia y hasta los 40° de latitud sur en Argentina y Chile. La mayor parte del maíz es cultivado a altitudes medias, pero se cultiva también por debajo del nivel del mar en las planicies del Caspio y hasta los 3 800 msnm en la cordillera de los Andes. Más aún, el cultivo continúa a expandiéndose a nuevas áreas y ambientes (Paliwal, 2001).

El maíz es clasificado en dos tipos distintos dependiendo de la latitud y del ambiente en el que se cultiva. El maíz cultivado en los ambientes más cálidos, entre la línea ecuatorial y los 30° de latitud sur y los 30° de latitud norte es conocido como maíz tropical, mientras que aquel que se cultiva en climas más fríos, más allá de los 34° de latitud sur y norte es llamado maíz de zona templada; los maíces subtropicales crecen entre las latitudes de 30° y 34° de ambos hemisferios. Esta es una descripción muy general ya que los maíces tropicales y templados no obedecen a límites regionales o latitudinales rígidos (Paliwal, 2001).

Según FAO (2007) y Aquino, Peña y Ortiz (2008), la importancia del maíz se debe a:

- El 70 % de la gente más pobre del mundo vive en zonas rurales. La mayoría depende de la agricultura, especialmente del maíz y el trigo, para obtener sus alimentos y generar ingresos.
- El maíz y el trigo constituyen la fuente de cerca del 40 % de los alimentos del mundo y alrededor del 25 % de las calorías que se consumen en los países en desarrollo. Millones de personas, incluidas las personas de escasos recursos que habitan en zonas urbanas, obtienen más del 50 % de las calorías que consumen a diario del maíz y el trigo.
- El maíz y el trigo se siembran en casi 200 millones de hectáreas en los países en desarrollo. Por ello, es necesario producir estos cultivos en formas que no perjudiquen el medio ambiente.
- Se estima que en los países en desarrollo se necesitarán 368 millones de toneladas más de maíz y trigo en el 2020 (hoy día se requieren unos 700 millones de toneladas) para satisfacer los requerimientos de alimentos.

En el caso ecuatoriano, anualmente se produce un promedio de 717 940 t de maíz duro seco y 43 284 t de maíz suave seco. En el caso del primero, la producción se encuentra altamente polarizada en la costa y, en el caso del segundo, el producto es altamente polarizado en la sierra (INEC, 2011).

2.2.2 Origen y Clasificación Taxonómica

El maíz es una de las plantas cultivadas de mayor interés 1 punto de vista de su origen, estructura y variación. Sólo se le conoce en es seguro que no podría subsistir sin el cuidado del hombre. En cultivo han sido desarrollados tipos tan diferentes que permite sembrarlo desde el ecuador al límite de tierras templadas, y desde el nivel del mar hasta el borde de permanentes. Esta adaptabilidad, representada por los genotipos más, es paralela a la variedad de sus usos como alimento, forraje o utilización industrial (Leon, 1987)

El origen del maíz ha sido objeto de estudios muy intensos, de han resultado varias hipótesis para explicarlos, sin que ninguna de ellas grado la aceptación general. Como el maíz no es conocido en estado la explicación sobre su origen se basa en su relación con las dos s taxonómicas más afines: Los teocintes y las especies del género *Tripsacun*. En ninguna de las hipótesis se considera la posibilidad de que haya otras entidades taxonómicas desaparecidas, que pudieran haber participado en el origen del maíz (Leon, 1987).

2.2.3 Descripción Botánica

2.2.3.1 Planta

La planta está constituida por un eje central, sostenido por un radical fibroso y compacto. El eje o tallo produce ordinariamente varios brotesbásales; sus ramificaciones son muy comprimidos y terminan en las mazorcas o ramificaciones s. La parte terminal del eje es la panoja que lleva la inflorescencia estaminada (Leon, 1987).

2.2.3.2 Tallo

La planta de maíz presenta un tallo principal, el cual alcanza la superficie del suelo al estado de quinta hoja; a partir de la sexta hoja, se inicia un rápido crecimiento del tallo en altura, el que se manifiesta especialmente a través de la elongación de los internudos inferiores. Al

estado de ocho hojas es posible apreciar a simple vista, en el extremo apical del tallo, los primeros indicios de la panoja

2.2.3.3 Raíz

La raíz primaria o sea la que se desarrolla en la germinación de la semilla tiene corta duración. Todo el sistema radical de la planta adulta es adventicio y en la mayoría de los cultivares brota de la corona, un cuerpo cónico, con el ápice hacia inferior, formado entre seis y diez entrenudos cortos. Las raíces adventicias son cilíndricas con la caliptra bien marcada, seguida hacia arriba por una zona de formación activa de tejidos; esta zona es la que produce las nuevas que incrementan la longitud de la raíz (Leon, 1987).

La semilla madura se compone de pericarpio, endosperma que ocupa la mayor y embrión. El color del endosperma en los maíces tropicales puede ser o amarillo, estos últimos corresponde a cultivares de mayor valor nutritivo (Jugenheimer, 1988).

2.2.3.4 Hojas

La hoja de maíz, como la de otras gramíneas, está constituida de vaina, cuello y La vaina es una estructura cilíndrica abierta hasta la base, que sale de la parte superior del nudo. El cuello es la zona de transición entre la vaina envolvente y la lámina abierta (Leon, 1987).

2.2.3.5 Flores e Inflorescencia

El maíz es una especie monoica o sea que en la misma planta hay flores pistiladas y estaminadas en inflorescencia separadas. La inflorescencia pistilada brota de ramas laterales, de estructura similar al tallo central. Estas flores salen de un nudo cubiertas externamente por hojas. Las espiguillas de la mazorca están as en dos pares, pero de cada par de espiguillas solo una se desarrolla, de modo que de dos flores fértiles quedan juntas y forman los pares de granos, que les de distinguir (Jugenheimer, 1988).

2.2.3.6 Mazorca y Semilla

En el maíz la espiga es compacta y está protegida por las hojas transformadas que completamente, las hojas que envuelven la mazorca se llaman tusas. El olote consiste en tres partes que son: externamente, los granos o cariopsis que la completamente, excepto el ápice; una zona de inserción de granos; y, el central, con la médula suave y a veces vacía (Jugenheimer, 1988).

2.2.4 Requerimientos Edafoclimáticos del Cultivo de Maíz

El maíz debido a sus tipos ampliamente divergentes crece en un amplio rango de condiciones climáticas, no pudiéndose establecer límites precisos. Es cultivado en áreas tropicales, subtropicales y templadas y en altitudes que van desde el nivel del mar hasta varios miles de metros sobre el mismo, pero presenta un límite, producto de una combinación de temperaturas bajas con el período libre de heladas (Shaw, 1988).

2.2.4.1 Temperatura

Aunque el maíz es originario de los trópicos, el crecimiento óptimo del cultivo ocurre a temperaturas de 24 a 30°C. Temperaturas nocturnas altas no favorecen el crecimiento del , sino que incrementan las tasas de respiración y de esta forma se reduce el peso seco acumulado durante el día por la fotosíntesis (Fassio *et al.*, 1998).

2.2.4.2 Viento y Evapotranspiración

Aunque no es posible controlar la humedad del suelo, excepto en condiciones de riego, sí se puede conocer bajo qué condiciones se obtiene el máximo rendimiento. En condiciones variables de humedad del suelo, la espiga más larga fue producida con 60% de saturación, mientras que la máxima acumulación de peso de la planta fue alcanzada a 80%. A contenidos de humedad mayores el crecimiento de las plantas fue mayor pero no fue correspondido por un aumento en el tamaño de las espigas. El viento es un factor muy importante cuando se

consideran las pérdidas de agua a través de la evapotranspiración, las que por su parte aumentan con el aumento de la temperatura (Shaw, 1955).

Durante períodos de viento, alta radiación solar y alta temperatura más agua es extraída por evaporación de la superficie del suelo y por transpiración de las hojas que en ausencia de estas condiciones (Fassio *et al.*, 1998).

2.2.4.3 Balance Hídrico

La disponibilidad de agua de un suelo, depende de la profundidad y textura del mismo (el agua en suelos de tipo arenoso está retenida con menos fuerza que en suelos de tipo arcilloso). Es así que para evaluar las relaciones hídricas de las plantas es necesario evaluar cuantitativamente la humedad disponible en el suelo, las características de retención de agua y la demanda atmosférica (Fassio *et al.*, 1998).

2.2.4.4 Salinidad

El maíz es muy sensible a la salinidad, con una pérdida de 10% de rendimiento en los suelos en que la conductividad eléctrica supera 2,5 mS/cm. El umbral para la reducción del crecimiento se estima en cerca de 1,7 mS/cm (Cramer, 1994). Se considera que la salinidad afecta un área reducida -5%- de los maíces tropicales cuando se la compara con otros estreses abióticos, y ocurre por lo general en zonas irrigadas (Lafitte, 2001).

El primer síntoma de estrés de salinidad es el marchitamiento porque el cultivo sufre una sequía fisiológica ya que el agua no se puede mover del suelo a las raíces contra el gradiente de potencial osmótico. La salinidad también reduce la conductividad hidráulica de las raíces y un daño duradero puede originarse debido a la acumulación en la planta de niveles tóxicos de ciertos iones, si bien la existencia de efectos tóxicos de iones específicos -más que un efecto general de los solutos- es aún discutida (Blum, 1988; Shalhevet, 1993).

2.2.5 Fases Fenológicas del Cultivo de Maíz

La planta de maíz presenta diferente comportamiento a las condiciones agroclimáticas. El conocer las características fenológicas establece el marco temporal que forma el rendimiento y sus componentes. Bolaños & Eumades (1993) indican que en los puntos cardinales de germinación, iniciación floral y madurez fisiológica se delimitan respectivamente las fases vegetativa, reproductiva y de llenado de grano. La duración de cada una de estas fases depende del genotipo, del fotoperiodo y de la temperatura (Laffitte, 1994).

2.2.5.1 Fase Vegetativa

Esta fase se inicia al momento de comenzar el proceso de germinación de la semilla y se establecen las plántulas; se expande el follaje y se forma la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa. La biomasa total producida por el cultivo está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca y en promedio se estima que ésta ocupa el 40% del peso total (Laffitte, 1994).

2.2.5.2 Fase Reproductiva

En esta fase se elabora el órgano de interés desde el punto de vista de la cosecha: la mazorca y el número de granos por mazorca que constituye la fracción cosechable de la biomasa. En el caso del maíz las flores masculinas se producen en la inflorescencia terminal (espiga) y las flores femeninas en las axilas laterales (mazorcas), por lo que existe una distancia entre ambas y el polen debe viajar una corta distancia para fecundar a los estigmas (Jugenheimer, 1990).

Dependiendo de la zona en donde se esté desarrollando el cultivo, existe un período que va de uno a dos días, entre la emisión del polen y la salida de los estigmas en la floración. Este período se puede alargar entre 5 y 8 días para las condiciones del altiplano. La polinización es una fase extremadamente sensitiva al efecto que puedan causar los estreses ambientales tales como la sequía, que puede afectar negativamente el rendimiento (Jugenheimer, 1990).

2.2.5.3 Fase de Llenado de Grano

Esta fase se inicia inmediatamente después de la polinización y determina el peso final del grano y de la mazorca. El peso del grano está correlacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada durante esta fase, y es afectada por estreses hídricos y nutricionales (Mangelsdorf & Reeves, 1948).

La fase de llenado está marcada por tres fases: 1) Fase de arresto que puede durar de 10 a 20 días; 2) Fase lineal que es la fase de acumulación de materia seca y tiene una duración de 7 a 14 días que concluye con la aparición de la capa negra y madurez fisiológica. Se denomina que el grano está en la etapa de capa negra, cuando éste cesa de alimentarse de la planta, formándose una capa de color negro que evita la entrada de nutrientes al grano, aspecto que da nombre a esta fase. La madurez fisiológica se alcanza cuando el grano está cerca de los 32-35 % de humedad (Mangelsdorf & Reeves, 1948).

2.2.6 Enfermedades del Cultivo de Maíz

2.2.6.1 Mancha Foliar por *Curvularia* (*Curvularia lunata*)

Es una enfermedad causada por el hongo *Curvularia lunata*, el cual produce en las hojas manchas pequeñas necróticas o cloróticas con una aureola de color claro. La enfermedad está generalizada en las zonas maiceras, cálidas y húmedas, donde puede causar daños considerables a los cultivos (Deras, 2014).

2.2.6.2 Roya Común (*Puccinia sorghi*)

Enfermedad ampliamente difundida en todo el mundo que alcanza mayor importancia cuando las plantas se acercan a la floración. Se le puede reconocer por las pústulas pequeñas y pulverulentas, en ambos lados de la hoja (Deras, 2014).

2.2.6.3 Tizón Foliar (*Helminthosporium turcicum*)

Es un hongo que se encuentra distribuido en todo el mundo, y uno de los primeros síntomas consiste en la aparición de manchas pequeñas ligeramente ovaladas y acuosas que se producen en las hojas, las cuales son fácilmente reconocibles. Posteriormente, estas manchas se vuelven tejidos necróticos alargados con puntos negros, que son las esporas del hongo. Cuando la infección se produce antes o durante la aparición de los estigmas, y si las condiciones son favorables, puede ocasionar daños económicos considerables (Nole, 2012).

2.2.6.4 Mancha Café (*Physoderma maydis*)

Ocurre en lugares con precipitación pluvial y temperaturas altas; ataca las hojas, los tallos y algunas veces hasta las brácteas de la mazorca. El control para esta enfermedad no se ha establecido; aunque se han realizado investigaciones para ello, sólo se tienen trabajos relacionados con la resistencia genética, por lo que se recomienda utilizar variedades tolerantes o resistentes (Deras, 2014).

2.2.6.5 Mancha de Asfalto (*Phyllachora maydis* y *Monographella maydis*)

Se presenta en zonas relativamente húmedas de los trópicos. En países de América se ha descubierto otro patógeno, *Monographella maydis*, que junto con *Phyllachora maydis* forman el “complejo mancha de asfalto”, el cual propicia el desarrollo de tejido necrótico alrededor de la mancha de asfalto. Primeramente se producen manchas brillantes y ligeramente abultadas de color negro; luego, esas lesiones se vuelven necróticas y pueden llegar a fusionarse, provocando la quemadura completa del follaje (Deras, 2014).

2.2.7 Importancia de los Híbridos de Maíz

Los cultivares mejorados actuales, variedades, variedades sintéticas, híbridos, líneas puras- representan las fuentes de materiales genéticos más usados en casi todos los programas de mejoramiento de maíz. Sin embargo, tales programas abarcan solamente una minúscula

fracción de la diversidad genética. De cualquier manera, las ganancias inmediatas de los esfuerzos en el mejoramiento del maíz para aumentar los rendimientos son mucho mayores que el uso de los mejores cultivares existentes. Es por lo tanto dable esperar que los mismos continuarán siendo recursos genéticos importantes para el mejoramiento del maíz, especialmente si los campos de cría de los mejoradores tienen una buena colección de tal germoplasma de distintas fuentes (Paliwal, 2001).

El desarrollo del maíz híbrido es indudablemente una de las más refinadas y productivas innovaciones en el ámbito del fitomejoramiento. Esto ha dado lugar a que el maíz haya sido el principal cultivo alimenticio, sometido a transformaciones tecnológicas en su cultivo y en su productividad, rápida y ampliamente difundidas (Zambrano, 2009).

Se procede a elegir las poblaciones que por su buena aptitud combinatoria específica, iniciaron el trabajo de formación de estructuras de entrada, con el propósito de fijar caracteres para la producción de líneas puras, mismas que serán cruzadas para que se produzca la hibridación (Nole, 2012).

Los híbridos de maíz son citados a menudo como un logro significativo al esfuerzo en los programas de mejoramiento genético. Es así como el término heterosis fue acuñado por Shull desde 1908 y conocido primeramente en maíz; su manifestación puede involucrar un vasto arreglo de caracteres morfológicos, reproductivos, fisiológicos, bioquímicos, tensiones bióticas y abióticas, caracteres de calidad y rendimiento (Vasal & Córdoba, 1996).

El desarrollo del maíz híbrido es indudablemente una de las más refinadas y productivas innovaciones en el ámbito del fitomejoramiento. Esto ha dado lugar a que el maíz haya sido el principal cultivo alimenticio a ser sometido a transformaciones tecnológicas en su cultivo y en su productividad, rápida y ampliamente difundidas; ha sido también un catalizador para la revolución agrícola en otros cultivos. Actualmente la revolución híbrida no está limitada a los cultivos de fecundación cruzada, donde se originó exitosamente, el desarrollo de los híbridos se está difundiendo rápidamente a las especies autofecundas: el algodón y el arroz híbridos son

casos exitosos y conocidos y el trigo híbrido puede ser una realidad en un futuro cercano (Paliwal, 2001).

La producción actual de semillas de maíz híbrido es el resultado de aproximadamente 70 años de avances científicos y tecnológicos, desde el lanzamiento del primer híbrido comercial en el Brasil, en 1919, hasta nuestros días, con el avance y aparición de los primeros híbridos genéticamente modificados, evidenciando el gran avance de la moderna agricultura brasileña. La importancia de las semillas híbridas para el cultivo del maíz queda demostrada cuando se compara la evolución de la superficie sembrada con semillas híbridas y la productividad en toneladas por hectárea (Zanovello, 2008).

2.2.7.1 Resistencia a Enfermedades

Varias de las enfermedades que afectan al maíz en los trópicos han sido descritas. Se han identificado fuentes de resistencia genética para muchas de las enfermedades de importancia económica cuyos genes de resistencia están presentes dentro del genomio del maíz. La tolerancia a ciertas enfermedades también se encuentra en algunas especies estrechamente emparentadas con el maíz, como el Teosinte y *Tripsacum* que pueden, por lo tanto, ser utilizadas en caso necesario. La incorporación de fuentes de resistencia no específica, ha proporcionado los principales recursos para el control de enfermedades (Renfro, 1985).

Los programas de mejoramiento de maíz incluyen la resistencia a enfermedades como uno de los caracteres importantes para el mejoramiento y selección, junto con otros caracteres agronómicos. La mayor diferencia entre el proceso para la selección de cualquier carácter y la selección de caracteres para la resistencia a enfermedades es que esta última es un sistema de dos variables -hospedante y patógeno- en el cual ambos juegan un papel de igual importancia cuando se consideran los cruzamientos para resistencia a enfermedades. El elemento hospedante, o sea el germoplasma de maíz, debería tener genes de resistencia a la enfermedad objeto de estudio, o en caso contrario, los genes de resistencia deben ser transferidos de una fuente adecuada a la población para su mejoramiento (Paliwal, 2001).

El estrés de las enfermedades a menudo se desarrolla naturalmente a tal nivel que reduce el rendimiento del maíz en los criaderos de mejoramiento. Esto hace posible la selección de genotipos resistentes sin ningún otro procedimiento adicional para su identificación. Por otro lado, la ocurrencia de la enfermedad en un cierto lugar o durante una cierta estación puede ser afectada por factores ambientales, especialmente el tiempo, de modo que puede ser difícil repetir esa selección para resistencia de una estación a otra o de un año a otro. En tales casos, los esfuerzos de la investigación se dirigen a estimular el rendimiento reduciendo el nivel de la enfermedad y así optimizar las oportunidades para identificar reacciones diferenciales repetibles entre materiales genéticos diferentes sometidos al proceso de selección (Fajemisin et al., 1985).

Un enfoque alternativo es el uso de lugares de pruebas de enfermedades que tienen una historia conocida de altos niveles de infección de la enfermedad. Este enfoque también es utilizado para las enfermedades que cubren un área geográfica limitada ya que los criaderos especializados y los esfuerzos de los mejoradores deben ser hechos en zonas donde prevalece la enfermedad (Paliwal, 2001).

2.2.7.2 Mejoramiento para Desarrollar Cultivares Tolerantes al Estrés

Los fitomejoradores han usado la variación genética del maíz tropical para seleccionar cultivares con un mejor comportamiento bajo estreses abióticos específicos tales como los suelos ácidos y las sequías en la época de floración. Los programas exitosos de mejoramiento se han caracterizado por una clara definición de los objetivos buscados y por técnicas confiables de selección. Si bien los logros para desarrollar cultivares con tolerancia a las inundaciones, a la baja fertilidad de suelos y al estrés de sequía de las plántulas han sido relativamente escasos, existe una amplia evidencia de que hay variación genética también contra estos estreses (Paliwal, 2001).

El mejoramiento para tolerancia al estrés puede ser llevado a cabo directamente sembrando en criaderos en ambientes desfavorables, o indirectamente, haciendo las selecciones bajo condiciones adecuadas. Muchos mejoradores prefieren hacer selecciones bajo buenas

condiciones y confiar en los efectos del exceso de potencial de rendimiento en condiciones desfavorables. Los ensayos de rendimiento final, son por lo tanto llevados a cabo tanto en condiciones favorables como en ambientes bajo estrés. En situaciones donde los objetivos ambientales para crear un cultivar son extremadamente diversos, esta estrategia puede ser la más eficiente. Las desventajas conocidas de esta selección directa bajo estrés se reducen a la variación genética y a la baja heredabilidad para rendimiento. Los factores que determinan la eficiencia de la selección directa en un ambiente de estrés en relación a la selección indirecta en un ambiente de alto rendimiento son la heredabilidad del rendimiento en cada ambiente y la correlación genética entre los rendimientos en los dos ambientes (Falconer, 1989).

2.2.8 Consideraciones Preliminares Previas a la Siembra de Híbridos

Las condiciones previas a la siembra son especialmente importantes en determinar la reserva de agua del suelo y la posibilidad de preparación de la cama de siembra. Debido al amplio rango de condiciones en los sitios donde el maíz es cultivado, la reserva de humedad en el suelo será muy variable, dependiendo de las precipitaciones y de la temperatura. La temperatura, también tiene un efecto importante sobre los insectos y enfermedades (Fassio *et al.*, 1998).

Los híbridos de mayor duración tienen generalmente mayor rendimiento que los de menor duración. Por ello hay que elegir un híbrido que “use” la estación de crecimiento. Usar altas poblaciones para permitir que se exprese el potencial del híbrido, pero no sobrepasar ya que se producirán mazorcas sin grano o incompletas. Las temperaturas bajas a la siembra afectan la absorción de nutrientes y la tasa de crecimiento. En esta circunstancia ayuda poner fertilizante en banda y ligeramente bajo la semilla. Las siembras superficiales se ven favorecidas por las temperaturas más altas cerca de la superficie del suelo (Acevedo, 2005).

Cuanto menor sea el agua acumulada antes de la siembra, mayores serán los requerimientos de lluvia durante la estación de crecimiento del cultivo. La ocurrencia de precipitaciones en primavera temprana puede ser efectiva en incrementar las reservas, pero la evaporación potencial también aumenta a medida que la primavera progresa. Aunque las lluvias de

primavera pueden ayudar en la acumulación de agua en el suelo, también pueden causar retrasos en las operaciones de campo. Las condiciones climáticas en primavera determinan el momento en que las operaciones de campo pueden ser comenzadas (Fassio *et al.*, 1998).

2.2.9 Influencia de la Polinización sobre el Llenado de Grano

El llenado de la mazorca de maíz o sea la formación y desarrollo de los granos, puede estar afectado por diferentes factores. La provisión de humedad durante el período de floración y formación del grano, es probablemente el factor más crítico (Ramírez & Andrade, 1974).

La formación del grano es también afectada por la eficiencia de la polinización la cual depende, bajo condiciones óptimas de medio ambiente, de que los estigmas estén receptivos al momento en que el polen está disponible. Una sincronización deficiente entre la aparición del polen y la receptividad de los estigmas puede ocasionar la formación de mazorcas con hileras de granos incompletas (Ramírez & Andrade, 1974).

Otro factor que influye la polinización es la densidad de siembra, el incremento en las poblaciones ocasiona un retardo en la aparición de los estigmas pero no en la aparición del polen (Kohnke & Miles, 1951; Shubeck & Caldwell, 1955; Stringfield & Thatcher, 1947).

El peso del grano por mazorca en el maíz reventón ha sido reportado como un componente del rendimiento que correlaciona significativamente con el rendimiento (Green, 1964). Esto quiere decir que al aumentar el peso del grano por mazorca hay un incremento en el rendimiento. Por otra parte, el peso del grano por mazorca es función del número de granos por mazorca, del tamaño de ellos y de la densidad del grano, o sea que cuanto más llena la mazorca de granos bien formados mayor será el peso del grano por mazorca y por ende el rendimiento (Ramírez & Andrade, 1974).

En nuestro medio, se ha observado con relativa frecuencia que las mazorcas no alcanzan a formar grano en el ápice, este fenómeno sugiere que existe algún problema de polinización, el

cual podría ser debido a una falta de disponibilidad de polen cuando el estigma está receptivo o por el contrario a que no existan estigmas receptivos cuando hay polen disponible.

2.2.10 Producción de Semillas de Maíz Híbrido

En el maíz se han efectuado muchos estudios genéticos debido a que: a) es una cosmopolita y se produce en diferentes ambientes y latitudes a nivel mundial; polinización cruzada o las autopolinizaciones se pueden efectuar con d, lo cual facilita el implementar metodologías de hibridación; c) Se obtienen s cantidades de semilla de una sola planta; d) Existen muchas características hereditarias de fácil observación y e) el maíz contiene muchos res recesivos que se manifiestan mediante la autofecundación, debido a que especie normalmente de polinización cruzada (Poehlman, 1979).

La semilla es el producto final de los programas de fitomejoramiento, los cuales serán exitosos solamente cuando ese producto final pueda llegar y sea efectivamente utilizado por los agricultores. Lamentablemente, este concepto no es comprendido por muchos programas de fitomejoramiento, como queda en evidencia por el hecho de que en los trópicos solo un pequeño porcentaje del área sembrada con maíz está cubierta con variedades mejoradas o híbridos. También es significativo que algunos programas de fitomejoramiento hayan sido denominados Proyectos de mejoramiento de semillas, para enfatizar la importancia de estas (Paliwal, 2001).

La producción actual de semillas de maíz híbrido es el resultado de aproximadamente 70 años de avances científicos y tecnológicos, desde el lanzamiento del primer híbrido comercial en el Brasil, en 1919, hasta nuestros días, con el avance y aparición de los primeros híbrido genéticamente modificados, evidenciando el gran avance de la moderna agricultura brasileña. La importancia de las semillas híbridas para el cultivo del maíz queda demostrada cuando se compara la evolución de la superficie sembrada con semillas híbridas y la productividad en toneladas por hectárea (ton/ha) (Zanovello, 2008).

Las semillas de calidad de variedades mejoradas de maíz son el insumo para aumentar la productividad del cultivo (Copeland y McDonald, 2001; Barrón, 2010). Existe poca información sobre la mejor tecnología de producción de semillas, por lo que se ha utilizado la tecnología para producir grano con algunas modificaciones (Vallejo *et al.*, 2008), o bien las empresas productoras de semilla trasnacionales han generado su tecnología (Virgen *et al.*, 2014).

El uso de semilla mejorada es un elemento estratégico y clave para lograr incrementos en la productividad de maíz y la elección de una buena semilla es el primer paso para aprovechar de forma óptima los recursos disponibles (Tosquy *et al.*, 1995).

La tecnología de producción de semillas híbridas que se ha desarrollado para las zonas templadas, ha sido fácilmente transferida a la producción de semillas en las zonas tropicales. La tecnología de producción de semillas de variedades no ha sido necesariamente muy refinada, y en muchos casos sus semillas son producidas solo con tanto cuidado como es producido el grano comercial (Paliwal, 2001).

La importancia de las semillas es algo que nadie discute. Son reconocidas como el insumo básico y más importante para todos los cultivos. Además, son el insumo más económico ya que todos los otros insumos agrícolas -agua, fertilizantes, pesticidas y herbicidas, maquinaria, mano de obra- pueden ser mucho más costosos. El retorno de todos esos otros insumos está directamente influenciado por el insumo básico que son las semillas. Las semillas de buena calidad han jugado un papel importante en la revolución verde y han mostrado significativos incrementos de la producción donde estos han ocurrido (Hanson, Borlaug, & Anderson, 1982).

En el caso del maíz híbrido, donde está involucrado más de un parental, estos deben ser cruzados cada año para producir semillas. En el caso de las variedades de polinización abierta, solo un progenitor participa en la producción de semillas, proceso que muchas veces se denomina multiplicación, como en el caso de otros cultivos autógamos. Sin embargo, la producción de semillas de variedades de polinización abierta merece más cuidado y atención que la simple multiplicación, en razón de la polinización cruzada de la especie. Los sistemas

de producción de semillas para variedades e híbridos, en el caso de los maíces tropicales, deben ser desarrollados y mejorados. El área cubierta con materiales mejorados y semillas de calidad, tanto de variedades como de híbridos, debe ser incrementada para permitir mejorar la productividad de los maíces tropicales y así obtener mejores y más rápidas ganancias (Paliwal, 2001).

En la producción de semilla de híbridos de maíz, es fundamental la coincidencia en floración de los progenitores; es decir, de los estigmas en la hembra, con la emisión del polen del macho. Cuando no hay sincronía en maduración, es indispensable establecer fechas de siembra diferenciadas o escalonadas, con la finalidad de lograr la completa sincronización, para favorecer la fecundación y logro de semilla, como objetivo fundamental de producción. Las fechas de siembra escalonadas, implican limitaciones de tipo práctico en los riegos, escardas, control de maleza, fertilización, etc., pero deben solventarse, con el gasto adicional que ello representa (Espinosa *et al.*, 2001).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización del Experimento

La presente investigación se llevó a cabo durante el periodo de mayo a septiembre en terrenos de la Finca Experimental “La María”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 de la vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas 79° 27´ longitud Oeste y 01°06´ de latitud Sur.

3.2 Características Edafoclimáticas de Zona de Estudio

La tabla 1 presentan las características edafoclimáticas en la localidad que se llevó a cabo el experimento de maíz:

Tabla 1 Características edafoclimáticas de la zona de estudio.

Altitud:	120 m.s.n.m.
Topografía:	Irregular
Clima:	Tropical húmedo
Temperatura media anual:	24.8 °C
Drenaje:	Irregular
Textura:	Franco – arcillosa
pH:	5.7
Precipitación:	2252.5 mm/año
Heliofanía	894 horas/año
Humedad relativa:	84 %

Fuente: Estación meteorológica Pichilingue, INAMHI, Serie 1971 -2000

3.3 Tipo de Investigación

Para este experimento se efectuó una investigación de tipo experimental en la cual se estudió diferentes épocas de siembra del progenitor masculino con respecto al femenino a fin de identificar su efecto sobre el comportamiento y producción de semillas.

3.4 Métodos de Investigación

Se utilizó el método deductivo partiendo de los efectos generales destacados en la literatura consultada, para llegar a identificar la sincronía que mejor resultados produzca para un programa de semillas de maíz.

3.5 Fuentes de Recopilación de Información

La información para el presente proyecto se recopiló de fuentes primarias la cual netamente fue la observación que se llevó a cabo en el experimento donde se midió diferentes variables, sumándose a ello aquella información proveniente de fuentes secundarias como libros, revistas, publicaciones e internet.

3.6 Diseño Experimental y Análisis Estadístico de la Investigación

Se utilizó el diseño Bloques Completos al Azar con 6 tratamientos en 4 repeticiones. Todas las variables se sometieron al análisis de varianza (ADEVA). Se empleó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad para establecer la diferencia entre las medias de los tratamientos. Para el análisis estadístico se utilizó Infostat. En la tabla 2 se presenta el esquema del análisis de varianza (ADEVA).

Tabla 2 Esquema del ADEVA (Análisis de varianza) de la investigación.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Repeticiones	3
Tratamientos	5
error	15
Total	23

3.7 Instrumentos de Investigación

3.7.1 Material Genético

Como material genético se utilizó el híbrido triple experimental UTEQ – 101 el cual se generó mediante cruzamiento del híbrido simple originado de las líneas SM₄₅ x SV₁₅ (progenitor femenino) y la línea SV₃₉ (progenitor masculino) procedente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Este híbrido se caracteriza por su buena cobertura de mazorca, tolerancia a enfermedades como tizón foliar, cinta roja, mancha de asfalto y pudrición de mazorca, con grano cristalino de color amarillo-anaranjado, resistencia al acame.

3.7.2 Tratamientos Estudiados

Las sincronías consideradas en la presente investigación, se detallan en la Tabla 3:

Tabla 3 Descripción de los tratamientos estudiados

Tratamientos	Descripción
1	Sincronía Floral 1 (SF1), el progenitor masculino, se sembró un día antes, que el progenitor femenino.
2	Sincronía Floral 2 (SF2), el progenitor masculino, se sembró el mismo día, que el progenitor femenino.
3	Sincronía Floral 3 (SF3), el progenitor masculino, se sembró un día después que el progenitor femenino.
4	Sincronía Floral 4 (SF4), el progenitor masculino, se sembró dos días después que el progenitor femenino.
5	Sincronía Floral 5 (SF5), el progenitor masculino, se sembró tres días después que el progenitor femenino.
6	Sincronía Floral 6 (SF6), el progenitor masculino, se sembró cuatro días después que el progenitor femenino.

3.7.3 Especificaciones de Siembra del Experimento

Número de tratamientos:	6
Número de repeticiones:	4
Número de parcelas:	24
Distancia entre plantas	0.20 m
Distancia entre hileras	0.90 m
Semillas por sitio:	2 para raleo a 1
Hileras por tratamiento:	4
Golpes o sitios por hilera:	25
Longitud de tratamiento:	5 m
Ancho de tratamiento:	3.60 m
Longitud de repeticiones:	21.6 m
Ancho de repeticiones:	5 m
Distancia entre repeticiones:	1 m
Área de tratamientos:	18 m ²
Densidad poblacional:	55555 plantas/Ha
Área total del experimento:	496.8 m ²
Área útil del experimento:	324.0 m ²

El croquis de campo de todo el experimento de Evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en un híbrido triple experimental de la UTEQ, se presenta en el Anexo 1.

3.7.4 Manejo del Experimento

Se realizaron todas las prácticas y labores agrícolas necesarias para el adecuado desarrollo del cultivo y así poder evaluar en forma correcta los tratamientos en estudio.

3.7.4.1 Preparación del Suelo

Por haberse efectuado un sistema de siembra cero labranza se procedió a limpiar el terreno de forma manual con machete a fin de eliminar las malezas existentes.

3.7.4.2 Siembra

Esta labor se la llevo a cabo manualmente usando “espeques” para hacer hoyos de aproximadamente 4-5 cm de profundidad, depositando dos semillas por sitio. En la Tabla 5 se presentan las fechas de siembra de los tratamientos:

Tabla 4 Fechas de siembra de los parentales en estudio

Tratamientos	Descripción	Fechas de siembra de los parentales	
		Masculino	Femenino
1	Sincronía Floral 1	28/05/2015	29/05/2015
2	Sincronía Floral 2	29/05/2015	29/05/2015
3	Sincronía Floral 3	30/05/2015	29/05/2015
4	Sincronía Floral 4	31/05/2015	29/05/2015
5	Sincronía Floral 5	01/06/2015	29/05/2015
6	Sincronía Floral 6	02/06/2015	29/05/2015

Elaboración: Jefferson Aguayo

3.7.4.3 Control de Malezas

Para el control de las malezas, se aplicó: Prowl (pendimetalina) en dosis de 3 l/Ha, 300 cc/Ha de Amina, 2 l/Ha de Glifosato, 2 Kg/Ha de Atrazina inmediatamente después de la siembra. Luego de 15 días se aplicó accent (post-emergente) en dosis de 45g/Ha . Además a los 45 días se hizo una aplicación de Gramoxone en dosis de 1.5 l/Ha de manera dirigida (pantalla).

3.7.4.4 Raleo

Esta labor consistió en eliminar una planta, dejando la más vigorosa y se la realizó a los 12 días después de efectuada la siembra.

3.7.4.5 Fertilización

Se efectuaron tres aplicaciones de fertilizantes: a los 15, 25 y 40 días después de la siembra. La dosis aplicada fue de 300 kg de nitrógeno y 150kg de 10-30-10. También se realizó 2 aplicaciones de fertilizante foliar a los 18 y 30 días utilizando Evergreen (1 l/Ha),

3.7.4.6 Control de Plagas y Enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades se aplicó conjuntamente con los abonos foliares. Se usó Clorpirifos (insecticida) en dosis de 500 cc/Ha a los 18 días; mientras que a los 30 días se aplicó Pyriclor (1 l/Ha). Para el control de enfermedades se utilizó Proclain (insecticida) en dosis de 250 g/Ha conjuntamente con el control de insectos.

3.7.4.7 Despanojamiento

La fase de despanojamiento se realizó eliminando la flor masculina de progenitores femeninos para lo cual se evitó retirar las hojas apicales conjuntamente con la inflorescencia, para no perjudicar la producción de semillas, germinación y vigor.

3.7.4.8 Cosecha

Se cosechó manualmente las mazorcas de las plantas progenitoras femeninas (75 plantas) a los 115 días después de la siembra.

3.7.5 Datos Registrados y Formas de Evaluación

Para estimar el efecto de los tratamientos y a su vez estudiar el comportamiento agronómico se registraron los siguientes datos:

3.7.5.1 Días a la Floración Masculina y Femenina

Se consideró el tiempo transcurrido desde la siembra hasta cuando más del 50% de las espigas hayan emergido para describir como floración masculina del progenitor donador y el 50% de estigmas para la floración femenina del progenitor femenino.

3.7.5.2 Altura de Plantas

Para la evaluación de esta variable se midió desde la base del suelo hasta la base de la espiga en 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela útil, posteriormente se promedió y expresó en centímetros.

3.7.5.3 Altura de Inserción de Mazorca

Se midió desde la base del suelo hasta la base de la mazorca, posteriormente se promedió y expresó en centímetros.

3.7.5.4 Acame de Raíz y Acame de Tallo

Se registró el porcentaje de acame de raíz y tallo en diez plantas tomadas al azar dentro de cada unidad experimental y luego se promedió dicho valor.

3.7.5.5 Cobertura de Mazorca

Se registró el número de mazorcas de cada parcela que antes de la cosecha tengan expuesta alguna parte de la mazorca, se califica esta característica cuando las mazorcas estén completamente desarrolladas y se estén secando las brácteas. Tomando referencia la escala que se presenta en la Tabla 4:

Tabla 5 Escala de evaluación para cobertura de mazorcas

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Excelente	Las brácteas cubren apretadamente la punta de la mazorca y se extienden más allá de ella.
2	Regular	Cubren apretadamente la punta de la mazorca.
3	Punta expuesta	Cubren flojamente la mazorca hasta la punta.
4	Grano expuesto	Las brácteas no cubren la mazorca adecuadamente y dejan la punta algo expuesta.
5	Inaceptable	Cobertura deficiente; la punta está claramente expuesta

3.7.5.6 Peso Total de Mazorca (g)

Se consideraron 10 plantas tomadas al azar, de las cuales se recogió las mazorcas, las cuales se pesaron y promediaron para expresar la magnitud en gramos.

3.7.5.7 Peso de Tusas (g)

Las tusas de las mazorcas usadas para la variable anterior se pesaron, se promediaron y expresó la medida en gramos.

3.7.5.8 Porcentaje de Humedad

Se determinó mediante un determinador de humedad. Para el efecto, se desgranaron las mazorcas cosechadas de cada material genético por unidad experimental. Se homogenizó el grano y se obtuvo una muestra, la cual se introdujo en el aparato para la determinación del porcentaje de humedad.

3.7.5.9 Total de Mazorcas Cosechadas

Se contabilizó el número total de mazorcas por cada unidad experimental.

3.7.5.10 Número de Plantas a la Cosecha

Se consideró el número de plantas existentes al momento de la cosecha por cada unidad experimental

3.7.5.11 Rendimiento de Granos al 13% de Humedad (Kg/Ha)

El rendimiento por hectárea de grano se obtuvo del rendimiento de cada parcela determinando el peso de los granos ajustado al 13% de humedad empleando la siguiente fórmula:

$$Pu = \frac{Pa(100 - Ha)}{100 - Hd}$$

Dónde:

Pu = peso uniformizado

Pa = peso actual

Ha = humedad actual

Hd = humedad deseada

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Días a la Floración Masculina y Femenina

En la tabla 6 se presentan los promedios correspondientes a días a la floración masculina y femenina. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos no presentaron significancia estadística para ninguna de las dos variables, siendo el coeficiente de variación 1.5 y 3.1 % para días a la floración masculina y femenina, respectivamente.

Tabla 6 Días a la floración masculina y femenina en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ

N°	Tratamientos	Días a la floración	
		Masculina	Femenina
1	Sincronía Floral 1 (progenitor masculino – 1 día)	50.0 a	51.9 a
2	Sincronía Floral 2 (progenitor masculino 0 días)	50.3 a	52.8 a
3	Sincronía Floral 3 (progenitor masculino +1 día)	49.5 a	52.8 a
4	Sincronía Floral 4 (progenitor masculino +2 días)	49.3 a	52.5 a
5	Sincronía Floral 5 (progenitor masculino +3 días)	50.5 a	52.6 a
6	Sincronía Floral 6 (progenitor masculino +4 días)	50.0 a	53.5 a
Promedio		49.9	52.7
Coefficiente de variación (%)		1.5	3.1

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

El tratamiento Sincronía floral 5 registró el mayor número de días a la floración masculina con 50.5 días, en igualdad estadística con los demás tratamientos que presentaron promedios entre 49.3 y 50.3 días a la floración masculina.

El tratamiento Sincronía Floral 6 presentó el mayor número de días a la floración femenina con 53.5 días, estadísticamente igual a los demás tratamientos que tardaron entre 51.9 y 52.8 días en presentar su floración femenina.

4.1.2 Altura de Planta (cm)

En la tabla 7 se presentan los promedios correspondientes a altura de plantas (cm). El análisis de varianza determinó significancia estadística para los tratamientos en estudio, siendo 4.9 % el coeficiente de variación.

Tabla 7 Altura de plantas (cm) en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ

N°	Tratamientos	Promedios * (cm)
1	Sincronía Floral 1 (progenitor masculino – 1 día)	200.3 a
2	Sincronía Floral 2 (progenitor masculino 0 días)	201.2 a
3	Sincronía Floral 3 (progenitor masculino +1 día)	191.8 a
4	Sincronía Floral 4 (progenitor masculino +2 días)	202.0 a
5	Sincronía Floral 5 (progenitor masculino +3 días)	193.6 a
6	Sincronía Floral 6 (progenitor masculino +4 días)	194.8 a
Promedio		197.3
Coeficiente de variación (%)		4.9

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

El tratamiento Sincronía Floral 4 registró la mayor altura de plantas con 202.0 cm, sin diferir estadísticamente de los demás tratamientos que presentaron altura entre 191.8 y 201.2 cm.

4.1.3 Altura de Inserción de Mazorca (cm)

Los promedios correspondientes a altura de inserción de mazorcas (cm) se presentan en la tabla 8. Los tratamientos no registraron significancia estadística, siendo 8.3 % el coeficiente de variación.

Tabla 8 Altura de inserción de mazorcas en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ

N°	Tratamientos	Promedios * (cm)
1	Sincronía Floral 1 (progenitor masculino – 1 día)	97.3 a
2	Sincronía Floral 2 (progenitor masculino 0 días)	96.3 a
3	Sincronía Floral 3 (progenitor masculino +1 día)	94.3 a
4	Sincronía Floral 4 (progenitor masculino +2 días)	101.3 a
5	Sincronía Floral 5 (progenitor masculino +3 días)	95.5 a
6	Sincronía Floral 6 (progenitor masculino +4 días)	95.0 a
Promedio		96.6
Coeficiente de variación (%)		8.3

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

La mayor altura de inserción de mazorca la registró el tratamiento Sincronía Floral 4 con 101.3 cm, estadísticamente igual a los demás tratamientos que registraron alturas entre 94.3 y 97.3 cm.

4.1.4 Acame de Raíz (%)

En la Tabla 9 se presentan los promedios correspondientes a acame de raíz. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos no registraron significancia estadística, con un coeficiente de variación de 40.8 %.

Tabla 9 Acame de raíz en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ

N°	Tratamientos	Promedios * (%)
1	Sincronía Floral 1 (progenitor masculino – 1 día)	0.8 a
2	Sincronía Floral 2 (progenitor masculino 0 días)	0.9 a
3	Sincronía Floral 3 (progenitor masculino +1 día)	1.6 a
4	Sincronía Floral 4 (progenitor masculino +2 días)	1.1 a
5	Sincronía Floral 5 (progenitor masculino +3 días)	1.1 a
6	Sincronía Floral 6 (progenitor masculino +4 días)	1.3 a
Promedio		1.2
Coeficiente de variación (%)		40.8

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

El porcentaje de acame de raíz más alto se registró con la Sincronía Floral 3 con 1.6 %, sin diferir estadísticamente de los demás tratamientos que presentaron promedios entre 0.8 y 1.3 %.

4.1.5 Acame de Tallo (%)

Los promedios correspondientes a acame de tallo se presentan en la Tabla 10. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos no registraron significancia estadística, con un coeficiente de variación de 41.0 %.

Tabla 10 Acame de tallo en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ

N°	Tratamientos	Promedios * (%)
1	Sincronía Floral 1 (progenitor masculino – 1 día)	2.0 a
2	Sincronía Floral 2 (progenitor masculino 0 días)	1.6 a
3	Sincronía Floral 3 (progenitor masculino +1 día)	1.8 a
4	Sincronía Floral 4 (progenitor masculino +2 días)	1.6 a
5	Sincronía Floral 5 (progenitor masculino +3 días)	2.1 a
6	Sincronía Floral 6 (progenitor masculino +4 días)	1.8 a
Promedio		1.8
Coefficiente de variación (%)		41.0

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

La Sincronía Floral 5 registró el mayor porcentaje de acame de tallo con 2.1, sin diferir estadísticamente de los demás tratamientos que presentaron valores entre 1.6 y 2.0 %.

4.1.6 Cobertura de Mazorca

En la Tabla 11 se muestran los promedios correspondientes a la cobertura de la mazorcas. De acuerdo al análisis de varianza todas las sincronías no alcanzaron significancia estadística siendo 25.6 % el coeficiente de variación.

Tabla 11 Cobertura promedio en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ

Nº	Tratamientos	Promedios *
1	Sincronía Floral 1 (progenitor masculino – 1 día)	1.3 a
2	Sincronía Floral 2 (progenitor masculino 0 días)	1.3 a
3	Sincronía Floral 3 (progenitor masculino +1 día)	1.1 a
4	Sincronía Floral 4 (progenitor masculino +2 días)	1.3 a
5	Sincronía Floral 5 (progenitor masculino +3 días)	1.5 a
6	Sincronía Floral 6 (progenitor masculino +4 días)	1.1 a
Promedio		1.3
Coeficiente de variación (%)		25.6

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

La Sincronía Floral 5 presentó el mayor índice de cobertura con 1.5, en igualdad estadística con las demás sincronías que registraron índices de cobertura entre 1.1 y 1.3.

4.1.7 Peso total de Mazorca (g)

Los promedios correspondientes a peso total de mazorcas (g) se presentan en la Tabla 12. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para los tratamientos, con un coeficiente de variación de 6.0 %.

Tabla 12 Peso total de mazorcas (g) en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ

N°	Tratamientos	Promedios * (g)
1	Sincronía Floral 1 (progenitor masculino – 1 día)	133.9 a
2	Sincronía Floral 2 (progenitor masculino 0 días)	130.8 a
3	Sincronía Floral 3 (progenitor masculino +1 día)	124.4 ab
4	Sincronía Floral 4 (progenitor masculino +2 días)	114.4 bc
5	Sincronía Floral 5 (progenitor masculino +3 días)	103.7 c
6	Sincronía Floral 6 (progenitor masculino +4 días)	81.7 d
Promedio		114.8
Coeficiente de variación (%)		6.0

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

El tratamiento Sincronía Floral 1 registró el mayor peso total en mazorca con 133.9 g, sin diferir estadísticamente de Sincronía Floral 2 y 3 con promedios de 130.8 y 124.4 g respectivamente, superiores estadísticamente de Sincronía Floral 4,5 y 6 que presentaron pesos entre 81.7 y 114.4 g.

4.1.8 Peso de Tusa (g)

Los promedios correspondientes al peso de tusas (g) se presentan en la Tabla 13. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para los tratamientos, siendo el coeficiente de variación 6.2 %.

Tabla 13 Peso tusas (g) en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ

N°	Tratamientos	Promedios * (g)
1	Sincronía Floral 1 (progenitor masculino – 1 día)	37.0 a
2	Sincronía Floral 2 (progenitor masculino 0 días)	37.3 a
3	Sincronía Floral 3 (progenitor masculino +1 día)	35.7 a
4	Sincronía Floral 4 (progenitor masculino +2 días)	32.8 ab
5	Sincronía Floral 5 (progenitor masculino +3 días)	28.0 b
6	Sincronía Floral 6 (progenitor masculino +4 días)	29.3 b
Promedio		33.4
Coefficiente de variación (%)		6.2

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

El tratamiento Sincronía Floral 2 registró el mayor peso de tusas con 37.3 g, estadísticamente igual a Sincronía Floral 1,3 y 4 con promedios de 37.0, 35.7 y 32.8 g, superiores estadísticamente a Sincronía Floral 6 y 5 que presentaron peso de tusas de 29.3 y 28.0 g.

4.1.9 Porcentaje de Humedad del Grano (%)

Los promedios correspondientes al porcentaje de humedad del grano se presentan en la Tabla 14. De acuerdo al análisis de varianza los tratamientos no alcanzaron significancia estadística, siendo 2.7 % el coeficiente de variación.

Tabla 14 Porcentaje de humedad (%) en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ

N°	Tratamientos	Promedios * (%)
1	Sincronía Floral 1 (progenitor masculino – 1 día)	15.1 a
2	Sincronía Floral 2 (progenitor masculino 0 días)	15.0 a
3	Sincronía Floral 3 (progenitor masculino +1 día)	14.9 a
4	Sincronía Floral 4 (progenitor masculino +2 días)	15.1 a
5	Sincronía Floral 5 (progenitor masculino +3 días)	15.0 a
6	Sincronía Floral 6 (progenitor masculino +4 días)	15.3 a
Promedio		15.1
Coeficiente de variación (%)		2.7

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

El mayor porcentaje de humedad del grano lo presentó el tratamiento Sincronía Floral 6 con 15.3 %, sin diferir estadísticamente de los demás tratamientos que presentaron porcentajes de humedad entre 14.9 y 15.1 %.

4.1.10 Número de Plantas a la Cosecha

Los promedios correspondientes al número de plantas a la cosecha se presentan en la Tabla 15. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos no registraron significancia estadística, con un coeficiente de variación de 8.7 %.

Tabla 15 Número de plantas a la cosecha en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ

N°	Tratamientos	Promedios * (plantas)
1	Sincronía Floral 1 (progenitor masculino – 1 día)	70.5 b
2	Sincronía Floral 2 (progenitor masculino 0 días)	75.0 a
3	Sincronía Floral 3 (progenitor masculino +1 día)	70.8 b
4	Sincronía Floral 4 (progenitor masculino +2 días)	73.3 b
5	Sincronía Floral 5 (progenitor masculino +3 días)	69.3 c
6	Sincronía Floral 6 (progenitor masculino +4 días)	68.5 c
Promedio		71.2
Coeficiente de variación (%)		8.7

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

Con Sincronía Floral 2 se registró el mayor número de plantas a la cosecha con 75.0, estadísticamente superior a los demás tratamientos que presentaron promedios entre 68.5 y 73.3 plantas a la cosecha.

4.1.11 Total de Mazorcas Cosechadas

En la Tabla 16 se presentan los promedios correspondientes al total de mazorcas cosechadas por unidad experimental. Acorde al análisis de varianza los tratamientos no presentaron significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 6.2%.

Tabla 16 Total de mazorcas cosechadas por muestreo en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ

N°	Tratamientos	Promedios * (mazorcas)
1	Sincronía Floral 1 (progenitor masculino – 1 día)	69.0 b
2	Sincronía Floral 2 (progenitor masculino 0 días)	73.5 a
3	Sincronía Floral 3 (progenitor masculino +1 día)	69.3 b
4	Sincronía Floral 4 (progenitor masculino +2 días)	71.8 b
5	Sincronía Floral 5 (progenitor masculino +3 días)	67.8 b
6	Sincronía Floral 6 (progenitor masculino +4 días)	70.0 b
Promedio		70.2
Coeficiente de variación (%)		6.2

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

El mayor número de mazorcas cosechadas se obtuvo con Sincronía Floral 2 con 73.5, superior estadística a las demás sincronías que registraron promedios entre 67.8 y 71.8 mazorcas cosechadas.

4.1.12 Rendimiento de Grano (Kg/Ha)

Los promedios correspondientes al rendimiento de grano al 13 % de humedad (Kg/Ha) se presentan en la Tabla 17. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para los tratamientos, con un coeficiente de variación de 5.8 %.

Tabla 17 Rendimiento de grano (Kg/Ha) en la evaluación de la sincronía floral en la producción de semilla en el híbrido triple experimental de maíz UTEQ

N°	Tratamientos	Promedios * (Kg/Ha)
1	Sincronía Floral 1 (progenitor masculino – 1 día)	5131.9 a
2	Sincronía Floral 2 (progenitor masculino 0 días)	5101.9 a
3	Sincronía Floral 3 (progenitor masculino +1 día)	4600.3 ab
4	Sincronía Floral 4 (progenitor masculino +2 días)	4265.5 bc
5	Sincronía Floral 5 (progenitor masculino +3 días)	3909.0 c
6	Sincronía Floral 6 (progenitor masculino +4 días)	2216.9 d
Promedio		4204.3
Coeficiente de variación (%)		5.8

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

La Sincronía Floral 1 registró el mayor rendimiento de grano con 5131.9 Kg/Ha, estadísticamente igual a Sincronía Floral 2 y 3 con 5101.9 y 4600.3 Kg/Ha, respectivamente, superiores estadísticamente a los demás tratamientos que produjeron entre 2216.9 y 4600.3 Kg/Ha.

4.2 Discusión

Las variables días a la floración masculina y femenina, altura de plantas, altura de inserción de mazorcas, acame de raíz y tallo, cobertura de mazorcas, porcentaje de humedad de grano, número de plantas a la cosecha y total de mazorcas por muestreo no presentaron diferencia estadística, es decir las épocas de siembra no influyeron significativamente en estas variables, lo que puede deberse a la estabilidad del material genético estudiado.

En cuanto al peso total de mazorcas, cuando se sembró el parental masculino un día antes que el progenitor femenino (Sincronía Floral 1), se obtuvo mazorcas de mayor peso con una diferencia de 3.1 y 9.5 gramos por encima de logros registrados con la siembra del parental el mismo día que el progenitor femenino (Sincronía Floral 2) y cuando se sembró el parental masculino un día después que el progenitor femenino (Sincronía Floral 3), esto se puede atribuir a que en los tratamientos descritos se produjo un mayor grado de polinización lo cual repercutió en el llenado de grano y por ende en esta variable; además mayor número de mazorcas cosechas por parcela se observó al sembrar los dos parentales el mismo día, esto se puede atribuir a una mejor polinización concordando con Ramírez & Andrade (1974), que sostienen que la formación del grano es también afectada por la eficiencia de la polinización la cual depende de condiciones óptimas, del medio ambiente, de que los estigmas estén receptivos al momento en que el polen está disponible.

Cuando se sembró el parental masculino el mismo día que el parental femenino se registró mayor peso de tusas con 0.3 gramos por encima de la siembra del progenitor masculino un día antes que el progenitor femenino y 9.3 gramos por encima de la siembra del progenitor masculino cuatro días después que el progenitor femenino, lo cual se puede atribuir a las características agronómicas propias del material genético utilizado. Además mayor número de plantas a la cosecha se obtuvieron al sembrar ambos parentales el mismo día, sin embargo esta variable no fue directamente influenciada por las épocas de siembra, sino por condiciones en las que se desarrolló el cultivo.

Al sembrar el progenitor masculino un día antes que el progenitor femenino se obtuvo el mayor rendimiento superando a las siembras de ambos progenitores el mismo día (masculino y femenino) en 30.0 Kg/Ha y en 2915.0 Kg/Ha con respecto a la siembra del progenitor masculino cuatro días después que el progenitor femenino lo que significa una disminución en el rendimiento de aproximadamente 583.0 Kg/Ha por cada día de retraso entre la siembra masculina y femenina; lo que puede deberse a la presencia de mayor sincronía entre el tiempo de floración masculina y femenina, confirmando lo expresado por Green (1964) quien afirma que el peso del grano por mazorca en el maíz reventón ha sido reportado como un componente del rendimiento que correlaciona significativamente con el rendimiento, lo que quiere decir que al aumentar el peso del grano por mazorca hay un incremento en el rendimiento. Por otra parte, cuanto más llena la mazorca de granos bien formados mayor será el peso del grano por mazorca y por ende el rendimiento (Ramírez & Andrade, 1974).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Los resultados obtenidos mediante la presente investigación permitieron establecer las siguientes conclusiones:

- El menor número de días a la floración masculina se registró en la sincronía floral 4 (progenitor masculino 2 días después que el femenino) con 49.3 días, un día menos que la siembra de ambos progenitores el mismo día.
- La sincronía floral 1 (progenitor masculino 1 día antes que el femenino) presentó menor tiempo a la floración femenina con 51.9 días, 0.9 días antes que la siembra de ambos progenitores el mismo día.
- La diferencia entre el número de días de la floración masculina y femenina oscila entre 1.9 para la siembra del progenitor masculino un día antes y 3.5 para la sincronía floral 6 (progenitor masculino 4 días después que el femenino)
- Al sembrar el progenitor masculino un día antes que el progenitor femenino se registraron las mazorcas de mayor peso con 133.9 gramos.
- El mayor número de mazorcas con hileras de granos completos se presentó en el parental masculino sembrado un día antes y el mismo día que el femenino.
- Las mazorcas con el mayor número de granos incompletos se observaron cuando se sembró el progenitor masculino 4 días después que el femenino.
- Mayor rendimiento se obtuvo sembrando el progenitor masculino un día antes que el progenitor femenino con 5131.9 kg/ha seguido de la siembra de los dos progenitores el mismo día con 5101.9 kg/ha, y de la siembra del progenitor masculino un día después que el progenitor femenino con 4600.3 kg/ha.

5.2 Recomendaciones

- Sembrar el progenitor masculino un día antes o el mismo día que el progenitor femenino para obtener mazorcas con hileras de granos completas que benefician la producción de semilla.
- Estudiar el efecto de la relación de siembra entre los progenitores masculino y femenino (1:3 y 1:4) para la producción de mazorcas con mayor número de hileras completas de granos.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1 Bibliografía

- Acevedo, E. (2005). Fenología del rendimiento de maíz. Obtenido de http://www.sap.uchile.cl/descargas/fisiogenetica/Fisiologia_del_rendimiento_maiz.pdf
- Andrade, L. (2014). Análisis de la comercialización de la cadena agroindustrial del maíz (*Zea mays* L) en la región 4 provincia de Manabí en el período 2008-2012. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/2709/1/T-UCSG-PRE-TEC-EADR-12.pdf>
- Bejarano, A. (2003). Descripción y prueba del híbrido simple de maíz amarillo FONAIAP 1. *Agronomía Tropical* 53 (4), 501-506.
- Blum, A. (1988). *Plant breeding for stress environments*. Boca Raton, FL, USA, CRC Press. 222 p.
- Cabascango, R. (2011). Evaluación del comportamiento agronómico de cinco híbridos triples promisorios de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) y tres híbridos comerciales en la época lluviosa en la zona de Quevedo y Balzar. Obtenido de Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. UTC. Latacunga. 136 p.: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/838/1/T-UTC-0608.pdf>
- Cajamarca, N. (2014). Generalidades del cultivo de maíz. Obtenido de <http://maiznancycajamaca.blogspot.com/2014/11/1.html>
- De la loma, J. (1954). *Genética general y aplicada*. México, Hispano Americana. 733 p.
- Deras, H. (2014). Guía técnica: El cultivo de maíz. Obtenido de http://www.observatoriodesicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/el_salvador_guiatecnica_maiz_2014.pdf
- Espinosa, A., Tadeo, M., Medina, H., Gutiérrez, J., & Luna, M. (2001). Alternativas para favorecer la polinización y producción de semilla del híbrido H-311 de maíz. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v12n02_229.pdf
- Falconer, D. (1989). *Introduction to quanti-tative genetics*, 3rd ed. London, Longman.

- Fassio, A., Carriquiry, A. I., Tojo, C., & Romero, R. (1998). Maíz: aspectos sobre fenología. Obtenido de <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807135855.pdf>
- Green, V. (1964). The influence of certain agronomic and morphological characteristics on the yield and expansion of pop cam. *Soil Crop. Sci. Soc. Florida Procc.* 24: 259-265.
- Hanson, H., Borlaug, N., & Anderson, R. (1982). *Wheat in the third world*. Boulder, CO, USA, Westview Press.
- INEC. (2011). Datos estadísticos agropecuarios. Obtenido de http://www.inec.gob.ec/espac_publicaciones/espac-2011/INFORME_EJECUTIVO%202011.pdf
- Jugenheimer, R. (1988). *Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas*. México, Limusa. 481 p.
- Jugenheimer, R. (1990). *Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas*. 4° Ed. Limusa. México. 834.
- Kandus, M. (2014). *Mejoramiento tradicional del cultivo de maíz*. Obtenido de <http://inta.gob.ar/documentos/mejoramiento-tradicional-del-cultivo-de-maiz>
- Kohnke, H., & Miles, S. R. (1951). Rates and pattern of seeding cam of high fertility land. *Agron. J.* 43: 488-493.
- Laffitte, H. (1994). *Identificación de problemas en la producción de maíz tropical: guía de campo*. CIMMYT . México. 122 p.
- Lafitte, H. (2001). *Estreses abióticos que afectan al maíz* . Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s12.htm>
- Leon, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, C.R., Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 445 p.
- Mangelsdorf, P., & Reeves, R. (1948). *El origen del maíz indio y sus congéneres*. 3° Ed. Tipograma Nacional. Guatemala.

- Márquez, F. (2006). Maíces nativos, híbridos y transgénicos. Obtenido de <http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2006/1/ma-ces-nativos-h-brididos-y-tra.pdf>
- Nole, P. (2012). Evaluación agronómica de ocho híbridos experimentales frente a tres híbridos comerciales de maíz. Loja. 189 p.
- Ortas, L. (2008). El cultivo del maíz: fisiología y aspectos generales. Obtenido de <https://rdu-demo.unc.edu.ar/bitstream/handle/123456789/703/Agrigan%20bolet%C3%ADn%207.pdf?sequence=1>
- Paliwal, L. (2001). Mejoramiento para resistencia a las enfermedades. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s17.htm#TopOfPage>
- Paliwal, R. (2001). Producción de semillas. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s25.htm>
- Paliwal, R. (2001). Recursos genéticos. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s13.htm#TopOfPage>
- Pérez, C. (1997). Evaluación de generaciones filiales de nueve híbridos de maíz *Zea mays* L. en tres localidades de la zona tropical baja de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. .
- Poehlman, J. (1979). Mejoramiento genético de las cosechas. México, Limusa. 206 p.
- Ramírez, R., & Andrade, L. (1974). Influencia de la polinización sobre el llenado de la punta de la mazorca del maíz y otros caracteres. *Agronomía Tropical* 24(1):43-54. Obtenido de http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2401/arti/ramirez_r.htm
- Renfro, B. (1985). Breeding for disease resistance in tropical maize and its genetic control. In A. Brandolini & F. Salamini, eds. Rome, FAO, Florence, Italy, Istituto Agronomico per L'Oltremare., 341-365.

- Shalhevet, M. (1993). Plants under salt and water stress. In L. Fowden, T. Mansfield & J. Stoddart, eds. *Plant adaptation to environmental stress*, p. 133-154. New York, NY, USA, Chapman-Hall.
- Shaw, R. H. (1955). Climatic requirement. In *Corn and corn improvement*. Ed. by G.F Sprague. New York, Academic Press. *Agronomy N° 5*. p. 315-339.
- Shaw, R. H. (1988). Climatic requirement. In *Corn and corn improvement*. Ed. by G.F Sprague and J.W. Dudley. 3. ed. Madison ASA. *Agronomy N° 18*. p. 609-638.
- Shubeck, F. E., & Caldwell, A. C. (1955). Effects of fertilizers and stand of corn and of stand on soil moisture. *Minn. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* 214.
- Stringfield, G. H., & Thatcher, L. E. (1947). Stants and methods of planting corn hybrids. *J. Am. Sac. Agron.* 39: 995-1010.
- Tosquy, O., Sierra, M., Rodríguez, F., Castillo, R., Ortiz, J., Tinoco, C., y otros. (1995). Validación del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) de cruza doble H-512 en el estado de Veracruz , México. *Agronomía Mesoamericana* 6, 93-97.
- Tuárez, F. (2013). Importancia del maíz. Obtenido de <http://www.importancia.org/maiz.php>
- Vallejo, D., Ramírez, J., Chuela, M., & Ramírez, R. (2008). Manual de producción de semilla de maíz. Estudio de caso. Folleto Técnico N° 14. Campo Experimental Uruapan. INIFAP, CIRPAC, Guadalajara, Jalisco, México.
- Vasal, S., & Córdoba, H. (1996). Heterosis en maíz: Acelerando la tecnología de híbridos de dos progenitores para el mundo en desarrollo. Memoria del Curso Internacional de Actualización en Fitomejoramiento y Agricultura Sustentable. (Primera Edición ed.). Buenavista, Saltillo, México: UAAAN.
- Villar, L. (2009). Cultivo de maíz. Obtenido de <https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/Cultivo+de+Ma%C3%ADz.pdf>
- Virgen, J., Zepeda, R., Ávila, M., Espinoza, A., Arellano, J., & Gámez, A. (2014). Producción de semillas de líneas progenitoras de maíz: densidad de población e interacción.

Agronomía Mesoamericana . 25 (2):323-335. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v25n02_323.pdf

Zambrano, J. (2009). Maíz Duro en la Zona Central del Litoral”, El Huerto. No-14. Quito - Ecuador.

Zanovello, R. (2008). Producción de semillas de maíz híbrido. Obtenido de http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed125/artigocapa125_esp.shtml

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 2 Distribución de las parcelas en el ensayo

T6	T3	T2	T5	T1	T4
----	----	----	----	----	----

T5	T2	T6	T1	T4	T3
----	----	----	----	----	----

T4	T3	T6	T2	T5	T1
----	----	----	----	----	----

T3	T1	T6	T2	T4	T5
----	----	----	----	----	----

Anexo 3 Análisis de varianza de días a la floración masculina

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	0.8333	0.2778	0.4808	0.7005	NS
Tratamientos	5	4.3333	0.8667	1.5000	0.2482	NS
error	15	8.6667	0.5778			
Total	23	13.8333				

NS: No Significativo

Anexo 4 Análisis de varianza de días a la floración femenina

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	0.7867	0.2622	0.0999	0.9588	NS
Tratamientos	5	5.7733	1.1547	0.4399	0.8139	NS
error	15	39.3733	2.6249			
Total	23	45.9333				

NS: No Significativo

Anexo 5 Análisis de varianza de altura de plantas (cm)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	267.8717	89.2906	0.9700	0.4327	NS
Tratamientos	5	387.9483	77.5897	0.8429	0.5401	NS
error	15	1380.7783	92.0519			
Total	23	2036.5983				

NS: No Significativo

Anexo 6 Análisis de varianza de altura de inserción de mazorca (cm)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	117.1200	39.0400	0.6035	0.6228	NS
Tratamientos	5	124.0000	24.8000	0.3833	0.8525	NS
error	15	970.4000	64.6933			
Total	23	1211.5200				

NS: No Significativo

Anexo 7 Análisis de varianza de acame de raíz (%)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	1.4583	0.4861	0.3507	0.7892	NS
Tratamientos	5	10.7083	2.1417	1.5451	0.2351	NS
error	15	20.7917	1.3861			
Total	23	32.9583				

NS: No Significativo

Anexo 8 Análisis de varianza de acame de tallo (%)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	9.1250	3.0417	0.3533	0.7874	NS
Tratamientos	5	9.7083	1.9417	0.2256	0.9457	NS
error	15	129.1250	8.6083			
Total	23					

NS: No Significativo

Anexo 9 Análisis de varianza de cobertura de mazorca

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	1.0833	0.3611	3.5135	0.0415	*
Tratamientos	5	0.3750	0.0750	0.7297	0.6121	NS
error	15	1.5417	0.1028			
Total	23					

*: significativo; NS: No Significativo

Anexo 10 Análisis de varianza de peso total en mazorca (g)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	383.9146	127.9715	2.7176	0.0816	NS
Tratamientos	5	7748.7771	1549.7554	32.9106	<0.0001	**
error	15	706.3479	47.0899			
Total	23	8839.0396				

** : altamente significativo; NS: No Significativo

Anexo 11 Análisis de varianza de peso de tusas (g)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	6.3746	2.1249	0.4897	0.6946	NS
Tratamientos	5	319.2971	63.8594	14.7169	<0.0001	**
error	15	65.0879	4.3392			
Total	23	390.7596				

** : altamente significativo; NS: No Significativo

Anexo 12 Análisis de varianza de porcentaje de humedad

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	1.5150	0.5050	2.9590	0.0661	NS
Tratamientos	5	0.3433	0.0687	0.4023	0.8397	**
error	15	2.5600	0.1707			
Total	23	4.4183				

** : altamente significativo; NS: No Significativo

Anexo 13 Análisis de varianza de número de plantas a la cosecha

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	74.7917	24.9306	0.6498	0.5952	NS
Tratamientos	5	121.7083	24.3417	0.6345	0.6767	NS
error	15	575.4583	38.3639			
Total	23	771.9583				

NS: No Significativo

Anexo 14 Análisis de varianza de total de mazorcas cosechadas por muestreo

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	30.7917	10.2639	0.5375	0.6638	NS
Tratamientos	5	86.7083	17.3417	0.9081	0.5015	NS
error	15	286.4583	19.09			
Total	23	403.9583				

NS: No Significativo

Anexo 15 Análisis de varianza de Rendimiento (kg/Ha)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Repeticiones	3	1621576.6079	540525.5360	8.9721	0.0012
Tratamientos	5	23453029.9638	4690605.9928	77.8587	<0.0001
error	15	903676.6846	60245.1123		
Total	23	25978283.2563			

** : altamente significativo; * : significativo; ns: No Significativo



Anexo 16 Primera Fertilización edáfica (15 días)



Anexo 17 Raleo del cultivo (15 días)



Anexo 18 Cultivo a los 18 días



Anexo 19 Segundo control de malezas



Anexo 20 Control químico de maleza dirigido



Anexo 21 Segundo control de insectos y fertilización foliar



Anexo 22 Pesado del rendimiento por parcela



Anexo 23 Identificación del material cosechado



Anexo 24 Desgranado del maíz



Anexo 25 Peso puro del grano