



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:

“Potencial Agronómico y Variación Económica de Híbridos de Maíz Cristalino Duro (*Zea mays* L.) en Tres Zonas Agroecológicas del Litoral Ecuatoriano”.

AUTOR

Carlos Paúl Saenz Morales

DIRECTOR:

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

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Carlos Paúl Saenz Morales**, 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;

Carlos Paúl Saenz Morales
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 **Carlos Paúl Saenz Morales**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Potencial agronómico y variación económica de híbridos de maíz cristalino duro (*Zea mays* L) en tres zonas agroecológicas del litoral ecuatoriano**”, 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	Saenz Tesis 10.12 urkund.docx (D16665911)
Submitted	2015-12-10 09:58 (-05:00)
Submitted by	carlistobarce18@hotmail.com
Receiver	rgaibor.uteq@analysis.orkund.com
Message	Tesis Saenz 10.12.2015 Show full message

8% of this approx. 22 pages long document consists of text present in 6 sources.



Urkund Analysis Result

Analysed Document:	Saenz Tesis 10.12 urkund.docx (D16665911)
Submitted:	2015-12-10 15:58:00
Submitted By:	carlistobarce18@hotmail.com
Significance:	8 %

Sources included in the report:

- tesis urkund Quimi Dario.docx (D12452601)
- FANNY MOREIRA.docx (D11060054)
- tesis patricio paucar.docx (D11530114)
- Tesis Nelson 88.docx (D14982801)
- ante proyec maiz listo cprregido pa tutor.doc (D13797133)
- TEsis Hector Maiz.docx (D15011466)

Instances where selected sources appear:

22

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

Certificación de Aprobación por Tribunal de Sustentación

Título:

“Potencial agronómico y variación económica de híbridos de maíz cristalino duro (*Zea mays* L.) en tres zonas agroecológicas del litoral ecuatoriano”.

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

Ingeniero Agrónomo

Autor:

Carlos Paúl Saenz Morales

Aprobado por:

Ing. M. Sc. Ignacio Sotomayor Herrera

Presidente del Tribunal

Ing. Ludvick Amores Puyotaxi

Miembro del Tribunal

Ing. M. Sc. David Campi Ortiz

Miembro del Tribunal

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2015

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi madre y mis abuelos, tíos.

A mi novia María José por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

A los miembros de mi tribunal de sustentación Ing. Ignacio Sotomayor Herrera, Ing. Ludvick Amores Puyotaxi e Ing. David Campi Ortiz por las correcciones y sugerencias en el presente trabajo.

Por último a mis docentes, director de tesis Ing. Alfonso Vasco y a mis compañeros quienes me ayudaron en todo momento que requerí de su ayuda.

Carlos Saenz

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación está dedicado a Dios, a mis madre Gioconda Morales Álvarez y a mi abuela Carmen Álvarez (+) que a pesar no estar conmigo actualmente, desde el cielo me está guiando y a mi abuelo Antonio Morales por una guía importante en mi vida. A Dios por haber estado conmigo en todo momento y por darme la oportunidad de tener una familia que siempre están brindándome su apoyo y cariño, velar por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Carlos Saenz

Resumen

La presente investigación se llevó a cabo en las localidades Ventanas, Vinces, Vergel, ubicadas en la provincia de Los Ríos con el objetivo de evaluar la adaptabilidad de los híbridos de maíz y el potencial de rendimiento a fin de proporcionar alternativas económicas viables de producción y como objetivos específicos identificar el híbrido de maíz de mayor rendimiento, determinar la zona de mayor rendimiento de grano y realizar el análisis económico de los resultados de los tratamientos. Se utilizaron 5 híbridos (2 locales, 2 del extranjero y 1 experimental): INIAP H-551, H-601, Insignia 105, S 505 y UTEQ, sembrados en cada localidad, utilizando un diseño Bloques Completos al Azar con 5 tratamientos en 4 repeticiones en cada una de las localidades. En base a la interpretación de resultados se puede indicar lo siguiente: las tres zonas en estudio no presentaron diferencia estadística; el híbrido experimental UTEQ fue el más precoz con 49.8 días a la floración masculina, y el más tardío fue el híbrido S 505 con 53.6 días a la floración masculina; el híbrido INIAP H-551 presentó las mazorcas de menor longitud con 15.5 cm, mientras que las de mayor longitud las produjo el híbrido UTEQ; el híbrido S 505 presentó las mazorcas con mayor número de hileras de granos con 17.4, mientras que INIAP 13.3 mostró el menor número de hileras de granos; al pesar 5 mazorcas con tusas se obtuvo el mayor peso con el híbrido S 505 con 1346.0 gramos, y el menor peso fue para el híbrido INIAP H-551 con 1068.9 gramos. El híbrido UTEQ registró rendimiento por encima de los dos híbridos del INIAP con rendimiento promedio de 6852 Kg/Ha entre las tres zonas, siendo los híbridos Insignia 105 y S 505 los más productivos con 8336.4 y 8151.6 Kg/Ha, respectivamente. En cuanto a lo económico el híbrido experimental UTEQ presentó una rentabilidad entre 75 y 81 % por lo cual constituye un material genético que puede ser destinado a pequeños productores, ya que demanda menores gastos por unidad de producción.

Palabras Claves: maíz, híbrido, potencial agronómico.

Summary

This research was conducted on Windows, Vines, Vergel, localities in the province of Los Rios in order to assess the adaptability of hybrid corn yield potential to provide viable economic alternatives for production and identify the specific objectives hybrid corn increased performance, determine the area of higher grain yield and realize the economic analysis of treatment outcomes. INIAP H-551, H-601, Badge 105, S 505 and UTEQ planted in each location, using a randomized complete block design with 5 treatments in 4: 5 hybrids (2 local, 2 foreign and 1 Experimental) were used repetitions in each of the localities. Based on the interpretation of results may indicate the following: the three areas under study showed no statistical difference; UTEQ experimental hybrid was the most precocious with 49.8 days to male flowering, and later was the hybrid S 505 with 53.6 days to male flowering; INIAP the hybrid H-551 provided the ears shorter with 15.5 cm, while the longest produced hybrid UTEQ; S 505 hybrid presented the cobs with the largest number of rows of kernels with 17.4, while 13.3 INIAP showed the lowest number of rows of kernels; Despite five ears with the husks the most weight with the hybrid S 505 with 1346.0 grams was obtained, and the weight it was lower for the hybrid H-551 INIAP 1068.9 grams. The hybrid UTEQ performance recorded over the two hybrids with average performance INIAP 6852 Kg / Ha between the three zones, with the Insignia 105 and S 505 the most productive hybrids with 8336.4 and 8151.6 kg / ha, respectively. As for the experimental hybrid economic UTEQ presented a return between 75 and 81% thereby providing a genetic material that can be allocated to small producers, since demand lower costs per unit of production.

Keywords: corn, hybrid, agronomic potential.

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
Tabla de Contenido	x
Índice de Tablas	xiv
Índice de Anexos	xv
Código Dublin	xviii
Introducción	1
CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de Investigación	4
1.1.1. Planteamiento del Problema	4
1.1.2. Formulación del Problema	4
1.1.3. Sistematización del Problema	5
1.2. Objetivos	6
1.2.1. Objetivo General	6
1.2.2. Objetivos Específicos	6
1.3. Justificación	7

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1. Marco Conceptual	9
2.2. Marco Referencial	10
2.2.1. Generalidades del Cultivo de Maíz	10
2.2.2. Importancia de los Híbridos	13
2.2.3. Importancia del Maíz.....	14
2.2.4. Variabilidad Genética del Maíz.....	16
2.2.5. Cultivares Mejorados	18
2.2.6. Características Agronómicas de Híbridos Comerciales y Experimentales de Maíz Estudiados	18
2.2.6.1. Híbrido de Maíz INIAP H-551.....	18
2.2.6.2. Híbrido de Maíz INIAP H-601.....	20
2.2.6.3. Híbrido de Maíz INDIA S 505.....	22
2.2.6.4. Híbrido de Maíz Insignia 105.....	23
2.2.6.5. Híbrido Experimental UTEQ	24
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.1. Localización del Experimento	26
3.2. Características Edafoclimáticas de las Localidades en Estudio.	26
3.3. Tipo de Investigación	27
3.4. Métodos de Investigación.....	27
3.5. Fuentes de Recopilación de Información	28
3.6. Diseño Experimental y Análisis Estadístico de la Investigación	28
3.6.1. Esquema de ADEVA.....	28
3.7. Instrumentos de Investigación.....	29
3.7.1. Materiales Genéticos	29

3.7.2. Tratamientos Estudiados	29
3.7.3. Especificaciones del Experimento.....	30
3.7.4. Datos Registrados y Formas de Evaluación	30
3.7.4.1. Días a floración masculina	30
3.7.4.2. Longitud de mazorca (cm)	31
3.7.4.3. Diámetro de mazorca (cm).....	31
3.7.4.4. Número de hileras de granos	31
3.7.4.5. Peso de 5 mazorcas con tusas (g)	31
3.7.4.6. Peso fresco de granos de 5 mazorcas	31
3.7.4.7. Humedad (%)	31
3.7.4.8. Rendimiento (Kg/Ha)	32
3.7.4.9. Análisis económico	32
3.7.5. Manejo del Experimento	33
3.7.5.1. Preparación del suelo	33
3.7.5.2. Siembra.....	33
3.7.5.3. Control de malezas	34
3.7.5.4. Raleo.....	34
3.7.5.5. Fertilización.....	34
3.7.5.6. Control de plagas y enfermedades	34
3.7.5.7. Cosecha	34
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. Resultados	37
4.1.1. Días a la Floración Masculina	37
4.1.2. Longitud de Mazorca (cm)	39
4.1.3. Diámetro de Mazorca (cm).....	41

4.1.4. Número de Hileras de Granos	43
4.1.5. Peso de 5 Mazorcas con Tusas (g)	45
4.1.6. Peso Fresco de Granos de 5 Mazorcas	47
4.1.7. Humedad (%)	49
4.1.8. Rendimiento de Grano al 13 % de Humedad (Kg/Ha).....	51
4.1.9. Análisis Económico.....	53
4.2. Discusión	55
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1. Conclusiones	58
5.2. Recomendaciones	59
CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA	60
6.1. Literatura Citada.....	61
CAPÍTULO VII: ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Promedios de días a la floración.....	37
Tabla 2. Promedios de longitud de mazorcas (cm) .	39
Tabla 3. Promedios de diámetro de mazorcas (cm)	41
Tabla 4. Promedios de número de hileras de granos .	43
Tabla 5. Peso promedio (g) de 5 mazorcas con tusas	45
Tabla 6. Promedios de rendimiento (Kg/Ha)	51
Tabla 7. Promedios de humedad (%)	49
Tabla 8. Promedios de peso fresco de granos de 5 mazorcas	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Análisis de varianza de días a la floración masculina en híbridos de maíz en Ventanas.....	66
Anexo 2: Análisis de varianza de longitud de mazorcas (cm) en híbridos de maíz en Ventanas.....	66
Anexo 3: Análisis de varianza de diámetro de mazorcas (cm) en híbridos de maíz en Ventanas.....	66
Anexo 4: Análisis de varianza de número de hileras de granos en mazorcas de híbridos de maíz en Ventanas.	67
Anexo 5: Análisis de varianza de peso de 5 mazorcas con tusas en híbridos de maíz en Ventanas.....	67
Anexo 6: Análisis de varianza de peso fresco de granos (g) de 5 mazorcas en híbridos de maíz en Ventanas.	67
Anexo 7: Análisis de varianza de porcentaje de humedad de granos en híbridos de maíz en Ventanas.	68
Anexo 8: Análisis del rendimiento en híbridos de maíz en Ventanas.	68
Anexo 9: Análisis de varianza de días a la floración masculina en híbridos de maíz en El Vergel.....	68
Anexo 10: Análisis de varianza de longitud de mazorcas (cm) en híbridos de maíz en El Vergel.....	69
Anexo 11: Análisis de varianza de diámetro de mazorcas (cm) en híbridos de maíz en El Vergel.....	69
Anexo 12: Análisis de varianza de número de hileras de granos en mazorcas de híbridos de maíz en El Vergel.	69

Anexo 13: Análisis de varianza de peso de 5 mazorcas con tusas en híbridos de maíz en El Vergel.	70
Anexo 14: Análisis de varianza de peso fresco de granos (g) de 5 mazorcas en híbridos de maíz en El Vergel.	70
Anexo 15: Análisis de varianza de porcentaje de humedad de granos en híbridos de maíz en El Vergel.	70
Anexo 16: Análisis del rendimiento en híbridos de maíz en El Vergel.	71
Anexo 17: Análisis de varianza de días a la floración masculina en híbridos de maíz en Vines.	71
Anexo 18: Análisis de varianza de longitud de mazorcas (cm) en Vines.	71
Anexo 19: Análisis de varianza de diámetro de mazorcas (cm) en híbridos de maíz en Vines.	72
Anexo 20: Análisis de varianza de número de hileras de granos en mazorcas de híbridos de maíz en Vines.	72
Anexo 21: Análisis de varianza de peso de 5 mazorcas con tusas en híbridos de maíz en Vines.	72
Anexo 22. Análisis de varianza de peso fresco de granos (g) de 5 mazorcas en híbridos de maíz en Vines.	73
Anexo 23. Análisis de varianza de porcentaje de humedad de grano híbridos de maíz en Vines.	73
Anexo 24. Análisis del rendimiento en híbridos de maíz en Vines.	73
Anexo 25: Siembra de los híbridos de maíz en estudio.	74
Anexo 26: Plantas de maíz a los 8 días después de la siembra.	74

Anexo 27: Primera fertilización edáfica en el experimento.	74
Anexo 28: Aplicación de insecticidas en el experimento.....	74
Anexo 29: Control de malezas en bordes del área del experimento.....	75
Anexo 30: Segunda fertilización edáfica en el experimento.	75
Anexo 31: Cultivo de maíz a los 35 días después de la siembra.	75
Anexo 32: Cultivo de maíz a los 60 días después de la siembra.	75
Anexo 33: Cultivo de maíz listo para la cosecha.....	76
Anexo 34: Cultivo de maíz listo para la cosecha.....	76
Anexo 35: Identificación de cosecha proveniente de cada unidad experimental.	76
Anexo 36: Identificación de cosecha proveniente de cada unidad experimental.	76
Anexo 37: Mazorcas cosechadas del híbrido INDIA S 505.....	77
Anexo 38: Mazorcas cosechadas del híbrido Insignia 105.....	77
Anexo 39: Mazorcas cosechadas del híbrido UTEQ.....	77
Anexo 40: Mazorcas cosechadas del híbrido INIAP H-551.....	77
Anexo 41: Mazorcas cosechadas del híbrido INIAP H-601.....	78
Anexo 42: Medición de longitud de mazorcas (cm).....	78
Anexo 43: Medición de diámetro de mazorcas.	78
Anexo 44: Pesado de grano de 5 mazorcas.	78
Anexo 45: Croquis de cada unidad experimental.....	79
Anexo 46: Croquis de área de estudio en cada zona.	80

Código Dublin

Título:	Potencial Agronómico y Variación Económica de Híbridos de Maíz Cristalino Duro (<i>Zea mays</i> L.) en Tres Zonas Agroecológicas del Litoral Ecuatoriano”.
Autor:	Carlos Paúl Saenz Morales
Palabras clave:	Maíz, híbrido, potencial agronómico.
Fecha de publicación	
Editorial:	
Resumen:	La presente investigación se llevó a cabo en las localidades Ventanas, Vinces, Vergel, ubicadas en la provincia de Los Ríos con el objetivo de evaluar la adaptabilidad de los híbridos de maíz y el potencial de rendimiento a fin de proporcionar alternativas económicas viables de producción y como objetivos específicos identificar el híbrido de maíz de mayor rendimiento, determinar la zona de mayor rendimiento de grano y realizar el análisis económico de los resultados de los tratamientos. Se utilizaron 5 híbridos (2 locales, 2 del extranjero y 1 experimental): INIAP H-551, H-601, Insignia 105, S 505 y UTEQ, sembrados en cada localidad, utilizando un diseño Bloques Completos al Azar con 5 tratamientos en 4 repeticiones en cada una de las localidades. En base a la interpretación de resultados se puede indicar lo siguiente: las tres zonas en estudio no presentaron diferencia estadística; el híbrido experimental UTEQ fue el más precoz con 49.8 días a la floración masculina, y el más tardío fue el híbrido S 505 con 53.6 días a la floración masculina; el híbrido INIAP H-551 presentó las mazorcas de menor longitud con 15.5 cm, mientras que las de mayor longitud las produjo el híbrido UTEQ; el híbrido S 505 presentó las mazorcas con mayor número de hileras de granos con 17.4, mientras que INIAP 13.3 mostró el menor número de hileras de granos; al pesar 5 mazorcas con tusas se obtuvo el mayor peso con el híbrido S 505 con 1346.0 gramos, y el menor peso fue para el híbrido INIAP H-551 con 1068.9 gramos. El híbrido UTEQ registró rendimiento por encima de los dos híbridos del INIAP con rendimiento promedio de 6852 Kg/Ha entre las tres zonas, siendo los híbridos Insignia 105 y S 505 los más productivos con 8336.4 y 8151.6 Kg/Ha, respectivamente. En cuanto a lo económico el híbrido experimental UTEQ presentó una rentabilidad entre 75 y 81 % por lo cual constituye un material genético que puede ser destinado a pequeños productores, ya que demanda menores gastos por unidad de producción.
Descripción:	
URL	

INTRODUCCIÓN

Los altos costos de producción obligan al productor a lograr rentabilidad en el cultivo a través de una mayor productividad, por lo que éstos demandan cultivares que tengan alto potencial genético de rendimiento y muestren adaptabilidad a las condiciones ambientales donde será explotado comercialmente el cultivo. En consecuencia, el éxito de cualquier genotipo depende no sólo de su buen comportamiento con relación al rendimiento y a la tolerancia que muestre a las principales plagas, sino además, del desempeño que muestre en los diferentes ambientes donde sea probado.

Una de las posibilidades para incrementar los niveles de productividad del maíz es el desarrollo de nuevos híbridos utilizando materiales criollos seleccionados bajo nuestras condiciones ambientales y de plagas y enfermedades, que superen en rendimiento a los híbridos comerciales sembrados en el país, utilizando una menor inversión que incremente la rentabilidad, y como consecuencia mejore la calidad de vida del pequeño y mediano agricultor.

Entre los cultivos de gran importancia para el Ecuador, se destaca el maíz suave y duro en la alimentación humana y animal, como materia prima para la industria, contribuyendo con la economía nacional y al desarrollo social en el campo.

Considerando lo expuesto anteriormente se planteó como objetivo evaluar la adaptabilidad de los híbridos de maíz y el potencial de rendimiento a fin de proporcionar alternativas económicas viables de producción, para ello se delimitó como objetivos específicos: identificar el híbrido de maíz de mayor rendimiento, determinar la zona de mayor rendimiento de grano y realizar el análisis económico de los resultados de los tratamientos, para de este modo construir una alternativa para los pequeños productores, mediante la siembra del híbrido experimental UTEQ.

En las zonas de Vinces, Ventanas y Valencia existen una alta cantidad de agricultores dedicados al cultivo de maíz, los cuales cada vez hacen referencia al uso de semillas que

produzcan mayores rendimiento, por ello se hace necesario el sembrar el híbrido experimental UTEQ y comparar sus rendimientos con los de los demás híbridos en las tres zonas en estudio, para de ese modo identificar los diferentes rendimientos en dichas zonas así como la rentabilidad que se pueda obtener.

El híbrido UTEQ ha demostrado ser más precoz que los demás materiales genéticos con los que ha sido comparado, además mayor longitud de mazorcas así como un rendimiento superior a los híbridos del INIAP, sin embargo produjo menor rendimiento que los híbridos élite, pero a su vez con este material genético se obtuvo una rentabilidad entre 85 y 89 %.

En base a los resultados obtenidos en esta investigación se puede puntualizar que es recomendable sembrar el híbrido UTEQ a nivel de pequeños productores ya que demanda un menor costo de producción en comparación con los híbridos de mayor demanda entre los agricultores.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de Investigación

1.1.1. Planteamiento del Problema

Las mermas en la producción de maíces tropicales se deben principalmente a factores bióticos y abióticos, entre ellos la alta incidencia de malezas en épocas críticas del cultivo, el ataque de plagas y enfermedades y suelos pobres; otros como la falta de tecnología y las pocas dependencias y/o empresas dedicadas al mejoramiento genético también se hacen partícipe. Dentro de los programas de mejoramiento de germoplasma tropical, se tiene el grave problema de la alta susceptibilidad de las líneas a la depresión endogámica, lo cual provoca la existencia de pocos cultivares con potencial agronómico para el trópico húmedo (Mendoza, Oyervides, & López, 2000).

Las zonas de la provincia de Los Ríos poseen áreas con alto potencial productivo, donde se establecen híbridos de maíz. En esta localidad, se ha reportado una disminución considerable del rendimiento del maíz, destacando la presencia de diversos factores, representando un peligro potencial para la producción y rentabilidad de maíz en la zona.

En el momento de poner a disposición del mercado los híbridos, se debe contar con la información básica en cuanto a características cualitativas y cuantitativas de los mismos, costos de producción y rentabilidad económica, información que debe estar contenida dentro de los descriptores específicos para cada uno de los híbridos evaluados.

1.1.2. Formulación del Problema

Cuando se obtiene un nuevo material vegetal y se lo pone a disposición del mercado, es necesario la evaluación de las características agronómicas que éste presente así como su rendimiento potencial y la zona de mayor adaptabilidad de éste, sin dejar de lado el ámbito económico ya que esto es importante para el sustento de los productores.

1.1.3. Sistematización del Problema

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

- ¿Qué zona es la de mayor rendimiento del híbrido UTEQ?
- ¿Cuál de los híbridos en estudio es que de mayor rendimiento?
- ¿Qué tratamiento es el que mayor utilidad representa para el productor?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar la adaptabilidad de los híbridos de maíz y el potencial de rendimiento a fin de proporcionar alternativas económicas viables de producción.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar el híbrido de maíz de mayor rendimiento.
- Determinar la zona de mayor rendimiento de grano.
- Realizar el análisis económico de los resultados de los tratamientos

1.3. Justificación

Se ha mencionado que los fitomejoradores constantemente están generando materiales genéticos (híbridos y variedades) para posteriormente ser evaluados en diferentes condiciones climáticas. Los híbridos comerciales así como los locales deben contener su correspondiente descriptor, que presenta las características agronómicas e información económica que los caracteriza, siendo obtenida esta información a través de este tipo de investigaciones. Por ello, es necesario evaluar los diferentes híbridos ofertados en el mercado para identificar sus cualidades agronómicas, destacándose dentro de estas características el rendimiento por área.

Los híbridos locales con un buen rendimiento son una alternativa para los productores, quienes al final son los beneficiarios de este tipo de investigación, por tal motivo es imprescindible la identificación de las zonas de mayor adaptabilidad y por ende mayor rendimiento por unidad de superficie.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Híbrido

Las variedades híbridas provienen del cruzamiento de dos líneas puras y tienen la ventaja de manifestar la heterosis o el llamado vigor híbrido. En las variedades híbridas, todos los individuos de la población son idénticos pero heterocigóticos, lo cual significa que no pueden reproducirse en individuos iguales a sí mismo. Las líneas puras de plantas autogamas podrían conservarse indefinidamente, generaciones tras generaciones, si las siembras se mantuvieran libres de plantas extrañas. Las variedades sintéticas pueden desequilibrarse por el efecto selectivo del medio sobre los individuos integrantes de la población inicial y pueden perder potencial productivo. Finalmente, cabe apuntar que las variedades híbridas no se conservan o, lo que es lo mismo, su descendencia no resulta igual a los progenitores, ofreciendo una gran variabilidad (Gostincar, 1998).

2.1.2. Híbrido Simple

La producción de híbridos simples es el resultado del cruce de dos líneas endogámicas vigorosas y productivas, no obstante, se debe tener en cuenta que la producción de semillas híbridas es más costosa que la multiplicación de la línea pura o de cultivares de polinización abierta (Bejarano, 2003).

2.1.3. Híbrido Doble

Un híbrido doble se obtiene del cruzamiento entre 2 híbridos simples. Por tanto en su composición intervienen cuatro líneas puras diferentes. La semilla del híbrido doble es más barata que la del híbrido simple, ya que se obtiene sobre las plantas de híbridos simples con alto rendimiento y muy vigorosas. Presentan mayor plasticidad ó adaptación a variaciones ambientales anuales. Su variabilidad al ser un cruzamiento entre dos F1, puede ser un inconveniente. Si se hace una selección adecuada de las líneas parentales es posible obtener

híbridos dobles que sean casi iguales a los simples en rendimiento. Los híbridos dobles son más variables que los simples pero presentan una mayor adaptación (Ramírez, 2006).

2.1.4. Híbrido Triple

Un híbrido triple es el resultado del cruzamiento de un híbrido simple, como parental femenino, y una línea consanguínea como macho. Tiene la ventaja del menor coste de la semilla. Sus características son intermedias entre híbridos simples y dobles. Como el híbrido doble, tiene mayor plasticidad que el híbrido simple y menor variabilidad que el doble. Se siembran menos (Ramírez, 2006).

2.1.5. Heterosis

La heterosis o vigor híbrido es una importante propiedad de las especies híbridas, de hecho la más interesante para el productor. Se define como la capacidad de los híbridos de superar a sus progenitores en propiedades deseables como mayor crecimiento, mayor fertilidad, robustez ante agentes patógenos (ArboForest, 2007).

La heterosis o vigor híbrido se caracteriza por la superioridad genética de la descendencia con respecto al promedio de los padres para las características consideradas, por ejemplo rendimiento, resistencia a enfermedades, calidad de grano, entre otras y ha sido muy utilizada en el mejoramiento de maíz (ASA-Argentina, 2007).

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Generalidades del Cultivo de Maíz

El maíz es un cultivo muy remoto de unos 7000 años de antigüedad, de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy día su cultivo está muy diseminado por todo el resto de países y en especial en EEUU destacado por su alta concentración en el cultivo de maíz siendo el mayor productor (Andrade, 2014).

El maíz es una planta gramínea, lo cual quiere decir que se estructura en base a un tallo cilíndrico hueco y se cubre de nudos o granos rellenos, cubiertos por hojas largas y angostas. El maíz, a diferencia de otras plantas gramíneas como el trigo, es originario de América y no fue conocido por los europeos hasta el momento en que llegaron a este continente y aprendieron que gran parte de la dieta de las sociedades americanas se basaba en su uso (Tuárez, 2013).

Las raíces del maíz son características de las gramíneas, son fibrosas y adventicias, que crecen de manera rápida y pueden penetrar hasta 2.5 m de profundidad. El sistema radicular es fasciculado y está formado por tres tipos de raíces: seminales o primarias, secundarias y adventicias. Las raíces primarias son emitidas por la semilla, y comprenden la radícula y las raíces seminales. Son clasificadas como temporales y sirven de anclaje a la planta para absorber del suelo el agua y los elementos nutritivos en sus primeras fases (Fernández, Lianne, & Fundora, 2010).

Las hojas crecen en la parte superior de los nudos, en forma dística o alternada. Se abrazan al tallo formando estructuras llamadas vainas, de modo que la lámina mantiene un ángulo aproximadamente recto con respecto al tallo; las hojas poseen una fuerte nervadura central, son de forma lanceolada, erectas y de lígula corta, y pueden llegar a alcanzar hasta 0.15 m de ancho. La cara superior pilosa, está adaptada para la absorción de energía solar durante el proceso fotosintético, y el envés, tiene numerosos estomas. El número de hojas varía entre 12 y 18, la longitud entre 0.30 y 1.50 metros (Fernández, Lianne, & Fundora, 2010).

La panoja o inflorescencia masculina, aparece en la terminación del tallo principal y está formado por una espiga central y varias ramas laterales, organizadas en una panícula laxa. Aquí se asientan las flores masculinas agrupadas en espiguillas pareadas, cada una con tres anteras. Cada antera produce alrededor de 2 500 granos de polen, y en promedio cada panoja tiene 10 000 anteras, por lo que se estima tiene una producción de 25 000 000 de granos de polen por panoja, es decir 25 000 granos de polen por cada óvulo para una mazorca de 1 000 granos (Fernández *et al.*, 2010).

La antesis según estos autores, se inicia de uno a tres días de que los estigmas hayan emergido de la flor femenina de la misma planta, y continúa durante varios días después de que éstos se encuentren en condiciones de ser polinizados. La dehiscencia de las anteras comienza en la parte terminal de la panoja y continúa hacia las ramas inferiores, por un período de seis a ocho días (Gispert & Álvarez, 1998).

La inflorescencia femenina o mazorca, es el término de una o más ramas laterales, las que usualmente nacen después de la mitad superior del tallo principal. Debido a la condensación de los nudos de estas ramas, las vainas que se originan en cada nudo están muy bien superpuestas y firmemente envueltas en torno a la mazorca, evitando la dispersión de los granos. Las vainas de varias capas de hojas son brácteas, de las cuales emergen en su parte terminal, los alargados estilos o pelos del elote (Gispert & Álvarez, 1998).

Sobre el eje de la mazorca, denominado tusa o coronata (raquis de la mazorca), se asientan las espiguillas, en filas pareadas. Sólo la superior de las dos flores en cada espiguilla es funcional, de manera que los granos también están pareados y el número de hileras de granos oscila entre 4 y 30, resultando siempre un número par. La longitud de la mazorca varía entre 8 y 42 centímetros; en casos extremos oscila entre 2.5 y 50 centímetro; el diámetro puede llegar hasta 7 centímetros, aunque usualmente varía entre 3 y 5 centímetros. Generalmente, una mazorca de maíz puede tener desde 300 hasta 1 000 semillas (Berger, 1962).

Las semillas son de variadas formas según la variedad. El color también varía según la variedad; las hay desde blancas, amarillas, hasta rojo y púrpura, casi negro. Las grandes variaciones en el tamaño de las semillas se deben a las propiedades físicas y químicas de su contenido de sustancia de reserva (Gispert & Álvarez, 1998).

La producción del cultivo de maíz está condicionada principalmente por la influencia de factores de clima y suelo. La mayor parte de los agricultores no utilizan fertilizantes, simplemente adicionan materia orgánica descompuesta al momento de la siembra; normalmente, en cultivos de maíz tecnificado, se aplican entre una o dos dosis de fertilizante nitrogenado industrial en la fase de desarrollo del cultivo. La aplicación de riego no es común,

aunque se aplica utilizando los métodos por surcos y por aspersión. Las siembras, desarrollo y producción del cultivo están determinadas por la disponibilidad hídrica en el suelo, que normalmente está regulada por las lluvias. Cuando se cuenta con riego se acostumbra adelantar la siembra para obtener mejores ingresos (Cortés, 2013).

2.2.2. Importancia de los Híbridos

Debido a su alta variabilidad genética, el maíz tiene un alto potencial para desarrollarse en diferentes suelos y tipos de cultivo. De hecho, según informes de la FAO, existe una mayor diversidad de genes en un campo de maíz que en la población humana mundial. Para el estudio y aprovechamiento de las posibilidades genéticas que ofrece el maíz existe el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Un organismo internacional sin fines de lucro dedicado a la investigación científica con el objetivo de incrementar la productividad del cultivo del maíz y garantizar la seguridad alimentaria global (Rodríguez, 2013).

La hibridación en maíz se considera como un método genotécnico que tiene como objetivo principal el aprovechamiento de la generación F1 (híbrido F1) provenientes del cruzamiento entre dos poblaciones (P1 y P2) con cualquier estructura genotípica, las cuales pueden ser líneas endogámicas, variedades de polinización libre, variedades sintéticas o las poblaciones F1, las mismas en el caso de las cruza dobles (Quemé, Larios, Pérez, & Soto).

Conceptualmente, el maíz híbrido explora una de las más conocidas y valiosas contribuciones prácticas del mejoramiento genético al ser humano y a la agricultura mundial, desde su descubrimiento, diversos eventos siguieron, hasta nuestros días donde ya es posible contar con el uso de híbridos comerciales de maíz transgénico o genéticamente modificados, que representan lo que es lo más moderno en el sector (Zanovello, 2008).

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, y 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).

2.2.3. Importancia del Maíz

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).

2.2.4. Variabilidad Genética del Maíz

Actualmente, se han reconocido en el país, 29 razas de maíz, de las cuales 17 pertenecen a la sierra, por lo que se considera a esta región como fuente de las mayores riquezas genéticas por unidad de superficie (Yáñez et al., 2003). El 18 % de las colecciones de maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) proviene de Ecuador, lo que le sitúa como en tercer país en cuanto a diversidad de cultivo (Gonzáles, 2005).

Los tipos más primitivos en Ecuador fueron los maíces tipo reventón y debió transcurrir una larga evolución antes de que aparezcan los tipos blandos; es posible que haya existido preferencia más por el maíz suave que el duro, ya que estos facilitarían su molienda (Farinango, 2015).

A pesar de que algunos autores plantean que en el proceso de domesticación y durante el manejo de las poblaciones (in situ y ex situ), pueden estarse activando procesos que causen la pérdida de variantes genéticas en el cultivo; otros plantean que las comunidades rurales han mantenido y generan una gran diversidad genética durante siglos, lo que constituye hoy la fuente o reservorio donde el sistema formal obtiene los recursos genéticos para los bancos de germoplasma y la industria de semillas y que reportan beneficios económicos en términos de rendimiento a sus fincas. Por otro lado, en un estudio de diversidad de maíz, se comprobó que los caracteres cuantitativos del grano y la mazorca fueron en los que se ejerció mayor presión de selección (Acosta et al., 2013).

Por otra parte, el ambiente puede tener una influencia directa en la expresión de genes cuantitativos que las variedades presentan, lo que conlleva a que las mismas expresen su mayor potencial ante condiciones similares a las cuales ellas han evolucionado o se han adaptado (Ferraz, Permuy, & Acosta, 2013).

Es necesario estudiar la diversidad local presente en las áreas rurales, la que es conservada y manejada in situ, en los huertos caseros y/o fincas de los agricultores, dada la importancia de este grano básico en la subsistencia familiar (Fernández et al., 2010). En la investigación de maíz para los países en desarrollo, el mejoramiento de las variedades e híbridos de grano blanco, ha sido mayor que en los países desarrollados, donde casi toda la investigación fitogenética se ha concentrado en el maíz amarillo. No obstante, en muchos países donde el maíz blanco es importante, ha sido lenta y limitada la adopción del material mejorado. Una de las principales restricciones es el establecimiento de sistemas de semilla que sirvan adecuadamente a los pequeños agricultores (FAO, 2007).

Las condiciones específicas de cultivo en cada finca de los agricultores, así como los diferentes criterios de selección, necesidades e intereses diferentes, contribuyó positivamente a mantener y ampliar la variabilidad útil en el maíz en las zonas estudiadas, por tanto, es importante el uso de esta variabilidad encontrada, tanto en programas de mejoramiento, como directamente en la producción, de forma tal que permita, tanto la conservación de este acervo genético como su mayor distribución y uso (Martínez *et al.*, 2011).

2.2.5. Cultivares Mejorados

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).

2.2.6. Características Agronómicas de Híbridos Comerciales y Experimentales de Maíz Estudiados

2.2.6.1. Híbrido de Maíz INIAP H-551

Crespo, Burbano & Vasco (1990), reportaron que el híbrido INIAP H 551 fue desarrollado después de siete años de trabajo de investigación y superó en rendimientos al híbrido INIAP H 550 y a los híbridos extranjeros introducidos hasta el año 1990 en el litoral ecuatoriano.

El rendimiento promedio del híbrido de maíz INIAP H-551 en 1990 fue de 6595 Kg/Ha al 15% de humedad (140 qq/Ha) en la zona Central del Litoral. Requiere una temperatura promedio: de 25°C y Requerimiento hídrico: 700 a 800 mm desde la siembra-cosecha, prefiere

suelos francos, con buen drenaje y profundos pH 5,6 a 7,0. El diámetro del tallo a la altura del segundo entrenudo es de 2 a 2,35 cm, presentando en total de 14 a 15 hojas y nudos, encontrando siete hojas desde la mazorca principal hasta la panoja (Crespo, Burbano, & Vasco, 1990).

La cantidad de semillas utilizada para la siembra oscila entre 15 a 16 Kg/Ha. Según INIAP (2003), en ensayos destinados a evaluar el potencial de rendimiento del híbrido INIAP H-551, que fueron conducidos durante la época seca del año 2001; en las localidades de Buena Fe y Pichilingue, se encontró que para la localidad de Buena Fe el rendimiento fue de 2 405 Kg/Ha; mientras que, para la localidad de Pichilingue presentó un rendimiento de 4 291 Kg/Ha; con una densidad de 60000 plantas/Ha, y manejando una fertilización balanceada (Jiménez, 2006).

En cuanto a rendimiento el híbrido “INIAP H-551”, en un estudio efectuado por Díaz, Sabando, & Vásconez (2009), registró una producción de 4 297,20 Kg/Ha, inferior a los obtenidos por los híbridos “Dekalb 5005” y “Vencedor R-8330” que registraron los mayores rendimientos por hectárea con 7 738,00 y 6 373,70 Kg. Jiménez (2006) obtuvo un rendimiento en grano seco de 4035 Kg/Ha con el híbrido INIAP H-551 y 2 360 kg ha⁻¹ con un cultivar criollo de la zona del cantón Quinindé. Además, determinó que el híbrido INIAP H-551 presentó la mayor tasa de retorno de 46,7 % y beneficios netos de \$ 526,78. Para el cultivar criollo se obtuvo un beneficio neto máximo de \$ 330,34, sugiriendo que cuando se utiliza este cultivar, se debe manejarlo a distancias cortas entre hileras para obtener un mejor beneficio, en la tabla 1 se indican las características agronómicas de este híbrido.

Tabla 1: Características agronómicas del híbrido INIAP H-551

Tipo de híbrido:	Simple
Fenología:	(S ₄ B ₅₂₃ x S ₄ B ₅₂₁) x S ₄ B ₅₂₀
Altura de plantas:	216 – 230 cm
Altura de inserción de mazorca:	114 – 120 cm
Días a la floración femenina:	50 – 52 en época lluviosa
	60 – 62 en época seca
Peso promedio de 1000 granos:	424 g
Forma de la mazorca:	Ligeramente cónica
Hileras de granos:	12 – 16
Plagas y enfermedades:	Susceptible
Rendimiento:	6959 Kg/Ha al 15 % de humedad
Fuente: INIAP (2003)	
Elaboración: Carlos Saenz	

2.2.6.2. Híbrido de Maíz INIAP H-601

Es un híbrido convencional simple generado mediante el cruzamiento de la línea (S₄) LP_{3a}, como progenitor femenino y la línea S₆ LI₄ introducida del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Se adapta al clima tropical seco. Con este híbrido se han obtenido rendimientos promedios de 5663 kg (124,81 qq/Ha) durante la época lluviosa y 7381 kg (162,67 qq/Ha) durante la época seca bajo riego (INIAP, 2003).

En la tabla 2, se indican las características agronómicas del híbrido INIAP H – 601:

Tabla 2: Características agronómicas del híbrido INIAP H-601

Clase de híbrido	Simple
Altura de planta	232cm
Altura de mazorca	118cm
Días de floración masculina	52 días
Días de floración femenina	55 días
Días a la cosecha	120 días
Acame	Resistente
Mazorca	Cónica cilíndrica
Color de grano	Amarillo
Longitud de mazorca	19cm
Diámetro de mazorca	5c m
Peso 1000 granos	412g
Textura de grano	Cristalino
Potencial de rendimiento	162 qq/ha

Fuente: INIAP (2003)

Elaboración: Carlos Saenz

2.2.6.3.Híbrido de Maíz INDIA S 505

En la tabla 3, se indican las características agronómicas del híbrido INDIA S505:

Tabla 3: Características agronómicas del híbrido INDIA S 505

Porcentaje de germinación:	Mayor a 90 %
Días a la floración:	48 – 52 dds
Altura de plantas:	220 – 260 cm
Altura de inserción de mazorcas:	120 – 140 cm
Anclaje:	Muy bueno
Tolerancia a enfermedades:	Alta
Días a la cosecha:	110 – 120 cm
Densidad poblacional:	50000 – 62500 plantas/Ha
Potencial de rendimiento:	Mayor a 5500 Kg/Ha
Características del grano:	Naranja semi-cristalino
Cierre de punta:	Bueno

Fuente: Pronaca

Elaboración: Carlos Saenz

2.2.6.4.Híbrido de Maíz Insignia 105

En la tabla 4, se presentan las características agronómicas del maíz Insignia – 105:

Tabla 4: Características agronómicas del híbrido Insignia 105

Porcentaje de germinación:	Mayor a 90 %
Días a la floración femenina:	58
Altura de plantas:	260 cm
Altura de inserción de mazorcas:	130 cm
Acame de raíz:	2.16 %
Acame de tallo:	0 %
Uniformidad de mazorca:	Excelente
Cierre de punta:	Buena
Longitud de mazorca:	17 – 20 cm
Hileras de granos:	15 – 18
Índice de desgrane:	79 %
Tolerancia de enfermedades:	Alta
Característica de grano:	Anaranjado con leve capa harinosa

Fuente: Interoc

Elaboración: Carlos Saenz

2.2.6.5. Híbrido Experimental UTEQ

Este es un híbrido triple que ha sido desarrollado por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y la Facultad de Ciencias Agrarias para productores maiceros de la Región Centro del Litoral ecuatoriano. Es un híbrido triple generado mediante el cruzamiento del híbrido simple originado de las líneas (SM₄₅ X SV₁₅) como progenitor femenino y a la línea SV39 como progenitor masculino.

Las características morfo-agronómicas y sanitarias de híbrido promisorio UTEQ se presentan en el Tabla 5:

Tabla 5: Características agronómicas del híbrido UTEQ

Días a la floración	49
Días a la cosecha	110
Altura de planta (cm)	225
Altura de inserción de mazorca (cm)	120
Cobertura de mazorca	Buena
Helminthosporium	Tolerante
Cinta Roja	Tolerante
Mancha de asfalto	Tolerante
Pudrición de mazorca	Tolerante
Numero de hileras por mazorca	14 - 16
Color de grano	Amarillo Anaranjado
Textura de grano	Cristalino
Tolerancia al acame	Tolerante
Relación Grano/ Tuza	85/15
Potencial de Rendimiento	160 - 180 qq/Ha

Fuente: UTEQ

Elaboración: Carlos Saenz

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización del Experimento

La presente investigación se realizó durante el periodo de junio a septiembre del 2015, en tres localidades representativas del litoral ecuatoriano, que se indican en el cuadro 6:

Tabla 6: Localidades y coordenadas geográficas donde se realizó el experimento

Provincia	Cantón	Localidad	Coordenadas geográficas	m.s.n.m.	Propietario
Los Ríos	Vinces	Instituto Tecnológico Vinces	S 01° 33', W S 079° 45' 41 msnm	41	Universidad de Guayaquil
Los Ríos	Ventanas	Aguas Frías de Medellín	S 01° 21', W S 079° 28' 71 msnm	71	Carlos Álvarez
Los Ríos	Valencia	Vergel	S 00° 45', W S 079° 22' 152 msnm	152	Víctor Sevillano Estupiñan

Fuente: UTEQ, 2015

Elaboración: Carlos Saenz

3.2. Características Edafoclimáticas de las Localidades en Estudio.

En la tabla 7 se presentan las características edafoclimáticas en las localidades que se llevó a cabo el experimento:

Tabla 7: Características edafoclimáticas de las localidades en estudio.

Características Edafoclimáticas	Localidades		
	Ventanas	Valencia	Vinces
	Aguas Frías de Medellín	El Vergel	Instituto Tecnológico Vinces
Precipitación	1577,8 mm/año	1900 mm/año	1577 mm/año
Temperatura media	25,2	24,8	26,0
Humedad Relativa	86%	84%	85%
Heliofanía	894,0	721,0	1080,0
Clima	cálido	Trópico húmedo	Bosque seco tropical
Topografía	Irregular	Plana	Irregular
Drenaje	Bueno	Bueno	Irregular
Textura	Franco arcillosa	Franco limoso	Franco arcillosa
pH	6,7	6	5,6

Fuente: INFOTERRA- UTEQ 2012

Elaboración: Carlos Saenz

3.3. Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se empleó fue de tipo experimental en la cual se estudió el comportamiento de los híbridos objeto de estudio para evaluar su adaptabilidad.

3.4. Métodos de Investigación

Se utilizó el método deductivo partiendo de los efectos generales destacados en la literatura consultada, para llegar a medir la adaptabilidad y el potencial de rendimiento de los diferentes híbridos estudiados.

3.5. Fuentes de Recopilación de Información

En este proyecto de investigación se recopiló información de fuentes primarias la cual netamente fue la observación que se llevó a cabo en el experimento donde se midió diferentes variables. Además se consultó 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 5 tratamientos en 4 repeticiones, en cada una de las zonas de estudio.

Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza y se empleó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad para establecer la diferencia entre las medias de los tratamientos, mientras que para las localidades se usó la prueba t. Para el análisis estadístico se utilizó Infostat.

3.6.1. Esquema de ADEVA

En la tabla 8 se presenta el esquema del ADEVA.

Tabla 8: Esquema del ADEVA (Análisis de varianza) de la investigación.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Repeticiones	3
Tratamientos	4
error	12
Total	19

Elaboración: Carlos Saenz

3.7. Instrumentos de Investigación

3.7.1. Materiales Genéticos

Para la evaluación comparativa con el nuevo híbrido experimental de maíz UTEQ, se utilizaron 4 híbridos de maíz comerciales como el INIAP H-551, INIAP H-601, INDIA 505 e Insignia 105. El origen del material genético utilizado se muestra en el Tabla 9.

Tabla 9: Materiales Genéticos utilizados en la investigación.

N°	Híbridos	Origen
1	INIAP H-551	INIAP
2	INIAP H-601	INIAP
3	INSIGNIA 105	INTEROC
4	S 505	INDIA
5	UTEQ	UTEQ

Elaboración: Carlos Saenz

3.7.2. Tratamientos Estudiados

Los híbridos de maíz (tratamientos) considerados en la presente investigación, se detallan en el siguiente Tabla 10:

Tabla 10: Identificación de los híbridos de maíz en estudio.

Tratamientos	Híbridos	Genealogía	Procedencia
1	INIAP H-551(T1)	(S4 B-523 X S4 B-521)X S4 B-520	INIAP
2	INIAP H-601(T2)	(S ₄ LP _{3a} X S ₆ LI ₄)	INIAP
3	Insignia 105(T3)		INTEROC
4	S 505(T4)		INDIA
5	UTEQ	(SM ₄₅ X SV ₁₅)X SV39	UTEQ

T1-T4: Tratamiento Testigos

Elaboración: Carlos Saenz

3.7.3. Especificaciones del Experimento

Número de tratamientos:	5
Número de repeticiones:	4
Número de parcela por localidad:	20
Distancia entre plantas	0.2 m
Distancia entre hileras	0.9 m
Semillas por sitio:	2 para ralear a 1
Hileras por tratamiento:	8
Hileras útiles por parcela:	6
Golpes o sitios por hilera:	50
Longitud de tratamiento:	10 m
Ancho de tratamiento:	7.2 m
Longitud de repeticiones:	36 m
Área de tratamientos:	72 m ²
Área útil de tratamientos:	54 m ²
Densidad poblacional:	55555 plantas/Ha
Área total del experimento:	1800 m ²
Área útil del experimento:	1440 m ²

El croquis de campo de la unidad experimental y de todo el experimento de maíz híbrido se presentan en los Anexos 45 y 46, respectivamente.

3.7.4. 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:

3.7.4.1. Días a floración masculina

Se consideró el tiempo transcurrido desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas de la parcela útil hayan florecido.

3.7.4.2. Longitud de mazorca (cm)

Se midieron las mazorcas desde la base hasta el ápice de 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela útil con una cinta métrica y se promedió y expresó en centímetros.

3.7.4.3. Diámetro de mazorca (cm)

Las 10 mazorcas usadas para la variable anterior, con un calibrador se midieron en el tercio medio de éstas, luego se promedió y expresó en centímetros.

.

3.7.4.4. Número de hileras de granos

Se contabilizó el número de hileras de 10 mazorcas tomadas del área útil de cada unidad experimental y se promedió.

3.7.4.5. Peso de 5 mazorcas con tusas (g)

Se tomaron 5 mazorcas aleatoriamente dentro de la parcela útil y se sumó y se expresó dicho peso en gramos.

3.7.4.6. Peso fresco de granos de 5 mazorcas

En este caso se usaron las mazorcas utilizadas para la variable anterior, las cuales se desgranaron y se pesó y expresó la medida en gramos.

3.7.4.7. Humedad (%)

Esta variable se determinó, mediante la utilización de 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.

3.7.4.8. Rendimiento (Kg/Ha)

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

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

Dónde:

Pu = peso uniformizado

Pa = peso actual

Ha = humedad actual

Hd = humedad deseada

3.7.4.9. Análisis económico

El análisis económico se realizó en base al rendimiento y los costos de cada uno de ellos. De los tratamientos en estudio, se determinó la relación beneficio/costo, aplicando la siguiente fórmula:

$$R (B/C)= \frac{IB}{CT}$$

Dónde:

R (B/C): Relación beneficio – costo

IB: Ingreso Bruto

CT: Costo Total

3.7.5. 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.

3.7.5.1.Preparación del suelo

Debido al sistema de siembra cero labranza, no se preparó el terreno en ninguna de las tres localidades para no introducir otra fuente de variación a los tratamientos.

3.7.5.2.Siembra

Se realizó la siembra manualmente, utilizando “espeques” para hacer los hoyos de aproximadamente 4-5 cm. de profundidad, depositando dos semillas por sitio, o golpe. En el la tabla11 se presentan las fechas de siembra:

Tabla 11: Fechas de siembra de los híbridos estudiados en las tres localidades.

Tratamientos	Híbridos	Fechas de siembra de las localidades *		
		Ventanas	El Vergel	Vinces
1	INIAP H 551	02.06.2015	03.06.2015	04.06.2015
2	INIAP H 601	02.06.2015	03.06.2015	04.06.2015
3	Insignia 105	02.06.2015	03.06.2015	04.06.2015
4	S 505	02.06.2015	03.06.2015	04.06.2015
5	UTEQ	02.06.2015	03.06.2015	04.06.2015

* Día/Mes/Año

Elaboración: Carlos Saenz

3.7.5.3.Control de malezas

Esta labor estuvo sujeta al complejo de malezas y condiciones existentes. Se utilizó Prowl (pendimetalina), Amina, Glifosato, Atrazina inmediatamente después de la siembra. Luego se controló manualmente las malezas con machete. Además, a los 45 días se realizó una aplicación de Gramoxone en dosis de 1.5 l/Ha de manera dirigida (pantalla).

3.7.5.4.Raleo

A los 7 días se llevó a cabo esta labor, dejando la planta más vigorosa y la otra se la eliminó.

3.7.5.5.Fertilización

La aplicación y dosis de fertilizantes se basará en función de los paquetes tecnológicos de cada híbrido comercial. Se hicieron tres fertilizaciones: la primera a los 10 días después de la siembra, la segunda a los 25 días y una última a los 45 días; la dosis de fertilizante se basó en 300 Kg de nitrógeno comercial (Urea 46 %) y 150 Kg de fertilizante comercial (10 – 30 – 10). Además se hicieron 2 aplicaciones de fertilizante foliar a los 15 con Evergreen (1 l/Ha), y a los 30 días Cytokin 300 (cc/Ha).

3.7.5.6.Control de plagas y enfermedades

Se aplicó conjuntamente con los abonos foliares. Se usó Proclain (insecticida) en dosis de 250 g/Ha a los 15 días mientras que a los 30 días se aplicó Pyriclor (1 l/Ha).

3.7.5.7.Cosecha

Se cosechó manualmente las mazorcas de las seis hileras útiles de cada parcela del experimento, cuando los híbridos evaluados cumplieron su ciclo vegetativo. Las fechas de cosecha se muestran en la tabla 13.

Tabla 12: Fechas de cosecha de los híbridos estudiados en las tres localidades.

Tratamientos	Híbridos	Fechas de cosecha de las localidades		
		Ventanas	El Vergel	Vinces
1	INIAP H 551 ^{1/}	14.09.2015	15.09.2015	16.09.2015
2	INIAP H 601 ^{1/}	14.09.2015	15.09.2015	16.09.2015
3	Insignia 105 ^{2/}	21.09.2015	22.09.2015	23.09.2015
4	S 505 ^{2/}	21.09.2015	22.09.2015	23.09.2015
5	UTEQ ^{3/}	19.09.2015	20.09.2015	21.09.2015

^{1/} Cosecha a los 115 días;

^{2/} Cosecha a los 120 días

^{3/} Cosecha a los 118 días

Elaboración: Carlos Saenz

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Días a la Floración Masculina

En la tabla 11, se presentan los promedios correspondientes a días a la floración masculina. De acuerdo al análisis de varianza los tratamientos presentaron significancia estadística para las tres zonas en estudio, siendo los coeficientes de variación 0.7, 0.8 y 0.4 %, para Ventanas, El Vergel y Vinces, respectivamente.

Tabla 1. Promedios de días a la floración masculina de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en tres zonas agroecológicas del litoral ecuatoriano.

N°	Tratamientos	Localidades ^{1/}						Promedios ^{3/}
		Ventanas		El Vergel		Vinces		
1	INIAP H-551	50.8	bc	51.3	d	52.3	a	50.7
2	INIAP H-601	51.5	b	52.3	c	51.0	b	51.3
3	Insignia 105	53.0	a	54.0	b	50.0	c	52.7
4	S 505	53.5	a	55.0	a	50.0	c	53.6
5	UTEQ	50.0	c	50.3	e	49.0	d	49.8
Medias ^{2/}		51.8	b	52.6	a	50.5	b	51.6
C.V. (%)		0.7		0.8		0.4		

^{1/} Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

^{2/} Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba t.

^{3/} Promedios del análisis combinado.

Elaboración: Carlos Saenz

De acuerdo a la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad, en Ventanas el híbrido S-505 presentó el mayor número de días a la floración masculina 53.5, en igualdad estadística con Insignia 105 con 53 días, superiores estadísticamente a los demás híbridos que registraron entre 50 y 51.5 días a la floración masculina.

En El Vergel el mayor número de días a la floración masculina lo presentó el híbrido S-505 con 55 días, superior estadísticamente a los demás híbridos que florecieron entre 50.3 y 54 días.

Para la zona de Vines, el híbrido INIAP H-551 registró la mayor cantidad de días a la floración con 52.3 días, estadísticamente superior a los demás híbridos que presentaron promedios entre 49 y 51 días a la floración masculina.

El híbrido S 505 registró el mayor promedio de días a la floración masculina entre las tres zonas con 53.6, estadísticamente superior a los demás híbridos que presentaron entre 49.8 y 52.7 días a la floración.

A través del análisis combinado de las tres localidades en estudio, se reportó que el híbrido experimental UTEQ fue el más precoz con 49.8 días a la floración masculina, siendo el más tardío el híbrido S 505 con 53.6 días.

En El Vergel se registró el mayor número de días a la floración masculina con 52.6, superior estadísticamente a Ventanas y Vines que presentaron promedios de 51.8 y 50.5 días a la floración masculina, respectivamente.

4.1.2. Longitud de Mazorca (cm)

Los promedios correspondientes a longitud de mazorca (cm) se muestran en la tabla 12. El análisis de varianza demostró para esta variable, que los híbridos alcanzaron significancia estadística en El Vergel, en Ventanas, mientras que en Vinces no presentaron significancia estadística, siendo sus respectivos coeficientes de variación 9.0, 5.5 y 8.6 %.

Tabla 2. Promedios de longitud de mazorcas (cm) de híbridos de maíz (*Zea mays* L) en tres zonas agroecológicas del litoral ecuatoriano.

Nº	Tratamientos	Localidades ^{1/}			Promedios ^{3/}
		Ventanas	El Vergel	Vinces	
1	INIAP H-551	15.0 b	15.0 c	16.5 a	15.5
2	INIAP H-601	17.3 ab	17.6 ab	17.3 a	17.4
3	Insignia 105	17.3 ab	19.6 a	16.8 a	17.9
4	S 505	18.1 ab	16.1 bc	16.3 a	16.8
5	UTEQ	19.3 a	16.6 bc	19.3 a	18.4
Medias ^{2/}		17.4 a	17.0 a	17.2 a	17.2
C.V. (%)		9.0	5.5	8.6	

^{1/} Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

^{2/} Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba t.

^{3/} Promedios del análisis combinado.

Elaboración: Carlos Saenz

En Ventanas el híbrido UTEQ registró las mazorcas más largas con 19.3 cm, sin diferir estadísticamente de los híbridos comerciales S 505, Insignia 105 e INIAP-601 que presentaron promedios entre 17.3 y 18.1 cm, superior estadísticamente al INIAP H-551 con 15 cm.

Las mazorcas más largas en El Vergel las registró el híbrido testigo Insignia 105 con 19.6 cm, en igualdad estadística con INIAP H.601 con 17.6 cm, superior estadísticamente a los demás materiales genéticos que presentaron mazorcas con longitud promedio entre 15.0 y 16.6 cm.

En Vinces el híbrido experimental UTEQ registró las mazorcas más largas con 19.3 cm, sin diferir estadísticamente de los demás materiales genéticos presentaron longitudes entre 16.3 y 17.3 cm.

Mediante el análisis combinado se aprecia que el híbrido experimental UTEQ registró las mazorcas más largas, siendo INIAP H 551 el que produjo más mazorcas de menor longitud con 15.5 cm.

Los promedios generales de las localidades de Ventanas, El Vergel y Vinces, en la característica longitud de mazorcas, resultaron estadísticamente iguales con valores de 17.4, 17.0 y 17.2, respectivamente.

4.1.3. Diámetro de Mazorca (cm)

Los promedios correspondientes a diámetro de mazorcas (cm), se presentan en la tabla 13. En base al análisis de varianza se constató que los híbridos estudiados presentaron alta significancia estadística en la zona de Ventanas y el Vergel, y presentaron significancia estadística en la zona de Vines, siendo 2.4, 1.9 y 4.6 %, sus respectivos coeficientes de variación.

Tabla 3. Promedios de diámetro de mazorcas (cm) de híbridos de maíz (*Zea mays* L) en tres zonas agroecológicas del litoral ecuatoriano.

Nº	Tratamientos	Localidades ^{1/}						Promedios ^{3/}
		Ventanas		El Vergel		Vinces		
1	INIAP H-551	4.6	b	4.5	d	4.6	b	4.6
2	INIAP H-601	4.8	b	4.7	cd	4.6	b	4.7
3	Insignia 105	5.3	a	4.8	bc	4.6	b	4.9
4	S 505	5.3	a	5.1	a	5.1	a	5.2
5	UTEQ	5.2	a	4.9	b	4.8	ab	4.9
	Medias ^{2/}	5.0	a	4.8	a	4.7	a	4.9
	C.V. (%)	2.4		1.9		4.6		

^{1/} Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

^{2/} Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba t.

^{3/} Promedios del análisis combinado.

Elaboración: Carlos Saenz

En Ventanas el mayor diámetro de mazorcas le registraron los híbridos S 505 e Insignia 105 con 5.3 cm cada uno, en igualdad estadística con el híbrido experimental UTEQ con 5.2 cm, estadísticamente superiores a los híbridos INIAP H-601 e INIAP H-551 con 4.8 y 4.6 cm, en su orden.

Para la zona de El vergel, las mazorcas de mayor diámetro las presentó S 505 con 5.1 cm, superior estadísticamente a los demás materiales genéticos que registraron promedios entre 4.5 y 4.9 cm.

En Vines el híbrido testigo S 505 registró las mazorcas de mayor diámetro con 5.1 cm, estadísticamente igual a UTEQ con 4.8 cm, superiores estadísticamente a los demás híbridos que registraron diámetros de 4.6 cm, cada uno.

En lo correspondiente a los promedios entre las tres localidades, el híbrido S 505 registró las mazorcas de mayor longitud con 5.2 cm, siendo el híbrido INIAP H 551 el que produjo las mazorcas de menor diámetro.

Las mazorcas de mayor diámetro en promedio se produjeron en Ventanas con 5.0 cm, en igualdad estadística con El Vergel y Vines con 4.8 y 4.7 cm, respectivamente.

4.1.4. Número de Hileras de Granos

En la tabla 14, se exponen los promedios correspondientes al número de hileras de granos. De acuerdo al análisis de varianza, los híbridos registraron alta significancia estadística en las tres zonas en estudio, siendo los respectivos coeficientes de variación 6.9, 8.5 y 10.7 % para Ventanas, El Vergel y Vinces, en su orden.

Tabla 4. Promedios de número de hileras de granos de híbridos de maíz (*Zea mays* L) en tres zonas agroecológicas del litoral ecuatoriano.

N°	Tratamientos	Localidades ^{1/}			Promedios ^{3/}
		Ventanas	El Vergel	Vinces	
1	INIAP H-551	12.8 b	13.0 b	14.0 bc	13.3
2	INIAP H-601	13.7 b	13.0 b	13.5 c	13.4
3	Insignia 105	16.5 a	17.0 a	17.3 ab	16.9
4	S 505	17.8 a	16.8 a	17.8 a	17.4
5	UTEQ	13.6 b	13.0 b	13.0 c	13.2
Medias ^{2/}		14.9 a	14.6 a	15.1 a	
C.V. (%)		6.9	8.5	10.7	

^{1/} Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

^{2/} Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba t.

^{3/} Promedios del análisis combinado.

Elaboración: Carlos Saenz

En Ventanas el mayor número de hileras de granos lo registró el híbrido S 505 con 17.8, sin diferir estadísticamente de Insignia 105 con 16.5, estadísticamente superiores a los demás híbridos que presentaron promedios entre 12.8 y 13.7 hileras de granos.

Para la zona de El Vergel, el híbrido Insignia 105 presentó la mayor cantidad de hileras de granos con 17, estadísticamente igual a S 505 con 16.8 , superiores estadísticamente a los demás materiales genéticos que registraron promedios 13 cada uno.

En Vinces el mayor número de hileras de granos lo registró el híbrido S 505 con 17.8, en igualdad estadística con Insignia 105 con 17.3, estadísticamente superiores a los demás híbridos que produjeron entre 13 y 14 hileras de granos.

Entre las tres zonas en estudio, el híbrido testigo S 505 registró las mazorcas con mayor número de hileras con un promedio de 17.4, mientras que el híbrido experimental UTEQ presentó las mazorcas con menor número de hileras de granos con 13.2.

En Vinces se registró el mayor número de hileras de granos con 15.1, estadísticamente igual a Ventanas y El Vergel con 14.9 y 14.6 hileras de granos, respectivamente.

4.1.5. Peso de 5 Mazorcas con Tusas (g)

Los promedios correspondientes al peso de 5 mazorcas con tusas (g) se muestran en la tabla 15. De acuerdo al análisis de varianza los híbridos alcanzaron alta significancia estadística en las tres zonas de estudio, con coeficientes de variación de 6.4, 3.8 y 6.8 % para Ventanas, El Vergel y Vinces, en su orden.

Tabla 5. Peso promedio (g) de 5 mazorcas con tusas de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en tres zonas agroecológicas del litoral ecuatoriano.

Nº	Tratamientos	Localidades ^{1/}						Promedios ^{3/}
		Ventanas		El Vergel		Vinces		
1	INIAP H-551	1145.0	ab	1068.7	c	992.9	d	1068.9
2	INIAP H-601	1170.0	ab	1189.7	b	1210.0	bc	1189.9
3	Insignia 105	1300.0	a	1337.6	a	1358.7	ab	1332.1
4	S 505	1267.5	ab	1362.4	a	1408.2	a	1346.0
5	UTEQ	1110.0	b	1099.1	bc	1088.8	cd	1099.3
Medias ^{2/}		1198.5	a	1211.5	a	1211.7	a	1207.2
C.V. (%)		6.4		3.8		6.8		

^{1/} Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

^{2/} Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba t.

^{3/} Promedios del análisis combinado.

Elaboración: Carlos Saenz

En Ventanas el mayor peso promedio de 5 mazorcas con tusas lo presentó el híbrido Insignia 105 con 1300 g, sin diferir estadísticamente de S 505 con 1267.5 g, superiores estadísticamente a UTEQ los demás tratamientos que alcanzo promedio de 1110 gramos.

En El Vergel el mayor peso promedio de 5 mazorcas con tusas lo registró el híbrido Insignia 105 con 1337.6, estadísticamente igual a S 505 con 1362.4 g, superiores estadísticamente a los demás materiales genéticos que presentaron promedios entre 1068.7 y 1189.7 gramos.

Para la zona de Vines el híbrido S 505 alcanzó el mayor peso promedio de 5 mazorcas con tusas con 1408.2 g, estadísticamente igual con Insignia 105 con 1358.7 g, superiores estadísticamente a los demás materiales genéticos con promedios entre 992.9 y 1210 gramos.

El mayor peso promedio de 5 mazorcas con tusas entre las tres zonas lo registró el híbrido S 505 con 1346 g, en igualdad estadística con Insignia con 1332.1 g, estadísticamente superior a los demás híbridos que presentaron promedios entre 1068.9 y 1189.9 gramos.

Entre las tres localidades el híbrido S 505 mostró el mayor peso de 5 mazorcas con tusas con 1346 gramos, mientras que el híbrido INIAP 551 registró el menor peso de 5 mazorcas con un promedio 1068.9 gramos.

El mayor peso promedio de 5 mazorcas con tusas se registró en Vines con 1211.7 g, superior estadísticamente a El Vergel y Ventanas donde se alcanzó pesos de 1086 y 999.5 g, en su orden.

4.1.6. Peso Fresco de Granos de 5 Mazorcas

En la tabla 16, se muestran los promedios de peso fresco de granos de 5 mazorcas (g). De acuerdo al análisis de varianza, los híbridos alcanzaron alta significancia en las tres zonas en estudio con coeficientes de variación de 6.9, 5.3 y 7.2 % para Ventanas, El Vergel y Vinces, respectivamente. En lo correspondiente al análisis combinado los tratamientos presentaron alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 5.5 %.

Tabla 6. Promedios de peso fresco de granos de 5 mazorcas de híbridos de maíz (*Zea mays* L) en tres zonas agroecológicas del litoral ecuatoriano.

N°	Tratamientos	Localidades ^{1/}			Promedios ^{3/}
		Ventanas	El Vergel	Vinces	
1	INIAP H-551	940.0 xb	849.0 xb	758.7 xxc	849.3
2	INIAP H-601	940.0 xb	957.2 xb	975.0 ab	957.4
3	Insignia 105	1127.5 a	1118.5 a	1102.2 a	1116.1
4	S 505	1097.5 ab	1140.1 a	1108.8 a	1115.5
5	UTEQ	952.5 xb	929.6 xb	907.3 xbc	929.8
Medias ^{2/}		1011.5 a	998.9 a	970.4 a	993.6
C.V. (%)		6.9	5.3	7.2	

^{1/} Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

^{2/} Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba t.

^{3/} Promedios del análisis combinado.

Elaboración: Carlos Saenz

En Ventanas el mayor peso fresco de granos de 5 mazorcas correspondió a Insignia 105 con 1127.5 g, en igualdad estadística con S 505 con 1097.5g, superiores estadísticamente a los demás híbridos que presentaron pesos promedios entre 940 y 952.5 g.

Para El Vergel, el híbrido Insignia 105 mostró el mayor peso fresco de granos de 5 mazorcas en S 505 con 1140.1 g, estadísticamente igual a Insignia con 1118.5 g, superiores estadísticamente a los demás híbridos que registraron promedios entre 849 y 957.2 gramos.

En Vines el mayor peso fresco de granos de 5 mazorcas lo presentó S 505 con 1108.8 g, sin diferir estadísticamente de Insignia 105 e INIAP H-601 con 1102.2 y 975 g, en su orden, superiores estadísticamente a los híbridos UTEQ e INIAP H-551 con pesos de 907.4 y 758.7 g, respectivamente.

Entre las tres localidades el híbrido Insignia 105 presentó el mayor peso fresco de 5 mazorcas con 1116.1 gramos, siendo el híbrido INIAP H 551 el que mostró el menor peso fresco de granos de 5 mazorcas con 849.3 gramos.

El mayor peso fresco de granos de 5 mazorcas correspondió a la zona de Ventanas con 1011.5g, en igualdad estadística con El Vergel y Vines con 998.9 y 970.4 g, en su orden.

4.1.7. Humedad (%)

Los promedios de porcentaje de humedad de granos se muestran en la tabla 17. De acuerdo al análisis de varianza los híbridos alcanzaron alta significancia estadística en las tres zonas en estudio, siendo 5.6, 7.1 y 6.2 %, los coeficientes de variación para Ventanas, El Vergel y Vines respectivamente.

Tabla 7. Promedios de humedad (%) de híbridos de maíz (*Zea mays* L) en tres zonas agroecológicas del litoral ecuatoriano.

Nº	Tratamientos	Localidades ^{1/}			Promedios ^{3/}
		Ventanas	El Vergel	Vines	
1	INIAP H-551	20.1 xb	18.8 xxc	19.0 ab	19.3
2	INIAP H-601	20.9 ab	20.3 xbc	19.0 ab	20.1
3	Insignia 105	23.3 a	26.8 a	21.7 a	23.9
4	S 505	22.8 ab	23.7 ab	21.0 ab	22.5
5	UTEQ	20.6 ab	19.8 xxc	18.5 xb	19.6
Medias ^{2/}		21.5 a	21.9 a	19.8 a	21.1
C.V. (%)		5.6	7.1	6.2	

^{1/} Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

^{2/} Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba t.

^{3/} Promedios del análisis combinado.

Elaboración: Carlos Saenz

Para la zona de Ventanas el mayor porcentaje de humedad lo presentó el híbrido Insignia 105 con 23.3 %, sin diferir estadísticamente de S 505, INIAP H-601 y UTEQ con promedios de 22.8, 20.9 y 20.6, en su orden; estadísticamente superior a INIAP H-551 con un porcentaje de humedad de 20.1.

En El Vergel el híbrido Insignia 105 presentó el mayor porcentaje de humedad con 26.8, igual estadísticamente a S-505 con 23.7 superior estadísticamente a los demás materiales genéticos que mostraron promedios entre 18.8 y 22.7.

En Vinces Insignia 105 alcanzó el mayor porcentaje de humedad con 21.9, sin diferir estadísticamente de S 505 (21 %), INIAP H-601 y H-551 (19 % cada uno), estadísticamente superior al híbrido UTEQ con 18.5 %.

El híbrido INIAP H 551 presentó el menor porcentaje de humedad con 19.3 %, siendo el híbrido Insignia 105 el que registró el mayor contenido de humedad con un porcentaje de 23.9 %.

El porcentaje más alto de humedad se registró en El Vergel con 21.7 %, en igualdad estadística con Ventanas y Vinces que registraron porcentajes de humedad de 21.5 y 19.8 %, respectivamente.

4.1.8. Rendimiento de Grano al 13 % de Humedad (Kg/Ha)

Los promedios de rendimiento de grano registrados en híbridos de maíz evaluados en tres zonas del litoral ecuatoriano se presentan en la tabla 18. El análisis de varianza mostró alta significancia estadística para los híbridos en las tres zonas en estudio, siendo los coeficientes de variación 3.9, 4.1 y 6.3 %, para Ventanas, El Vergel y Vinces, en su orden. Los tratamientos presentaron alta significancia estadística para el análisis combinado con un coeficiente de variación de 3.5 %.

Tabla 8. Promedios de rendimiento en grano (Kg/Ha) de híbridos de maíz (*Zea mays* L) en tres zonas agroecológicas del litoral ecuatoriano.

N°	Tratamientos	Localidades ^{1/}			Promedios ^{3/}
		Ventanas	El Vergel	Vinces	
1	INIAP H-551	5921.9 xxc	5770.4 xxc	5375.0 xc	5689.1 xxc
2	INIAP H-601	6034.1 xxc	6075.0 xxc	6300.0 xbc	6136.4 xxc
3	Insignia 105	8484.3 a	8175.0 a	8350.0 a	8336.4 axx
4	S 505	8254.9 a	7800.0 a	8400.0 a	8151.6 axx
5	UTEQ	6806.0 xb	6725.0 xb	7025.0 xb	6852.0 xbx
Medias ^{2/}		7100.2 a	6909.1 a	7090.0 a	7033.1
C.V. (%)		3.9	4.1	6.3	3.5

^{1/} Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

^{2/} Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba t.

^{3/} Promedios del análisis combinado.

Elaboración: Carlos Saenz

En Ventanas el mayor rendimiento se produjo con el híbrido Insignia 105 con 8484.3 Kg/Ha, en igualdad estadística con S 505 con 8254.9 Kg/Ha, superior estadísticamente a los demás híbridos que arrojaron promedios entre 5921.9 y 6806 Kg/Ha.

El mayor rendimiento en El Vergel lo registró Insignia 105 con 8175 Kg/Ha , sin diferir estadísticamente de S 505 con 7800 Kg/Ha, superiores estadísticamente a los demás materiales genéticos que produjeron entre 5770.4 y 6725 Kg/Ha.

En Vines el rendimiento más alto lo registró el híbrido S 505 con 8400 Kg/Ha , sin diferir estadísticamente de insignia 105 con 8350 Kg/Ha, superiores estadísticamente a los demás materiales genéticos que produjeron entre 5375 y 7025 Kg/Ha.

A través del análisis combinado de las tres localidades en estudio, se apreció que el híbrido más productivo resultó ser Insignia 105 con un promedio de 8336.4 Kg/Ha, siendo el híbrido INIAP H 551 el de menor rendimiento con 5689.1 Kg/Ha.

En la media general de cada localidad se observó que en Ventanas se produjo el mayor rendimiento con 7100.2 Kg/Ha, en igualdad estadística con Vines y El Vergel con rendimientos de 7090 y 6909.1 Kg/Ha, respectivamente.

4.1.9. Análisis Económico

En la tabla 19, se presenta el análisis económico del rendimiento de los híbridos estudiados en las tres localidades. En Ventanas el mayor rendimiento correspondió al híbrido Insignia 105 85000 Kg/Ha con un ingreso neto de \$ 1193.75 con una rentabilidad de 67 %, sin embargo, la mayor rentabilidad se obtuvo con el híbrido INIAP H-551 con 90 %, con una relación beneficio/costo de 1.9 lo que significa que por cada dólar invertido se gana 90 centavos.

El híbrido S 505 produjo el mayor rendimiento en Vinces con 84000 Kg/Ha, a un costo de tratamiento de \$ 1154.25, con un ingreso neto de \$ 1365.75 y una relación beneficio/costo de 1.87, es decir que por cada dólar invertido se ganó 87 centavos (rentabilidad del 87 %), sin embargo, el híbrido experimental UTEQ produjo la mayor rentabilidad con 89 % a un costo de tratamiento de \$ 945.28, con un ingreso neto de 1154,73.

Para la zona de El Vergel el híbrido Insignia 105 registró el mayor rendimiento 82000 Kg/Ha, a un costo de tratamiento de \$ 1356.45, costo total de \$ 1766.45, con un ingreso neto de \$ 1103.55, una relación beneficio costo de 1.77 (77 centavos de ganancia por cada dólar invertido), es decir, una rentabilidad de 77 %; pero la mayor rentabilidad 87% se obtuvo con el híbrido INIAP H-551 con un ingreso neto de \$ 945.66 a un costo de tratamiento 794.34 y costo variable de \$ 290.

Tabla 9. Análisis económico del rendimiento (Kg/Ha) en función del costo de los tratamientos de las tres zonas en estudio.

Descripción	Rendimiento (Kg/Ha)	Ingreso Bruto (\$)	Costo Tratamiento (\$)	Costos variables (\$)	Costos Totales (\$)	Ingreso neto (\$)	B/C	Rentabilidad %
Ventanas								
INIAP H-551	5900.00	2065.00	794.34	295.00	1089.34	975.66	1.90	90.00
INIAP H-601	6000.00	2100.00	880.34	300.00	1180.34	919.66	1.78	78.00
Insignia 105	8500.00	2975.00	1356.45	425.00	1781.45	1193.55	1.67	67.00
S 505	8300.00	2905.00	1154.25	415.00	1569.25	1335.75	1.85	85.00
UTEQ	6800.00	2380.00	945.28	340.00	1285.28	1094.73	1.85	85.00
Vinces								
INIAP H-551	5400.00	1890.00	794.34	270.00	1064.34	825.66	1.78	78.00
INIAP H-601	6300.00	2205.00	880.34	315.00	1195.34	1009.66	1.84	84.00
Insignia 105	8300.00	2905.00	1356.45	415.00	1771.45	1133.55	1.64	64.00
S 505	8400.00	2940.00	1154.25	420.00	1574.25	1365.75	1.87	87.00
UTEQ	7000.00	2450.00	945.28	350.00	1295.28	1154.73	1.89	89.00
El Vergel								
INIAP H-551	5800.00	2030.00	794.34	290.00	1084.34	945.66	1.87	87.00
INIAP H-601	6100.00	2135.00	880.34	305.00	1185.34	949.66	1.80	80.00
Insignia 105	8200.00	2870.00	1356.45	410.00	1766.45	1103.55	1.62	62.00
S 505	7800.00	2730.00	1154.25	390.00	1544.25	1185.75	1.77	77.00
UTEQ	6700.00	2345.00	945.28	335.00	1280.28	1064.73	1.83	83.00
Costo Semilla			Costos Fijos					
H-551	40.00		H-551	754.34	Cosecha + Transporte			\$ 0.05
H-601	80.00		H-601	800.34				
Insignia 105	235.00		Insignia 105	1121.45	Precio Kg al 13 % de humedad			\$ 0.35
S 505	145.00		S 505	1009.25				
UTEQ	50.00		UTEQ	895.28				

Elaboración: Carlos Saenz

4.2. Discusión

En la presente investigación las variables estudiadas presentaron alta significancia estadística, con lo cual se puede aludir que se obtuvo respuestas aceptables y a la vez que los híbridos respondieron positivamente en los diferentes ambientes donde se cultivaron.

En Ventanas y Vinces el híbrido S 505 registró mayor número de días a la floración masculina, sin embargo, este material genético en Vinces presentó precocidad de 50 días lo que se puede deber a las condiciones de Vinces que presenta mayor cantidad de horas luz y esto influye en la floración, concordando con Paliwal (2001), que expone el fotoperíodo puede afectar el tiempo requerido por la floración.

Para la zona de Ventanas los híbridos presentaron promedios significativos de tal manera que el híbrido UTEQ mostró mazorcas con longitud de 0.8 cm por encima de S 505 (híbrido comercial) el cual se caracteriza por ser un material genético de alto potencial agronómico. En El Vergel el híbrido Insignia 105 registró las mazorcas más largas, con un promedio de 3 cm por encima del híbrido UTEQ. En Vinces el híbrido UTEQ presentó mazorcas de mayor longitud en comparación con los híbridos élite. Estos resultados se pueden atribuir a la fertilidad de los suelos de las zonas en estudio así como a las características ambientales, resultados que concuerdan con lo expresado por Mendoza, Oyervides & López (2000), que afirmaron que los híbridos de maíz responden de una manera diferente de acuerdo a las características agroclimáticas donde se desarrollan. Además estos concuerdan con Interoc (2008) que afirma que el híbrido Insignia 105 presenta mazorcas entre 17 a 19 centímetros.

Las mazorcas de mayor diámetro en las tres zonas en estudio las presentó el híbrido S 505. En Ventanas no se presentó significancia entre los híbridos S 505, Insignia 105 y UTEQ, mientras que El Vergel y Vinces se evidenció una superioridad notable del híbrido S 505. Estos valores se pueden atribuir a las características agronómicas propias de los híbridos en estudio.

En lo correspondiente al número de hileras de granos en las tres zonas en estudio se registró alta significancia estadística, de tal manera que en Ventanas el mayor número de hileras los presentó el híbrido S 505 con 1.3 hileras por encima de Insignia 105. De igual manera, en Vines se observó una diferencia de 0.5. Finalmente en El Vergel el híbrido Insignia 105 presentó una diferencia de 0.2 por encima del S 505. Entre las zonas en estudio no se presentó diferencias significativas, lo cual se puede concluir que los híbridos de mayor número de hileras por mazorcas que pueden producir son S 505 3, Insignia 105, valores que pueden atribuir a las características agronómicas propias de los materiales genéticos, concordando con Interoc que asegura que el híbrido Insignia 105 produce mazorcas de entre 15 a 18 hileras de granos.

En lo correspondiente la producción por hectárea las zonas no difirieron estadísticamente, observándose el mayor promedio en Ventanas con el híbrido élite Insignia 105 y S 505 al igual que en El Vergel y Vines. Este comportamiento posiblemente se debe al excelente potencial de rendimiento que poseen estos híbridos comerciales de maíz y a la buena adaptación a la zona de estudio.

Los resultados de estos trabajos permitieron identificar híbridos experimentales de maíz que presentaron buena respuesta en diferentes ambientes y que además el híbrido UTEQ presenta un potencial de rendimiento intermedio en relación con los provenientes del exterior y los locales, por lo que representa una opción productiva y económicamente viable para los productores.

Al establecer experimentos en diferentes ambientes, se espera que el comportamiento de los genotipos en evaluación sea diferente en algunos de ellos en particular, o en general, en todos los ambientes (Cruz, 1989). Sin embargo, el híbrido UTEQ representa una opción de producción ya que demanda menor costo de fertilizantes y de semilla, obteniéndose una rentabilidad económica aceptable (83 al 89 %) con respecto a los materiales genéticos que mayor preferencia tiene entre los productores.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Entre los híbridos de maíz evaluados, el híbrido UTEQ fue el más precoz con un promedio de 49.8 días a la floración.
- La mayor longitud de mazorca se registró en el híbrido UTEQ con un promedio de 18.4 cm entre las tres localidades en estudio.
- El mayor diámetro de mazorcas lo presentó el híbrido S 505 con 5.2 entre las tres zonas en estudio.
- Los materiales genéticos Insignia 105 y S 505, presentaron el mayor número de hileras de granos en las tres localidades con promedios de 16.9 y 17.4.
- En las tres zonas de estudio los mejores rendimientos los presentaron los híbridos S 505 e Insignia 105, con 8336.4 y 8151.6 Kg/Ha.
- El híbrido UTEQ se destacó por presentar un rendimiento superior a los híbridos producidos por el INIAP, con un rendimiento promedio de 6852.0 Kg/Ha.
- El híbrido experimental UTEQ, a pesar de producir menor rendimiento que los híbridos élite, obtuvo un alto porcentaje de rentabilidad que osciló entre el 85 y 89 %.

5.2. Recomendaciones

- Determinar el plan de fertilización adecuado para el híbrido UTEQ.
- Sembrar el híbrido UTEQ a nivel de pequeños productores en áreas pequeñas.
- Sembrar el híbrido H-551 para invertir menos dinero y obtener una utilidad aceptable.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura Citada

- Acosta, R., Martínez, M., Colomer, A., & Ríos, H. (2013). Evaluación morfoagronómica de una población de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de polinización abierta en el municipio Batabanó, provincia Mayabeque. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362013000200009&script=sci_arttext
- 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>
- ArboForest. (2007). Heterosis o vigor híbrido. Obtenido de <http://www.arboforest.com/-Heterosis%20del%20nogal%20hibrido.pdf>
- ASA-Argentina. (2007). Mejoramiento de especies para aprovechar la heterosis. Obtenido de <http://asabiotecnologia.com.ar/fitomejoramiento>
- Bejarano, A. (2003). Descripción y prueba de híbridos simples de maíz amarillo. FONAIAP 1. *Agronomía Tropical* 53 (4), 501 - 506.
- Berger, L. (1962). Maize production and the manuring of maize. Génova, GE. *Centred d' Etude de L' Azote*. p. 12-20.
- Córdova, H., Castellanos, S., Barreto, H., & Bolaños, J. (2002). Veinticinco años de mejoramiento en los sistemas de maíz en Centroamérica: Logros y estrategias. *Agronomía Mesoamericana* 13(1), 73 - 84.
- Cortés, C. (2013). Uso del modelo AquaCrop para estimar rendimientos para el cultivo de maíz en los departamentos de Valle del Cauca. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3429s.pdf>
- Crespo, S., Burbano, M., & Vasco, A. (1990). INIAP 551 Híbrido de maíz para la zona central del litoral. Quito - Ecuador: INIAP. Boletín Divulgativo N° 112. 6 p.

- Díaz, G., Sabando, F. Á., & Vásconez, G. (2009). Evaluación productiva y calidad del grano de cinco Híbridos de Maíz (*Zea mays* L.) en dos localidades de la provincia de Los Ríos. Obtenido de http://www.uteq.edu.ec/revista_cyt/archivos/2009/v2_01/-articulo_3.pdf
- Ecuaquímica. (2011). Suprema Iniap H 601. Obtenido de <http://www.ecuaquimica.com.ec/-hi601.html>
- FAO. (2007). FAOSTAT. Obtenido de <http://faostat.fao.org/faostat/>
- Farinango, V. (2015). Evaluación fitosanitaria y potencial agronómico de la variabilidad de maíz de Cotacachi y Saraguro en las principales zonas maiceras de Imbabura y Loja. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3228/1/T-UCE-0004-03.pdf>
- Fernández, G., Lianne, G., & Fundora, G. (2010). Identificación de razas de maíz (*Zea mays* L.) presentes en el germoplasma Cubano. La Habana - Cuba: Editorial universitaria.
- Fernández, L., Crossa, J., Fundora, M., Castiñeiras, A., Gálvez, R., García, M., y otros. (2010). Identificación y caracterización de razas de maíz en sistemas campesinos tradicionales de dos áreas rurales de Cuba. *Biociencias*, 1(1): 4-18. Obtenido de <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/01-01/1.pdf>
- Ferraz, Y., Permuy, N., & Acosta, R. (2013). Evaluación de accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de sequía en dos zonas edafoclimáticas del municipio Gibara, Provincia de Holguín Evaluación morfoagronómica y estudios de la interacción genotipo por ambiente. Obtenido de *Cultivos Tropicales*, 34(4): 24-30: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=dd0b1925-3258-4d32-abd7->
- Gispert, M., & Álvarez, A. (1998). *Del jardín de América al mundo*. Bogotá, CO. s.e. p. 120.
- Gonzáles, C. (2005). Experiencias locales del cultivo tradicional del maíz. Obtenido de <http://www.semillas.org.co/sitio.shtml?apc=a1d1--&x=20154620>

- Gostincar, J. (1998). Técnicas Agrícolas en Cultivos Extensivos: Biblioteca de la Agricultura (Segunda Edición ed.). España: Editorial Idea Books S.A.
- INEC. (2011). Datos estadísticos agropecuarios. Obtenido de http://www.inec.gob.ec/espac_publicaciones/espac-2011/INFORME_EJECUTIVO%202011.pdf
- INIAP. (2003). Guía técnica de cultivos. Quito - Ecuador: Estación Experimental Santa Catalina.
- Interoc. (2008). Insignia 105: maíz de alto rendimiento. Ecuador: Interoc.
- Jiménez, E. (2006). Evaluación de dos híbridos y una variedad criolla de maíz (*Zea mays* L.) bajo tres distanciamientos de siembra en el cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas, Tesis Ingeniero Agropecuario. UTE: 5 - 6 p.
- Martínez, M., Ortiz, R., Ríos, H., & Acosta, R. (2011). Evaluación de la variabilidad morfoagronómica de una colección cubana de maíz (*Zea mays* L.). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362011000400005&script=sci_arttext
- Mendoza, M., Oyervides, A., & López, A. (2000). Nuevos cultivares de maíz con potencial agronómico para el trópico húmedo. Obtenido de *Agronomía Mesoamericana* 11(1): 83-88.: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v11n01_083.pdf
- Monsanto. (2012). Guía técnica Dekalb: Zafriña 2012. Obtenido de <http://www.monsanto.com/global/py/productos/documents/guia-tecnica-zafrina-2012.pdf>
- Núñez, G., Contreras, E., & Faz, R. (2003). Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con valor energético. Obtenido de <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200304074672.pdf>
- Paliwal, R. (2001). Recursos genéticos. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s13.htm#TopOfPage>

- Quemé, J., Larios, L., Pérez, C., & Soto, N. (s.f.). Aptitud Combinatoria y Predicción de Híbridos de Maíz (*Zea mays* L.) de Grano Amarillo a Partir de Cruzas Dialélicas, Evaluadas en Dos Localidades de la Zona Baja de Guatemala, 1989.
- Ramírez, L. (2006). Mejora de plantas alógamas. Obtenido de http://www.unavarra.es/genmic/genetica%20y%20mejora/mej-alogamas/mej_alogamas%202006.pdf
- Rodríguez, A. (2013). El maíz tiene más variabilidad genética que el ser humano. Obtenido de <http://ciencia.diariodeavisos.com/2013/02/19/el-maiz-tiene-mas-variabilidad-genetica-que-el-ser-humano/>
- Tuárez, F. (2013). Importancia del Maíz. Obtenido de <http://www.importancia.org/maiz.php>
- 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.
- Yáñez, C., Zambrano, J., Caicedo, M., Sánchez, V., & Heredia, J. (s.f.). Catálogo De Recursos Genéticos De Maíces De Altura Ecuatorianos. Banco de Germoplasma del Departamento Nacional de Recursos Filogenéticos y Biotecnología. Quito - Ecuador: INIAP.
- 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 1: Análisis de varianza de días a la floración masculina en híbridos de maíz en Ventanas

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	1.3500	0.4500	3.8571	0.0383	*
Híbridos	4	35.0000	8.7500	75.0000	<0.0001	**
error	12	1.4000	0.1167			
Total	19	37.7500				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 2: Análisis de varianza de longitud de mazorcas (cm) en híbridos de maíz en Ventanas

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	1.4254	0.4751	2.3393	0.0937	NS
Híbridos	4	38.5255	0.4751	0.1947	0.8980	NS
error	12	29.2765	2.4397	3.9478		
Total	19	69.2274				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 3: Análisis de varianza de diámetro de mazorcas (cm) en híbridos de maíz en Ventanas

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	0.0442	0.0147	16.9265	0.0001	**
Híbridos	4	0.0442	0.4051	1.0486	0.4066	NS
error	12	0.1686	0.0141	28.8349		
Total	19	1.8333				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 4: Análisis de varianza de número de hileras de granos en mazorcas de híbridos de maíz en Ventanas.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	1.6895	0.5632	0.5272	0.6719	NS
Híbridos	4	72.3100	18.0775	16.9239	0.0001	**
error	12	12.8180	1.0682			
Total	19	86.8175				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 5: Análisis de varianza de peso de 5 mazorcas con tusas en híbridos de maíz en Ventanas.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	74175.0000	24725.0000	4.2025	0.0300	*
Híbridos	4	106280.0000	26570.0000	4.5161	0.0186	*
error	12	70600.0000	5883.3333			
Total	19	251055.0000				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 6: Análisis de varianza de peso fresco de granos (g) de 5 mazorcas en híbridos de maíz en Ventanas.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	47935.0000	15978.3333	3.2614	0.0594	NS
Híbridos	4	138230.0000	34557.5000	7.0538	0.0037	**
error	12	58790.0000	4899.1667			
Total	19	244955.0000				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 7: Análisis de varianza de porcentaje de humedad de granos en híbridos de maíz en Ventanas.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	47935.0000	15978.3333	3.2614	0.0594	NS
Híbridos	4	138230.0000	34557.5000	7.0538	0.0037	**
error	12	58790.0000	4899.1667			
Total	19	244955.0000				

** : Altamente significativo; * : Significativo; NS: No Significativo

Anexo 8: Análisis del rendimiento en híbridos de maíz en Ventanas.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	737289.8329	245763.2776	3.2528	0.0598	NS
Híbridos	4	23442097.4733	5860524.3683	77.5666	0.0001	**
error	12	906656.7008	75554.7251			
Total	19	25086044.0071				

** : Altamente significativo; * : Significativo; NS: No Significativo

Anexo 9: Análisis de varianza de días a la floración masculina en híbridos de maíz en El Vergel.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	0.1500	0.0500	0.2857	0.8348	NS
Híbridos	4	60.7000	15.1750	86.7143	0.0001	**
error	12	2.1000	0.1750			
Total	19	62.9500				

** : Altamente significativo; * : Significativo; NS: No Significativo

Anexo 10: Análisis de varianza de longitud de mazorcas (cm) en híbridos de maíz en El Vergel.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	0.2940	0.0980	0.1127	0.9510	NS
Híbridos	4	49.0280	12.2570	14.0939	0.0002	**
error	12	10.4360	0.8697			
Total	19	59.7580				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 11: Análisis de varianza de diámetro de mazorcas (cm) en híbridos de maíz en El Vergel.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	0.1320	0.0440	5.1262	0.0164	*
Híbridos	4	0.7850	0.1963	22.8641	0.0001	**
error	12	0.1030	0.0086			
Total	19	1.0200				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 12: Análisis de varianza de número de hileras de granos en mazorcas de híbridos de maíz en El Vergel.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	0.5500	0.1833	0.1209	0.9460	NS
Híbridos	4	72.2000	18.0500	11.9011	0.0004	**
error	12	18.2000	1.5167			
Total	19	90.9500				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 13: Análisis de varianza de peso de 5 mazorcas con tusas en híbridos de maíz en El Vergel.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	13416.3420	4472.1140	2.0691	0.1579	NS
Híbridos	4	288694.7830	72173.6958	33.3920	0.0001	**
error	12	25936.9130	2161.4094			
Total	19	328048.0380				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 14: Análisis de varianza de peso fresco de granos (g) de 5 mazorcas en híbridos de maíz en El Vergel.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	9018.2900	3006.0967	1.0617	0.4015	NS
Híbridos	4	252947.6930	63236.9233	22.3336	0.0001	**
error	12	33977.6150	2831.4679			
Total	19	295943.5980				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 15: Análisis de varianza de porcentaje de humedad de granos en híbridos de maíz en El Vergel.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	2.6042	0.8681	0.3566	0.7853	NS
Híbridos	4	173.6269	43.4067	17.8333	0.0001	**
error	12	29.2083	2.4340			
Total	19	205.4394				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 16: Análisis del rendimiento en híbridos de maíz en El Vergel.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	124000.0000	41333.3333	0.5135	0.6807	NS
Híbridos	4	17689380.2480	4422345.0620	54.9360	0.0001	**
error	12	966000.0000	80500.0000			
Total	19	18779380.2480				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 17: Análisis de varianza de días a la floración masculina en híbridos de maíz en Vines.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	0.1500	0.0500	1.0000	0.4262	NS
Híbridos	4	24.2000	6.0500	121.0000	0.0001	**
error	12	0.6000	0.0500			
Total	19	24.9500				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 18: Análisis de varianza de longitud de mazorcas (cm) en Vines.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	13.6000	4.5333	2.0606	0.1591	NS
Híbridos	4	23.2000	5.8000	2.6364	0.0865	NS
error	12	26.4000	2.2000			
Total	19	63.2000				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 19: Análisis de varianza de diámetro de mazorcas (cm) en híbridos de maíz en Vines.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	0.2295	0.0765	1.6162	0.2375	NS
Híbridos	4	0.8120	0.2030	4.2887	0.0220	*
error	12	0.5680	0.0473			
Total	19	1.6095				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 20: Análisis de varianza de número de hileras de granos en mazorcas de híbridos de maíz en Vines.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	1.0000	0.3333	0.1270	0.9423	NS
Híbridos	4	79.3000	19.8250	7.5524	0.0028	**
error	12	31.5000	2.6250			
Total	19	111.8000				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 21: Análisis de varianza de peso de 5 mazorcas con tusas en híbridos de maíz en Vines.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	9292.9620	3097.6540	0.4565	0.7176	NS
Híbridos	4	492783.9730	123195.9933	18.1557	0.0001	**
error	12	81426.2430	6785.5203			
Total	19	583503.1780				

**: Altamente significativo; *: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 22. Análisis de varianza de peso fresco de granos (g) de 5 mazorcas en híbridos de maíz en Vines.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	2822.6880	940.8960	0.1927	0.8994	NS
Híbridos	4	341381.8400	85345.4600	17.4778	0.0001	**
error	12	58596.9120	4883.0760			
Total	19	402801.4400				

** : Altamente significativo; * : Significativo; NS: No Significativo

Anexo 23. Análisis de varianza de porcentaje de humedad de grano híbridos de maíz en Vines.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	5.6415	1.8805	1.2354	0.3398	NS
Híbridos	4	32.4220	8.1055	5.3250	0.0106	*
error	12	18.2660	1.5222			
Total	19	56.3295				

** : Altamente significativo; * : Significativo; NS: No Significativo

Anexo 24. Análisis del rendimiento en híbridos de maíz en Vines.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	
Repeticiones	3	82000.0000	27333.3333	0.1354	0.9370	NS
Híbridos	4	27493000.0000	6873250.0000	34.0400	0.0001	**
error	12	2423000.0000	201916.6667			
Total	19	29998000.0000				

** : Altamente significativo; * : Significativo; NS: No Significativo



Anexo 25: Siembra de los híbridos de maíz en estudio



Anexo 26: Plantas de maíz a los 8 días después de la siembra.



Anexo 27: Primera fertilización edáfica en el experimento.



Anexo 28: Aplicación de insecticidas en el experimento.



Anexo 29: Control de malezas en bordes del área del experimento.



Anexo 30: Segunda fertilización edáfica en el experimento.



Anexo 31: Cultivo de maíz a los 35 días después de la siembra.



Anexo 32: Cultivo de maíz a los 60 días después de la siembra.



Anexo 33: Cultivo de maíz listo para la cosecha.



Anexo 34: Cultivo de maíz listo para la cosecha.



Anexo 35: Identificación de cosecha proveniente de cada unidad experimental.



Anexo 36: Identificación de cosecha proveniente de cada unidad experimental.



Anexo 37: Mazorcas cosechadas del híbrido INDIA S 505.



Anexo 38: Mazorcas cosechadas del híbrido Insignia 105.



Anexo 39: Mazorcas cosechadas del híbrido UTEQ.



Anexo 40: Mazorcas cosechadas del híbrido INIAP H-551



Anexo 41: Mazorcas cosechadas del híbrido INIAP H-601.



Anexo 42: Medición de longitud de mazorcas (cm).

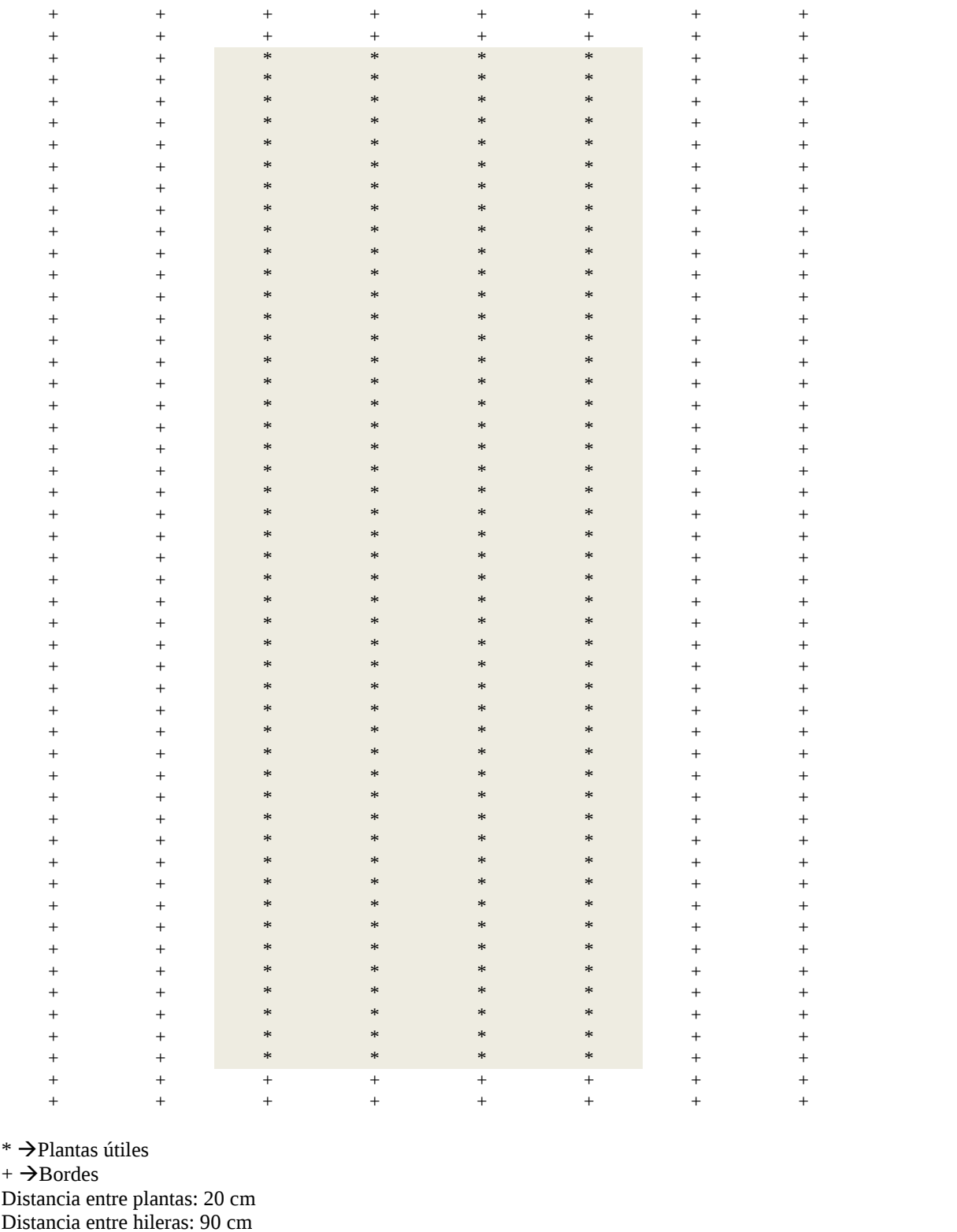


Anexo 43: Medición de diámetro de mazorcas.



Anexo 44: Pesado de grano de 5 mazorcas.

Anexo 45: Croquis de cada unidad experimental



Anexo 46: Croquis de área de estudio en cada zona.

