

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**SANTO DOMINGO**

**“EVALUACIÓN DE LA HABILIDAD COMBINATORIA ESPECIFICA DE  
LINEAS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) DE ALTA CALIDAD PROTEICA  
(QPM) EN TRES ZONAS DEL LITORAL ECUATORIANO”**

**MARCO GERARDO HEREDIA RENGIFO**

**INFORME TECNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**2011**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**SANTO DOMINGO**

**“EVALUACIÓN DE LA HABILIDAD COMBINATORIA ESPECIFICA DE  
LINEAS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) DE ALTA CALIDAD PROTEICA  
(QPM) EN TRES ZONAS DEL LITORAL ECUATORIANO”**

**MARCO GERARDO HEREDIA RENGIFO**

**“INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROPECUARIO”.**

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2011**

**“EVALUACIÓN HABILIDAD COMBINATORIA ESPECIFICA DE LINEAS  
DE MAÍZ (*Zea mays* L.) DE ALTA CALIDAD PROTEICA (QPM) EN TRES  
ZONAS DEL LITORAL ECUATORIANO”**

MARCO GERARDO HEREDIA RENGIFO

**REVISADO Y APROBADO**

.....  
Ing. Vicente Anzules

**DIRECTOR DE CARRERA**

**INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

.....  
Ing. Xavier Desiderio

**DIRECTOR**

.....  
Srgto. Eduardo Argotti

**CODIRECTOR**

.....  
Ing. Vinicio Uday

**BIOMETRISTA**

.....  
**SECRETARIA ACADEMICA**

**“EVALUACION DE LA HABILIDAD COMBINATORIA ESPECIFICA DE  
LINEAS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) DE ALTA CALIDAD PROTEICA  
(QPM) EN TRES ZONAS DEL LITORAL ECUATORIANO”**

MARCO GERARDO HEREDIA RENGIFO

**APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACION DEL INFORME TECNICO**

	<b>CALIFICACION</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Xavier Desiderio <b>DIRECTOR</b>	.....	.....
Srgto. Eduardo Argotti <b>CODIRECTOR</b>	.....	.....

**CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN  
ESTA SECRETARIA**

**SECRETARIA ACADEMICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**SANTO DOMINGO**

**DECLARACION DE RESPONSABILIDAD**

**Marco Gerardo Heredia Rengifo**

**DECLARO QUE:**

La tesis de grado titulada *“Evaluación de la habilidad combinatoria específica de líneas de maíz (Zea mays L.) de alta calidad proteica (QPM) en tres zonas del litoral ecuatoriano”*, reputando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan a la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de la tesis/proyecto de grado en mención.

Santo Domingo, abril del 2011

---

Marco Gerardo Heredia Rengifo

# **CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**SANTO DOMINGO**

## **AUTORIZACIÓN**

**Marco Gerardo Heredia Rengifo**

Autorizo a la Escuela Politécnica de Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del proyecto de grado titulado *“Evaluación de la habilidad combinatoria específica de líneas de maíz (zea mays l.) de alta calidad proteica (QPM) en tres zonas del litoral ecuatoriano”* cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Santo Domingo, abril del 2011

---

Marco Gerardo Heredia Rengifo

# **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**SANTO DOMINGO**

## **C E R T I F I C A D O**

Nosotros:

**Ing. Xavier Desiderio**

**Srgto. Eduardo Argotti**

### **CERTIFICAMOS**

Que, el Proyecto de grado titulado ***“EVALUACIÓN DE LA HABILIDAD COMBINATORIA ESPECIFICA DE LÍNEAS DE MAÍZ (ZEA MAYS L.) DE ALTA CALIDAD PROTEICA (QPM) EN TRES ZONAS DEL LITORAL ECUATORIANO”***, ha sido revisado prolijamente y cumple con los requerimientos: teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la ESPE, por lo que nos permitimos acreditarlo y autorizar su entrega al Sr. Ing. Vicente Anzules, en su calidad de Director de la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias Santo Domingo. El trabajo en mención consta de dos empastados y dos discos compactos.

Santo Domingo, Abril 2011

---

Ing. Xavier Desiderio

DIRECTOR

---

Srgto. Eduardo Argotti

CODIRECTOR

## **DEDICATORIA**

A mi querido y respetuoso padre.

A mí añorada madre.

A mis adorados hermanos y sobrina.

A mi familia y amigos.

## **AGRADECIMIENTO**

A la ESPE, su Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y su personal Docente, por los valiosos conocimientos impartidos.

Al Director y Codirector de Proyecto, por sus acertadas recomendaciones para el desarrollo de esta Investigación.

Al Ing. Msc. José Luis Zambrano, Ing. Paul Villavicencio y todo el personal del Departamento de Maíz de la Estación Experimental Tropical Pichilingue – Iniap, por la colaboración y apoyo incondicional.

A mi padre Marco Heredia H. por sus consejos e absoluto apoyo, a mi madre Miriam R. Rengifo C<sup>+</sup>, que a su momento supo guiarme, a mis hermanos Biviana y Felipe.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron para la realización de esta investigación.

## **AUTORÍA**

Las ideas expuestas en el presente trabajo de investigación, así como los resultados, discusión y conclusiones son de exclusiva responsabilidad del autor.

-----  
**FIRMA**

## INDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. MAÍZ.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. MAIZ DE ALTA CALIDAD PROTEICA (QPM).....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.1. Origen del Maíz QPM (Quality Protein Maize)....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2. Importancia y Utilidad del Maíz QPM.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.3. Aspecto Genético del Maíz QPM.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.4. El valor biológico del QPM.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3. HABILIDAD COMBINATORIA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4. HIBRIDACIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.1. Tipos de híbridos.....</b>	<b>11</b>
<b>2.4.2. Líneas endogámicas.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4.3. Vigor híbrido – heterosis.....</b>	<b>12</b>

<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACION.</b>	<b>14</b>
3.1.1. Ubicación Política.....	14
3.1.2. Ubicación Geográfica.....	15
3.1.3. Ubicación Ecológica.....	16
<b>3.2. MATERIALES.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3. METODOS.....</b>	<b>17</b>
3.3.1. Formación y Evaluación de Híbridos.....	17
3.3.3. Materiales Genéticos Utilizados.....	19
3.3.4. Diseño Experimental.....	21
3.3.4.1. Factores probados.....	21
3.3.4.2. Tratamientos comprobados.....	21
3.3.4.3. Tipo de diseño.....	21
3.3.4.4. Repeticiones.....	21
3.3.4.5. Característica de las Unidad Experimental	21
3.3.4.6. Croquis del ensayo.....	22
3.3.5. <u>Análisis Estadístico</u> .....	22
3.3.5.1. Esquema de análisis de varianza.....	22
3.3.5.2. Análisis funcional.....	23

3.3.6.	Variables a Medir.....	23
3.3.6.1.	Días de floración femenina.....	23
3.3.6.2.	Altura de planta y mazorca.....	23
3.3.6.3.	Enfermedades.....	24
3.3.6.4.	Porcentaje de pudrición de mazorca	25
3.3.6.5.	Rendimiento.....	25
3.3.6.6.	Longitud de mazorca.....	26
3.3.6.7.	Diámetro de la mazorca.....	27
3.3.6.8.	Número de hileras por mazorca.....	27
3.3.6.9.	Aspecto de la mazorca.....	27
3.3.6.10.	Cobertura de mazorca.....	28
3.3.7.	Métodos Específicos de Manejo del Experimento	28
3.3.7.1.	Análisis de suelo.....	28
3.3.7.2.	Manejo agronómico.....	28
IV.	RESULTADOS.....	32
4.1.	FASE 1.....	32
4.2.	FASE 2.....	34
V.	DISCUSIÓN.....	56

<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>VIII. RESUMEN.....</b>	<b>63</b>
<b>IX. SUMMARY.....</b>	<b>64</b>
<b>X. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>65</b>
<b>XI. ANEXOS.....</b>	<b>71</b>

## INDICE DE CUADROS

N°	CONTENIDO	Pág.
<b>Cuadro 1.</b>	Ubicación Política de las Localidades	14
<b>Cuadro 2.</b>	Ubicación Geográfica de las Localidades	15
<b>Cuadro 3.</b>	Ubicación ecológica de las Localidades	16
<b>Cuadro 4.</b>	Líneas QPM obtenidas de avance endogámico S1, a utilizarse en la formación de híbridos.	20
<b>Cuadro 5.</b>	Análisis de Varianza Alpha Lattice	22
<b>Cuadro 6.</b>	Promedios y estadísticas generales de los 10 híbridos QPM seleccionados para su evaluación. Obtenidos en la EET-Pichilingue durante la época lluviosa del año 2010.	32
<b>Cuadro 7.</b>	Promedios y estadísticas generales de días de floración femenina para 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.	34
<b>Cuadro 8.</b>	Promedios y estadísticas generales de altura de planta (cm) para 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.	36
<b>Cuadro 9.</b>	Promedios y estadísticas generales de altura de inserción de mazorca (cm) para 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.	37
<b>Cuadro 10.</b>	Promedios y estadísticas generales de la enfermedad Tizón Foliar registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.	39
<b>Cuadro 11.</b>	Promedios y estadísticas generales para Roya registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.	40

Nº	CONTENIDO	Pág.
<b>Cuadro 12.</b>	Promedios y estadísticas generales para Curvularia registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.	42
<b>Cuadro 13.</b>	Promedios y estadísticas generales para el Porcentaje de Cinta Roja registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.	43
<b>Cuadro 14.</b>	Promedios y estadísticas generales de Porcentaje de pudrición de mazorca registrado en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.	45
<b>Cuadro 15.</b>	Promedios y estadísticas generales de longitud de mazorca (cm) registrado en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.	46
<b>Cuadro 16.</b>	Promedios y estadísticas generales de diámetro de mazorca cm registrado en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.	48
<b>Cuadro 17.</b>	Promedios y estadísticas generales para el aspecto de mazorca registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.	49
<b>Cuadro 18.</b>	Promedios y estadísticas generales para porcentaje de mala cobertura registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.	
		51

<b>N°</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 19.</b>	Promedios y estadísticas generales de número de hileras por mazorca registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.	52
<b>Cuadro 20.</b>	Promedios y estadísticas generales de rendimiento (ton/ha) registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.	54
<b>Cuadro 21.</b>	Croquis del ensayo en la Estación Experimental Tropical Pichilingue	71
<b>Cuadro 22.</b>	Croquis del ensayo en Balzar	71
<b>Cuadro 23.</b>	Croquis del ensayo en la Estación Experimental Portoviejo	71

## INDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b>	Contenido de Lisina y Triptófano en Maíz y Maíz QPM	8
<b>Figura 2.</b>	Obtención del híbrido F1.	10
<b>Figura 3.</b>	Ubicación del la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP	15
<b>Figura 4.</b>	Escala de enfermedades propuesta por el CIMMYT.	24
<b>Figura 5.</b>	Fotografía del híbrido L – 9 – 1 QPM 9	72
<b>Figura 6.</b>	Fotografía del híbrido L – 11 – 4 QPM 1	72

## II. INTRODUCCION

El maíz, (*Zea mays L.*), es uno de los cultivos completamente domesticado más antiguos que se conoce. Esta gramínea ha convivido y evolucionado con el hombre desde tiempos remotos. En la actualidad es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo (Paliwal, *et al.* 2001). El maíz es de importancia económica mundial, ya sea como alimento humano, como alimento para los animales o como materia prima para la industria (INIAP, 2007).

De acuerdo con el CIMMYT (2008), el maíz constituye el alimento básico de millones de habitantes a nivel mundial. Además, aporta entre el 15 y 56 % de todas las calorías ingeridas por los seres humanos en cerca de 25 países en vías de desarrollo.

El maíz de grano amarillo duro, es un cultivo que se siembra en la mayoría de las provincias del Ecuador. Durante el año 2008 se registró una producción de 771 879 x 10<sup>4</sup> kg; el 83,69 % de la gramínea se produce en el Litoral, la mayor producción se registra en la provincia de Los Ríos con 125 043 ha en el año 2008, seguidas por Guayas con 53 099 ha y Manabí con 49 570 ha. A nivel nacional se reportó 308 062 ha de maíz duro (INEC, 2008).

En el Ecuador, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ha produciendo híbridos de maíz con el objetivo de aumentar el rendimiento y tolerancia a enfermedades, entre los cuales se puede mencionar los híbridos INIAP – H 550 (1985), INIAP H - 551 (1990), INIAP H - 552 (2003) e

INIAP H – 553 (2009). En la actualidad, el Programa de Maíz de la EETP trabaja con líneas de alta calidad proteínica QPM (Quality Protein Maize), con el fin de generar híbridos de maíz de grano amarillo duro de alto rendimiento y calidad proteica, como alternativa para los agricultores del Litoral Ecuatoriano (ZAMBRANO, 2008).

El maíz QPM es un cereal de alta calidad proteica y alto valor biológico, el contenido proteico es rico en aminoácidos esenciales como la lisina y triptófano, es similar a la caseína de la leche (90%). El porcentaje de lisina y triptófano del maíz común es de 8 a 10%, mientras en el maíz QPM es de 3,1 y 1%. (INTA, 2002),

El maíz común contiene 1,5 % y 0,5 % de lisina y triptófano, mientras que el maíz QPM, contiene en promedio 3,1 % y 1,0 % de lisina y triptófano. El maíz QPM, producido en los últimos 15 años, ha sido utilizado en ensayos con animales (monogástricos), aumentado la ingesta de aminoácidos esenciales, provitamina A y probablemente, hierro y zinc (CIMMYT 2008 – 2009). El maíz QPM permite tener una alta eficiencia en la conversión de carnes de aves y cerdos (INTA, 2002).

En El Salvador, se han reportado que cerdos alimentados con maíz HQ-61 (un maíz con alto contenido de lisina y triptófano) pesaron 18 kg más que los cerdos alimentados con maíz común. Ensayos realizados en China, mostraron que cerdos alimentados maíz QPM rico en lisina y triptófano fueron de mejores características (CIMMYT, 2009). Resultados similares fueron reportados en varios países de centro y Sudamérica, Asia y África donde se han liberado materiales de maíz de alta calidad proteica (Prasanna, *et al.*, 2001).

La deficiencia proteica que presenta el maíz común, obliga a proporcionar complementos proteicos a los animales, siendo los más afectados los pequeños agricultores, generando un costo de producción más elevado con la finalidad de cubrir el requerimiento nutricional del animal.

La formación de híbridos de alta calidad proteica proporciona seguridad alimentaria directa o indirectamente a los pequeños agricultores, ya que de esta manera no se necesita grandes extensiones para cumplir con requerimientos nutricionales de los animales y a la vez la dieta humana se ve beneficiada ya que el consumo se lo puede realizar en choclo.

En la actualidad el Programa de Maíz de la Estación Experimental Tropical Pichilingue dispone de varias líneas de maíz QPM que se encuentran en proceso de selección. Con el fin de identificar las mejores líneas que generen los mejores híbridos, es necesario evaluar la habilidad combinatoria de las mismas. Una vez identificadas las líneas con mejor habilidad combinatoria, será factible generar híbridos de maíz QPM de alto rendimiento y calidad nutricional, como una alternativa de producción, que mejore el nivel de vida de los pequeños agricultores del Litoral Ecuatoriano.

La presente investigación se enmarca como una actividad dentro del largo proceso de generación de híbridos de maíz; y constituye el primer intento para generar híbridos Nacionales QPM llevada a cabo por el INIAP con apoyo de la SENESCYT. Para cumplir el trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la habilidad combinatoria específica de líneas de maíz de alta calidad de proteína (QPM), en tres zonas del litoral ecuatoriano para identificar las líneas superiores.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Formar híbridos simples de maíz mediante bloques de despanojamiento en la EETP a partir de líneas de alta calidad proteica.
  
- Evaluar las características agronómicas y de calidad de grano de los híbridos simples obtenidos, en tres localidades del litoral ecuatoriano.

- Identificar las líneas progenitoras con mejor habilidad combinatoria específica que continuarán en el proceso de mejoramiento.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. MAÍZ**

El cultivo de maíz es de gran importancia socioeconómica para el Ecuador. Se estima que durante el ciclo invernal del 2009 se sembraron más de 200 000 hectáreas, que se encuentran repartidas mayoritariamente en las provincias de Los Ríos, Manabí, Guayas y Loja, con rendimientos promedios de 4000 kg/ha, con una cosecha de  $8 \times 10^6$  kg, de los  $9 \times 10^6$  kg requeridos por la industria nacional, lo que se estima que el país comienza a ser autosuficiente en la oferta de este grano (INIAP, 2009a).

La actividad maicera en el país tiene un alto componente de participación entre los pequeños productores. Sin embargo, a pesar que ellos son mayoría (53%), solamente el 28% está cultivado de maíz común. De esta manera, se concluye que la mayor parte de la tierra se encuentra principalmente entre los maiceros medianos (SICA 2008).

## **2.2. MAIZ DE ALTA CALIDAD PROTEICA (QPM)**

### **2.2.1. Origen del Maíz QPM (Quality Protein Maize)**

Según Dudley, *et al.* citados por FAO (2001) manifiestan que desde 1914, se conoce la pobre calidad de las proteínas del maíz, cuando se descubrió que la zeína está casi desprovista de lisina y triptófano.

En 1963 en la Universidad de Purdue en Estados Unidos, se descubrió que dos razas de maíz originarias de los Andes tenían niveles de lisina y triptófano mucho mayor de lo normal, debido a un gen denominado *opaco-2* (Poehalmn y Sleper, 2003).

El descubrimiento del maíz que porta el gen *opaco-2* fue de interés entre los investigadores, característica altamente beneficiosa que resultó estar estrechamente asociada con varias otras que son perjudiciales. Los granos de maíz *opaco-2* eran opacos y gredosos, pesaban de 15 a 20 % menos de lo normal y eran susceptibles a varios insectos y enfermedades. En vista de estos enormes obstáculos, la mayoría de los programas de investigación redujeron su trabajo con el maíz *opaco-2* (Cantrell *et al.*1996).

En el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo de México, un grupo de investigadores, dirigido por el mejorador Dr. Surinder K. Vasal y la química en cereales Dra. Evangelina Villegas, aplicaron las metodologías

fitogenéticas convencionales y poco a poco superaron los defectos del *opaco-2*, al mismo tiempo que mantuvieron una calidad nutricional superior. Convirtiendo los granos con endospermo suave y harinoso en granos duros, y mejorando el rendimiento del maíz QPM al mismo nivel de los mejores maíces normales; además, le confirieron resistencia a enfermedades e insectos y cualidades de almacenamiento semejantes a los maíces normales (FAO, 2001).

El nuevo maíz *opaco-2*, de apariencia y sabor normales, fue denominado “maíz con calidad de proteína” o QPM (por sus siglas en inglés, que representan quality protein maize) (INTA, 2002).

Algunos programas nacionales de investigación del maíz a nivel mundial se han dedicado a la producción de maíz QPM. Entre ellos Sudafrica, Brasil, China, Ghana y la India. En la actualidad 1,2 millones de hectáreas se siembran con variedades e híbridos QPM en el mundo (CIMMYT, 2008). De los cuales, más de 700 000 hectáreas se encuentran en 15 países de África. La mayoría del maíz QPM que se cultiva en África se destina al consumo humano.

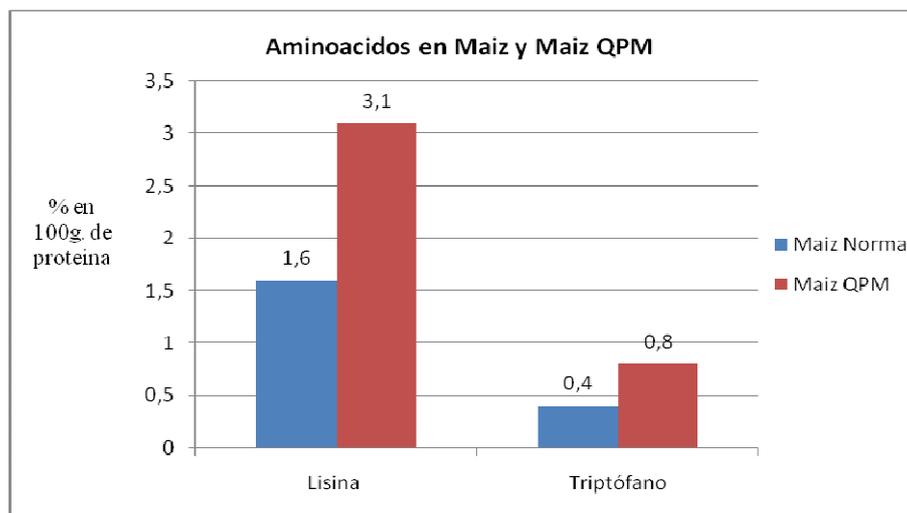


Figura 1. Contenido de Lisina y Triptófano en Maíz y Maíz QPM

Fuente: Disla, Y. 2007

### 2.2.2. Importancia y Utilidad del Maíz QPM

El maíz QPM se usa en la alimentación humana, por su alto valor biológico, similar a la leche, así como también en animales monogástricos (aves y cerdos), los cuales aumentan la ganancia diaria de peso y la tasa de conversión (INTA, 2002).

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias localizado en Coyoacán – México, puso en marcha la investigación del maíz QPM en la nutrición de 78 niños; de los cuales, 32 consumieron maíz QPM, 13 (40,6%) lograron pasar de un grado mayor de desnutrición a un grado menor. En niños menores de cinco años, se obtuvo un 62,5% y, para 5 a 10 años, el 19% (CIMMYT, 2009).

### **2.2.3. Aspecto Genético del Maíz QPM**

Según la FAO (2001) para generar maíz con alto contenido de lisina y triptófano, es necesario manipular tres sistemas genéticos distintos:

- 1). El alelo recesivo simple del gene *opaco-2*
- 2). Los modificadores o enriquecedores del endospermo que contiene el gen *o2o2* que aumentan los niveles de lisina y triptófano,
- 3). Los genes que modifican el endospermo suave producto del gen *opaco-2* que transforman en endospermo duro.

### **2.2.4. El valor biológico del QPM**

El valor biológico está estrechamente ligado a la calidad de la proteína, en el maíz está limitada en gran parte por las bajas concentraciones de los aminoácidos lisina y triptófano. El QPM contiene el gen *opaco-2*, mutante de un solo gen que altera la composición proteínica de la porción del endospermo del grano aumentando concentraciones de lisina y triptófano.

El valor biológico de la proteína del QPM es alrededor del 80 %, la leche se sitúa cerca del 90 % y el del maíz normal es alrededor del 45 % (FAO, 1992).

### 2.3. HABILIDAD COMBINATORIA

Es la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, dicha capacidad medida por medio de su progenie. Sin embargo, para que la habilidad combinatoria sentido en el contexto genotécnico debe determinarse no en un solo individuo de la población sino en varios, a fin de poder realizar selección de aquellos que exhiban la más alta (Márquez, 1988).

Según Poehlman (2003), la habilidad combinatoria específica es la capacidad que tiene una línea endogámica para transferir rendimiento deseable a la progenie híbrida.

### 2.4. HIBRIDACIÓN

Márquez (1988) define a la hibridación como el aprovechamiento de la generación  $F_1$  del cruzamiento de dos poblaciones  $P_1$  y  $P_2$  (poblaciones parentales), tal como se muestra en la figura 2

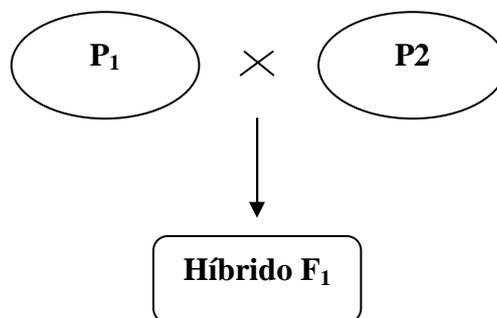


Figura 2. Obtención del híbrido  $F_1$ .

$P_1$  y  $P_2$  son dos poblaciones no emparentadas de la misma especie, pueden ser líneas endogámicas, variedades de polinización libre, variedades de polinización cruzada o también las mismas poblaciones  $F_1$ .

#### **2.4.1. Tipos de híbridos**

Para el desarrollo de un híbrido deseable se debe realizar y probar un gran número de cruzas entre sus líneas puras sobresalientes. Sin embargo, cuando se encuentra una combinación deseable, se espera los mismos resultados cada vez que se cultive bajo las mismas condiciones agroambientales (Jugenheimer, 1981).

Es posible formar varios tipos de híbridos, dependiendo del número y del ordenamiento de las líneas puras paternas. Los híbridos pueden ser simples, dobles, triples, etc. El híbrido simple se consigue por el cruzamiento de dos líneas puras, eligiendo una de ellas para que actúe como madre y otra como padre. Para ello, se castra o se embolsa la inflorescencia masculina de las plantas madres, con el objetivo de que no polinice más que la planta que se ha elegido como padre (Guerrero, 1999).

Según Cubero (2003) el tipo de híbrido que produce mayor homogeneidad en todos los sentidos. El híbrido simple es obtenido mediante el cruzamiento de dos líneas endocriadas, es el más productivo de los híbridos. La semilla tiene un costo de producción más elevado, porque es producida en las líneas que por ser endocriadas, exhiben producción más baja (Vallejo y Estrada, 2002)

El híbrido triple es el cruzamiento entre un híbrido simple (A x B) y una línea (C). La línea polinizadora debe ser suficientemente vigorosa para poder ser sembrada intercaladamente al híbrido simple y producir polen suficiente para garantizar una buena producción de granos en las líneas femeninas (Vallejo y Estrada, 2002)

#### **2.4.2. Líneas endogámicas**

Llanos (1984) manifiesta que una línea endogámica es el resultado del apareamiento entre individuos que tienen uno o más antepasados en común. El caso más extremo es la autofecundación que se da de manera natural en muchas plantas. En el maíz la endogamia se da por sucesivas autopolinizaciones y es paso necesario para el desarrollo de híbridos.

#### **2.4.3. Vigor híbrido – heterosis**

El vigor híbrido es el incremento o productividad de una planta híbrida sobre el promedio o media de sus progenitores. Shull, citado por Poehalnm § Sleper (2003) propuso otro término de heterosis, para denotar el estímulo del tamaño y el vigor en un híbrido como expresión del vigor híbrido. La heterosis o vigor híbrido es resultado de reunir una serie de genes dominantes favorables.

Jugenheimer (1981), manifiesta que la heterosis es un fenómeno en el cual el cruzamiento de dos variedades produce un híbrido que es superior en crecimiento,

tamaño, rendimiento o vigor en general. La importancia y utilización de la heterosis depende de los incrementos del rendimiento y la adquisición de otros caracteres agronómicos deseados, la facilidad de hibridación, o bajo costo de la producción de semilla (Jugenheimer, 1981).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACION

La investigación se realizó en tres localidades del litoral ecuatoriano: la formación de híbridos simples utilizando líneas QPM en la EET-Pichilingue y la evaluación de los híbridos en la EETP, Balzar y Portoviejo.

#### 3.1.1. Ubicación Política

Cuadro 1. Ubicación Política de las Localidades

	<b>EETP</b>	<b>BALZAR</b>	<b>PORTOVIEJO</b>
<b>Provincia</b>	Los Ríos	Guayas	Manabí
<b>Cantón</b>	Quevedo	Balzar	Portoviejo
<b>Sector</b>	km 5 vía Quevedo – Empalme	Hacienda La Josefina (PRONACA) km 60 vía Quevedo-Balzar	km 12 vía Portoviejo-Santa Ana

### 3.1.2. Ubicación Geográfica

En el cuadro 2, se indica la ubicación geográfica de las localidades en estudio.

Cuadro 2. Ubicación Geográfica de las localidades

	<b>EET – Pichilingue</b>	<b>Balzar</b>	<b>EE - Portoviejo</b>
<b>Coordenadas Geográficas</b>	79 — 27 ° longitud W 01 — 06 ° latitud S	79 — 45 ° longitud W 1 — 30 ° latitud: S	80 — 23° longitud W 01 — 12° latitud S



Figura 3. Ubicación del la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP

### 3.1.3. Ubicación Ecológica

En el cuadro 3 se presenta los datos relacionados a la ubicación ecológica de las localidades donde se desarrollará el experimento.

Cuadro 3. Ubicación ecológica de las localidades

	<b>EETP</b>	<b>BALZAR</b>	<b>PORTOVIEJO</b>
Altitud Msnm	120	50	44
Temperatura Promedio °C	25,7	28	24,6
Precipitación mm Anual	2613	1600	550
Topografía	Plana	Plana	Plana
Heliofania Media Anual	744	879	1266
Textura	Franca	Franca	Franca Arenosa
pH	6	7 neutro	6,5 – 7

Fuente: Departamento de Maíz – Estación Experimental Pichilingue - INIAP

### 3.2. MATERIALES

- Semilla de los híbridos y líneas
- Espeques
- Machetes
- Tabla de campo
- Bomba
- Letreros
- Cinta métrica
- Calibrador
- Baldes
- Sacos de yute
- Balanza analítica
- Fundas de papel
- Fertilizantes
- Herbicidas
- Insecticidas
- Motoguadaña
- Computadora
- Papel A4 (impresiones)
- Impresora

### 3.3. METODOS

#### 3.3.1. Formación y Evaluación de Híbridos

1. Para la formación de los híbridos, se sembró un lote de despanojamiento, dividido en parcelas con las líneas QPM hembras y un polinizador macho QPM (CML-172).

2. Las parcelas polinizadoras y hembras tuvieron un largo de 5 m y ancho de 0,8 metros.
3. Se sembró una hilera por tratamiento o línea hembra
  - a. La relación de siembra fue 1:1; (Macho ; Hembra)
  - b. Los machos se los sembraron el mismo día de las hembras, asumiendo sincronización floral.
  - c. Los bordes y relleno del ensayo se sembraron al mismo tiempo que los híbridos simples con semilla de la línea macho.

El área total de la parcela fue de 4 m<sup>2</sup>. La longitud de los surcos fue de 5 m. La distancia entre surco fue de 0,8 m y entre plantas de 0,20 m hubo un surco útil por parcela, la cantidad de plantas fue de 25 por parcela, teniendo una densidad por hectárea de 62 500 plantas. En esta etapa de la investigación, se empleo estadística descriptiva para reportar el comportamiento de las líneas como máxima, mínima y desviación estándar. Esta actividad se realizó de enero a junio (época lluviosa) del 2010.

La evaluación de los híbridos se realizó de julio a octubre del 2010, con una longitud surco de 5 m, la distancia entre surcos de 0,80 m y entre plantas de 0,20 m con una cantidad de plantas por surco de 25 y una densidad de plantas por hectárea de 62 500 plantas.

### **3.3.3. Materiales Genéticos Utilizados.**

Se evaluaron 10 híbridos simples generados a partir de 128 líneas obtenidas de híbridos QPM provenientes del CIMMYT. Las líneas se derivan de los siguientes materiales: CLQRCYQ 59, CLQ89YQ 06, CLQRCYQ 49, CLQRCYQ 47, CLQRCYQ 40, CLQRCYQ 41, CLQRCYQ 44, CLQ89YQ 04, CLQRCYQ 45 y CLQRCYQ 69.

El número de líneas definitivas, se establecieron a finales del 2009 una vez cosechado el ensayo denominado: Avance endogámico de líneas S1 obtenidas de cruces QPM provenientes del CIMMYT, ubicado en EET-Pichilingue Lote “Nueva Ganadería”; basándose en características de la planta (resistencia, acame, tamaño, etc.); mazorca (llenado de grano, forma y tamaño) y grano (poco arenoso, cristalino).



#### **4.3.4. Diseño Experimental**

##### **4.3.4.1. Factores probados**

El factor de estudio los constituyen híbridos simples derivados de líneas QPM de maíz evaluados en tres localidades del Litoral Ecuatoriano.

##### **4.3.4.2. Tratamientos comprobados**

10 Genotipos de maíces QPM y 10 Testigo (H- 601, H- 602, H- 553, H-552, H-551, 30F87, 3332, 30F35, TRUENO, 3325) codificados con los números 101 al 120.

##### **4.3.4.3. Tipo de diseño**

Alpha Látice 5 x 4

##### **3.3.4.4. Repeticiones**

Tres

##### **3.3.4.5. Característica de las Unidad Experimental**

1. Superficie total del ensayo : 2113,0 m<sup>2</sup>
2. Superficie total por parcela : 4 m<sup>2</sup> (0,8 m x 5 m)

3. Superficie útil por parcela : 4 m<sup>2</sup> (0,8 m x 5 m)
4. Longitud del surco : 5 m
5. Distancia entre surco : 0,8 m
6. Distancia entre golpes : 0,2 m.
7. Surco por parcela : 1
8. Surco útiles por parcela : 1
9. Golpes o sitio por surcos : 25
10. Semilla por golpes : 1
11. Densidad poblaciones : 62 500 plantas / ha

### 3.3.4.6. Croquis del ensayo

El croquis por localidad se presenta en el anexo 1.

### 4.3.5. Análisis Estadístico

#### 4.3.5.1. Esquema de análisis de varianza

Cuadro 5. Análisis de Varianza alfa Lattice

Fuente de Variación	Formula	Grado de Libertad
Repeticiones	$(r - 1)$	2
Bloque Ajustado	$rk$	12
Tratamiento Ajustado	$(k^2 + k - 1)$	19
Error intrabloques	$(r - 1)(k^2 - 1) - k$	26
Total	$(rk^2 + rk - 1)$	59

#### **4.3.5.2. Análisis funcional**

Para las variables que mostraron significancia estadística en el análisis de varianza se calculó la diferencia mínima significativa al 0,05 % para comparar las medias de los tratamientos.

#### **3.3.6. Variables a Medir**

##### **3.3.7.3. Días de floración femenina.**

Se evaluó la floración femenina, determinando el número de días desde la siembra hasta que el 50% de plantas presenten los estigmas expuestos con al menos 2 cm de largo.

##### **3.3.7.4. Altura de planta y mazorca.**

La altura de planta se midió desde la base de la planta hasta la hoja bandera, escogiendo una muestra representativa de cinco plantas por parcela. Este valor se registró después de floración y se expresó en centímetros.

La altura de la mazorca se midió desde la base de la planta hasta el nudo de inserción de la mazorca superior. Se escogieron cinco plantas al azar por parcela. Este valor se registró después de la floración y se expresó en centímetros.

### 3.3.7.5. Enfermedades.

*Exerohilum turcicum*, *Puccinia sorghi*, *Curvularia lunata* y *Spiroplasma kGunkelli*, MBS se evaluaron mediante el conteo de las plantas enfermas de cada parcela a los 15 o 20 días después de la floración femenina utilizando los rangos de 1 - 5 sugerida por el CIMMYT (1988), dependiendo de la presencia de las mismas, tal como se indica en la figura 4.

Las enfermedades a evaluar son.

- TIZON FOLIAR (*Exerohilum turcicum*)
- ROYA (*Puccinia sorghi*)
- MANCHA POR CURVULARIA (*Curvularia lunata*)



Figura 4. Escala de enfermedades propuesta por el CIMMYT

- CINTA ROJA (*Spiroplasma kGunkelli*, MBS).- se evaluó la incidencia de esta enfermedad contando el número de plantas por parcela que

presentaron los síntomas y se expresó en porcentaje, mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$CR = \frac{A * 100 \%}{B}$$

Donde:

A.- Plantas infectadas por la enfermedad

B.- Total de plantas por parcela.

### **3.3.7.6. Porcentaje de pudrición de mazorca**

En todas las mazorcas de la parcela, se registraron las que presentaban pudrición, relacionándolas con la totalidad de mazorcas se expresó en porcentaje.

### **3.3.7.7. Rendimiento.**

Se expresó el peso del total de mazorca cosechadas, expresada en kilogramos.

Fórmula:

$$R = \frac{PC \times D \times MS \times 1000}{86 \times APm^2}$$

Donde:

PC.- Peso de campo se lo determinó pesando toda la cosecha de la parcela.

D.-  $D = \frac{\% \text{ de Desgrano}}{100}$  El porcentaje de desgrano se la calculó dividiendo el peso de semilla desgranada de cinco mazorcas seleccionadas, por el peso de la tuza

MS.- materia seca

$$MS = \frac{100 - \% \text{ de Humedad}}{100}$$

El porcentaje de humedad se lo determinó con un determinador de humedad

AP.- Área de la parcela expresado en metros cuadrados.

86.- Constante

### **3.3.7.8. Longitud de mazorca.**

Se seleccionó cinco mazorcas por parcela y se midió desde la base (inserción con el pedúnculo), hasta el ápice; el valor es el promedio de cinco mazorcas y se expresó en centímetros.

### **3.3.7.9. Diámetro de la mazorca.**

Con un calibrador se midió en la parte central de la mazorca, este valor es el promedio de cinco mazorcas y se expresó en centímetros.

### **3.3.7.10. Número de hileras por mazorca**

Se contó el número de hileras de grano por mazorca de una muestra representativa (cinco mazorcas) y se estableció el promedio.

### **3.3.7.11. Aspecto de la mazorca.**

Este parámetro se lo determinó en función de todas las mazorcas cosechadas, se consideró la forma, tamaño y uniformidad del grano y de la mazorca; se utilizó una escala de 1 a 5.

Dónde:

- 1: Excelente
- 2: Muy bueno
- 3: Bueno
- 4: Regular.
- 5: Malo

### **3.3.7.12. Cobertura de mazorca**

Corresponde al promedio obtenido, al cuantificar las mazorcas con sus brácteas abiertas, la evaluación se realizó antes de la cosecha expresada en porcentaje relacionado con la totalidad de mazorcas por parcela.

### **3.3.8. Métodos Específicos de Manejo del Experimento**

#### **3.3.8.1. Análisis de suelo.**

El análisis de suelo se realizó en las dos fases, tomando muestras procedentes de los lotes donde se llevó a cabo la presente investigación. Las muestras se las procesó en el laboratorio del Departamento de Suelos de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP y se aplicó sus recomendaciones.

#### **3.3.8.2. Manejo agronómico.**

##### **1. Preparación del suelo**

En la fase uno se realizó un pase de arado y dos pases de rastra, mientras que en la fase dos se aplicaron labranza cero.

## **2. Semilla**

La semilla para la fase 1 proviene del avance endogámico de líneas S1 obtenidas de cruces QPM provenientes del CIMMYT; en la segunda fase se contó con las semillas seleccionadas de la primera fase.

## **3. Fertilización**

Se realizó de acuerdo a la recomendación del Departamento de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Tropical Pichilingue para cada fase de la investigación:

- Al culminar la preparación del suelo se incorporaron 100 kg de Súper fosfato triple (P) y 50 kg de Muriato de Potasio.
- 300 kg de Urea fraccionada en dos aplicaciones. El 50 % de la dosis recomendada se aplicó a los 15 días después de la siembra y el 50 % restante se aplicó a los 30 días después de la siembra en bandas superficiales

## **4. Despanojamiento.**

Se procedió a eliminar las panojas de las plantas que van a ser utilizadas como hembras. Esta labor se la realizó desde que aparezca la primera panoja hasta que no

quede planta hembra con panoja. Esta actividad solo se realizó en la primera fase que corresponde a la época lluviosa del 2010 (enero – mayo).

## **5. Deshierba y Controles Fitosanitarios**

En la fase uno y dos de la investigación se realizó un control de malezas preemergente con la aplicación de Atrazina para hoja ancha dosis de 1,5 kg por hectárea, Alaclor para hoja angosta dosis de 1,5 litros por hectárea. El control de malezas post emergentes se realizaron mediante el control manual. El control fitosanitario se realizó con cebo tóxico, con una mezcla (100 libras de arena) con insecticida Clorpirifos (50 cc), disuelto en un litro de agua. Se aplicó en pequeñas cantidades en el cogollo de la planta a los 30 y 45 días.

## **6. Cosecha manual y selección de semilla**

Se realizó en la madurez fisiológica, utilizando mano de obra disponible. La selección de la semilla se realizó en la primera fase. En este proceso se seleccionaron las mejores mazorcas, con las siguientes características: sin pudrición, buen color, excelente aspecto (diámetro, longitud, número de hileras, número de granos sanos); luego se desgranó y se recopiló las semillas de la parte central de las mazorcas. A estas semillas se eliminó impurezas, granos con pudrición, deformes, etc., se desinfectaron y guardaron en el cuarto frío para la segunda fase de la investigación.

La fase 2 se realizó en la época seca del 2010 (julio a noviembre) en tres localidades, se seleccionó semillas de la fase 1 sin remoción de suelo con la finalidad de evitar la pérdida de la humedad remanente.

## **7. Riegos**

Los riegos se realizaron según la fase fenológica del cultivo cubriendo el requerimiento hídrico. Por aspersión en la EET – Pichilingue y en Balzar, mientras que en la Estación Experimental – Portoviejo se regó por inundación.

## **8. Cosecha**

Una vez cosechado el maíz, se recogieron datos como peso de campo, de mazorca, humedad y peso de grano.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Fase 1

En el Cuadro 6, se observan los promedios y estadísticas generales de rendimiento y pudrición de mazorca de los 10 híbridos QPM seleccionados en la época lluviosa del 2010. Los resultados se presentan utilizando la genealogía simplificada de los híbridos; la genealogía completa se observa en el cuadro 6.

**Cuadro 6.** Promedios y estadísticas generales de los 10 híbridos QPM seleccionados para su evaluación. Obtenidos en la EET-Pichilingue durante la época lluviosa del año 2010.

Genealogía		Peso de Campo kg / ha	Pudrición (%)
1	L-9-1 QPM 1 x CML-172	0,15	20
2	L-11-4 QPM 1 x CML-172	0,48	50
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	0,27	1
4	L-12-1 QPM 1 x CML-172	0,23	14
5	L-9-1 QPM 9 x CML-172	0,30	60
6	L-2-4 QPM 11 x CML-172	0,35	35
7	L-3-3 QPM 11 x CML-172	0,24	45
8	L-4-4 QPM 11 x CML-172	0,22	60
9	L-7-1 QPM 11 x CML-172	0,31	64
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	0,26	45
<b>Promedio</b>		0,30	39,4
<b>Promedio TH *</b>		0,10	33,62
<b>Desviación Estándar</b>		0,1	21,5
<b>Máximo</b>		0,48	64
<b>Mínimo</b>		0,15	1

\* Promedio de Todas las Híbridos

Lo resultados muestran que el mayor peso de campo se presentó en el híbrido 2 con 0,48 kg, el promedio de las líneas seleccionadas fue de 0,30 kg. Mientras que

el promedio total de las líneas se presentó en 0,10 kg y el menor peso de campo lo presentó el híbrido 1 con 0,15 kg. (Cuadro 6).

El porcentaje de pudrición que se presentó en los híbridos seleccionados es de 39,4 %; el híbrido de mayor porcentaje con 64 % fue el híbrido 9, mientras que los híbridos 5 y 8 presentaron similares porcentajes (60%). El menor fue el híbrido 3 con un porcentaje de 1.

## 4.2. Fase 2

### 4.2.1. Días de floración femenina

**Cuadro 7** Promedios y estadísticas generales de días de floración femenina para 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.

Híbridos		Localidades		
		EET-Pichilingue	Balzar	EE-Portoviejo
1	L-7-1 QPM 11 x CML-172	64	61	61
2	L-9-1 QPM 9 x CML-172	62	61	59
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	64	59	59
4	L-3-3 QPM 11 x CML-172	63	60	60
5	L-12-1 QPM 1 x CML-172	62	61	59
6	L-9-1 QPM 1 x CML-172	63	57	59
7	L-2-4 QPM 11 x CML-172	62	60	60
8	L-11-4 QPM1 x CML-172	63	61	60
9	L-4-4 QPM 11 x CML-172	62	61	61
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	63	61	62
11	H – 551	61	58	58
12	H – 553	59	57	56
13	H – 601	62	59	58
14	H – 602	62	60	59
15	(L37-Poza Rica 8024 x L16-Pob31) x L-237-Pob A1	66	57	59
16	TRUENO	66	59	61
17	H – 552	66	57	59
18	30F87 PIONEER	61	60	61
19	(L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1	63	61	59
20	30F35	64	61	61
<b>Promedio</b>		63	60	60
<b>Diferencia mínima significativa 0,05</b>		NS	1,56	0,92
<b>Coefficiente de Variación %</b>		4,71	1,55	0,93

El análisis de varianza (cuadro 7) mostró diferencias estadísticas no significativas para la EET-Pichilingue, mientras que en Balzar y EE-Portoviejo mostró diferencias estadísticas del 10 5%. Los promedios generales y los

coeficientes de variación fueron: 63 días y 4,71 % , respectivamente; para la localidad de EET – Pichilingue; 60 días y 1,55 % para la localidad de Balzar y 60 días y 0,93 % para la localidad de EE – Portoviejo.

En la localidad de EET – Pichilingue el tratamiento más precoz fue el 12 con 59 días; los híbridos 6 – 12 – 15 y 17 en Balzar con 57 días fueron los más precoces; en la EE – Portoviejo el híbrido de mayor precocidad es el 12 con 56 días. Los tratamientos tardíos con 66 días fueron 15 – 16 y 17 en la EET – Pichilingue; los híbridos tardíos en Balzar fueron 1 – 2 – 5 – 8 – 9 – 10 – 19 y 20 con 61 días y en la EE – Portoviejo fue el tratamiento 10 con 62 días.

#### 4.2.2. Altura de planta y mazorca

**Cuadro 8** Promedios y estadísticas generales de altura de planta (cm) para 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.

Híbridos		Localidades		
		EET- Pichilingue	Balzar	EE- Portoviejo
1	L-7-1 QPM 11 x CML-172	221	292	308
2	L-9-1 QPM 9 x CML-172	213	279	304
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	253	298	275
4	L-3-3 QPM 11 x CML-172	230	291	325
5	L-12-1 QPM 1 x CML-172	232	319	316
6	L-9-1 QPM 1 x CML-172	228	295	302
7	L-2-4 QPM 11 x CML-172	225	292	301
8	L-11-4 QPM1 x CML-172	236	310	323
9	L-4-4 QPM 11 x CML-172	237	306	311
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	215	293	314
11	H – 551	198	255	269
12	H – 553	190	222	259
13	H – 601	226	281	289
14	H – 602	241	295	319
15	(L37-Poza Rica 8024 x L16-Pob31) x L-237-Pob A1	202	269	281
16	TRUENO	158	205	256
17	H – 552	198	269	289
18	30F87 PIONEER	176	240	261
19	(L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1	225	234	240
20	30F35	198	270	248
<b>Promedio</b>		215	276	289
<b>Diferencia mínima significativa 0,05</b>		21,61	25,62	32,78
<b>Coefficiente de Variación %</b>		6,00	5,56	6,78

El análisis de varianza para altura de planta (cm) (cuadro 8) en las localidades presentó diferencias estadísticas significativas al 10 5%, con valores de 21,61 en la EET – Portoviejo, en Balzar 25,62 mientras que en EE – Portoviejo un valor de 32,78, observaron. Los promedios generales y los coeficientes de variación fueron: 215 cm y 6 % respectivamente; para la localidad de EET – Pichilingue; 276 cm y 5,56 % para la localidad de Balzar y 289 cm y 6,78 % para la localidad de EE – Portoviejo.

El híbrido 16 presentó la menor altura con 158 cm y el de mayor altura fue el 3 en la EET – Pichilingue con 253 cm; en Balzar el tratamiento 5 con 319 cm. fue el de mayor altura y el de menor altura con 205 cm. Fue el híbrido Trueno; en la EE – Portoviejo con 240 cm el híbrido 19 fue el de menor altura y el tratamiento 4 con 325 cm presentó mayor altura.

**Cuadro 9** Promedios y estadísticas generales de altura de inserción de mazorca (cm) para 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.

Híbridos		Localidades		
		EET- Pichilingue	Balzar	EE- Portoviejo
1	L-7-1 QPM 11 x CML-172	107	164	192
2	L-9-1 QPM 9 x CML-172	96	156	185
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	104	154	168
4	L-3-3 QPM 11 x CML-172	111	154	200
5	L-12-1 QPM 1 x CML-172	100	165	176
6	L-9-1 QPM 1 x CML-172	92	170	162
7	L-2-4 QPM 11 x CML-172	104	160	185
8	L-11-4 QPM1 x CML-172	102	165	191
9	L-4-4 QPM 11 x CML-172	108	173	192
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	96	157	188
11	H – 551	83	144	143
12	H – 553	88	123	144
13	H – 601	95	143	166
14	H – 602	104	151	182
15	(L37-Poza Rica 8024 x L16-Pob31) x L-237-Pob A1	88	137	147
16	TRUENO	81	122	154
17	H – 552	86	138	170
18	30F87 PIONEER	77	127	152
19	(L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1	108	119	130
20	30F35	93	140	158
<b>Promedio</b>		96	148	169
<b>Diferencia mínima significativa 0,05</b>		17,43	24,40	15,15
<b>Coefficiente de Variación %</b>		10,80	9,84	5,36

El análisis de varianza para altura de inserción de mazorca (cm) (cuadro 9) reportó en la EET – Pichilingue un valor de 17,43 en Balzar 24,40 y 15,15 en EE – Portoviejo, observándose diferencias estadísticas significativas al 1 o 5%. Los promedios generales y los coeficientes de variación fueron: 96 cm y 10,68 % respectivamente; para la localidad de EET – Pichilingue; 148 cm y 9,84 % para la localidad de Balzar; 169 cm y 5,36 % para la localidad de EE – Portoviejo.

Los tratamientos que presentan menor altura de inserción de mazorca en la EET – Pichilingue son 11 y 16 con 83 cm y 81 cm respectivamente; en la localidad de Balzar los híbridos 19 y 16 con una altura de 119 cm y 122 cm respectivamente fueron los que prestaron menor altura; mientras que en la EE – Portoviejo el híbrido de menor altura el 19 con 130 cm.

Con 111 cm de altura de inserción de mazorca el tratamiento 4 en la EET – Pichilingue fue el de mayor tamaño; en la localidad de Balzar el tratamiento 9 con 173 cm es el que tiene la mayor altura de inserción de mazorca de los demás tratamientos. En la EE – Portoviejo el tratamiento 4 con 200 cm presentó la mayor altura.

### 4.2.3. Enfermedades

**Cuadro 10** Promedios y estadísticas generales de la enfermedad Tizón Foliar registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.

Híbridos		Localidades		
		EET- Pichilingue	Balzar	EE- Portoviejo
1	L-7-1 QPM 11 x CML-172	2,0	2,3	1,9
2	L-9-1 QPM 9 x CML-172	2,7	2,3	2,2
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	2,0	2,1	2,5
4	L-3-3 QPM 11 x CML-172	2,4	2,1	2,3
5	L-12-1 QPM 1 x CML-172	2,5	2,1	2,3
6	L-9-1 QPM 1 x CML-172	2,3	2,1	2,0
7	L-2-4 QPM 11 x CML-172	1,9	1,8	2,0
8	L-11-4 QPM1 x CML-172	2,1	2,1	2,0
9	L-4-4 QPM 11 x CML-172	2,1	2,1	2,3
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	2,2	2,1	2,0
11	H – 551	2,1	2,0	1,8
12	H – 553	1,9	2,0	2,0
13	H – 601	2,0	2,1	2,0
14	H – 602	1,9	2,0	2,2
15	(L37-Poza Rica 8024 x L16-Pob31) x L-237-Pob A1	2,1	4,8	2,0
16	TRUENO	2,0	1,8	2,3
17	H – 552	2,2	2,0	2,0
18	30F87 PIONEER	2,0	2,0	2,2
19	(L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1	2,0	2,0	2,0
20	30F35	1,8	1,8	2,0
<b>Promedio</b>		2,1	2,2	2,1
<b>Diferencia mínima significativa 0,05</b>		NS	NS	NS
<b>Coefficiente de Variación %</b>		20,92	66,40	15,36

El análisis de varianza para Tizón Foliar (cuadro 10). Reportaron diferencias estadísticas no significativas en la EET – Pichilingue. Balzar y en la EE – Portoviejo. Los promedios de severidad de Tizón Foliar y los coeficientes de variación en la localidad de EET – Pichilingue fueron: 2,1 y 20,92 %

respectivamente; para la localidad de Balzar fue 2,2 y 66,40 % y para la localidad de EE – Portoviejo 2,1 de severidad con 15,36 % de variabilidad

El tratamiento 20 en la EET – Pichilingue; los tratamientos 7 – 16 – 20 en la localidad de Balzar y el híbrido 11 en la EE – Portoviejo presentaron menor severidad con un valor de 1,8. Los híbridos que manifestaron mayor incidencia de la enfermedad fueron: el híbrido 3 en la EE – Portoviejo con 2,5; en la localidad de Balzar el híbrido fue el 15 con 4,8 y el híbrido 2 en la EET – Pichilingue con 2,7.

**Cuadro 11** Promedios y estadísticas generales para Roya registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.

Híbridos		Localidades		
		EET-Pichilingue	Balzar	EE-Portoviejo
1	L-7-1 QPM 11 x CML-172	1,1	1,3	1,2
2	L-9-1 QPM 9 x CML-172	1	1,1	1,3
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	1,3	1,3	1,4
4	L-3-3 QPM 11 x CML-172	1,3	1,3	1,4
5	L-12-1 QPM 1 x CML-172	1,1	1	1,2
6	L-9-1 QPM 1 x CML-172	1,5	1,1	1,5
7	L-2-4 QPM 11 x CML-172	1,1	1,1	1,5
8	L-11-4 QPM1 x CML-172	1,3	1,4	1,4
9	L-4-4 QPM 11 x CML-172	1	1,3	1,3
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	1	1,1	1,3
11	H – 551	1,5	1,1	1,7
12	H – 553	1,3	1,1	1,2
13	H – 601	1,3	1,3	1,3
14	H – 602	1,1	1	1,5
15	(L37-Poza Rica 8024 x L16-Pob31) x L-237-Pob A1	1	1,1	1,2
16	TRUENO	1,5	1,3	1,3
17	H – 552	1,3	1,3	1,5
18	30F87 PIONEER	1,6	1,3	1,5
19	(L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1	2	1,8	1,5
20	30F35	1,1	1	1,5
<b>Promedio</b>		1,3	1,2	1,4
<b>Diferencia mínima significativa 0,05</b>		0,46	NS	NS
<b>Coefficiente de Variación %</b>		21,30	20,14	15,88

El análisis de varianza para Roya (cuadro 11) reportó diferencia estadística significativa al 1 o 5 % con un valor de 0,46 en la EET – Pichilingue, mientras que en Balzar y en la EE – Portoviejo se observaron diferencias estadísticas no significativas. Los promedios de severidad de roya y los coeficientes de variación en la localidad de EET – Pichilingue fueron: 1,3 y 21,30 % respectivamente; para la localidad de Balzar fue 1,2 y 20,14 %; para la localidad de EE – Portoviejo 1,4 y 15,88 %

Los tratamientos que presentan menor severidad en la EET – Pichilingue fueron 2 – 9 – 10 – 15; en la localidad de Balzar los híbridos 5 y 14 con un valor de 1; en la EE – Portoviejo los tratamientos 1 – 5 – 12 y 15 con 1,2. Los híbridos que manifestaron mayor incidencia fueron: en la EE – Portoviejo el tratamiento 11 con 1,7; en Balzar el híbrido 19 con 1,8 y el híbrido 18 en la EET – Pichilingue con 1,6.

**Cuadro 12** Promedios y estadísticas generales para Curvularia registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.

Híbridos		Localidades		
		EET-Pichilingue	Balzar	EE-Portoviejo
1	L-7-1 QPM 11 x CML-172	3,0	3,3	2,8
2	L-9-1 QPM 9 x CML-172	2,6	3,3	3,0
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	2,1	3,0	3,0
4	L-3-3 QPM 11 x CML-172	3,1	2,6	3,0
5	L-12-1 QPM 1 x CML-172	2,8	3,3	3,2
6	L-9-1 QPM 1 x CML-172	3,1	2,8	2,8
7	L-2-4 QPM 11 x CML-172	3,3	3,5	3,0
8	L-11-4 QPM1 x CML-172	3,4	3,5	2,8
9	L-4-4 QPM 11 x CML-172	2,9	3,3	3,0
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	3,0	2,6	3,2
11	H – 551	3,0	3,0	2,8
12	H – 553	2,5	3,0	3,2
13	H – 601	3,5	2,8	3,0
14	H – 602	2,9	3,1	3,2
15	(L37-Poza Rica 8024 x L16-Pob31) x L-237-Pob A1	2,8	3,1	3,0
16	TRUENO	3,0	3,0	3,2
17	H – 552	2,9	3,1	3,0
18	30F87 PIONEER	2,5	3,3	3,3
19	(L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1	3,1	3,3	3,2
20	30F35	3,0	3,0	3,3
<b>Promedio</b>		2.9	3,1	3,1
<b>Diferencia mínima significativa 0,05</b>		NS	NS	NS
<b>Coefficiente de Variación %</b>		15.47	12,58	13,67

El análisis de varianza para Curvularia (cuadro 12) reportó diferencias estadísticas no significativas para las localidades. Los promedios de severidad de Curvularia y los coeficientes de variación en la localidad de EET – Pichilingue fueron: 2,9 y 15,47 %; para la localidad de Balzar fue 3,1 y 12,58 %; para la localidad de EE – Portoviejo fue 3,1 y 13,67 %, respectivamente.

Los tratamientos que presentaron menor severidad en la EET – Pichilingue es el 3 con 2,1; en la localidad de Balzar los híbridos 4 y 10 con 2,6 y en la EE –

Portoviejo los híbridos 1 – 6 – 8 y 11 con 2,8. Con un valor de 3,5 el híbrido 13 en la EET – Pichilingue, los híbridos 7 y 8 en Balzar y los híbridos 18 y 20 en la EET – Portoviejo con un valor de 3,3; presentaron mayor incidencia a Curvularia.

**Cuadro 13** Promedios y estadísticas generales para el Porcentaje de Cinta Roja registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.

Híbridos		Localidades		
		EET-Pichilingue	Balzar	EE-Portoviejo
1	L-7-1 QPM 11 x CML-172	1,3	1,3	1,3
2	L-9-1 QPM 9 x CML-172	1,0	1,0	1,3
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	1,3	0,9	1,4
4	L-3-3 QPM 11 x CML-172	1,6	1,7	1,0
5	L-12-1 QPM 1 x CML-172	1,0	2,0	1,7
6	L-9-1 QPM 1 x CML-172	1,3	0,9	1,7
7	L-2-4 QPM 11 x CML-172	1,0	1,2	1,7
8	L-11-4 QPM1 x CML-172	1,6	1,3	1,0
9	L-4-4 QPM 11 x CML-172	1,3	1,3	1,3
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	1,3	0,9	1,0
11	H – 551	1,0	0,9	1,7
12	H – 553	1,0	0,9	1,7
13	H – 601	1,0	1,0	1,7
14	H – 602	1,6	1,3	1,7
15	(L37-Poza Rica 8024 x L16-Pob31) x L-237-Pob A1	1,0	1,3	1,3
16	TRUENO	1,0	1,7	3,0
17	H – 552	1,3	1,6	1,7
18	30F87 PIONEER	1,0	1,0	1,7
19	(L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1	1,0	1,6	1,7
20	30F35	1,6	0,9	2,0
<b>Promedio</b>		1,2	1,2	1,6
<b>Diferencia mínima significativa 0,05</b>		NS	NS	NS
<b>Coficiente de Variación %</b>		34,81	31,00	50,30

El análisis de varianza para el porcentaje de Cinta Roja (cuadro 13) reporta diferencias estadísticas no significativas en las localidades. Los promedios generales y los coeficientes de variación fueron: 1,2 % y 34,81 %; para la EET – Pichilingue;

1.2 % y 31 % para de Balzar; 1,6 % y 50,3 % para la EE – Portoviejo; respectivamente.

Los híbridos que presentaron menor porcentaje de incidencia fueron: en la EET-Pichilingue el 2 – 5 – 7 – 11 – 12 – 13 – 15 16 – 18 y 19; en la EE – Portoviejo el 4 – 8 y 10 con 1 % y en Balzar los tratamientos 3 – 6 – 10 – 11 – 12 y 20 con 0,9 %. Los tratamientos con mayor porcentaje de incidencia fueron: con 1,6 % los híbridos 4 – 8 – 14 y 20 en la EET – Pichilingue; en Balzar los híbridos 4 y 16 con 1,7 %; en la EE-Portoviejo el híbrido 16 con el 3 %.

#### 4.2.4. Porcentaje de pudrición de mazorca

**Cuadro 14** Promedios y estadísticas generales de Porcentaje de pudrición de mazorca registrado en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.

Híbridos		Localidades		
		EET-Pichilingue	Balzar	EE-Portoviejo
1	L-7-1 QPM 11 x CML-172	3	3	2
2	L-9-1 QPM 9 x CML-172	2	2	2
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	5	2	2
4	L-3-3 QPM 11 x CML-172	4	1	3
5	L-12-1 QPM 1 x CML-172	3	1	1
6	L-9-1 QPM 1 x CML-172	3	1	3
7	L-2-4 QPM 11 x CML-172	2	2	3
8	L-11-4 QPM1 x CML-172	2	1	1
9	L-4-4 QPM 11 x CML-172	2	1	3
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	4	2	2
11	H – 551	3	3	4
12	H – 553	3	3	3
13	H – 601	4	2	2
14	H – 602	3	3	1
15	(L37-Poza Rica 8024 x L16-Pob31) x L-237-Pob A1	5	6	3
16	TRUENO	4	3	2
17	H – 552	5	3	2
18	30F87 PIONEER	5	1	3
19	(L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1	3	3	2
20	30F35	2	1	5
<b>Promedio</b>		3,3	2,2	3
<b>Diferencia mínima significativa 0,05</b>		NS	2,24	NS
<b>Coefficiente de Variación %</b>		40,23	64,49	48,57

El análisis de varianza del porcentaje de pudrición de mazorca (cuadro 14) para la EET – Pichilingue y EE – Portoviejo presentaron diferencias mínimas no significativas mientras que en Balzar se observó diferencias estadísticas significativas con un valor de 2,24. Los promedios generales y los coeficientes de variación fueron: 3,3 % y 40,23 %; para la localidad de EET – Pichilingue; 2,2 % y 64,49 % para la localidad de Balzar y 3 %; 48,57 % para la localidad de EE – Portoviejo, respectivamente.

Los híbridos de menor porcentaje de pudrición de mazorca fueron: en la EET – Pichilingue el 2 – 7 – 8 – 9 y 20 con 2 % y en Balzar los híbridos 4 – 5 – 6 – 8 – 9 – 18 y 20 como en la EE – Portoviejo los tratamientos 5 – 8 y 14 presentaron una pudrición del 1 %. Los híbridos de mayor porcentaje de pudrición fueron: el 3 – 15 – 17 y 18 en la EET – Pichilingue y el 20 en la EE – Portoviejo con el 5 %; mientras con el 6 % de pudrición el híbrido 15 en Balzar es el de mayor pudrición presentó.

#### 4.2.5. Longitud de mazorca

**Cuadro 15** Promedios y estadísticas generales de longitud de mazorca (cm) registrado en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.

Híbridos		Localidades		
		EET- Pichilingue	Balzar	EE- Portoviejo
1	L-7-1 QPM 11 x CML-172	15	17	19
2	L-9-1 QPM 9 x CML-172	15	17	19
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	16	17	18
4	L-3-3 QPM 11 x CML-172	15	17	18
5	L-12-1 QPM 1 x CML-172	15	16	18
6	L-9-1 QPM 1 x CML-172	15	16	19
7	L-2-4 QPM 11 x CML-172	15	16	18
8	L-11-4 QPM1 x CML-172	16	17	19
9	L-4-4 QPM 11 x CML-172	15	17	18
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	14	15	18
11	H – 551	14	15	18
12	H – 553	14	14	17
13	H – 601	17	17	20
14	H – 602	17	18	21
15	(L37-Poza Rica 8024 x L16-Pob31) x L-237-Pob A1	14	15	18
16	TRUENO	14	15	17
17	H – 552	14	16	17
18	30F87 PIONEER	14	14	18
19	(L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1	15	13	16
20	30F35	15	16	18
<b>Promedio</b>		15	16	18
<b>Diferencia mínima significativa 0,05</b>		1,59	1,08	1,49
<b>Coefficiente de Variación %</b>		6,33	4,06	4,91

El análisis de varianza para longitud de mazorca (cm) (cuadro 15) reportó para la EET-Pichilingue, Balzar y en la EE-Portoviejo diferencias estadísticas significativas al 10 5%. Los promedios generales y los coeficientes de variación fueron: 15 cm y 6,33 % para la localidad de EET – Pichilingue; 16 cm y 4,06 % para la localidad de Balzar; 18 cm y 4,91 % para la localidad de EE – Portoviejo, respectivamente.

Los híbridos de menor longitud de mazorca que se presentaron: en la EET – Pichilingue fueron el 10 – 11 – 12 – 15 – 16 – 17 y 18 con 14 cm. En Balzar el híbrido 19 con 13 cm y en EE – Portoviejo el tratamiento 19 con 16 cm. En EET – Pichilingue los híbridos 13 – 14 con 17 cm; el híbrido 14 En Balzar y en la EE – Portoviejo presentaron valores de 18 cm y 21 cm. respectivamente son los tratamientos de mayor longitud de mazorcas.

#### 4.2.6. Diámetro de mazorca

**Cuadro 16** Promedios y estadísticas generales de diámetro de mazorca cm registrado en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.

Híbridos		Localidades		
		EET-Pichilingue	Balzar	EE-Portoviejo
1	L-7-1 QPM 11 x CML-172	4,8	4,7	5,0
2	L-9-1 QPM 9 x CML-172	4,9	5,0	5,4
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	4,7	4,6	4,9
4	L-3-3 QPM 11 x CML-172	4,7	4,8	5,2
5	L-12-1 QPM 1 x CML-172	4,4	4,5	5,0
6	L-9-1 QPM 1 x CML-172	4,6	4,5	4,9
7	L-2-4 QPM 11 x CML-172	4,8	4,8	5,0
8	L-11-4 QPM1 x CML-172	4,7	4,6	4,8
9	L-4-4 QPM 11 x CML-172	4,6	4,7	4,8
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	4,5	4,7	5,0
11	H – 551	4,6	4,4	5,0
12	H – 553	4,5	4,6	4,8
13	H – 601	4,9	4,5	5,0
14	H – 602	4,9	4,8	5,1
15	(L37-Poza Rica 8024 x L16-Pob31) x L-237-Pob A1	4,6	4,5	5,0
16	TRUENO	4,7	4,7	5,0
17	H – 552	4,6	4,8	4,8
18	30F87 PIONEER	4,5	4,6	4,9
19	(L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1	4,8	3,9	4,6
20	30F35	5,5	5,2	5,9
<b>Promedio</b>		4,7	4,6	5,0
<b>Diferencia mínima significativa 0,05</b>		0,36	0,24	0,34
<b>Coefficiente de Variación %</b>		4,56	3,03	4,06

El análisis de varianza para diámetro de mazorca en centímetros (cuadro 16) reportó diferencias estadísticas significativas para las localidades, un valor de 0,36 en la EET-Pichilingue, en Balzar 0,24 y en EE-Portoviejo un valor de 0,34. Los promedios generales y los coeficientes de variación fueron: 4,7 cm y 4,56 %; para la localidad de EET – Pichilingue; 4,6 cm y 3,03 % para la localidad de Balzar; 5 cm y 4,06 % para la localidad de EE – Portoviejo, respectivamente.

Los tratamientos que presentaron menor diámetro de mazorca fueron: En la localidad de EET – Pichilingue con 4,4 cm el híbrido 5. En Balzar el híbrido 19 con 3,9 cm y en la EE – Portoviejo el híbrido 19 con 4,6 cm. Los híbridos con mayor diámetro fueron: el híbrido 20 con 5,5 cm en la EE – Pichilingue; el híbrido 20 con 5,2 cm y 5,9 cm en Balzar y en la EE – Portoviejo respectivamente.

#### 4.2.7. Aspecto de mazorca

**Cuadro 17** Promedios y estadísticas generales para el aspecto de mazorca registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.

Híbridos		Localidades		
		EET-Pichilingue	Balzar	EE-Portoviejo
1	L-7-1 QPM 11 x CML-172	3	2	2
2	L-9-1 QPM 9 x CML-172	2	2	2
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	4	3	2
4	L-3-3 QPM 11 x CML-172	3	2	2
5	L-12-1 QPM 1 x CML-172	3	2	3
6	L-9-1 QPM 1 x CML-172	3	2	2
7	L-2-4 QPM 11 x CML-172	2	2	2
8	L-11-4 QPM1 x CML-172	2	2	2
9	L-4-4 QPM 11 x CML-172	3	2	3
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	3	2	2
11	H – 551	3	3	3
12	H – 553	3	3	3
13	H – 601	2	2	2
14	H – 602	3	2	2
15	(L37-Poza Rica 8024 x L16-Pob31) x L-237-Pob A1	3	3	2
16	TRUENO	3	3	3
17	H – 552	3	2	2
18	30F87 PIONEER	3	3	3
19	(L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1	3	3	3
20	30F35	3	2	3
<b>Promedio</b>		3	2	2
<b>Diferencia mínima significativa 0,05</b>		0,58	0,48	0,33
<b>Coefficiente de Variación %</b>		13,00	12,26	8,38

El análisis de varianza para aspecto de mazorca (cuadro 17) reportó diferencias estadísticas significativas con un valor de 0,58 en la EET – Pichilingue, en Balzar 0,48 y en EE-Portoviejo un valor de 0,33. Los promedios generales y los coeficientes de variación fueron: 3 y 13 % para la localidad de EET – Pichilingue; 2 y 12,26 % para Balzar; 2 y 8,38 % para la localidad de EE – Portoviejo, respectivamente.

En la localidad de EET – Pichilingue los tratamientos de mejor aspecto fueron los 2 – 7 – 8 y 13 con un valor de 2; el de peor aspecto fue el híbrido 3 con 4; en Balzar los híbridos con valor 3 (bueno) fueron 3 – 11 – 12 – 15 – 16 – 18 y 19 mientras que los restantes tratamientos tienen un valor 2 muy bueno; en la EE – Portoviejo los híbridos 5 - 9 – 11 – 12 – 16 – 18 – 19 y 20 se categorizaron como buenos; los restantes se calificaron como muy buenos según la escala del CIMMYT.

#### 4.2.8. Porcentaje de mala cobertura

**Cuadro 18** Promedios y estadísticas generales para porcentaje mala de cobertura registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.

Híbridos		Localidades		
		EET-Pichilingue	Balzar	EE-Portoviejo
1	L-7-1 QPM 11 x CML-172	7	4	4
2	L-9-1 QPM 9 x CML-172	5	4	4
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	7	4	4
4	L-3-3 QPM 11 x CML-172	7	4	4
5	L-12-1 QPM 1 x CML-172	5	4	3
6	L-9-1 QPM 1 x CML-172	5	3	4
7	L-2-4 QPM 11 x CML-172	4	4	4
8	L-11-4 QPM1 x CML-172	4	3	3
9	L-4-4 QPM 11 x CML-172	7	4	4
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	5	3	4
11	H – 551	2	3	4
12	H – 553	2	2	3
13	H – 601	3	1	4
14	H – 602	4	2	3
15	(L37-Poza Rica 8024 x L16-Pob31) x L-237-Pob A1	4	3	3
16	TRUENO	2	1	4
17	H – 552	4	2	3
18	30F87 PIONEER	1	1	3
19	(L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1	1	2	5
20	30F35	2	1	4
<b>Promedio</b>		4	3	4
<b>Diferencia mínima significativa 0,05</b>		2,12	1,78	0,81
<b>Coefficiente de Variación %</b>		48,40	26,25	13,13

El análisis de varianza para el porcentaje de mala cobertura (cuadro 18) reportó diferencias estadísticas significativas, con un valor de 2,12 en la EET-Pichilingue, en Balzar 1,87 y en EE-Portoviejo un valor de 0,81. Los promedios generales y los coeficientes de variación fueron: 4 % y 26,25 % para la localidad de EET – Pichilingue; 3 % y 48,40 % para Balzar; 4 % y 0,81 % para la localidad de EE – Portoviejo, respectivamente.

En la EET – Pichilingue los híbridos 1 – 3 – 4 y 9 presentaron la mayor cantidad de mazorcas descubiertas con el 7 %. Al contrario de los híbridos 18 y 19 que presentaron 1 %. En Balzar los híbridos con mayor porcentaje de mazorcas descubiertas fueron el 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 7 y 9 con el 4 % mientras que el 13 – 16 – 18 y 20 presentaron 1 %; en la EE – Portoviejo con el 5 % el híbrido 19 es el que presentó mayor cantidad de mazorcas descubiertas al contrario del 5 – 8 – 12 – 14 – 15 – 17 y 18 con un 3 %.

#### 4.2.9. Número de hileras por mazorca

**Cuadro 19** Promedios y estadísticas generales de número de hileras por mazorca registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.

Híbridos		Localidades		
		EET- Pichilingue	Balzar	EE- Portoviejo
1	L-7-1 QPM 11 x CML-172	14	14	14
2	L-9-1 QPM 9 x CML-172	14	14	14
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	14	12	14
4	L-3-3 QPM 11 x CML-172	14	14	14
5	L-12-1 QPM 1 x CML-172	12	14	14
6	L-9-1 QPM 1 x CML-172	14	12	14
7	L-2-4 QPM 11 x CML-172	14	14	14
8	L-11-4 QPM1 x CML-172	12	12	14
9	L-4-4 QPM 11 x CML-172	14	12	14
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	14	16	14
11	H – 551	12	12	12
12	H – 553	14	14	14
13	H – 601	14	14	14
14	H – 602	14	14	14
15	(L37-Poza Rica 8024 x L16-Pob31) x L-237-Pob A1	14	14	14
16	TRUENO	16	14	16
17	H – 552	12	14	14
18	30F87 PIONEER	12	14	14
19	(L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1	14	12	14
20	30F35	16	14	16
<b>Promedio</b>		14	14	14
<b>Diferencia mínima significativa 0,05</b>		1,14	1,10	1,24
<b>Coficiente de Variación %</b>		4,89	4,87	5,23

El análisis de varianza para el número de hileras por mazorca (cuadro 19) reportó diferencias estadísticas significativas al 1 o 5 %, con un valor de 1,14 en la EET-Pichilingue, en Balzar 1,10 y en EE-Portoviejo un valor de 1,24. Los coeficientes de variación fueron: 4,89 para la localidad de EET – Pichilingue; 4,87 % para Balzar; 5,23 % para la localidad de EE – Portoviejo. el promedio general para las tres localidades mencionadas fue de 14 hileras.

En la EET – Pichilingue los híbridos 5 – 8 – 11 – 17 y 18 presentaron 12 hileras, siendo los de menor cantidad de hileras, al contrario de los híbridos 16 y 20 con 16 números de hileras. En Balzar el híbrido 10 con 16 hileras es el de mayor numero de hileras, mientras que los tratamientos 3 – 6 – 9 – 8 – 11 y 19 presentaron 12 hileras; en la EE – Portoviejo con 12 hileras el híbrido 11 es el que presentó menor cantidad de hileras por mazorca al contrario del 16 y 20 con 16 hileras.

#### 4.2.10. Rendimiento

**Cuadro 20** Promedios y estadísticas generales de rendimiento (kg/ha) registrada en 10 híbridos de maíz QPM y 10 testigos evaluados en tres localidades del litoral ecuatoriano durante la época seca del año 2010.

Híbridos		Localidades		
		EET-Pichilingue	Balzar	EE-Portoviejo
1	L-7-1 QPM 11 x CML-172	7000	6200	9900
2	L-9-1 QPM 9 x CML-172	8600	8800	12300
3	L-12-4 QPM 1 x CML-172	5900	9000	12000
4	L-3-3 QPM 11 x CML-172	6400	9200	10800
5	L-12-1 QPM 1 x CML-172	5500	8200	10600
6	L-9-1 QPM 1 x CML-172	6900	7800	11200
7	L-2-4 QPM 11 x CML-172	6800	7900	9800
8	L-11-4 QPM1 x CML-172	7400	9300	11500
9	L-4-4 QPM 11 x CML-172	7100	8800	7300
10	L-1-2 QPM 12 x CML-172	5600	6900	10000
11	H – 551	3900	5300	6900
12	H – 553	3600	5200	8000
13	H – 601	5200	5200	6800
14	H – 602	7000	6600	10000
15	(L37-Poza Rica 8024 x L16-Pob31) x L-237-Pob A1	5300	5700	10000
16	TRUENO	3000	3800	5900
17	H – 552	4100	7500	11200
18	30F87 PIONEER	3400	5800	7100
19	(L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1	7500	4000	6800
20	30F35	6400	8900	12200
<b>Promedio</b>		5800	7000	9500
<b>Diferencia mínima significativa 0,05</b>		2,79	1,62	2,08
<b>Coefficiente de Variación %</b>		28,61	13,97	13,03

El análisis de varianza para rendimiento (cuadro 20) reportó un valor de 2,79 en la EET-Pichilingue, en Balzar 1,62 y en EE-Portoviejo un valor de 2,08. Observando diferencias estadísticas no significativas.

Los promedios generales y los coeficientes de variación fueron: 5800 kg/ha y 28,61 % para la localidad de EET – Pichilingue; 6900 kg/ha y 13,97 % para Balzar; 9500 kg/ha y 13,03 % para la localidad de EE – Portoviejo respectivamente.

En la EET- Pichilingue el híbrido 2 presentó mejor rendimiento con 8600 kg/ha y el 16 fue el que rindió menos con 3000 kg/ha; en Balzar el híbrido con mayor rendimiento fue el 8 con 9300 kg/ha, mientras que el híbrido 16 obtuvo el menor rendimiento con 3400 kg/ha. En la EE – Portoviejo. El híbrido 2 fue el sobresaliente con 12300 kg/ha y el de menor rendimiento fue el 19 con 6800 kg/ha.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Fase 1

En la fase 1, el híbrido L-11-4 QPM 1 x CML-172 mostró el mayor peso de campo con 0,48 kg con relación al promedio, incrementó 0,18 kg. El resultado obtenido se debe en gran parte a que la línea CML-172 tiene excelente habilidad combinatoria, es una de las líneas elites del Programa de Maíz; lo que corrobora los supuestos de Paliwal (1986) quien manifiesta que para la formación de un híbrido se debe de contar con buenos progenitores, derivados de una fuente de germoplasma superior con caracteres agronómicos deseables y alta habilidad combinatoria general y específica.

El promedio total de las líneas decreció 0,20 kg con respecto al promedio de las líneas seleccionadas; el híbrido L-9-1 QPM 1 x CML-172 presentó el menor peso de campo con 0,15 kg.

Los diez híbridos seleccionados presentaron 39,4 % de pudrición de mazorca, mayor con 5,78 % al promedio total de híbridos; el híbrido L-7-1 QPM 11 x CML-172 mostró el mayor porcentaje con 64 %, mientras que los híbridos L-9-1 QPM 9 x CML-172 y L-4-4 QPM 11 x CML-172 presentaron porcentajes similares con el 60%. El híbrido L-12-4 QPM 1 x CML-172 fue el menor con un porcentaje de 1.

## 5.2. Fase 2

El híbrido L-9-1 QPM 9 x CML-172 mostró el rendimiento promedio más alto con 12300 kg/ha. En la localidad de la EET – Pichilingue fue el mejor con un rendimiento de 8600 kg/ha, en Balzar fue superado por los híbridos L-11-4 QPM1 x CML-172, L-3-3 QPM 11 x CML-172, L-12-4 QPM 1 x CML-172 y el testigo 30F35 con rendimientos de 9300 kg/ha, 9200 kg/ha, 9000 kg/ha, y 8900 kg/ha, respectivamente (Cuadro 20).

En Balzar el híbrido L-11-4 QPM1 x CML-172 mostró el mejor rendimiento con 9300 kg/ha, en la EET – Pichilingue y EE – Portoviejo este híbrido fue superior al promedio general con 1700 kg/ha y 2000 kg /ha, respectivamente; pero en la EET – Pichilingue presentó un rendimiento de 7400 kg/ha por lo cual fue superior el híbrido L-9-1 QPM 9 x CML-172 con 1200 kg/ha y el híbrido triple (L56-Pich 7928 x L37-Poza Rica 8024) x L-237-Pob A1 con 100 kg /ha; en la EE – Portoviejo obtuvo un rendimiento de 11500 kg/ha fue superado por el híbrido L-9-1 QPM 9 x CML-172, 30F35 y L-12-4 QPM 1 x CML-172.

Los híbridos L-1-2 QPM 12 x CML-172 y L-7-1 QPM 11 x CML-172 presentaron un rendimiento promedio de las tres localidades de 7500 y 7700 kg/ha, siendo los más bajos respectivamente; el (INIA, 2001) en Venezuela reportó que rendimientos promedios de dieciocho localidades no superan los 7400 kg/ha. Conociendo el grado de homocidad de las líneas evaluadas nos permite establecer que los materiales genéticos tienen un gran potencial, alto vigor híbrido y bajo grado de consanguinidad.

En Balzar el híbrido “Trueno” presentó el menor rendimiento de las tres localidades con 2400 kg /ha, en la EET – Pichilingue y EE – Portoviejo mostró un rendimiento de 3000 kg/ ha y 5900 kg /ha, respectivamente, estos valores son inferiores al promedio de rendimiento en cada sitio de estudio.

Las condiciones ambientales que presenta la EE – Portoviejo, Balzar y la EE – Pichilingue permiten establecer que el comportamiento agronómico de los híbridos fue aceptable; la precocidad de los híbridos, la mayor altura de planta y mazorca, el menor porcentaje de pudrición, mejor característica de mazorca en Balzar y en la EE – Portoviejo, se debe a cantidad de horas luz que existe en la EET – Pichilingue (cuadro 3), el sistema de riego ya que en la EE – Portoviejo es por inundación y en Balzar es por aspersión. Al análisis de la incidencia de enfermedades se determinó que el Tizón Foliar (*Exerohilum turcicum*) en las tres localidades se mantuvo en un promedio de 2,1 y 2,2, lo que permite establecer que esta enfermedad no fue un factor que influenció en el ensayo. En cuanto Roya (*Puccinia sorghi*) el promedio de las localidades fue entre 1,1 y 1,5 como se observa en el cuadro 11; la incidencia de esta enfermedad fue leve en las tres localidades. Los resultados de Curvularia (*Curvularia lunata*) muestran que esta enfermedad está en un promedio de 2,9 y 3,1 siendo las más afectadas las localidades de Balzar y la EE – Portoviejo.

En porcentaje de incidencia de cinta roja (*Spiroplasma kGunkelli*, MBS) la localidad más afectada fue la EE – Portoviejo con 1,6 %, mientras que las dos localidades restantes presentan un promedio del 1,2 % de incidencia. El híbrido “Trueno” en la EE – Portoviejo fue el más susceptible para esta enfermedad con un promedio de incidencia del 3 %.

Según (Márquez, 1988) la habilidad combinatoria es la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros. Se establece que las líneas de alta calidad de proteína con 2 avances endogámicos resultaron excelentes por su alto rendimiento y menor susceptibilidad a enfermedades. Además se demuestra la buena habilidad combinatoria general que tiene la línea CML – 172.

## VI. CONCLUSIONES

- El mejor híbrido en la localidad de la EET – Pichilingue y en la EE – Portoviejo fue el L-9-1 QPM 9 x CML-172, ya que presentó una mejor adaptabilidad a las condiciones de suelo, clima y manejo del ensayo.
- En Balzar el mejor híbrido fue el L-11-4 QPM1 x CML-172, superando a los testigos 30 F 35 y a los híbridos liberados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP H – 552 e INIAP H– 602.
- El híbrido de menor rendimiento en las localidades de EET – Pichilingue, Balzar y la EE – Portoviejo fue el Trueno, se asevera que la calidad de la semilla influyó en dichos rendimientos, ya que las condiciones de manejo del cultivo por las localidad y por tratamientos fueron similares.
- La mejor localidad de evaluación por sus rendimientos fue la EE – Portoviejo, ya que las condiciones agroambientales y manejo de cultivo permiten tener dichos resultados.
- La línea polinizador CML – 172 presenta buena habilidad combinatoria específica debido a que con las líneas cruzadas muestran una excelente heterosis.

- En los mejores rendimientos obtenidos en esta investigación, se ven reflejadas las condiciones favorables de suelo, clima y de manejo del cultivo que presentan las localidades de Balzar y en la EE – Portoviejo.
- La incidencia de enfermedades como (*Exerohilum turcicum*) y (*Puccinia sorghi*) no repercutieron en los rendimientos de los híbridos en ninguna de las localidades; la afectación no fue severa ya que las condiciones de humedad no permitieron que se desarrollen, así presentándose dentro de los rangos aceptables según la escala del CIMMYT.
- Para *Curvularia lunata* el híbrido L-9-1 QPM 9 x CML-172 que fue el de mejor rendimiento en las localidades de Balzar y la EE – Portoviejo, presentó una incidencia de 3,3 y 3 respectivamente, según la escala del CIMMYT, identificándole como el 50 % de incidencia.
- En cuanto a *Spiroplasma kGunkelli*, MBS el híbrido trueno presentó mayor incidencia según la escala del CIMMYT con un valor del 3 % en la EE – Portoviejo, de todos los híbridos en la investigación.
- Las líneas identificadas como superiores son: L-9-1 QPM 9 y L-11-4 QPM1 por su floración temprana, tolerancia a enfermedades evaluadas, porcentaje de pudrición menor; ya que la longitud, diámetro e hileras de las mazorca son los adecuados y presentan mejores los rendimientos.

## VII. RECOMENDACIONES

- Los híbridos QPM evaluados se originan de líneas con alto grado heterótico; sería interesante aumentar su grado de homocidad, hasta un  $S_4$ , ya que las características genéticas serían más homogéneas lo cual generaría una expresión aun mejor en campo, permitiendo observar un aumento en su potencial híbrido.
- Es importante que en la EET – Pichilingue se realice un estudio para implementar un sistema de riego, ya que nos permitiría obtener mejores rendimientos de las líneas o híbridos a evaluar.
- Al realizar una investigación similar a esta se recomienda probar con otro polinizador, ya que nos permitiría encontrar mejores rendimientos.

## VIII. RESUMEN

Con la finalidad de evaluar la habilidad combinatoria específica de líneas de maíz de alta calidad de proteína (QPM), se cruzaron 128 líneas con un polinizador, en tres zonas del litoral ecuatoriano para identificar las líneas superiores.

Los híbridos fueron formados mediante parcelas de despanojamiento durante la época lluviosa del 2010 en la EET – Pichilingue. Durante la época seca de este mismo año bajo un diseño alpha lattice 5 x 4 en las localidades de la EET – Pichilingue, Balzar y EE – Portoviejo se evaluaron 10 híbridos de alta calidad proteica más 10 testigos comerciales. Se analizaron las variables días de floración femenina, altura de planta e inserción de mazorca, incidencia de enfermedades (*Exerohilum turcicum*, *Puccinia sorghi*, *Curvularia lunata*, *Spiroplasma kGunkelli*, *MBS*), rendimiento, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, aspecto de mazorca y porcentaje de cobertura. Se realizaron análisis de varianza para cada variable y por cada localidad.

El mejor híbrido en la localidad de la EET – Pichilingue y en la EE – Portoviejo fue el L-9-1 QPM 9 x CML-172 con un promedio de 8600 y 12300 kilogramos por hectárea respectivamente. En la Balzar el mejor híbrido fue el L-11-4 QPM1 x CML-172 con 9300 kilogramos por hectárea, superando a los testigos 30 F 35 con 8900 kg/ha, INIAP H – 552 con 7500 kg/ha, INIAP – 602 con 7000 kg/ha. Permittiéndonos encontrar dos líneas superiores la L-9-1 QPM 9 y L-11-4 QPM1

## IX. SUMMARY

In order to evaluate the specific combining ability of maize lines of high quality protein maize (QPM), 128 lines were crossed with a pollinator, in three areas of the Ecuadorian coast to identify superior lines.

The hybrid was formed by despanojamiento plots during the rainy season of 2010 on the TSE - Pichilingue. During the dry season this year under an alpha lattice design 5 x 4 in the sites of TSE - Pichilingue, Balzar and EE - Portoviejo 10 hybrids were evaluated high-quality protein plus 10 commercial control. Were analyzed on days silking, plant height and ear insertion, incidence of diseases (*Exerohilum turcicum*, *Puccinia sorghi*, *Curvularia lunata*, *Spiroplasma kGunkelli*, MBS), yield, ear diameter, ear length, number of rows per ear, ear aspect and percent coverage. Analysis of variance were conducted for each variable and for each locality.

The best hybrid in the town of TSE - Pichilingue and the U.S. - Portoviejo was the L-9-1 QPM 9 x CML-172 with an average of 8600 and 12300 kilogram per hectare respectively. Balzar in the best hybrid was the L-11-4 QPM1 x CML-172 with 9300 kg per hectare, exceeding 30 F 35 witnesses and 8900 kg/ha, INIAP H - 552 with 7500 kg/ha, INIAP - 602 with 7000 kg/ha. Allowing us to find two lines above the L-9-1 QPM 9 and L-11-4 QPM1

## X. BIBLIOGRAFIA

- Aldrich, SR; Leng, EA.1974. Producción Modernas del Maíz. Trades. O  
Martínez Tenreiro y P Leguisamón. Buenos Aires AR. Hemisferio Sur.  
302 p.
- Saliceti M; Beaver J. 2005. Evaluación de variedades e híbridos del Quality  
Protein Maize (QPM) de CIMMYT. EEA-I. Mayaguez. PR.  
Universidad de Puerto Rico. 25 p.
- Bustamante Granda, RE. 1972. Estudio de la heterosis en rendimiento y otros  
caracteres híbridos simples de maíz. Tesis Lic., Guayaquil, EC,  
Universidad de Guayaquil. 60 p.
- Brauer Herrera O; et al. 1976. Análisis del Contenido de Proteína del Maíz  
Híbrido H-28 en Diferentes Etapas Fisiológicas de su Desarrollo.  
Agrociencia. no. 25:5-27 p.
- Cantrell, RP; Dowsell, CR; Paliwal, RL. 1996. Maize in the Third World:  
Improved Nutricional Quality. Ed. Breth, SA. Colorado, USA.  
Westview. 247 p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1972.  
Hihg – Quality Protein Miza: Symposium on Protein Quality in Maize.  
El Batán. MX. Halsted Press.509 p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 2008.  
Mejoramiento de maíz con calidad de proteína (QPM) / Protocolos para  
generar variedades QPM. (En línea). México, D.F. MX. Consultado 04  
oct. 2009. Disponible en [http://www.cimmyt.org/spanish/docs/manual/protocols/s\\_qpm\\_protocols.pdf](http://www.cimmyt.org/spanish/docs/manual/protocols/s_qpm_protocols.pdf)

- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 2009. México y el CIMMYT / Evaluación del impacto en la ganancia de peso en animales de traspatio. (En línea). México, D.F. MX. Consultado 12 oct. 2009. Disponible en <http://www.cimmyt.org/spanish/wps/mexico/mexicocimmyt.htm>
- Cocha Tinillo, SM. 1992. Obtención y evaluación de híbridos simples de maíz (*Zea mays* L.) formados entre líneas con diferentes grado de endogamia. Tesis Lic., Babahoyo, EC, Universidad Técnica de Babahoyo. 67 p.
- Cubero, JI. 2003. Introducción a la mejora genética vegetal (en línea) Madrid. ES. 2 ed. Consultado 14 oct. 2009. Disponible en <http://books.google.com.ec/books?id=R7BbEm3uQ2kC&pg=PA293&lpg=PA293&dq=que+es+híbrido+simple&source=bl&ots=I2-hMeNAmd&sig=DK6jlXvQEHgPr0FUNhfp39ovQks&hl=es&ei=mXWSsSEGcKtIAeMjdypBg&sa=X&oi=bookresult&ct=result&resnum=9&ved=0CBkQ6AEwCA#v=onepage&q=&f=false>.
- Disla, Y. 2007. Proceso para Evaluar el Impacto Nutricional Potencial del Consumo de Maíz Colombiana: Avances. (en línea). Consultado 15 oct. 2009. Disponible en [http://www.agrosalud.org/descargas/presentacion\\_yalina\\_disla\\_agrosalud.pdf](http://www.agrosalud.org/descargas/presentacion_yalina_disla_agrosalud.pdf)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).1984 Conservación de los recursos genéticos de los peces: problemas y recomendaciones. Informe de la Consulta de Expertos sobre los recursos genéticos de los peces. (En línea). Roma,

IT. Consultado 14 oct. 2009. Disponible en [www.fao.org/docrep/005/ad013s/AD013S03.htm](http://www.fao.org/docrep/005/ad013s/AD013S03.htm)

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).1993. El Maíz en la Nutrición Humana / Comparación del valor nutritivo del maíz común y del maíz con proteínas de calidad. (En línea).Roma, IT. Consultado 21 oct. 2009. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S09.htm#Capitulo%206%20Compación%20del%20valor%20nutritivo%20del%20maíz%20común%20y%20del%20maíz%20con%20prot%20eínas%20de%20calidad>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).2001. El Maíz en los Trópicos / Mejoramiento y producción. (En línea).Roma, IT. Consultado 02 oct. 2009. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/X7650S00.HTM>

Guerrero García, A. 1999. Cultivos herbáceos extensivos (en línea) Bilbao. ES. Consultado 14 oct. 2009. Disponible en [http:// books.google.com.ec/books?id=ImiIbpnsKr0C&pg=PA224&lpg=PA224&dq=hibrido+simpl&source=bl&ots=NuATAWE6qt&sig=k1P\\_tPSlfdyNFL0-9eoDzltZlc&hl=es&ei=F0LWSvnglAfhgrycCQ&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=9&ved=0CBgQ6AEwCA#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=ImiIbpnsKr0C&pg=PA224&lpg=PA224&dq=hibrido+simpl&source=bl&ots=NuATAWE6qt&sig=k1P_tPSlfdyNFL0-9eoDzltZlc&hl=es&ei=F0LWSvnglAfhgrycCQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=9&ved=0CBgQ6AEwCA#v=onepage&q=&f=false)

INCAGRO (Innovación y Competitividad para el Agro Peruano). 2001. Glosario de términos. (en línea). Lima. PE. Consultado 13 oct. 2009. Disponible en [http:// www.incagro.gob.pe/portal.shtml?m=glosario](http://www.incagro.gob.pe/portal.shtml?m=glosario).

INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo). 2008. Visualizador de Estadísticas agropecuarias del Ecuador. (en línea). EC. Consultado 14

oct. 2009. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.com/lcds-samples/testdrive-remoteobject/main.html#>.

INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas) 2001. Comportamiento Agronómico de Híbridos y Variedades de Maíz QPM en Venezuela. (en línea). VE. Consultado 16 mar. 2011. Disponible en <http://www.docstoc.com/docs/44572536/Comportamientogr%C3%B3mico-de-H%C3%ADbridos-y-Variedades-de-Ma%C3%ADz-QPM>

INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). 1985. INIAP H - 550: Un Híbrido de Maíz para la Zona Central del Litoral Ecuatoriano. Plegable No. 83.

INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). 1990. INIAP H - 551: Híbrido de Maíz para la Zona Central del Litoral. Plegable No. 112

INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). 2003. INIAP H - 552: Nuevo Híbrido de Maíz Amarillo para la Zona Central del Litoral. Plegable No. 197

INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). 2007. Informe anual del programa de maíz de la EET - Pichilingue. 42p.

INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). 2009A. Primera Feria Nacional de Maíz (en línea) Quito. EC. Consultado 12 nov. 2009. Disponible en [http://www.iniap-ecuador.gov.ec/noticia.php?id\\_noticia=412](http://www.iniap-ecuador.gov.ec/noticia.php?id_noticia=412).

INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). 2009B. INIAP H - 553: Híbrido de Maíz para la Zona Central del Litoral. Plegable No. 304

- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria).2002. Maíces QPM Quality Protein Maize. (En línea).Buenos Aires, AR. Consultado 06 oct. 2009. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/leales/investigaciones/detalles/qpm.htm>
- Jugenheimer, RW. 1981. Maíz: Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Primera edición. MX. Limusa. 821p.
- Llanos Company, M. 1984. El Maiz: Su cultivo y aprovechamiento. Primera edición. Madrid, ES. Mundi – Prensa. 314 p.
- Márquez Sánchez, F. 1988. Genotecnia Vegetal: Métodos Teoría Resultados. México, D.F. MX. Calypso, S.A. Tomo II. 665 p.
- Paliwal RL; 1986, Fitogenética Aplicada, EEUU, 125-135 p.
- Paliwal RL; et al. 2001. El Maíz en los Trópicos: Mejoramiento y producción. Roma. IT. Viale delle Terme di Caracalla. 282 p.
- Poehlman, JH; Sleper, DA. 2003. Mejoramiento genético de las cosechas: Mejoramiento genético del maíz. Ed. Noriega. 2 ed. MX. Linusa, S.a. 499 p.
- Prasanna, BM; et al. 2001. Quality protein maize: Some recent QPM varietal releases in Latin America, Africa and Asia. Current science, Vol. 81. No. 10. 12 p.
- SICA (Servicio de Información y Censo Agropecuario). 2008. Cadenas agroindustriales / Maíz y Avicultura (en línea) EC. Consultado 06 oct. 2009. Disponible en <http://www.sica.gov.ec/>
- Vallejo Cabrera, FA; Estrada Salazar EI. 2002. Mejoramiento genético de las plantas. Cali. CO. Consultado 14 oct. 2009. Disponible en

<http://books.google.com.ec/books?id=KdmwRS94eJYC&pg=PA316&dq=que+es+un+híbrido+triple#v=onepage&q=&f=false>.

Vallejo FA; Estrada EI. 2002. Mejoramiento Genético de las Plantas: Mejoramiento genético de especies alógamas. (en línea). Consultado 13 nov. 2009. Disponible en <http://books.google.com.ec/books?id=KdmwRS94eJYC&pg=PA316&dq=que+es+un+híbrido+triple#v=onepage&q=&f=false>

Villaviciencio, P; Zambrano, J. L. Guía para la producción de maíz amarillo duro, en la zona central del Litoral Ecuatoriano. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Boletín divulgativo No. 353. Quevedo, Ecuador. 24 p.

William, L. et al. 1988. Quality Protein Maize: Malnutrition and Protein Quality. Bostid. Washington, DC. 100 p.

Zambrano, J. 2008. Híbridos de maíz de grano amarillo duro de alta productividad y calidad proteica (QPM) como alternativa para los agricultores del Litoral ecuatoriano. INIAP / EET - P / Programa Maíz. Quevedo, EC. 17 p. Proyecto SENACYT PIC-08-345.

## XI. ANEXOS

### Anexo 1.

**Cuadro 21.** Croquis del ensayo en la EET – Pichilingue

I					II					III				
7	13	18	2	15	16	20	10	2	9	7	14	1	20	10
12	3	8	20	4	15	17	14	6	8	15	5	3	16	17
14	1	11	17	9	19	18	1	13	3	13	4	2	6	11
10	16	5	19	6	5	11	4	12	7	18	8	19	12	9

**Cuadro 22.** Croquis del ensayo en Balzar

I					II					III				
16	17	18	6	1	9	18	15	7	12	14	5	15	8	6
8	19	3	10	12	17	13	8	19	4	10	7	13	20	17
5	15	7	11	4	16	14	1	5	10	1	19	9	11	3
13	14	2	9	20	6	2	20	11	3	18	2	12	16	4

**Cuadro 23.** Croquis del ensayo en EE – Portoviejo

I					II					III				
20	19	7	15	4	9	3	17	11	4	17	16	10	7	18
12	11	10	9	2	1	15	10	19	13	1	12	9	6	15
16	1	14	17	5	6	2	20	16	14	4	14	13	2	8
8	18	3	13	6	8	7	5	12	18	5	20	19	11	3

Anexo 2.

**FOTOS DE LOS MEJORES HÍBRIDOS QPM**



**Figura 5** Híbrido L - 9 - 1 QPM 9



**Figura 6** Híbrido L - 11 - 4 QPM 1