

**PRIMER CICLO DE SELECCIÓN DE 162 FAMILIAS DE
MEDIOS HERMANOS DE MAIZ NEGRO Y 120 DE MAÍZ
CHULPI (*Zea mays L.*) DE LA SIERRA ECUATORIANA, EN
TUNSHI, PARROQUIA LICTO, PROVINCIA DE
CHIMBORAZO**

ALEJANDRA EVELYN DIAZ MARTINEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TITULO DE INGENIERA AGRÓNOMO**

**Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado: **“PRIMER CICLO DE SELECCIÓN DE 162 FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS DE MAIZ NEGRO Y 120 DE MAÍZ CHULPI (*Zea mays L.*) DE LA SIERRA ECUATORIANA, EN TUNSHI, PARROQUIA LICTO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, de responsabilidad de la señora egresada Alejandra Evelyn Díaz Martínez, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

Ing. David Caballero N _____

DIRECTOR

Ing. Wilson Yánez G. _____

MIEMBRO

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Riobamba, junio de 2010

Dedicatoria

A mi padre por su apoyo, a mis hermanos por su cariño y ayuda; de manera especial a mi esposo por su amor, paciencia y comprensión.

A mi querido hijo Martincito quién con una sonrisa y un abrazo me motiva a seguir adelante.

Agradecimiento

A Dios, por ser mi escudo y mi mayor fortaleza, a mi mejor amiga Jenny por su apoyo incondicional en momentos de felicidad y tristeza.

A los ingenieros David Caballero, Director de Tesis, Carlos Yáñez, Codirector y Wilson Yáñez, Miembro del Tribunal, por su guía y orientación proporcionada en el desarrollo de este trabajo pero especialmente por brindarme su amistad.

Al Agr. Jorge Heredia y al Ing. Javier Noroña técnicos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), por su colaboración en el estableciendo y manejo del ensayo.

A todos quienes creyeron en mí y también a aquellos cuya duda me motivó a seguir luchando.

LISTA DE CONTENIDO

CAPITULO	CONTENIDO	PÁGINA
	LISTA DE CUADROS	vi
	LISTA DE FIGURAS	viii
	LISTA DE GRÁFICOS	ix
	LISTA DE ANEXOS	xii
I.	TÍTULO	1
II.	INTRODUCCIÓN	1
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	21
V.	RESULTADOS	33
VI.	CONCLUSIONES	64
VII.	RECOMENDACIONES	65
VIII.	RESUMEN	66
IX.	SUMARY	67
X.	BIBLIOGRAFÍA	68
XI.	ANEXOS	71

LISTA DE CUADROS

NÚMEROS	CONTENIDO	PÁGINA
1.	Tipos de maíz dulce.	20
2.	Familias de Maíz Negro seleccionadas a partir de ensayos realizados en Tunshi e INIAP Santa. Catalina, 2006.	23
3.	Familias de Maíz chulpi seleccionadas a partir de ensayos realizados en Tunshi e INIAP Santa Catalina.	25
4.	Valores máximos mínimos y promedios generales de 16 variables evaluadas en 162 familias de medios hermanos de maíz negro y promedios de sus progenitores del ciclo 2006 en Tunshi y Santa Catalina.	34 2
5.	Agrupación de familias según el porcentaje de acame de raíz dentro del rango correspondiente.	36
6.	Agrupación de familias según el porcentaje de acame de tallo dentro del rango correspondiente.	36
7.	Valores máximos mínimos y promedios generales de 16 variables evaluadas en 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi y promedios de sus progenitores del ciclo 2006 en Tunshi y Santa Catalina.	44
8.	Agrupación de familias que no presentan acame de raíz y aquellas que presentan porcentajes máximos.	45
9.	Agrupación de familias que no presentan acame de tallo y	45

aquellas que presentan porcentajes máximos.

- | | | |
|-----|---|----|
| 10. | Veinte familias seleccionadas, promedios de selección y de población en 6 descriptores agronómicos de 162 familias de medios hermanos de maíz negro. | 51 |
| 11. | Veinte familias seleccionadas, promedios de selección y de población en 6 descriptores agronómicos de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi. | 58 |
| 12. | Nº de mazorcas seleccionadas de las 20 mejores familias de maíz negro y chulpi. | 63 |

LISTA DE FIGURAS

NÚMERO	CONTENIDO	PÁGINA
1.	Organigrama de Mejoramiento de Poblaciones de maíz.	17

LISTA DE GRAFICOS

NÚMEROS	CONTENIDO	PÁGINA
1.	Porcentajes de infección en la variable cuantitativa enfermedad foliar prevalente de 162 familias de medios hermanos de maíz negro.	37
2.	Porcentaje de predominancia de color en la variable cualitativa color prevalente del tallo de 162 familias de medios hermanos de maíz negro.	41
3.	Porcentaje de predominancia de color en la variable cualitativa color del grano de 162 familias de medios hermanos de maíz negro.	42
4.	Porcentajes de infección en la variable cuantitativa enfermedad foliar prevalente de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi.	46
5.	Porcentaje de predominancia de color en la variable cualitativa color del grano de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi.	50
6.	Promedios de población estimada, población obtenida de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable días a la floración femenina, Tunshi, 2009.	52
7.	Promedios de población estimada, población obtenida de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable altura de planta,	53

	Tunshi, 2009.	
8.	Promedios de población estimada, población obtenida de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable altura de mazorca, Tunshi, 2009.	54
9.	Promedio de población obtenida de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable acame de tallo, Tunshi, 2009.	54
10.	Promedios de población estimada, población obtenida de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable porcentaje de pudrición de mazorca, Tunshi, 2009.	55
11.	Promedios de población estimada, población obtenida de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable rendimiento, Tunshi, 2009.	56
12.	Promedios de población estimada, población obtenida de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable días a la floración, femenina, Tunshi, 2009.	57
13.	Promedios de población estimada, población obtenida de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable altura de planta, Tunshi, 2009.	59
14.	Promedios de población estimada, población obtenida de 120	60

familias de medios hermanos de maíz chulpi y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable altura de mazorca, Tunshi, 2009.

- | | | |
|-----|---|----|
| 15. | Promedios de población obtenida de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable acame de tallo, Tunshi, 2009. | 60 |
| 16. | Promedios de población estimada, población obtenida de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable porcentaje de pudrición de mazorca, Tunshi, 2009. | 61 |
| 17. | Promedios de población estimada, población obtenida de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable rendimiento, Tunshi, 2009. | 62 |

LISTA DE ANEXOS

NÚMEROS	CONTENIDO	PÁGINA
1.	Datos registrados de las variables evaluadas en las 162 familias de medios de maíz negro. Tunshi, 2009.	72
2.	Datos registrados de las variables evaluadas en las 120 familias de medios de maíz chulpi. Tunshi, 2009.	76
3.	Diez entradas seleccionadas, promedios de selección y de población en 5 descriptores agronómicos de 65 accesiones y cinco testigos de maíz negro de altura. ESPOCH – TUNSHI, 2007.	79
4.	Nueve entradas seleccionadas, promedios de selección y la población en 6 descriptores agronómicos de 64 accesiones evaluadas de maíz negro. EESC, 2007.	80
5.	Ocho accesiones seleccionadas, promedios de selección y la población en 6 descriptores agronómicos de 30 accesiones de maíz chulpi de altura. ESPOCH – TUNSHI, 2007.	80
6.	Entradas seleccionadas, promedios de selección y la población en 7 descriptores agronómicos de 30 accesiones evaluadas de maíz chulpi. EESC, 2007	81

I. PRIMER CICLO DE SELECCIÓN DE 162 FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS DE MAÍZ NEGRO Y 120 DE MAÍZ CHULPI (*Zea mays L.*) DE LA SIERRA ECUATORIANA, EN TUNSHI, PARROQUIA LICTO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

II. INTRODUCCIÓN

En la serranía ecuatoriana, el cultivo de maíz es uno de los más importantes, ya que ocupa un área de alrededor de 500.000 ha y es un componente básico en la dieta de la población rural, lo que ha hecho que sea considerado como un rubro prioritario para la investigación. La superficie cosechada con maíz de altura alcanza las 229.636 ha, con rendimientos promedios de 0.45 t/ha para maíz suave en seco y 1.4 t/ha para maíz suave en choclo (SERVICIO DE INFORMACIÓN Y CENSO AGROPECUARIO, 2005).

En la producción del maíz de tierras altas prevalecen los materiales locales que cubren más del 95% del área cultivada; los sistemas de cultivo son tradicionales y consisten en asociaciones principalmente con fréjol voluble, con una muy escasa utilización de semilla de calidad, fertilizantes y otros insumos agrícolas. Ecuador es uno de los países con mayor diversidad genética de maíz por unidad de superficie, el preservarla representará el recurso natural renovable más importante para la supervivencia, la sostenibilidad rural y la seguridad alimentaria de las futuras generaciones (Yáñez, C *et. al* 2003).

En estudios bromatológicos realizados por el Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP se han determinado los contenidos de aminoácidos (Lisina y Triptófano) de las diferentes razas locales de maíz, entre las que tenemos a chulpi y maíz negro (racimo de uva) con valores elevados en comparación a otras razas cultivadas en el País (Gallo, 2003).

Sin duda los dos materiales (chulpi y maíz negro) constituyen una fuente rica de triptófano y lisina, aminoácidos esenciales del organismo humano y que son deficientes en los maíces normales. Además de que en los últimos años países industrializados como Japón,

Alemania y USA han visto un gran potencial en la utilización de pigmentos naturales de coloración en alimentos y bebidas (Manrique, 2000).

El Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), se concentra fundamentalmente en conservar la diversidad de maíz existente, poniendo énfasis en desarrollar variedades mejoradas a partir de cultivares locales; realizando actividades que incluyen: colección de mazorcas en campo de agricultores, caracterización, evaluación agro morfológica con metodología participativa, cruzamientos entre las mejores colectas, métodos de selección y validación con agricultores de la misma región de donde fueron colectados los materiales.

Estas variedades mejoradas conservan las mismas características de mazorca y grano que el material original, así como la adaptación específica a las regiones para las que fueron desarrolladas, pero con rendimientos que notablemente superan a las variedades tradicionales (Yáñez *et al.*, 2003).

Con estas consideraciones el proyecto **“PRODUCCION, USO SOSTENIBLE Y CONSERVACION DE DOS CULTIVARES TRADICIONALES DE MAIZ (negro y chulpi) EN LA SIERRA DEL ECUADOR”** que cuenta con el financiamiento del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) pretende mejorar la nutrición y calidad de vida de los productores maiceros de la sierra, mediante una adecuada capacitación y uso de tecnología accesible. Así los productores conservarán estas razas y estarán en capacidad de aumentar la producción, comercializar y recibir un mejor precio por su producto. El proyecto consta de tres fases, en la primera se realizó una *Caracterización y Evaluación Agromorfológica de 65 accesiones de Maíz tipo negro y 29 de Maíz chulpi*, en la segunda se efectuó una *Estimación de la Endogamia en 24 líneas S1 de maíz negro (Zea mays L.), provenientes de 8 colectas de la sierra ecuatoriana* y en esta tercera y última fase se realizó un *Primer ciclo de selección de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y 120 de maíz chulpi*.

Como es de conocimiento, en nuestro país, la mayor parte de la población rural depende del maíz para su seguridad alimentaria, por el rol que cumple en la dieta de la población, ya que para muchos esta gramínea es la principal fuente de energía y lo consumen

preparado como: tostado, choclo, mote, harinas, coladas, maicenas, etc.

En la Sierra del Ecuador se han identificado 17 de las 29 razas de maíz existentes en el país pero algunas de ellas como el chulpi y el maíz negro, corren el riesgo de desaparecer debido principalmente al poco uso y valor agregado que los productores dan a este tipo de maíces, desaprovechando una valiosa fuente de proteína y poniendo en riesgo la variabilidad de los cultivares tradicionales de maíz de altura.

El uso limitado y la poca importancia que se ha dado a estos dos tipos de maíces, son las principales causas para que actualmente no se cuente con variedades mejoradas de maíz negro y en cuanto a maíz chulpi no se tiene material fresco, y su mejoramiento genético está basado en la formación de poblaciones, las cuales requieren ser desarrolladas eficientemente, mediante varios ciclos de selección; hasta obtener materiales uniformes que posteriormente sean liberados como variedades.

Por esta razón se consideró necesario continuar con el estudio coparticipativo entre la ESPOCH y el INIAP realizando un Primer Ciclo de Selección de 162 Familias de Medios Hermanos de Maíz Negro y 120 de maíz Chulpi de la Sierra ecuatoriana, en Tunshi, parroquia Licto, provincia de Chimborazo.

En el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

1. General

Realizar un primer ciclo de selección de 162 familias de medios hermanos de maíz Negro y 120 de maíz Chulpi de la Sierra ecuatoriana, en Tunshi, parroquia Licto, provincia de Chimborazo

2. Específicos

a. Seleccionar las mejores familias de maíz negro y de maíz chulpi.

- b. Incrementar y conservar semillas de cada una de las familias seleccionadas tanto maíz negro como en chulpi.

III. REVISION DE LITERATURA

A. MEJORAMIENTO GENETICO

Caicedo, (2001) cita a Chávez, (1995) quien dice que las plantas alógamas son muy heterocigotas debido a la forma de polinización. En consecuencia, rara vez se utilizan de manera individual para constituir una nueva variedad, ya que la segregación y la polinización cruzada dificultan la conservación del progenitor. Por esta razón, los métodos de mejoramiento de estas especies difieren de los empleados en plantas autógamias.

Chávez, (1995), además, afirma que los métodos de mejoramiento desarrollados por el hombre que se utilizan actualmente en la mejora genética de las plantas dependen fundamentalmente de la estructura genética de las poblaciones (homocigóticas o heterocigóticas); además para la utilización de dichos métodos es fundamental el conocimiento de las plantas en lo referente a:

- Forma de reproducción
- Forma normal de polinización
- Tipo de plantas de acuerdo con la disposición de los órganos sexuales: monoicas y dioicas.
- Tipo de planta por la maduración de los órganos sexuales
- Hábitos de crecimiento
- Características morfológicas y fisiológicas

Márquez, (1985) y Borlaug, (1983) citados por Caicedo (2001) concuerdan en que el objetivo del mejoramiento genético es el de introducir diversidad genética consistiendo este en escoger dentro de una población, a los individuos que ofrecen las mejores características logrando una evolución acelerada de dicha población en selección. Para esto, es necesario que exista variación no sólo fenotípica sino también genética.

Para Robles, (1987) la mejora de plantas cultivadas tiene un fin primordial que es la creación de variedades de alta producción por unidad de superficie, en un determinado medio y con determinados procedimientos culturales. Otras veces, la mejora procura obtención de materiales:

- Resistentes a plagas, enfermedades y acame de tallo y raíz.
- Precoces
- De fácil adaptación
- Y de cualidades de calidad como ricos en proteína, aceite, almidón, etc.

Chávez, (1995), manifiesta que el mejoramiento poblacional consiste en formar nuevas poblaciones en donde se incrementa la medida de rendimiento después de cada ciclo de selección, y que dicho incremento se debe a que los individuos seleccionados, poseen genes superiores, que al recombinarse al azar producen nuevos genotipos de mayor producción, por tanto se espera que la población sea más productiva en promedio que la anterior.

En una población de plantas alógamas se pueden encontrar y seleccionar individuos de alta producción y de características agronómicas deseables, sin embargo, estos no son de herencia constante debido a que todos sus gametos son diferentes, lo que crea distintos individuos en cada ciclo generacional.

Desde el punto de vista teórico, se ha considerado que es posible identificar y seleccionar individuos de gran rendimiento, los cuales al combinarse darían origen a nuevas poblaciones de mayor productividad.

Asimismo, mediante la formación de híbridos cuyas F1, manifiesten un alto grado de heterosis se puede incrementar la producción. En la práctica se ha demostrado que estas dos opciones son efectivas.

La primera idea ha dado origen a varios sistemas de selección, particularmente los de selección recurrente, mientras que la segunda ha provocado la formación de híbridos cuya semilla para siembra se obtiene en la generación F1. Ambos métodos de mejoramiento genético se han utilizado ampliamente para mejorar poblaciones de maíz (Chávez, 1995).

1. La mejora del Maíz

De La Loma, (1985) señala que: el mejoramiento de un genotipo de maíz con el objetivo de incrementar un carácter cuantitativo, como por ejemplo el rendimiento, se dificulta por cuanto la selección de individuos no puede hacerse por observación fenotípica únicamente, ya que un aspecto vigoroso o una gran altura de la planta no garantiza en todos los casos altos rendimientos.

a. Caracteres Cuantitativos

Son aquellos determinados por poligenes, por lo que el efecto individual de cada gene es pequeño en comparación al efecto total, siendo altamente influenciado por el medio ambiente y que como consecuencia de todo lo anterior su manifestación fenotípica ofrece una variación continua que generalmente se ajusta a la distribución normal estadística. Esto se denomina herencia multifactorial (Márquez, 1985).

Vega, (1988) afirma que la selección de caracteres cuantitativos está estrechamente ligada a la heredabilidad del carácter a mejorar, y el progreso que puede lograrse a través de la selección depende de la disponibilidad de suficiente variabilidad genética de tipo aditivo.

b. La heredabilidad

Se define como la proporción de la variación genotípica observada en un carácter cuantitativo que es atribuible a causas genéticas. Se divide en heredabilidad de sentido amplio y heredabilidad en sentido restringido.

Cuando se trata de mejorar plantas alógamas como por ejemplo el maíz, se considera únicamente a la heredabilidad en sentido restringido, ya que lo que interesa para los fines

de la selección, es la fracción de la heredabilidad fenotípica que se transmite a los descendientes, y en este caso es la variación genética de tipo aditivo la que se comporta esta manera (Vega, 1988).

B. METODOS DE MEJORAMIENTO DE PLANTAS ALÓGAMAS

Los principales métodos para el mejoramiento de las especies de fecundación cruzada se pueden agrupar en los siguientes:

- Introducción
- Selección
- Variedades sintéticas
- Hibridización

Caicedo (2001), al citar a Castillo *et al.*, (1991), indica que la **selección** es el proceso por el cual aparentemente genes no deseados o combinaciones de genes son eliminados de una población. La selección es un proceso de reproducción diferencial de genotipos, mediante el cual, solo se permite la producción de descendencia a aquellos individuos que presenten características deseables.

Muchas de las características de las plantas que tienen importancia comercial, se deben a la acción de poligenes, por lo tanto, se debe usar la genética cuantitativa para describir el proceso de selección. La selección puede evaluarse con parámetros como: la media, la varianza genética aditiva, la heredabilidad y las correlaciones aditivas entre las características más importantes (UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL SUR DEL LAGO (UNESUR), 2007).

1. Diagrama de selección:

Para predecir la respuesta a la selección, es necesario conocer la siguiente información (UNESUR, 2007):

- a. Magnitud de la heredabilidad del carácter seleccionado.

- b. Estructura reproductiva de la población y cuantía reproductiva de la misma.
- c. Distribución de los individuos en familias.
- d. Sistema de apareamiento.

La selección es lo esencial en la reproducción de plantas y animales y ha jugado un papel importante en la historia de los seres vivos. Desde el punto de vista del mejoramiento genético, la selección se basa en escoger los individuos que presentan las características deseadas por el mejorador (Hallauer y Miranda, 1988).

Cubero, (1999), señala que la selección consiste en la elección de individuos o familias que muestren características requeridas, la mezcla de cuyas semillas constituirá la semilla de siembra de la generación siguiente. El proceso se repite hasta conseguir una nueva población adecuada a nuestras necesidades.

Caicedo, (2001), al citar a Pandey *et al.*, (1991) indica que este procedimiento tiene como objetivo el mejoramiento de las poblaciones de forma cíclica, mediante el aumento de la frecuencia de genes favorables y el mantenimiento de una adecuada variabilidad genética, para una selección y mejoramiento continuo.

La selección recurrente o selección cíclica es aquella en la cual de manera sistemática se escogen las plantas de una población, seguida por la recombinación de las mismas para formar una nueva población, y tiene por objeto incrementar la frecuencia de genes deseables en las poblaciones variables al seleccionar y recombinar generación tras generación las plantas que llevan estos genes. La efectividad de dicha selección depende según Chávez, (1995), de:

- La variabilidad genética
- Las frecuencias génicas de la población
- La heredabilidad de las características bajo selección

Además, el éxito de la misma estará en función de:

- La existencia de genes deseables en la población original

- La efectividad del proceso de selección
- El grado de recombinación
- El número de ciclos de selección

2. Sistemas de selección

La selección es el método más antiguo de mejoramiento y producción de nuevas variedades. Debemos distinguir, de cualquier manera, entre selección natural, ejercida por la naturaleza a lo largo del tiempo y selección artificial, realizada por el hombre con un objetivo determinado. Los métodos de selección que el hombre utiliza para la producción de nuevas variedades son variados pero los podemos resumir en dos: Selección masal y selección de líneas puras (LIBROGEN, 2004).

Según Chávez, (1995), los métodos de selección se divide en:

- a. Fenotípica: Cuando la selección se basa en el fenotipo de la planta (Selección masal)
- b. Genotípica: Cuando las plantas se seleccionan en base del comportamiento de su progenie (Selección de familias de Medios Hermanos, Hermanos Completos, progenies autofecundadas, etc.).

Cubero, (1999), manifiesta que se pueden distinguir los siguientes tipos de selección:

- *Individual, familiar*, según se seleccionen individuos o familias, y *combinada*, con los que se seleccionan familias e individuos dentro de ellas.
- Selección *directa*, (el material seleccionado, sea en forma de individuos o de familias, forma la generación siguiente sin otra evaluación), o con *evaluación de descendencia* (el material seleccionado se evalúa por medio de sus descendientes antes de entrar a formar parte de la generación siguiente).
- La generación de selección y la de recombinación son la misma o no.
- Con utilización o no de autofecundación o clonación.

Un programa de mejora puede incluir una o varias de estas modalidades.

Caicedo, (2001) al citar a Pandey *et al.*, (1991), y Chávez, (1995), coinciden en que los distintos sistemas de selección recurrente son generalmente agrupados en:

- Sistemas de selección recurrente intrapoblacional, para una población (este método es usado para el mejoramiento de maíz)
- Sistemas de selección recurrente interpoblacional; para dos poblaciones a la vez, dirigidos a hibridación.

Según Chávez, (1995), las diferencias entre los métodos de selección recurrente están en función de: las unidades de selección (US), unidades de recombinación (UR) y del control parental (CP).

a. Selección recurrente intrapoblacional

Es usado para mejorar una población e incluye selección dentro de una u otras poblaciones. La población mejorada se puede usar como una nueva variedad, o bien se puede derivar líneas para explotarla como variedades homocigóticas, o para el uso en combinaciones híbridas (Chávez 1995).

Según Márquez (1985); Hallauer y Miranda (1988), la selección intrapoblacional involucra el mejoramiento de una población, y los métodos más comunes para hacerlo son la selección masal y la familiar en cualquiera de sus variantes: medios hermanos paternos o maternos, hermanos completos y de autohermanos (líneas S1 ó S2).

1) Selección masal

Según Chávez (1995), se divide en: simple, estratificada y convergente-divergente.

a) Simple

Chávez (1995), manifiesta que la selección masal simple es la selección fenotípica cuya unidad de selección es el individuo, es el método más simple y más antiguo en el

mejoramiento de plantas que en la actualidad ha cobrado importancia en el mejoramiento poblacional del maíz.

Consiste en la selección de individuos o de familias que muestren características requeridas, la mezcla de cuyas semillas constituirá la semilla de siembra de la generación siguiente. El proceso se repite hasta conseguir una nueva población adecuada a nuestras necesidades (Cubero, 1999).

Mediante este sistema se seleccionan los mejores individuos de un determinado grupo de plantas y se mezcla su semilla para así formar un grupo de genotipos más o menos similares para una determinada característica. Este tipo de selección tiene eficacia cuando estamos seleccionando caracteres simples que podemos observar fácilmente, pero es ineficaz para aquellos caracteres cuya base genética es amplia y por lo tanto están gobernados por muchos genes, o sea características cuantitativas que no pueden evaluarse por la simple observación de las plantas. En la selección masal las plantas se seleccionan tomando como base su fenotipo y mezclando la semilla que producen esos individuos (LIBROGEN, 2004).

Pandey *et al.*, (1991) al ser citado por Caicedo (2001), manifiesta que este tipo de selección es poco eficiente para incrementar el rendimiento ya que sus componentes genéticos en cada planta, se confunden con otras fuentes de variación tales como heterogeneidad del suelo, competencia desigual por diferencias en el espacio entre planta y planta, etc., aunque fue reportada como efectiva para seleccionar caracteres de alta heredabilidad como: ciclo de madurez, textura del grano, entre otras.

b) Estratificada

Es un método de fitomejoramiento genético que consiste en llevar a cabo la selección individual de plantas dentro de pequeños sub lotes de un lote general para minimizar la interacción genotipo-medio ambiente (UNESUR, 2007).

Pandey *et al.*, (1991), al ser citado por Caicedo (2001), asevera que este sistema fue propuesto por Gardner en 1961, para contrarrestar la influencia ambiental en el rendimiento individual de las plantas. El área de selección se divide en subparcelas más pequeñas, formando cuadrados, dentro de las cuales la variación edáfica y otras variables ambientales se reducen a un mínimo, además la selección en la cosecha se restringe, a las plantas que se encuentran bajo competencia completa.

Chávez (1995), manifiesta que para reducir al mínimo los efectos del medio ambiente hay que realizar lo siguiente:

- Adecuada fertilización
- Buenos cultivos
- Optima humedad para el desarrollo de las plantas
- Control de plagas y enfermedades.

c) Convergente-Divergente

Este método básicamente consiste en tomar muestras de semillas de varias localidades, después de formar un compuesto balanceado, dejarlo en polinización libre y enviar estas semillas segregantes genotípicamente a cada una de las localidades para su selección y formación de nuevas variedades. Se requieren varios ciclos de convergencia y divergencia del germoplasma (UNESUR, 2007).

Según Chávez (1995), para el desarrollo de este método, es necesario definir una región o área grande en cuanto a diferencias ambientales (suelo, temperatura, humedad, etc.), así como integrar una población base de amplia variabilidad genética.

2) Selección Familiar

Familia es la progenie obtenida de un apareamiento no aleatorio, cuya descendencia guarda una relación más o menos estrecha y de acuerdo a esta relación se agrupan. Así, los

términos de medios hermanos (MH) y hermanos completos (HC) se refieren al número de progenitores que los individuos tienen en común (Chávez, 1995).

Cubero (1999), manifiesta que existen varias posibilidades en este tipo de selección: Selección familiar de medios hermanos, hermanos completos, intrafamiliar, selección fraterna, selección combinada; esta última se hace simultánea o sucesivamente, selección entre y dentro de familias.

Caicedo (2001) al citar a Pandey *et al.*, (1991), señala que en este sistema de selección las unidades de selección son los diferentes tipos de familias de medios hermanos (MH), de hermanos completos (HC), y de autohermanos (AH), endocriados o familias de autofecundación (S1); además, puntualiza que en la selección familiar un ciclo completo consta de tres etapas:

-Obtención de familias

-Evaluación y selección de familias

-Recombinación genética con semilla remanente de las familias seleccionadas

a) Familias de Medios Hermanos (FMH)

Consiste en una selección en base a la media de las familias de medios hermanos y sus desviaciones con respecto a la media de la población, de todos los promedios familiares (UNESUR, 2007).

Son los que solo tienen un padre en común. Las semillas recogidas en las plantas seleccionadas constituyen, pues, familias de medios hermanos (Cubero, 1999).

Para aclarar mejor estos conceptos, Chávez (1995), utiliza un ejemplo práctico; y manifiesta que la semilla proveniente de una mazorca de polinización libre al sembrarla en forma individual (mazorca por surco), las plantas que se desarrollan en el surco es una familia de medios hermanos, debido a que las plantas del surco tienen el progenitor

femenino común y diferentes padres, porque los estigmas se polinizaron con granos de polen de diferentes plantas macho.

Una de las ventajas del uso de la selección de medios hermanos es que, en cada ciclo de selección, se pueden obtener estimados de la variancia genética aditiva y de la heredabilidad de los caracteres bajo selección (citados por Caicedo, 2001).

b) Familias de Hermanos Completos

Estas familias se obtienen por medio de cruzamientos realizados a mano entre plantas de la población, practicándose evaluación de descendencia: de cada familia de hermanos completos se reserva una parte, evaluando la familia por medio de la semilla hermanas no reservadas. Se reconstituye la población con las reservas de semilla (Cubero, 1999).

Chávez (1995), manifiesta que la familia de hermanos completos es la descendencia del apareamiento entre dos individuos o cruza planta a planta (PAP).

En el esquema de elección de familias HC se procede en forma similar a la selección de medios hermanos (MH) esto es, las familias formadas se evalúan en un ensayo repetido y luego la semilla remanente se usa para sembrar el plantel de selección y recombinación (UNESUR, 2007).

Caicedo (2001), al citar a Pandey *et al* (1991), asevera que las familias de hermanos completos (FHC) es la progenie del apareamiento directo de dos individuos. En este caso los mejores resultados o progenies tienen en común tanto al progenitor masculino como al femenino.

c) Familias de Autohermanos (S1)

Una línea autofecundada es la población descendiente obtenida de la autopolinización de una planta en cada generación; con la autofecundación se busca aumentar la homocigosis,

fijar características deseables y encontrar la máxima segregación para separar grupos de individuos que genéticamente son diferentes (Hallauer y Miranda 1988).

C. ESQUEMA DE MEJORAMIENTO PARA FORMACIÓN DE POBLACIONES DE MAÍZ EN EL INIAP.

La metodología que el Programa de Maíz (PM) de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) viene realizando para la obtención de variedades mejoradas, es la siguiente:

1. Análisis de información secundaria

Identificar en base a los datos pasaporte, las colecciones disponibles de las diferentes provincias y razas, para lo cual se revisan los catálogos, informes técnicos y bases de datos del Banco de Germoplasma del Departamento de Recursos Filogenéticos (DENAREF) del INIAP, del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México y del National Seed Storage Laboratory en Estados Unidos.

2. Recolección de germoplasma

Se realiza la recolección de germoplasma en operaciones de rescate en las diferentes regiones, con especial atención en aquellas donde se desea muestrear mejor la variabilidad de algunas razas.

En una primera fase, se realiza una salida exploratoria para determinar las localidades a coleccionar y la época más propicia en las diferentes provincias. La cantidad de semilla a obtenerse será la recomendada para las especies alógamas, tomando en cuenta algunos aspectos importantes de la recolección de materiales locales, y según la cantidad

recolectada de cada material, estos serán incrementados y evaluados, o directamente almacenados en el banco de germoplasma del DENAREF.

Las muestras son almacenadas en el banco de germoplasma (DENAREF) directamente luego de la colecta, o bien, se multiplicará el material, durante el proceso de regeneración, para su posterior almacenamiento a baja temperatura (-14 °C).

3. Solicitud de materiales al CIMMYT

En base al convenio de regeneración de colectas del Banco de germoplasma entre el INIAP y el CIMMYT, se solicita un listado de las colecciones de maíz y la semilla para su incremento, tomando en cuenta las regulaciones de cuarentena, tránsito y acceso a los recursos genéticos.

4. Incremento de germoplasma.

Involucra el incremento de semilla de las colecciones, manteniendo su identidad genética, para lo cual se utiliza las metodologías de cruzamiento recomendadas (planta a planta) por el CIMMYT, y que el Programa de Maíz viene aplicando en sus trabajos de incremento de semilla y regeneración. Además, se registrarán varias características agronómicas y morfológicas de cada colecta, lo cual permitirá identificar en forma preliminar algunos materiales sobresalientes o con características agronómicas deseables.

Este método consiste en sembrar una población heterogénea, para formar N pares de cruzas. Al formar las cruzas es necesario que en éstas se forme el mayor número posible de granos, por lo que si es posible se formen cruzas directas y recíprocas planta a planta. Hay que efectuar un mayor número de cruzas de las programadas, por factores de riesgo; así mismo se debe cruzar las mejores plantas para obtener genotipos superiores.

5. Evaluación agronómica y de calidad de grano

Los materiales promisorios observados en el proceso de incremento, son evaluados en ensayos en varias localidades, la ubicación de los ensayos se define de acuerdo a la procedencia de los diferentes materiales. Las instituciones participantes e investigadores asociados en las diferentes zonas, apoyan en el trabajo de evaluación agronómica participativa. De esta etapa y del incremento de semilla o regeneración se obtiene material para la evaluación de la calidad de grano de las colecciones élite y representativas de cada raza, el cual se lleva a cabo en el Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

6. Formación de poblaciones.

El Inventario Tecnológico del Programa de Maíz del INIAP 2005 señala que:

Las entradas promisorias se integran en las poblaciones para el mejoramiento que dispone el programa de Maíz del INIAP, mediante cruzamientos dirigidos o incluyéndolas como familias (donantes) en los lotes de selección, para lo cual se utiliza la metodología de mejoramiento de medios hermanos (INIAP, 2005).

a. Metodología

- Sembrar 3000 a 5000 plantas (aislamiento).
- Seleccionar 300 mazorcas.
- Desgranar las mazorcas individualmente.
- Evaluar cada familia en ensayos de medios hermanos (MH) con repeticiones y en varias localidades.
- Recombinar las familias seleccionadas. Para esto puede usar mezcla balanceada (semilla remanente) de las familias seleccionadas para sembrar el lote de recombinación. (Figura 1).

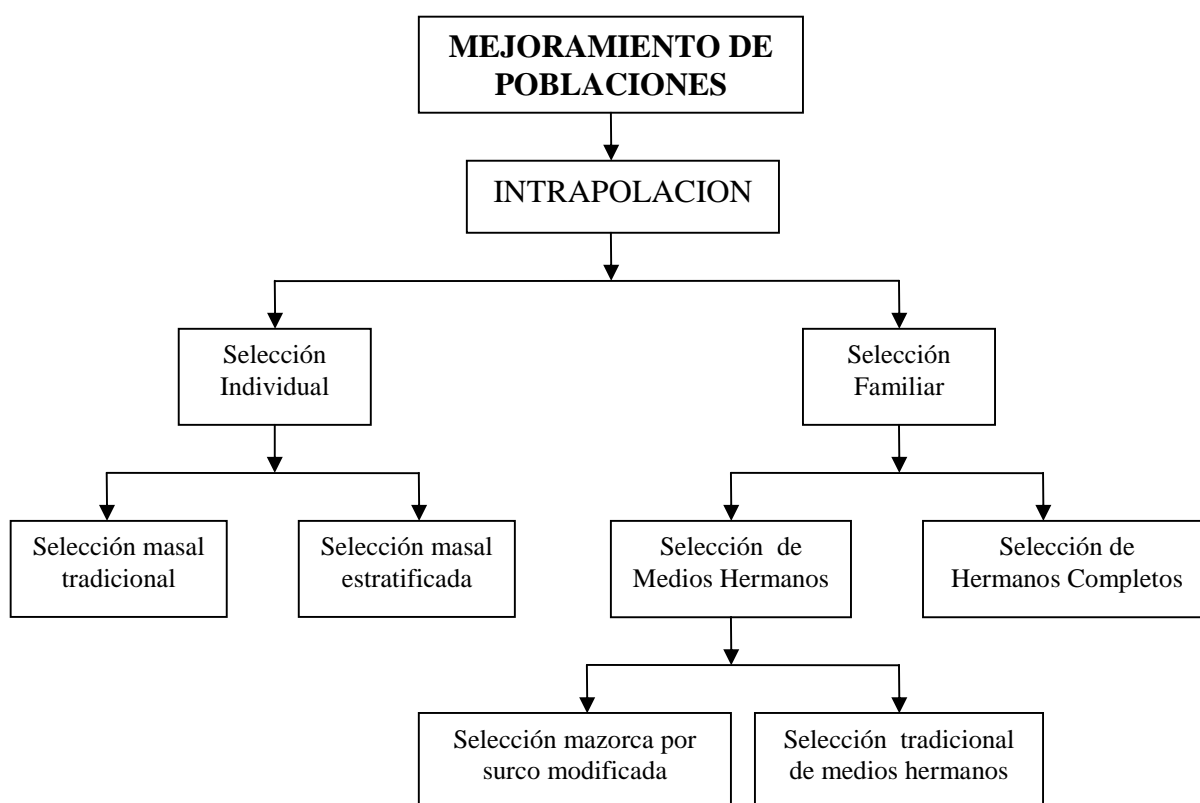


Fig. 1. Organigrama de Mejoramiento de Poblaciones de Maíz.

7. Generación de Poblaciones en base a Materiales Locales

Las poblaciones se generan en base a colectas de razas o complejos raciales de campo de agricultores y accesiones del banco de germoplasma. Durante el proceso de investigación, transferencia y capacitación los agricultores de las diferentes regiones participan activamente, así como también han sido copartícipes de las evaluaciones agronómicas y en las de aceptación o preferencia por un determinado tipo de grano, para lo cual se utiliza la metodología de investigación participativa y enfoque de género (YANEZ, *et al.* 2005).

D. MAÍZ NEGRO O RACIMO DE UVA

Según Yáñez *et al.*, (2003), los especímenes típicos de esta raza se encuentran alrededor de los 2580 msnm, caracterizándose por poseer granos redondos con pericarpio rojo o negro, estrechamente agrupados para dar la apariencia de un racimo de uvas. Las mazorcas son de tamaño medio, de formas cónicas a ovales con ocho a catorce hileras en espiral. Color rojizo a púrpura en toda la tusa, incluidas las lemas, las glumas y médula. Plantas muy

pequeñas de tallo delgado. Hojas cortas, muy angostas en la aurícula. Espigas bien exsersas, con pocas ramificaciones que varían de ligeramente arqueadas a rígidas como escobas.

Timothy *et al.*, (1966), afirman que algunos especímenes de esta raza también se pueden encontrar entre los 2400 a 2900 msnm, lo que coincide con lo manifestado por Yáñez *et al.*, (2003). Son comunes las hileras irregulares, muchas plantas producen dos mazorcas. La coloración en la planta es moderadamente rojiza y púrpura. Las mazorcas de esta raza son cerca de dos veces más grandes que las de la raza *Kulli* de Bolivia, con la cual tiene relación, aparentemente; los granos son más redondos y menos puntudos.

Sobre la coloración del grano, Manrique (2000), indica que es el resultado de una acción compleja de muchos genes localizados en distintos cromosomas que producen pigmentos antocianínicos de diferente color, los cuales se combinan para producir la coloración, la cual se puede mantener de generación a generación si: se siembra en lotes aislados, semillas provenientes de plantas que presentan el mismo color, así como la mazorca con las glumas.

La coloración del maíz se debe al contenido de antocianina, el maíz negro se caracteriza por tener un alto contenido de este pigmento (pigmento rojo azul que pertenece al grupo de los bioflavonoides) (INFOAGRO, 2006).

Estudios realizados en el Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP en 17 razas de maíz de altura, han determinado que el porcentaje de proteína es de 8,83 %, y de almidón es de 73.62 %, en base seca de la raza Racimo de uva (Gallo, 2003, Citado por Yáñez *et al.*, 2003).

E. MAÍZ DULCE

FAO (2006), manifiesta que las variedades de maíz en general se clasifican según factores tales como color, tipo de superficie (lisa o arrugada), utilización, sabor de la pulpa de los tallos, etc. El chulpi es un producto diferente en el mercado mundial, considerado especial.

Tiene muchos similares y sustitutos (maní, canguil), por lo que se debe establecer una diferenciación. Es importante promover a nivel de consumidor final la proveniencia del grano, su sabor especial y formas de consumirlo.

Las empresas peruanas explotan el factor de producto exótico proveniente del Cuzco; además de promoverlo como una novedosa alternativa de “snack” a nivel de mercado gourmet. Este cultivo se distribuye a lo largo del Callejón Interandino, en asocio con la quinua, amaranto y fríjol; se produce en las provincias de: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, con especies y variedades propias en Cañar y Azuay. Se lo ha venido cultivando por muchos años aun antes de la conquista Inca y forma parte de la "cultura andina del maíz".

El chulpi tiene un alto contenido de carbohidratos y proteína. Por tener un bajo nivel de aceite (4.5%), es resistente a la generación de micotoxinas causantes de cáncer bajo malas condiciones de conservación. Por las características de este cultivo andino, prácticamente solo Perú y Ecuador estarían en condiciones para producir el maíz chulpi.

El maíz dulce es un híbrido que difiere del maíz común ya que sus granos cuando están en la fase lechosa, son muy ricos en azúcares, debido a que esta variedad botánica posee en su genotipo un gen que le da esta característica. Sin embargo este tipo de maíz es más exigente en temperatura y humedad. Pues necesita de 13°C como mínimo para su germinación, 20-25 °C como temperatura óptima y 35°C como máxima (Maroto, 1994).

En el Cuadro 1 se describen algunos tipos de maíz dulce.

CUADRO 1. Tipos de maíz dulce (Maroto, 1994)

TIPO	RAZON
Normal Azucarado	Contenido natural de azúcar
Superdulce	Contenido doble de sacarosa que el tipo normal

Híbridos de gen dulce	Resulta del cruzamiento de los dos anteriores con un contenido del 75% de sacarosa.
Híbridos dulce intensificados	Alto contenido de sacarosa superior al 85%

Según el INIAP (1990), la variedad INIAP 192 de maíz de grano amarillo dulce, es precoz, de buen rendimiento, muestra tolerancia a *Puccinia sp*, y *Cercospora maydis*, que son causantes de las enfermedades foliares llamadas Roya y Manchas gris respectivamente; ante *Helminthosporium turcicum* se comporta medianamente tolerante; la mazorca es moderadamente susceptible a la pudrición causada por *Fusarium*; además está adaptada para cultivares entre altitudes comprendidas de 2400 y 2800 msnm, los mejores resultados se obtienen a 2600 msnm. Se recomienda para las principales zonas productoras de maíz de la Sierra.

La época de siembra más adecuada está entre los meses de septiembre y octubre, empleándose entre 12 y 15 Kg de semilla/ha.

IV. MATERIALES Y METODOS

A. CARACTERISTICAS DEL LUGAR

1. Localización

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), parroquia Licto, provincia de Chimborazo.

2. Ubicación geográfica

Latitud: 1° 45' S

Longitud: 78° 37' W

Altitud: 2829 m.

3. Características agroclimáticas¹

Temperatura anual: 14° C

Precipitación anual: 450 – 500 mm

Humedad relativa: 60%

B. MATERIALES

1. Materiales de Campo

- Semilla de maíz negro (162 familias) y maíz chulpi (120 familias).
- Herbicida Gesaprim
- Fertilizantes 18-46-00 y Urea
- Insecticidas Endosulfan y Aceite vegetal
- Estacas
- Rótulos de identificación
- Saco de yute
- Bomba de mochila
- Etiquetas
- Determinador de humedad
- Calibrador Vernier
- Flexómetro
- Herramientas de campo
- Libro de campo

2. Materiales y Equipos de Oficina

- Computador
- Cámara fotográfica digital
- Impresora
- Hojas de papel bond

¹ Estación Meteorológica. ESPOCH, 2008

C. METODOLOGÍA

1. Ensayos

Se realizaron dos ensayos diferentes, el primero estuvo conformado por 162 familias de medios hermanos maternos de maíz negro (Cuadro 2) y el segundo ensayo comprendió 120 familias de medios hermanos de maíz tipo chulpi (Cuadro 3).

CUADRO 2. Familias de Maíz Negro seleccionadas a partir de ensayos realizados en Tunshi e INIAP Santa Catalina, 2006.

Nº PARCELAS/ FAMILIAS	ORIGEN	Nº PARCELAS/ FAMILIAS	ORIGEN
1	OR-081P	44	OR-0820S
2	OR-082P	45	OR-0821S
3	OR-083P	46	OR-0822S
4	OR-084P	47	OR-0823S
5	OR-085P	48	OR-0824S
6	OR-086P	49	OR-0825S
7	OR-087P	50	OR-0826S
8	OR-088P	51	OR-0827S
9	OR-089P	52	OR-0828S
10	OR-0810P	53	OR-0829S
11	OR-0811P	54	OR-0830S
12	OR-0812P	55	OR-0831S
13	OR-0813P	56	OR-0832S
14	OR-0814P	57	OR-0833S
15	OR-0815P	58	OR-0834S
16	OR-0816P	59	OR-0835S
17	OR-0817P	60	OR-0836S
18	OR-0818P	61	OR-0837S
19	OR-0819P	62	OR-0838S
20	OR-0820P	63	OR-0839S

21	OR-0821P	64	OR-0840S
22	OR-0822P	65	OR-0841S
23	OR-0823P	66	OR-0842S
24	OR-0824P	67	OR-0843S
25	OR-081S	68	OR-0844S
26	OR-082S	69	OR-0845S
27	OR-083S	70	OR-0846S
28	OR-084S	71	OR-0847S
29	OR-085S	72	OR-0848S
30	OR-086S	73	OR-0849S
31	OR-087S	74	OR-0850S
32	OR-088S	75	OR-0851S
33	OR-089S	76	OR-0852S
34	OR-0810S	77	OR-0853S
35	OR-0811S	78	OR-0854S
36	OR-0812S	79	OR-0855S
37	OR-0813S	80	OR-0856S
38	OR-0814S	81	OR-0857S
39	OR-0815S	82	OR-0858S
40	OR-0816S	83	OR-0859S
41	OR-0817S	84	OR-0860S
42	OR-0818S	85	OR-0861S
43	OR-0819S	86	OR-0862S

Continúa...

CUADRO 2. Familias de Maíz Negro (continuación...)

87	OR-0863S	125	CH-0816
88	OR-0864S	126	CH-0817
89	OR-0865S	127	CH-0818
90	OR-0866S	128	CH-0819
91	OR-0867S	129	CH-0820
92	OR-0868S	130	CH-0821
93	OR-0869S	131	CH-0822
94	OR-0870S	132	CH-0823
95	OR-0871S	133	CH-0824
96	OR-0872S	134	CH-0825
97	OR-0873S	135	CH-0826
98	OR-0874S	136	CH-0827
99	OR-0875S	137	CH-0828
100	OR-0876S	138	CH-0829
101	OR-0877S	139	CH-0830
102	OR-0878S	140	CH-0831
103	OR-0879S	141	CH-0832
104	OR-0880S	142	CH-0833
105	OR-0881S	143	CH-0834
106	OR-0882S	144	CH-0835
107	OR-0883S	145	CH-0836
108	OR-0884S	146	CH-0837
109	OR-0885S	147	CH-0838

110	CH-081	148	CH-0839
111	CH-082	149	CH-0840
112	CH-083	150	CH-0841
113	CH-084	151	CH-0842
114	CH-085	152	CH-0843
115	CH-086	153	CH-0844
116	CH-087	154	CH-0845
117	CH-088	155	CH-0846
118	CH-089	156	CH-0847
119	CH-0810	157	CH-0848
120	CH-0811	158	CH-0849
121	CH-0812	159	CH-0850
122	CH-0813	160	CH-0851
123	CH-0814	161	CH-0852
124	CH-0815	162	CH-0853

GENEALOGIA:

Selección de primera: familias de la 1 hasta la 24.

Selección de segunda: familias de la 25 hasta la 109.

Selección Chimborazo: familias de la 110 hasta la 162.

CUADRO 3. Familias de Maíz Chulpi seleccionadas a partir de ensayos realizados en Tunshi e INIAP Santa Catalina, 2006.

Nº PARCELAS/ FAMILIAS	ORIGEN	Nº PARCELAS/ FAMILIAS	ORIGEN
1	OR-081	44	OR-0844
2	OR-082	45	OR-0845
3	OR-083	46	OR-0846
4	OR-084	47	OR-0847
5	OR-085	48	OR-0848
6	OR-086	49	OR-0849
7	OR-087	50	OR-0850
8	OR-088	51	OR-0851
9	OR-089	52	OR-0852
10	OR-0810	53	OR-0853
11	OR-0811	54	OR-0854
12	OR-0812	55	OR-0855
13	OR-0813	56	OR-0856
14	OR-0814	57	OR-0857
15	OR-0815	58	OR-0858
16	OR-0816	59	OR-0859
17	OR-0817	60	OR-0860
18	OR-0818	61	OR-0861
19	OR-0819	62	OR-0862

20	OR-0820	63	OR-0863
21	OR-0821	64	OR-0864
22	OR-0822	65	OR-0865
23	OR-0823	66	OR-0866
24	OR-0824	67	OR-0867
25	OR-0825	68	OR-0868
26	OR-0826	69	OR-0869
27	OR-0827	70	OR-0870
28	OR-0828	71	OR-0871
29	OR-0829	72	OR-0872
30	OR-0830	73	OR-0873
31	OR-0831	74	OR-0874
32	OR-0832	75	OR-0875
33	OR-0833	76	OR-0876
34	OR-0834	77	OR-0877
35	OR-0835	78	OR-0878
36	OR-0836	79	OR-0879
37	OR-0837	80	OR-0880
38	OR-0838	81	OR-0881
39	OR-0839	82	OR-0882
40	OR-0840	83	CH-081
41	OR-0841	84	CH-082
42	OR-0842	85	CH-083
43	OR-0843	86	CH-084

Continúa...

CUADRO 3. Familias de Maíz Chulpi. (continuación...)

87	CH-085	104	CH-0822
88	CH-086	105	CH-0823
89	CH-087	106	CH-0824
90	CH-088	107	CH-0825
91	CH-089	108	CH-0826
92	CH-0810	109	CH-0827
93	CH-0811	110	CH-0828
94	CH-0812	111	CH-0829
95	CH-0813	112	CH-0830
96	CH-0814	113	CH-0831
97	CH-0815	114	CH-0832
98	CH-0816	115	CH-0833
99	CH-0817	116	CH-0834
100	CH-0818	117	CH-0835
101	CH-0819	118	CH-0836
102	CH-0820	119	CH-0837
103	CH-0821	120	CH-0838

GENEALOGIA: **Colectas:** familias de la 1 hasta la 82

Selección Chimborazo: familias de la 83 hasta la 120

2. Especificaciones del campo experimental

a. Unidad experimental

La parcela experimental para los dos ensayos estuvo constituida por un surco de 0.8 m de ancho por 5 m de largo.

b. Características del campo experimental

Longitud del surco	5.0 m
Distancia entre surcos	0.80 m
Parcela total	4.0 m ²
Parcela neta	3.6 m ²
Área total/ensayo negros	648.0 m ²
Área neta/ensayo negros	583.2 m ²
Área total/ensayo chulpi	480.0 m ²
Área neta/ensayo chulpi	432.0 m ²
Área total de los dos ensayos (chulpi y negro)	1128.0 m ²
Área neta de los dos ensayos (chulpi y negro)	1015.2 m ²

Para que exista competencia completa entre todas las unidades experimentales, se realizó el control efecto de borde, para lo cual se sembró un surco al inicio y al final de cada ensayo y a los costados.

3. Índice de Selección

Para seleccionar las mejores familias tanto en maíces negros como en chulpis, se utilizó el Asistente de Selección (Selection assistant), que forma parte del programa Alpha Lattice. Este asistente ayudó a seleccionar las mejores entradas del ensayo tomando en cuenta datos de varias características, es decir, se creó un índice de selección.

4. Métodos de evaluación y datos registrados

a. Variables cuantitativas

1) Días a la floración femenina (DFE)

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de plantas de la parcela neta presentaron estigmas expuestos, con al menos 2 cm de largo.

2) Altura de planta (AP)

Se midió desde la base de la planta hasta el inicio de la hoja bandera. Este valor se registró después de la floración en 10 plantas tomadas al azar y se anotó el promedio en cm.

3) Altura de mazorca (AMZ)

Se midió desde la base de la planta hasta el nudo de inserción de la mazorca superior, este valor se registró después de la floración, en 10 plantas tomadas al azar de cada parcela neta y se registró el promedio en cm.

4) Porcentaje de vuelcos

a. Acame de raíz

Se registró al final del ciclo, contando el número de plantas con una inclinación de 30 grados o más a partir de la perpendicular en la base de la planta, donde comienza la zona radicular.

b. Acame de tallo

Antes de la cosecha se registró el número de plantas con tallos rotos debajo de las mazorcas, pero no más arriba y se hizo una relación con las plantas sanas.

5) Enfermedad foliar prevalente (EF)

Se registró 45 días después de la floración femenina. La calificación se realizó de acuerdo a la escala de 1 a 5, propuesta por el CIMMYT (1986), donde:

<u>Significado</u>	<u>Valor</u>
Infección débil	1
Infección ligera	2
Infección moderada	3
Infección severa	4
Infección muy severa	5

6) Porcentaje de pudrición de mazorcas (PPM)

Se calificó todas las mazorcas cosechadas en la parcela neta, según la escala de 1 a 6 del CIMMYT (1986), donde:

<u>Significado</u>	<u>Valor</u>	<u>% de granos infectados</u>	<u>Valor medio</u>
Pudrición ausente	1	0	0
Pudrición ligera	2	1-10	5.5
Pudrición moderada	3	11-25	18
Pudrición severa	4	26-50	38
Pudrición muy severa	5	51-75	63
Pudrición extrema	6	76-100	88

Con las calificaciones de las mazorcas cosechadas se realizó un promedio ponderado:

$$\text{Promedio ponderado (\%)} = \frac{(X_1 * Y_1 + X_2 * Y_2 + \dots + X_n * Y_n)}{T}$$

Donde: X = número de mazorcas en cada valor de la escala

Y = valor medio correspondiente

T = número total de mazorcas

7) Número de hileras de grano / mazorca (NHM)

Su valor fue dado por el promedio de diez mazorcas tomadas al azar en las cuales se contó las hileras de grano en su parte central (IBPGR, 1991).

8) Número de granos / hilera (NGH)

Se contó el número de granos de tres hileras en diez mazorcas elegidas al azar después de la cosecha dentro de cada parcela, y luego se registró su valor promedio (IBPGR, 1991).

9) Longitud de mazorca (LGM)

Se midió desde la base, en su inserción con el pedúnculo, hasta su ápice, el valor es el promedio de 10 mazorcas y se expresó en cm. (IBPGR, 1991).

10) Diámetro de mazorca (DMM)

Se midió con un calibrador en la parte central de la mazorca más alta, de 10 mazorcas elegidas al azar, el valor promedio se expresó en cm. (IBPGR, 1991).

11) Diámetro de tusa (DMT)

Se midió con un calibrador en la parte central de la tusa en el momento del desgrane y se expresó el valor promedio de 10 tusas en cm. (IBPGR, 1991).

12) Peso de 100 granos (PCG)

Esta variable se determinó después de la cosecha, al 14% de humedad, desgranando 5 mazorcas y se registró el peso de 100 granos tomados al azar y se expresó en gramos.

13) Longitud de grano (LGGR)

Se midió el largo de 10 granos tomados al azar y se reportó su promedio en mm. (IBPGR, 1991).

14) Ancho de grano (AGR)

Se midió el ancho de 10 granos tomados al azar y se reportó su promedio en mm. (IBPGR, 1991).

15) Grosor de grano (GGR)

Se midió el grosor de 10 granos tomados al azar y se reportó su promedio en mm. (IBPGR, 1991).

16) Rendimiento tn/ha (REND)

Se calculó esta variable al 14% de humedad, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{PC * D * MS}{86 * AP} \right) * 1000$$

Donde: PC = Peso de campo en Kg.

D = % de desgrane expresado en forma decimal.

MS = materia seca (100 - % de humedad expresado en forma decimal).

86 = porcentaje de materia seca.

AP = Área de la parcela neta en m²

El resultado se expresó en t/ha.

b. Variables cualitativas

1) Coloración prevalente de tallo (CPT)

Se contó el número total de plantas presentes en cada parcela y se registró el color prevalente del tallo de la mitad más uno del número de plantas y se registró de acuerdo a la siguiente escala:

1 = tallo color negro con hojas moradas.

2 = tallo color verde con manchas moradas y nudos negros.

2) Color de grano (CGR)

Se determinó el color de grano principal del material dentro de cada parcela neta, de acuerdo con la siguiente escala:

Maíz negro

- 1 = negro
- 2 = negro rojizo
- 3 = rojizo
- 4 = otros

Maíz chulpi

- 1 = amarillo intenso
- 2 = amarillo pálido
- 3 = rojizo
- 4 = otros

5. Métodos específicos del manejo del experimento

a. Preparación del terreno

Se realizó labores de arada, rastrada y surcada en forma mecanizada.

b. Siembra

La siembra se efectuó en forma manual, colocando una semilla por sitio cada 25 cm., en surco de 5m, separados a 0.80m entre si; se realizó un tratamiento de desinfección de la semilla, previo a la siembra.

c. Aporque

Se realizaron dos aporques, el primero a los 45 días después de la siembra, previo a esta actividad se aplicó la dosis complementaria de nitrógeno (Urea), el segundo aporque se realizó 90 días después de la siembra.

d. Fertilización

Se utilizó una dosis de fertilización intermedia con 100 kg/ha de 18-46-00 y 150 kg/ha de urea. Todo el fósforo y una parte del nitrógeno se aplicaron a la siembra, mientras que el nitrógeno complementario se colocó al momento del aporque.

e. Control de malezas

Se controló en forma pre-emergente con Antrazina, en dosis de 2 Kg. /ha, también se controló en forma manual con los aporques respectivos.

f. Control de plagas

Para el control de insectos trozadores, se utilizó Endosulfan (Thiodan) 2.8 litros/ha, el cual se aplicó en la base de las plantas.

En cuanto a las plagas de la mazorca (*Heliothis zea* y *Euxesta eluta*), será controló con aplicaciones de aceite vegetal comestible cuando las plantas presentaron el 30% de floración y luego cada 8 días.

g. Cosecha

La cosecha se efectuó en forma manual cuando las mazorcas llegaron a la madurez fisiológica.

V. RESULTADOS

A. VARIABLES CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS

1. Maíz negro

a. Variables cuantitativas

En el Cuadro 4. se presentan los valores máximos, mínimos y promedio general de días a la floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, acame de raíz, acame de tallo, porcentaje de pudrición de mazorca, número de hileras de grano por mazorca, número granos por hilera, longitud de la mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de tusa, peso de 100 granos, longitud del grano, ancho del grano, grosor del grano y rendimiento obtenidos al evaluar 162 familias de medios hermanos de maíz negro.

Este cuadro también muestra los promedios de sus progenitores del ciclo 2006 en Tunshi y Santa Catalina, además, del promedio de las dos localidades para establecer una comparación y discusión acerca de los avances o posibles retrocesos obtenidos en este ensayo.

1) Días a la floración femenina (DFE)

El promedio de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de plantas de la parcela neta presentaron estigmas expuestos, con al menos 2 cm. de largo, es de 117.62 días, presentándose un máximo de 125.0 y 93 días como mínimo (Cuadro 4 y Anexo 1).

Al comparar el promedio del ciclo 2009 con el promedio de las dos localidades del ciclo 2006 (124.81 días) se aprecia en el presente ciclo una disminución de 7.18 días, resultado positivo para el proceso de selección, pues se trata de incrementar la precocidad de las poblaciones.

CUADRO 4. Valores máximos, mínimos y promedio general de 16 variables evaluadas en 162 familias de medios hermanos de maíz negro y promedios de sus progenitores del ciclo 2006 en Tunshi y Sta. Catalina.

VARIABLES	VALORES (CICLO 2009)			PROMEDIOS (CICLO 2006)		
	Máximo	Mínimo	Promedio general	Tunshi	Sta. Catalina	dos localidades
Días a la floración femenina (días)	125.00	93.00	117.62	124.36	125.25	124,81
Altura de planta (cm.)	238.60	115.13	170.70	268.80	182.08	225,44
Altura de mazorca (cm.)	150.81	61.45	99.66	162.41	84.97	123,69
Acame de raíz (%)	50.00	0.00	2.42	-	-	-
Acame de tallo (%)	50.00	0.00	4.83	-	-	-
Porcentaje de pudrición de mazorca (%)	53.58	0.00	9.10	9.45	10.08	9,77

Número de hileras de grano/mazorca	14.80	8.00	11.78	11.46	10.37	10,92
Número de granos/hilera	23.73	8.67	17.14	16.58	19.48	18,03
Longitud de mazorca (cm.)	15.6	4.67	11.4	12.15	13.5	12,83
Diámetro de mazorca (cm.)	5.84	3.23	4.39	4.52	4.66	4,59
Diámetro de tusa (cm.)	3.90	1.85	2.77	3.17	2.55	2,86
Peso de 100 granos (g.)	76.84	25.50	44.37	50.77	57.89	54,33
Longitud del grano (mm.)	15.7	10.3	14.1	12.9	14.6	13.8
Ancho del grano (mm.)	11.2	7.5	9.2	10.5	10.8	10.7
Grosor del grano (mm.)	8.2	4.7	6.4	3.0	6.9	5.0
Rendimiento (t/ha)	7.67	0.34	3.20	2.61	2.23	2,42

2) Altura de planta (AP)

Los promedios presentados en el Cuadro 4 determinan un valor mínimo de 115.13 cm. correspondiente a la familia 57 y un máximo de 238.60 cm. perteneciente a la familia 47. (Anexo 1)

La altura de planta (promedio) de ciclo 2006 obtenida del ensayo de Tunshi y Sta. Catalina es de 225.44 cm., mientras que para este primer ciclo de selección se registró un valor de 170.70 cm., indicándonos una disminución de 54.74 cm. en promedio. Conseguir plantas de menor altura es uno de los objetivos importantes de proceso de selección, pues facilita el manejo del cultivo.

3) Altura de mazorca (AM)

La altura promedio obtenida desde la base de la planta hasta el nudo de inserción de la mazorca superior, es de 99.66 cm, (Cuadro 4) presentándose un valor mínimo de 61.45 cm. y un valor máximo de 150.81cm, correspondientes a las familias 43 y 142 respectivamente (Anexo 1). El promedio obtenido para esta variable en el ciclo 2006 del ensayo en Tunshi y Sta. Catalina es de 123.69 cm., el mismo que comparado con el promedio del ciclo 2009

nos indica una diferencia de 24.03 cm. La disminución en altura de mazorca es fundamental para facilitar el control de plagas y la cosecha.

4) Porcentaje de vuelcos

a. Acame de raíz

Se registró un promedio de 2.42 % de plantas con una inclinación de 30 grados o más a partir de la perpendicular formada con la base de la planta, donde comienza la zona radicular, observándose valores máximos de 50 % de plantas acamadas y valores mínimos de 0.0 % (Cuadro 4).

A continuación en el Cuadro 5. se puede observar a las familias agrupadas por rangos de porcentaje de acame de raíz (AR), apreciándose que 26 de las 162 familias evaluadas se ubican dentro del rango de 0.1-10% de AR, entre el rango 10.1-20% AR, encontramos a 13 familias, para el rango de 20.1-30% se encuentra la familia 41, no existe ninguna familia que se encuentre en el siguiente rango y para el rango máximo de 40.1-50% corresponde la familia 80, mientras que las 121 familias restantes no presentan este tipo de acame. (Anexo 1).

CUADRO 5. Agrupación de familias según el porcentaje de acame de raíz dentro del rango correspondiente.

RANGOS (AR)	FAMILIAS
0.1 - 10%	6, 32, 33, 43, 46, 52, 53, 55, 59, 66, 75, 88, 90, 92, 97, 101, 104, 106, 114, 122, 126, 141, 149, 152, 157, 160.
10,1 - 20%	12, 31, 39, 91, 95, 99, 113, 128, 139, 142, 143, 146,154
20,1 - 30%	41
30,1 - 40%	0
40,1 - 50%	80

b. Acame de tallo

El Cuadro 4 indica que el promedio de plantas con acame de tallo es de 4.83 %, presentándose un valor máximo de 50 % y 0 % como mínimo.

CUADRO 6. Agrupación de familias según el porcentaje de acame de tallo dentro del rango correspondiente.

RANGOS (AT)	FAMILIAS
0.1 - 10%	11, 14, 24, 26, 32, 36, 38, 40, 42, 44, 48, 49, 51, 63, 64, 68, 72, 74, 76, 79, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 93, 94, 96, 98, 100, 102, 103, 105, 110, 111, 113, 116, 118, 119, 121, 124, 125, 127, 130, 132, 137, 140, 141, 144, 145, 148, 150, 152, 153, 154, 158, 159.
10,1 - 20%	7, 8, 9, 15, 16, 25, 33, 45, 54, 58, 61, 69, 71, 109, 120, 131, 142, 146, 147, 162.
20,1 - 30%	4, 10, 139
30,1 - 40%	0
40,1 - 50%	133

A continuación se observa a las familias agrupadas por rangos de porcentaje de acame de tallo (AT), apreciándose que 59 de las 162 familias evaluadas se ubican dentro del rango de 0.1-10% de AR, entre el rango 10.1-20% AR, encontramos a 20 familias, para el rango de 20.1-30% se encuentran 3 familias, no existe ninguna familia que se encuentre en el siguiente rango y para el rango máximo de 40.1-50% corresponde la familia 133, mientras que las 79 familias restantes no presentan este tipo de acame (Anexo 1).

5) Enfermedad foliar prevalente (EF)

En el Anexo 1 y Gráfico 1 se observa que en el 14 % de las familias se presentó una infección débil, el 30 % se ubican en la escala 2, es decir, que presentó una infección ligera, el 25 % pertenecen a la escala tres, lo que nos indica que existió una infección moderada, mientras que el 19 % se sitúa en la escala 4, lo que advierte una infección severa y finalmente un 11 % que equivale a una infección muy severa.

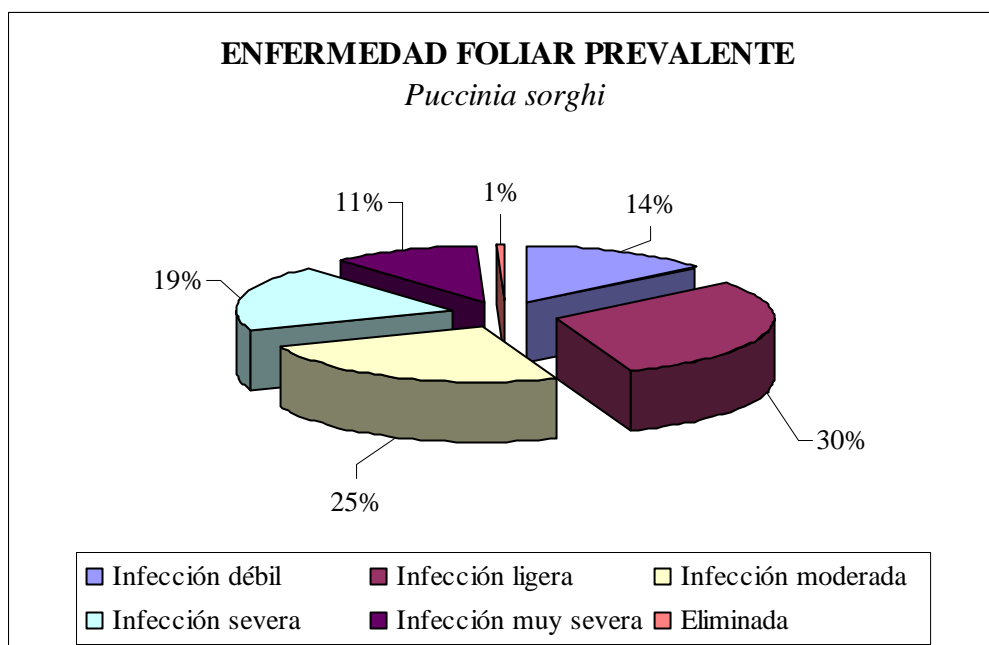


GRÁFICO 1. Porcentaje de infección, en la variable cuantitativa Enfermedad foliar prevalente, de 162 familias de medios hermanos de maíz negro.

6) Porcentaje de pudrición de mazorcas (PPM) *Fusarium moniliforme*

El valor máximo para pudrición de mazorca es de 53.58 % correspondiente a la familia 157, mientras que existen familias que no presentan pudrición de mazorca, el promedio obtenido es 9.10 % como se puede apreciar en el Cuadro 4.

Al comparar el promedio del ciclo 2009, con el promedio de las dos localidades del ciclo 2006 (9.77 %) se aprecia una disminución de 0.67%, esto nos indica que hay que incrementar la intensidad de selección para lograr que disminuyan significativamente.

7) Número de hileras de grano / mazorca (NHM)

Su valor promedio es de 11.78 hileras de grano como indica el Cuadro 4, con un máximo de 14.8 hileras y 8 hileras como valor mínimo, correspondientes a las familias 58 y 84 respectivamente.

El promedio de esta variable, comparado con el promedio del ciclo 2006 obtenido del ensayo de Tunshi y Sta. Catalina (10.92 hileras) indica un incremento de 0.86 hileras.

Estos resultados son los esperados pues a mayor número de hileras de grano/mazorcas, mayor número de granos/mazorca.

8) Número de granos / hilera (NGH)

Su valor promedio es de 17.14 granos, con valores que fluctúan desde 8.67 (familia 80) a 23.73 (familia 15) granos como muestra el Cuadro 4.

Al comparar el promedio de las dos localidades del ciclo 2006 con el ciclo 2009 notamos una disminución de 0.89 granos. Podemos advertir que aunque exista un incremento en el número de hileras de grano/mazorca, cada una de éstas presenta una disminución en el número de granos.

9) Longitud de mazorca (LGM)

Los valores registrados para esta variable varían de 4.67 cm. (familia 106) como mínimo a 15.6 cm. (familia 146) como máximo, con un promedio de 11.4 cm. (Cuadro 4). El promedio del ensayo de Tunshi y Sta. Catalina del ciclo 2006 es de 12.83 cm., mismo que al ser comparado con el promedio del ciclo 2009, advierte una disminución de 1.43 cm. Resultados que nos indican que la disminución en la longitud de mazorca es proporcional a la disminución presentada en la variable altura de planta.

10) Diámetro de mazorca (DMM)

El valor promedio para esta variable fue de 4.39 cm. presentándose un valor máximo de 5.84 cm. correspondiente a la familia 157 y un valor mínimo de 3.23cm. correspondiente a la familia 23 (Cuadro 4). Según el Cuadro 4 para las dos localidades en el ciclo 2006 se presenta un promedio de 4.59 cm. mismo que comparando con el promedio del ciclo 2009, indica una disminución de 0.2 cm.

11) Diámetro de tusa (DMT)

El Cuadro 4 indica que el valor promedio para diámetro de tusa es de 2.77 cm. con valores que fluctúan de 1.85 cm. (familia 118) a 3.90 cm. (familia 110).

El valor promedio obtenido del ensayo de Tunshi y Sta. Catalina es de 2.86 cm., que al compararlo con el promedio obtenido en el ciclo 2009, nos permite percibir una disminución de 0.09 cm. Resultado importante para el proceso, pues se espera incrementar el porcentaje de grano y disminuir el porcentaje de tusa.

12) Peso de 100 granos (PCG)

En el Cuadro 4 se aprecia un valor máximo de 76.84 gr. y un valor mínimo de 25.50 gr. correspondientes a las familias 107 y 23 respectivamente, con un promedio de 44.37 gr. para el ciclo 2009 (valor ajustado al 14%) y de 54.33 gr. para las dos localidades del ciclo 2006.

13) Longitud de grano (LGGR)

Para ésta variable se reportó un promedio de 14.1 mm. (Cuadro 4 y Anexo 1). con un valor máximo de 15.7 mm. (familia 03) y un valor mínimo de 10.3 mm. (familia 23). El promedio del ensayo de Tunshi y Sta. Catalina es de 13.8 mm. valor que al compararlo con el promedio reportado en el ciclo 2009, indica una disminución de 0.3 mm.

14) Ancho de grano (AGR)

En el Cuadro 4 se observa un valor máximo de 11.2 mm. correspondiente a la familia 11 y un valor mínimo de 7.5 mm. correspondiente a la familia 23, además reporta un promedio de 9.2 mm.

El valor promedio correspondiente a las dos localidades en el ciclo 2006 es de 10.7 mm., mientras que para el ciclo 2009 es de 9.2 mm, valores que indican una disminución de 1.5 mm. Este resultado nos permite advertir que aunque exista una disminución en el ancho del grano, se compensa con el incremento obtenido en el número de hileras de grano/mazorca.

15) Grosor de grano (GGR)

El Cuadro 4 nos indica un grosor de grano máximo de 8.2 mm. perteneciente a la familia 134 y un grosor mínimo de 4.7 mm. perteneciente a la familia 133 siendo el promedio de 6.4 mm.

Al comparar el promedio del ciclo 2009 con el promedio del ensayo de Tunshi y Sta Catalina del ciclo 2006 (0.5 mm), se nota un incremento de 1.4 mm. Indicándonos que aunque exista una disminución en el número de granos/hilera, los granos presentan mayor grosor.

16) Rendimiento tn/ha (REND)

Las 162 familias presentan un promedio (Cuadro 4.) para la variable rendimiento de 3.20 t/ha. con un mínimo de 0.34 t/ha correspondiente a la familia 127 a un máximo 7.67 t/ha que presenta la familia 71. El promedio del ensayo de Tunshi y Sta. Catalina es de 2.42 t/ha, mismo que al comparar con el promedio del ciclo 2009, se advierte un incremento 0.78 t/ha, el cual es positivo y representa un gran avance en el proceso, cuyo objetivo principal es obtener a futuro una variedad de altos rendimientos y características homogéneas.

b. Variables cualitativas

1) Coloración prevalente de tallo (CPT)

En el Anexo 1 se puede observar que en 99 de las 162 familias predomina el color del tallo negro con hojas moradas, lo cual es equivalente al 61% (Gráfico 2), mientras que 61 familias se ubican en el grado 2 de la escala, es decir, tallo color verde con manchas moradas y nudos negros, lo cual representa el 38%. El 1% restante corresponde a las familias 12 y 136 mismas que fueron eliminadas. La familia 12 se eliminó porque solo

emergieron 2 plantas y no formaron mazorcas, en el caso de la familia 136 las semillas no germinaron quedando automáticamente descartada.

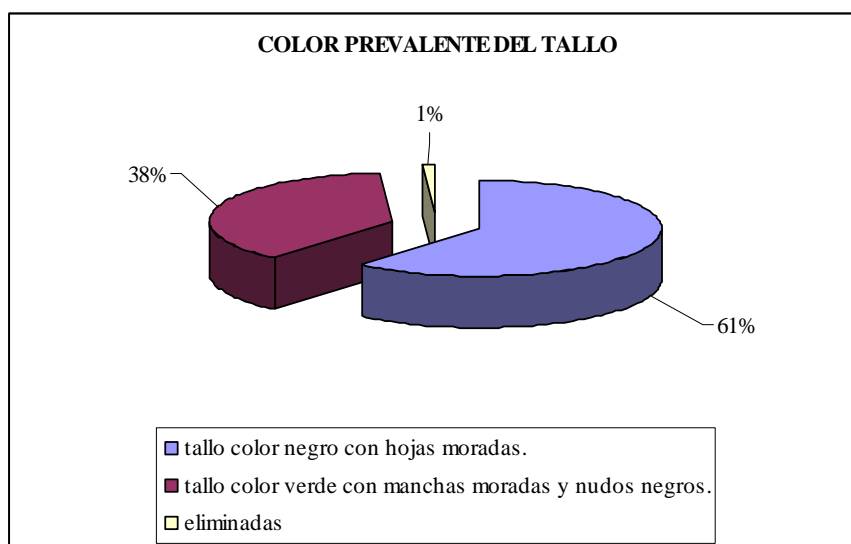


GRÁFICO 2. Porcentaje de predominancia de color, en la variable cualitativa color prevalente de tallo, de 162 familias de medios hermanos de maíz negro.

2) Color de grano (CGR)

En el Anexo 1 y Gráfico 3 se observa que en 75 de las 162 familias predomina el grano color negro (46%), el 34 % se ubican en el grado 2 de la escala, es decir, que en 55 familias el color del grano es negro rojizo, mientras que el 9 % pertenecen al grado tres de la escala, lo que nos indica que 14 familias poseen un color de grano rojizo y finalmente un 10 % que equivale a 16 familias poseen colores diferentes a los de la escala.

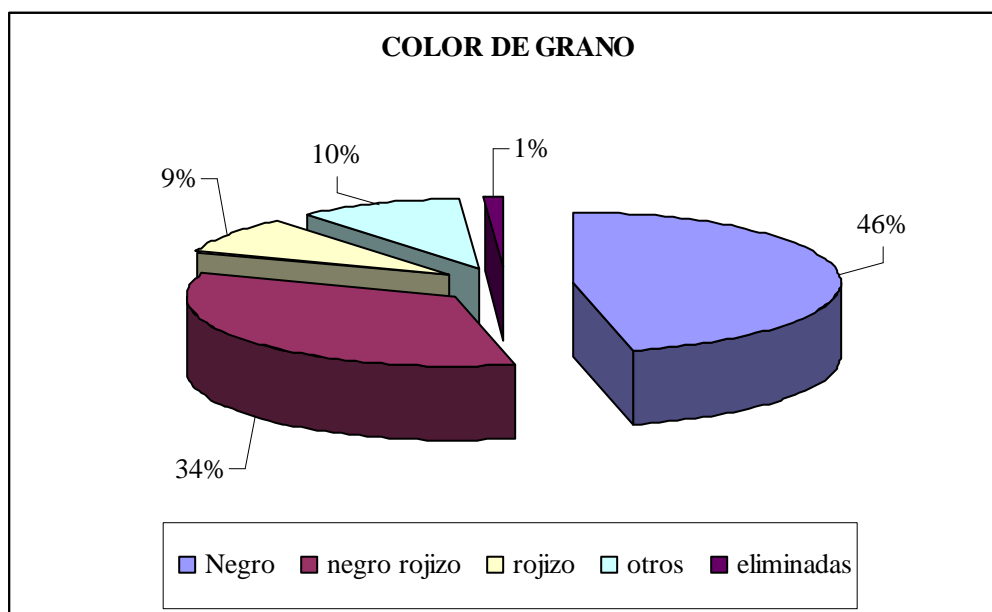


GRÁFICO 3. Porcentaje de predominancia de color, en la variable cualitativa color de grano de 162 familias de medios hermanos de maíz negro.

2. Maíz chulpi

a. Variables cuantitativas

En el Cuadro 7. se presentan los valores máximos, mínimos y promedio general de días a la floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, acame de raíz, acame de tallo, porcentaje de pudrición de mazorca, número de hileras de grano por mazorca, número granos por hilera, longitud de la mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de tusa, peso de 100 granos, longitud del grano, ancho del grano, grosor del grano y rendimiento obtenidos al evaluar 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi. Este cuadro también incluye los valores promedios de sus progenitores del ciclo 2006 en Tunshi y Santa Catalina, además, del promedio de las dos localidades para establecer una comparación y discusión acerca de los avances o posibles retrocesos obtenidos en este ensayo.

1) Días a la floración femenina (DFE)

El promedio de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de plantas de la parcela neta presentaron estigmas expuestos, con al menos 2 cm de largo, fue de 132.63 días, presentándose un máximo de 149 y 107 días como mínimo (Cuadro 7 y Anexo 2.).

Al comparar el promedio del ciclo 2009 con el promedio de las dos localidades del ciclo 2006 (133.45 días) se aprecia en el presente ciclo una disminución de 0.82 días, resultado que indica que se debe incrementar la intensidad de selección, pues se trata de incrementar la precocidad de las poblaciones.

2) Altura de planta (AP)

El promedio registrado para ésta variable es de 197.10 cm. (Cuadro 7) con un valor mínimo de 129.0 cm. correspondiente a la familia 33 y un valor máximo de 254.78 cm. perteneciente a la familia 104. (Anexo 2)

La altura de planta (promedio) del ciclo 2006 del ensayo de Tunshi y Sta. Catalina es de 223.09 cm. mientras que para este primer ciclo de selección se registró un valor de 197.1 cm., indicándonos una disminución de 25.99 cm. en promedio. Conseguir plantas de menor altura es uno de los objetivos importantes de proceso de selección, pues facilita el manejo del cultivo.

3) Altura de mazorca (AM)

La altura promedio obtenida desde la base de la planta hasta el nudo de inserción de la mazorca superior, es de 133.16 cm, (Cuadro 7) presentándose un valor mínimo de 66.83 cm. y un valor máximo de 186.44cm, correspondientes a las familias 33 y 103 respectivamente. (Anexo 2) El promedio obtenido para esta variable en el ciclo 2006 del ensayo de Tunshi y Sta. Catalina es de 136.72 cm. el mismo que comparado con el promedio del ciclo 2009, indica una diferencia de 3.56 cm. La disminución en altura de mazorca es fundamental para facilitar el control de plagas y la cosecha.

CUADRO 7. Valores máximos, mínimos y promedio general de 16 variables evaluadas en 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi y promedios de sus progenitores del ciclo 2006 en Tunshi y Sta. Catalina.

VARIABLES	VALORES (CICLO 2009)			PROMEDIOS (CICLO 2006)		
	Máximo	Mínimo	Promedio general	Tunshi	Sta. Catalina	dos localidades
Días a la floración femenina (días)	149.00	107.00	132.63	126.75	140.15	133,45
Altura de planta (cm.)	254.78	129.00	197.10	267.95	178.23	223,09
Altura de mazorca (cm.)	186.44	66.83	133.16	185.07	88.37	136,72
Acame de raíz (%)	62.50	0.00	12.18	-	-	-
Acame de tallo (%)	60.00	0.00	11.59	-	-	-
Porcentaje de pudrición de mazorca (%)	35.00	0.00	6.41	10.06	11.25	10,66
Número de hileras de grano/mazorca	20.30	12.00	15.96	15.52	13.55	14,54
Número de granos/hilera	23.73	11.11	18.96	17.92	20.42	19,17
Longitud de mazorca (cm.)	19.80	8.40	11.45	11.15	12.07	11,61
Diámetro de mazorca (cm.)	5.44	2.22	4.56	4.55	4.45	4,50
Diámetro de tusa (cm.)	3.88	1.52	3.10	3.26	2.65	2,96
Peso de 100 granos (g.)	37.23	10.77	21.78	30.87	36.41	33,64
Longitud del grano (mm.)	13.2	8.8	11.0	12.9	13.4	13.2
Ancho del grano (mm.)	9.0	5.7	7.4	8.0	8.4	8.2
Grosor del grano (mm.)	7.3	4.1	5.5	2.7	5.6	4.2
Rendimiento (t/ha)	9.68	0.13	3.50	2.68	1.67	2,18

4) Porcentaje de vuelcos

a. Acame de raíz

Se registró un promedio de 12.18 % de plantas con una inclinación de 30 grados o más a partir de la perpendicular formada con la base de la planta, donde comienza la zona radicular, observándose valores máximos de 62.50 % de plantas acamadas y valores mínimos de 0.0 % (Cuadro 7) A continuación se aprecia a las familias que no presentan

acame de raíz, dentro de las que se encuentran 34 de las 120 familias evaluadas, así como también a 11 familias que presentan porcentajes mayores al 30%, las 75 familias restantes presentan valores porcentuales que fluctúan desde 0.1 a 29.9 % (Anexo 2).

CUADRO 8. Agrupación de familias que no presentan acame de raíz y aquellas que presentan valores máximos.

FAMILIAS	OBSERVACION
23, 24 28, 29, 31, 42, 44, 46, 48, 49, 51, 52, 58, 60, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 73, 82, 86, 87, 91, 99, 100, 105, 107, 108, 110, 111, 116, 118	No presentan acame de raíz
1, 3, 5, 8, 10, 11, 14, 15, 35, 59, 89,	Presentan acame de raíz >30%

b. Acame de tallo

El Cuadro 7 indica que el promedio de plantas con acame de tallo es de 11.59 %, presentándose un valor máximo de 60 % y 0 % como valor mínimo.

A continuación en el Cuadro 8 se aprecia a las familias que no presentan acame de raíz, dentro de las que se encuentran 24 de las 120 familias evaluadas, así como también a 21 familias que presentan porcentajes mayores al 20%, las 75 familias restantes presentan valores porcentuales que fluctúan desde 0.1 a 19.9 % (Anexo 2).

CUADRO 9. Agrupación de familias que no presentan acame de tallo y aquellas que presentan valores máximos.

FAMILIAS	OBSERVACION
3, 8, 11, 13, 14, 20, 21, 25, 29, 32, 38, 47, 54, 58, 60, 61, 64, 69, 81, 95, 99, 105, 107, 116	No presentan acame de tallo
12, 33, 34, 35, 43, 45, 51, 52, 55, 57, 67, 80, 88, 91, 92, 94, 96, 106, 108, 109, 111,	Presentan acame de tallo >20%

5) Enfermedad foliar prevalente (EF)

En el Anexo 1 y Gráfico 4 se observa que en el 4 % de las familias se presentó una infección débil, el 17 % se ubican en la escala 2, es decir, que presentó una infección ligera, el 34 % pertenecen a la escala tres, lo que nos indica que existió una infección moderada, mientras que el 36 % se sitúa en la escala 4, lo que advierte una infección severa y finalmente un 9 % que equivale a una infección muy severa.

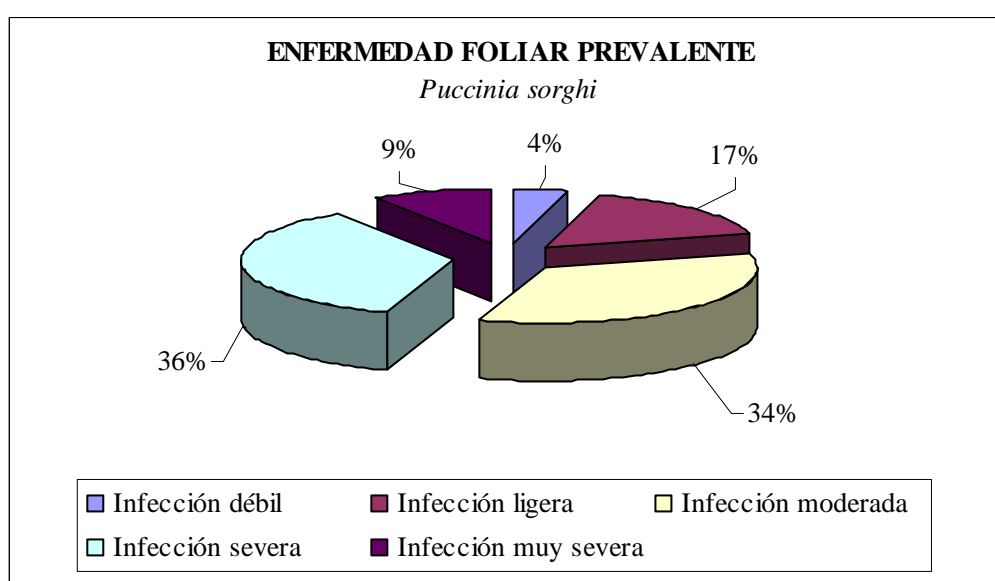


GRÁFICO 4. Porcentaje de infección, en la variable cuantitativa Enfermedad foliar prevalente, de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi.

6) Porcentaje de pudrición de mazorcas (PPM)

El valor máximo para pudrición de mazorca es de 35 % correspondiente a la familia 87, mientras que existen familias que no presentan pudrición de mazorca, el promedio obtenido es 6.41 % como se aprecia en el Cuadro 7.

Al comparar el promedio del ciclo 2009 con el promedio de las 2 localidades del ciclo 2006 (10.66%) se aprecia una disminución de 4.25 %, resultados favorables en proceso de selección que busca incrementar la resistencia a patógenos por parte de las plantas.

7) Número de hileras de grano / mazorca (NHM)

Su valor promedio fue de 15.96 hileras de grano como indica el Cuadro 7, con un máximo de 20.30 hileras y 12 hileras como valor mínimo, correspondientes a las familias 105 y 45 respectivamente. (Anexo 2)

El promedio de esta variable, comparado con el promedio del ciclo 2006 obtenido del ensayo de Tunshi y Sta. Catalina indica un incremento de 1.42 hileras. Esto determina un mayor número de hileras de grano/mazorca lo cual se traduce en un mayor número de granos por mazorca.

8) Número de granos / hilera (NGH)

Su valor promedio es de 18.96 granos, con valores que fluctúan desde 11.11 (familia 57) a 23.73 (familia 73) granos como muestra en Cuadro 7. (Anexo 2).

Al comparar el promedio de las dos localidades del ciclo 2006 (19.17) con el promedio del ciclo 2009 notamos una disminución de 0.21 granos. Advirtiéndose que aunque exista un incremento en el número de hileras de grano/mazorca, cada una de éstas presenta una disminución en el número de granos.

9) Longitud de mazorca (LGM)

Los valores registrados para esta variable varían de 8.40 cm. (familia 33) como valor mínimo a 19.80 cm. (familia 1) como valor máximo, con un promedio de 11.45 cm. (Cuadro 7).

El promedio del ensayo de Tunshi y Sta. Catalina del ciclo 2006 es de 11.96 cm., mientras que para el ciclo 2009 es de 11.45 cm. advirtiéndose una disminución de 0.16 cm. Este resultado se encuentra relacionado con el obtenido en la variable altura de planta.

10) Diámetro de mazorca (DMM)

El valor promedio para esta variable es de 4.56 cm. presentándose un valor máximo de 5.44 cm. correspondiente a la familia 102 y un valor mínimo de 2.22 cm. correspondiente a la familia 51 (Cuadro 7 y Anexo 2).

Según el Cuadro 7 para las 2 localidades del ciclo 2006 se presenta un promedio de 4.50 cm. mismo que comparado con el promedio del ciclo 2009, muestra un incremento de 0.06 cm. lo cual indica que los valores obtenidos para ésta variable se mantienen constantes.

11) Diámetro de tusa (DMT)

El Cuadro 7 indica que el valor promedio para diámetro de tusa es de 3.10 cm. con valores que fluctúan de 1.52 cm. (familia 51) a 3.88 cm. (familia 104). El valor promedio obtenido del ensayo de Tunshi y Sta. Catalina es de 2.96 cm., que al compararlo con el promedio del ciclo 2009 obtenido, permite percibir un incremento de 0.14 cm.

12) Peso de 100 granos (PCG)

En el Cuadro 7 se aprecia un valor máximo que presentó esta variable fue de 37.23 gr. y un valor mínimo de 10.77 gr. correspondientes a las familias 69 y 74 respectivamente (Anexo 2), el promedio del ciclo 2009 es 44.37 gr. mismo que está ajustado al 14%, mientras que para las 2 localidades del ciclo 2006 es de 33.69 gr.

13) Longitud de grano (LGGR)

Para ésta variable se reportó un promedio de 11.0 mm. (Cuadro 7 y Anexo 2). con un valor máximo de 13.2 mm. (familia 63) y un valor mínimo de 8.8 mm. (familia 41).

El promedio del ensayo del Tunshi y Sta. Catalina es de 13.2 mm. valor que al compararlos con el promedio reportado en el ciclo 2009, indica una disminución de 2.2 mm. Resultados

que se encuentran relacionados a las variaciones obtenidas en el diámetro de tusa aunque el diámetro de mazorca se presente constante.

14) Ancho de grano (AGR)

En el Cuadro 7 se observa un valor máximo de 9.0 mm. correspondiente a la familia 21 y un mínimo de 5.7 mm. correspondiente a la familia 78, además reporta un promedio de 7.4 mm. El valor promedio de las 2 localidades del ciclo 2006 es de 8.2 mm, mientras que para el ciclo 2009 es de 7.4 mm valores que indican una disminución de 0.8 mm. El menor ancho de grano se compensa al incrementarse el número de hileras de granos/mazorca.

15) Grosor de grano (GGR)

El Cuadro 7 nos indica un grosor de grano máximo de 7.3 mm. perteneciente a la familia 59 y un grosor mínimo de 4.1 mm. perteneciente a la familia 6 siendo el promedio de 5.5 mm. Al comparar el promedio del ciclo 2009, con el promedio del ensayo de Tunshi y Sta. Catalina del ciclo 2006 (4.2 mm.), se nota un incremento de 1.3 mm. indicándonos que aunque exista una disminución del número de granos/hilera, los granos presentan mayor grosor.

16) Rendimiento tn/ha (REND)

Las 120 familias presentan un promedio (Cuadro 7.) para la variable rendimiento de 3.50 t/ha. con un mínimo de 0.13 t/ha correspondiente a la familia 59 a un máximo 9.68 t/ha que presenta la familia 30.

El promedio del ensayo de Tunshi y Sta. Catalina es de 2.18 t/ha, mismo que al comparar con el promedio del ciclo 2009, se advierte un incremento de 1.32 t/ha, mismo que es positivo y representa un gran avance en el proceso, cuyo objetivo principal en este tipo de mejoramiento es lograr poblaciones de altos rendimientos y características homogéneas que posteriormente permita obtener una variedad mejorada.

b. Variables cualitativas

1) Color de grano (CGR)

En el Anexo 1 y Gráfico 5 se observa que en 62 de las 120 familias predomina el grano color amarillo intenso (52%), el 30 % se ubican en el grado 2 de la escala, es decir, que en 36 familias el color del grano es amarillo pálido, mientras que el 18 % pertenecen al grado tres, lo que nos indica que 22 familias poseen un color de grano rojizo y finalmente ninguna de las familias presentan colores diferentes a los de la escala.

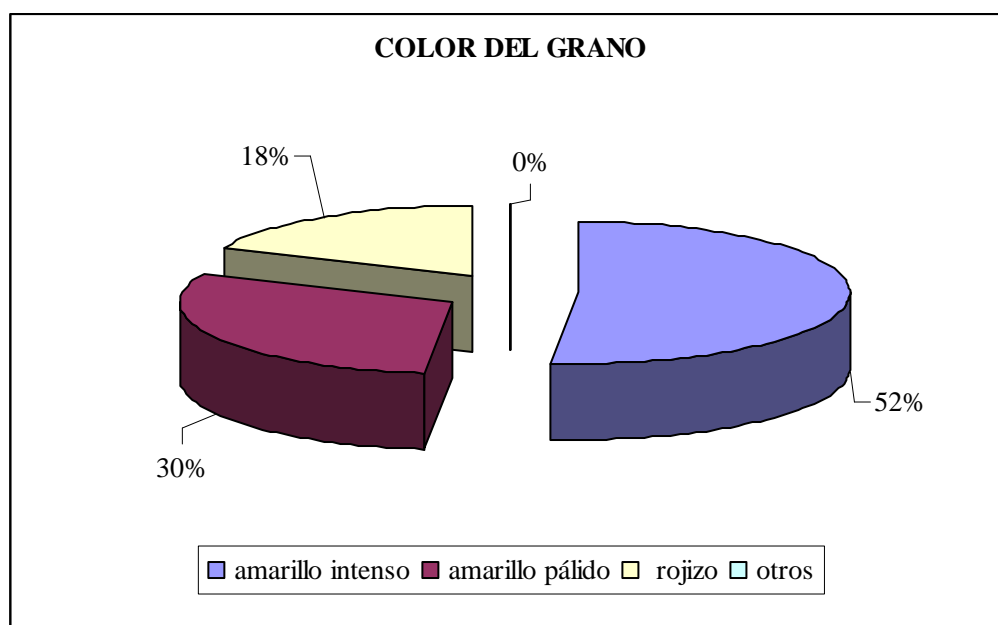


GRÁFICO 5. Porcentaje de predominancia de color, en la variable cualitativa color de grano de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi.

B. SELECCIÓN DE LAS MEJORES FAMILIAS

Se realizó en base a las variables de mayor interés agronómico, como son: días a la floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, acame de tallo, porcentaje de pudrición de mazorca y rendimiento, se utilizó el Asistente de Selección. La intensidad de

selección se basó en la importancia del carácter agronómico y la meta de selección en función de la desviación estándar que presentó cada variable.

1. Maíz Negro

En el Cuadro 10. se observan las veinte familias que fueron seleccionadas como las mejores, mismas que están ordenadas de acuerdo al índice de selección; el valor menor en dicho índice indica entradas de buen comportamiento, de acuerdo a los objetivos e intensidad de selección.

CUADRO 10. Veinte familias seleccionadas, promedios de selección y de población en 6 descriptores agronómicos de 162 familias de medios hermanos de maíz negro.

FAMILIAS	ÍNDICE	DFE	AP	AM	AT	PPM	REND
86	14.16	112.0	130.1	80.8	4.8	0.2	4.9
121	14.76	112.0	145.9	78.8	5.3	0.3	4.8
120	15.06	110.0	160.9	74.1	4.8	5.5	5.6
108	15.18	110.0	138.1	86.8	0.0	14.7	5.1
27	15.49	105.0	150.9	84.8	0.0	3.6	4.1
48	15.55	112.0	170.6	83.7	0.0	4.8	5.5
22	15.72	107.0	137.1	78.3	0.0	13.1	3.9
114	15.74	105.0	148.8	76.8	0.0	7.3	3.7
109	15.98	103.0	148.2	66.8	5.6	15.0	4.4
26	16.06	107.0	168.1	92.7	4.8	1.4	5.2
41	16.07	116.0	158.1	92.8	0.0	5.4	4.5
62	16.14	107.0	140.8	86.2	0.0	4.1	3.2
15	16.17	107.0	139.3	69.2	14.3	3.0	4.2
85	16.20	107.0	151.3	79.8	10.0	5.1	4.4
20	16.24	110.0	167.4	106.1	0.0	0.3	5.2
110	16.31	107.0	148.3	83.7	5.3	12.3	4.4
103	16.45	107.0	157.9	96.4	0.0	0.0	3.7
87	16.52	110.0	159.4	98.8	6.7	1.0	4.7
132	16.65	112.0	141.6	86.3	5.3	0.4	3.1
38	16.72	107.0	166.8	90.8	5.3	1.1	4.3
Promedio selección	-----	108.65	151.48	84.67	3.61	4.93	4.45
Promedio población	-----	117.62	170.70	99.66	4.83	9.10	3.20
Diferencia	-----	- 8.97	- 19.22	- 15.00	- 1.22	- 4.17	1.25

a. Días a la floración femenina (DFF)

En el Anexo 3 y Gráfico 6 se observa que el promedio de selección estimado para este primer ciclo de selección fue de 118.90 días, obteniéndose un promedio de 117.62 días, lo cual indica que se presentó una disminución de 1.28 días.

Este resultado advierte un avance positivo e inesperado, pues, el mismo anexo muestra un incremento de 0.01 días, en relación al promedio de población obtenido en el ensayo Tunshi, 2006.

Además, se estima una diferencia de - 8.97 días para el próximo ciclo de selección, lo cual indica que se acortarán los días a la floración femenina e incrementará la precocidad.

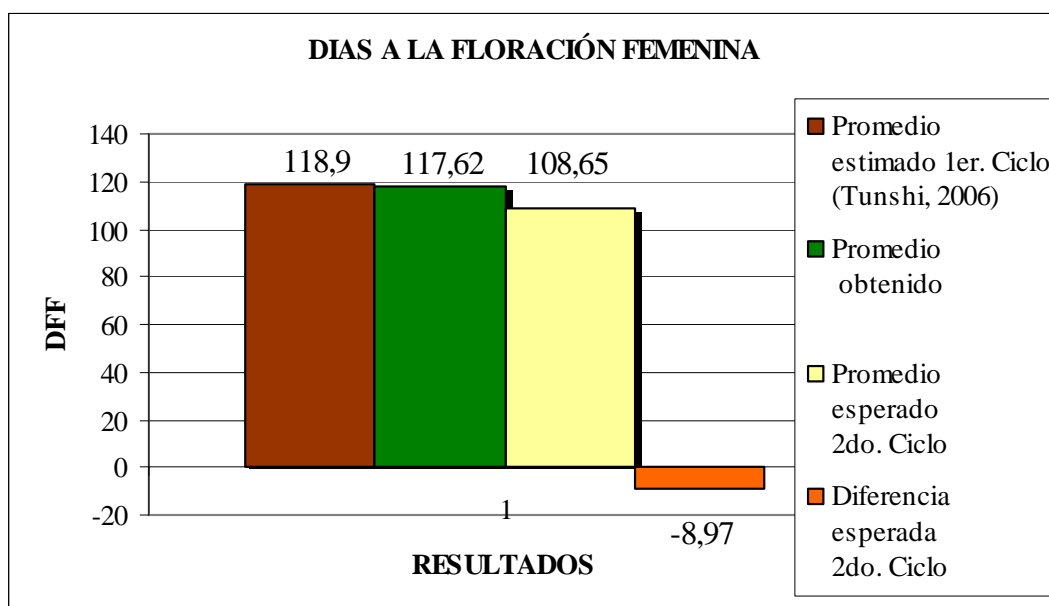


GRAFICO 6. Promedios de población estimada, población obtenida de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable días a la floración femenina. Tunshi, 2009.

b. Altura de planta (AP)

Apreciando el Anexo 3 y Gráfico 7. se observa que el promedio de selección estimado para ésta variable es de 262.55 cm. mientras que el promedio obtenido fue de 170.7 cm.,

estableciéndose una diferencia de 91.85 cm., mientras que en el anexo citado se preveía un incremento de 15.89 cm.

En el Anexo 4 y Gráfico 7. se establece un promedio de selección estimado de 202.0 cm. para este primer ciclo de selección, mismo que, al compararlo con el promedio registrado muestra una diferencia de 31.3 cm., aunque se estimó un incremento de 21.00 cm. Se estima una disminución de 19.22 cm. en las familias que conformarán el segundo ciclo de selección, lo cual es positivo para el proceso.

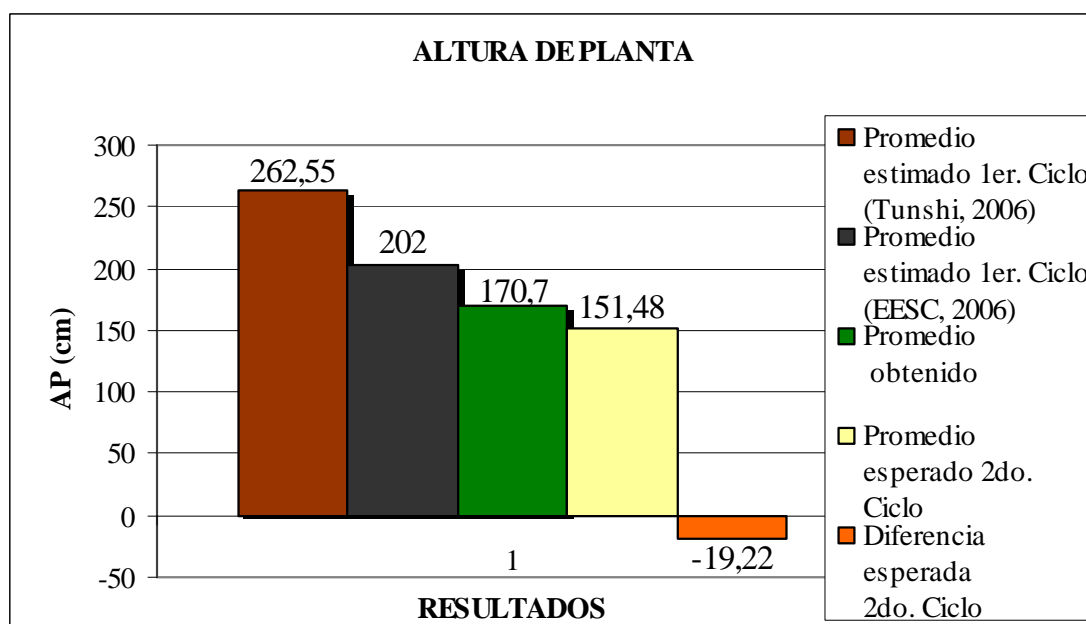


GRAFICO 7. Promedios de población estimada, población obtenida de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable altura de planta. Tunshi, 2009.

c. Altura de mazorca (AM)

El promedio de selección estimado para este primer ciclo de selección según el Anexo 4 y Gráfico 8 es de 98.5 cm. y el obtenido fue de 99.66 cm. valores que indican un aumento de 1.16 cm. El incremento estimado respecto al promedio de la población según el Anexo 4 fue de 13.6 cm. sin embargo el valor real incrementado es de 14.76 cm. Además, se estima

una disminución de 15 cm. en altura de mazorca para las familias en el segundo ciclo de selección.

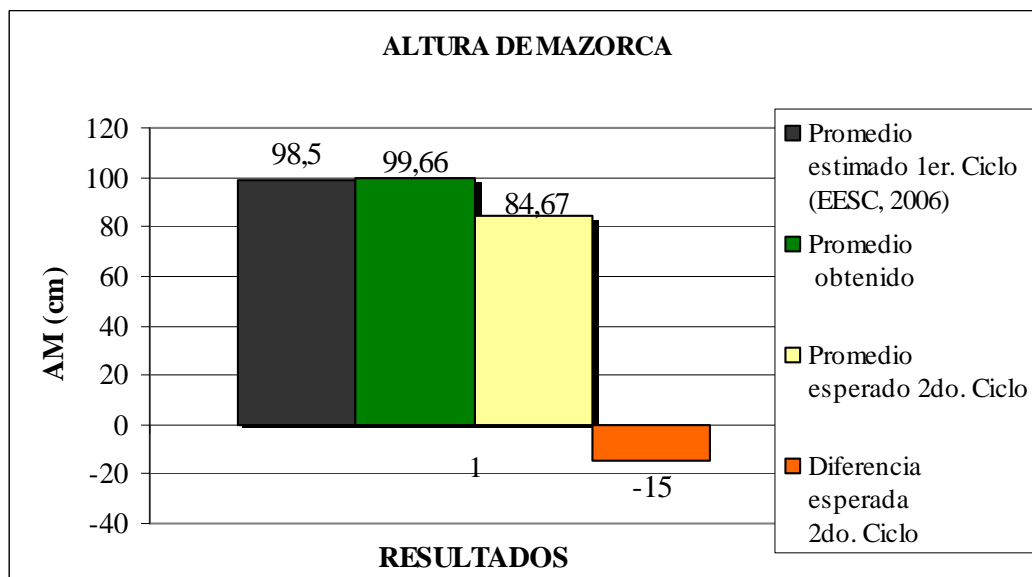


GRAFICO 8. Promedios de población estimada, población obtenida de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable altura de mazorca. Tunshi, 2009.

d. Acame de tallo

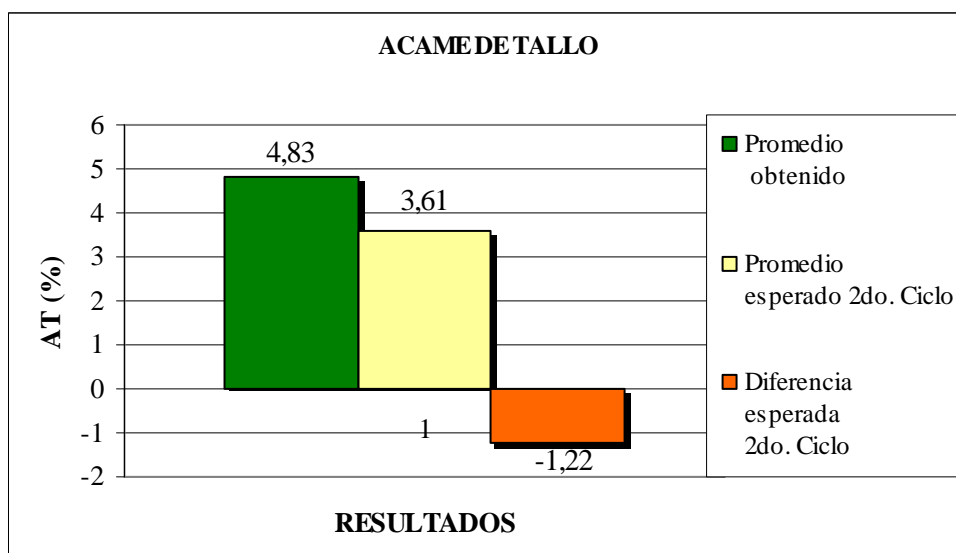


GRAFICO 9. Promedio de población obtenida de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable acame de tallo. Tunshi, 2009.

El gráfico 9. nos muestra que el promedio de población es de: 4.83 %, mientras que el promedio de selección es de: 3.61 %, estableciéndose una diferencia estimada de 1.22 %, lo cual nos indica que en un segundo ciclo de selección se presentará un porcentaje mínimo de acame de tallo dentro de cada familia.

e. Porcentaje de pudrición de mazorcas (PPM)

El Anexo 3 y gráfico 10 muestra un promedio de selección estimada para este primer ciclo de selección de 8.11 % obteniéndose un promedio de 9.1 %, presentándose un incremento de 0.99 %, aunque se estimó una disminución de 0.71 % en dicho anexo. Las condiciones climáticas favorecieron el desarrollo del patógeno incrementándose así el porcentaje de pudrición de mazorca. Estimándose, además, una disminución de 4.17 % en las familias que conformarán el siguiente ciclo de selección.

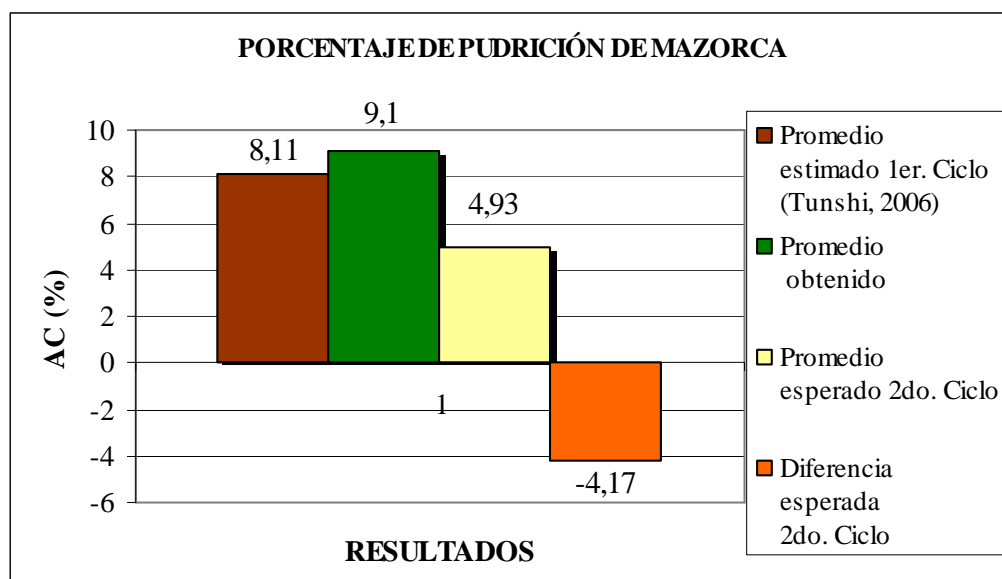


GRAFICO 10. Promedios de población estimada, población obtenida de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable porcentaje de pudrición de mazorca. Tunshi, 2009.

f. Rendimiento tn/ha (REND)

En el Anexo 3 y gráfico 11 se estima un promedio de selección de 2.60 t/ha para este ciclo de selección, sin embargo, el promedio obtenido es de 3.20 t/ha, obteniéndose un

incremento de 0.6 t/ha, en el mismo anexo se preveía un aumento de 0.41 t/ha. Según el Anexo 4 y gráfico 11, el promedio de selección estimado para ésta variable es de 2.9 t/ha, lo cual indica un incremento de 0.3 t/ha.

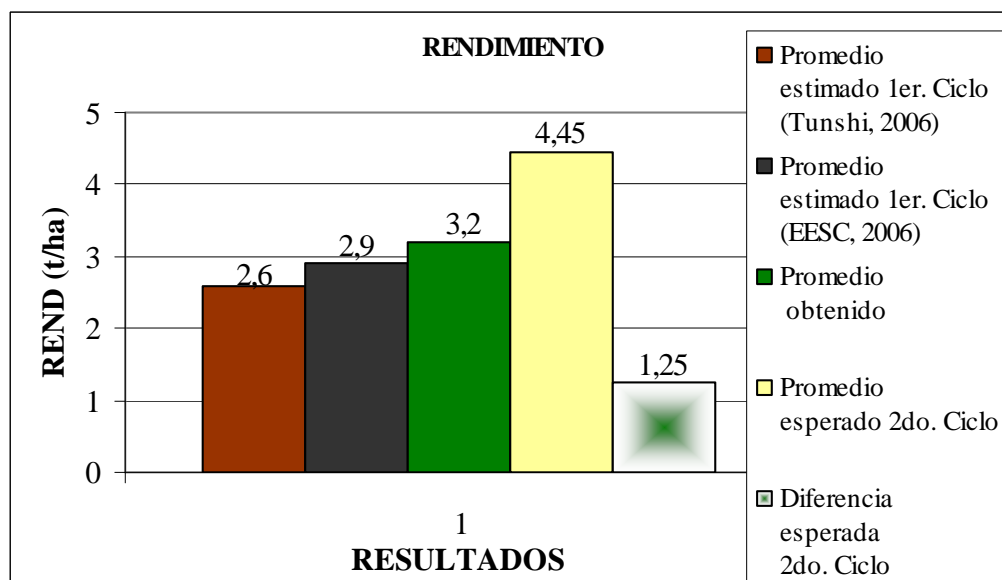


GRAFICO 11. Promedios de población estimada, población obtenida de 162 familias de medios hermanos de maíz negro y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable rendimiento. Tunshi, 2009.

Las familias seleccionadas presentan promedios (Cuadro 10.) para la variable rendimiento con un mínimo de 3.1 t/ha correspondiente a la familia 132 a un máximo 5.6 t/ha que presenta la familia 120, siendo (Gráfico 11) el promedio de selección de 4.45 t/ha y el promedio de la población de 3.20 t/ha, éstos resultados obtenidos muestran una ganancia genética de 1.25 t/ha al realizar la selección.

Confirmándose así lo manifestado por CHAVEZ (1995): el mejoramiento poblacional consiste en formar nuevas poblaciones que incrementen la medida de rendimiento después de cada ciclo de selección, y que dicho incremento se debe a que los individuos seleccionados, poseen genes superiores, que al recombinarse al azar producen nuevos genotipos de mayor producción, por tanto se espera que la población sea más productiva en promedio que la anterior.

2. Maíz Chulpi

El Cuadro 11. nos indica las veinte mejores familias que fueron seleccionadas, las cuales están ordenadas de acuerdo al índice de selección; el valor menor en dicho índice indica entradas de buen comportamiento, de acuerdo a los objetivos e intensidad de selección.

a. Días a la floración femenina (DFF)

En el Anexo 5 y grafico 12 se observa que el promedio de selección estimado para este primer ciclo de selección fue de 128.44 días, obteniéndose un promedio de 132.62 días, lo cual indica que se presentó un incremento de 4.18 días, en el mismo anexo se esperaba un aumento de solo 1.69 días.

Este incremento es negativo para el proceso por los cual el momento de la selección se debe incrementar la intensidad de selección, para que en un segundo ciclo se logre acortar los días a la floración femenina. Estableciéndose, además, una diferencia estimada de 8.22 días, lo cual indica que se acortarán los días a la floración femenina e incrementará la precocidad en un segundo ciclo de selección.

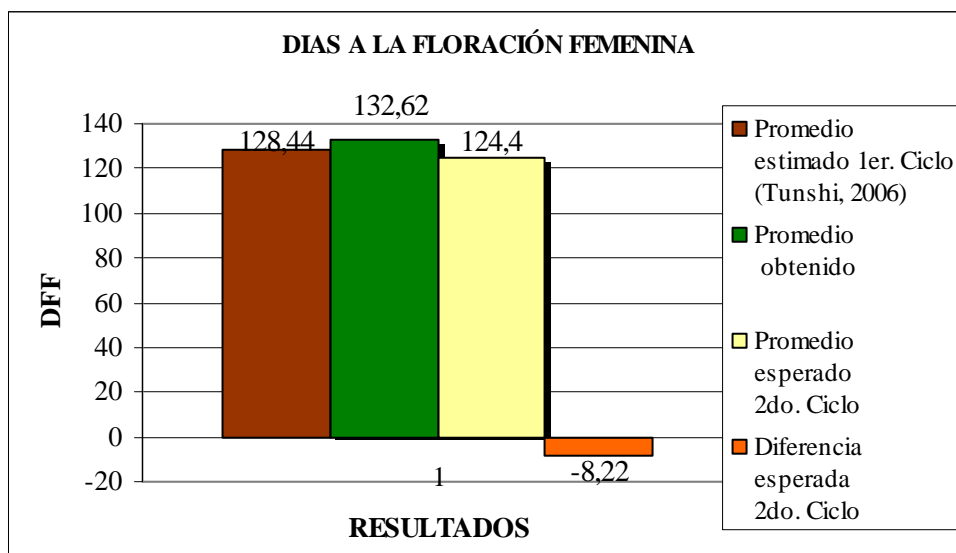


GRAFICO 12. Promedios de población estimada, población obtenida de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable días a la floración femenina. Tunshi, 2009.

CUADRO 11. Veinte familias seleccionadas, promedios de selección y de población en 6 descriptores agronómicos de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi.

FAMILIAS	ÍNDICE	DFE	AP	AM	AT	PPM	REND
28	13.75	116.0	169.03	114.6	15.8	3.8	5.1
20	13.99	116.0	148.2	94.3	0.0	10.8	3.8
18	14.69	126.0	148.1	89.8	10.0	2.5	3.3
106	15.29	111.0	185.7	114.8	26.3	5.6	5.5
31	15.36	128.0	180.8	124.6	11.8	3.9	5.5
15	15.51	116.0	152.4	99.1	5.9	6.1	2.3
110	15.61	116.0	196.9	121.6	11.1	4.1	4.3
25	15.61	131.0	204.0	131.6	0.0	0.0	6.2
19	15.96	122.0	156.9	99.9	5.3	11.4	3.2
61	16.25	131.0	166.7	115.9	0.0	3.4	3.3
73	16.48	128.0	203.7	135.1	9.1	2.6	5.5
40	16.52	131.0	192.7	132.6	6.3	3.6	5.1
12	16.58	133.0	190.8	136.6	0.0	2.9	5.1
39	16.67	124.0	200.4	139.9	6.7	6.8	5.2
35	16.86	119.0	179.8	126.0	23.1	2.8	3.5
32	17.22	133.0	174.1	115.3	0.0	8.6	3.6
26	17.24	126.0	195.3	144.1	6.3	2.9	4.0
102	17.36	119.0	222.0	155.7	5.6	3.2	5.6
4	17.46	131.0	184.6	129.3	13.3	6.1	4.3
10	17.49	131.0	190.1	125.6	6.7	4.6	3.7
Promedio selección	-----	124.40	182.12	122.32	8.17	4.79	4.41
Promedio población	-----	132.62	197.10	133.16	11.59	6.41	3.50
Diferencia	-----	- 8.22	- 14.98	- 10.84	- 3.42	- 1.62	0.91

b. Altura de planta (AP)

Apreciando el Anexo 5 y gráfico 13, se observa que el promedio de selección estimado para ésta variable es de 273.06 cm. mientras que el promedio obtenido en este primer ciclo de selección es de 197.1 cm., estableciéndose una diferencia de 75.96 cm., mientras que en el anexo citado se preveía un incremento de 5.11 cm.

El Anexo 6. y gráfico 13 se establece un promedio de selección estimado de 184.5 cm. para este primer ciclo de selección, mismo que al compararlo con el promedio registrado nos muestra un incremento de 12.6 cm., aunque se estimó un incremento de 6.3 cm.

Además se estima una disminución de 14.98cm. En las familias que conformarán el segundo ciclo de selección, lo cual es positivo para el proceso.

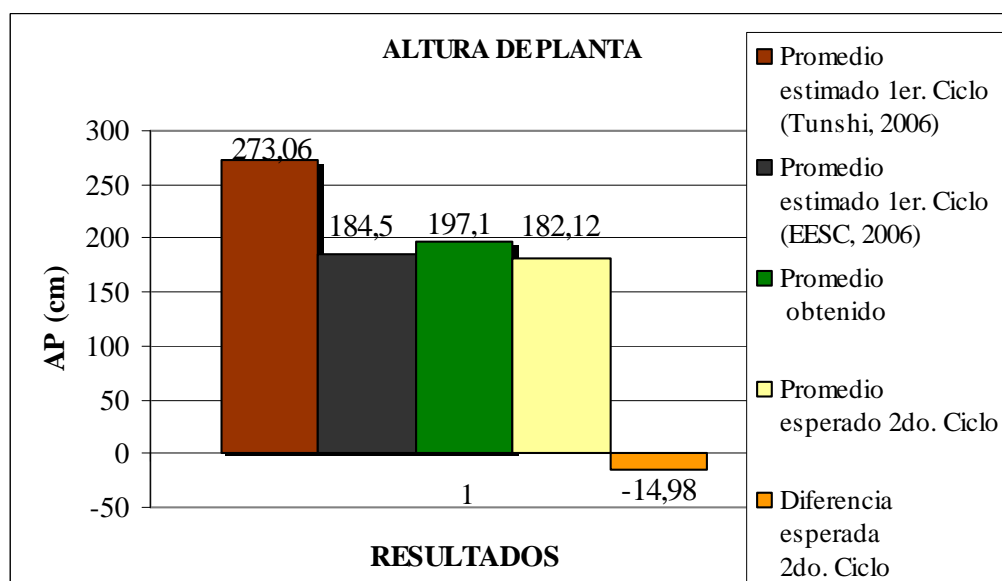


GRAFICO 13. Promedios de población estimada, población obtenida de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable altura de planta. Tunshi, 2009.

c. Altura de mazorca (AM)

El promedio de selección estimado para este primer ciclo de selección según el Anexo 6 y gráfico 14 es de 91.3 cm. y el obtenido es de 133.32 cm. valores que indican un aumento de 42.02 cm.

Estos resultados no son favorables para el proceso, por tal razón se debe incrementar la intensidad y meta de selección. Además, se estima una disminución de 10.84 cm. en altura de mazorca para las familias en el segundo ciclo de selección.

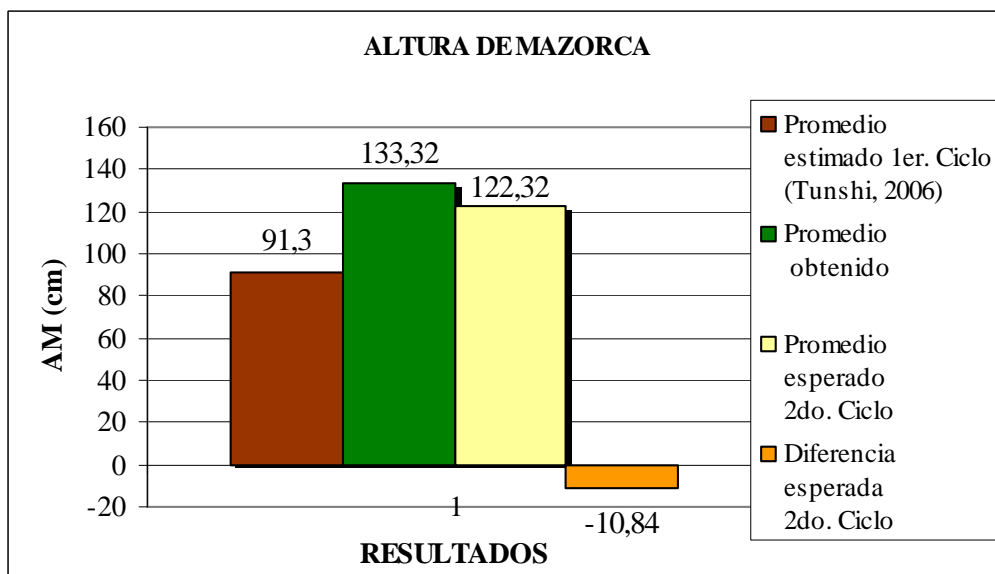


GRAFICO 14. Promedios de población estimada, población obtenida de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable altura de mazorca. Tunshi, 2009.

d. Acame de tallo

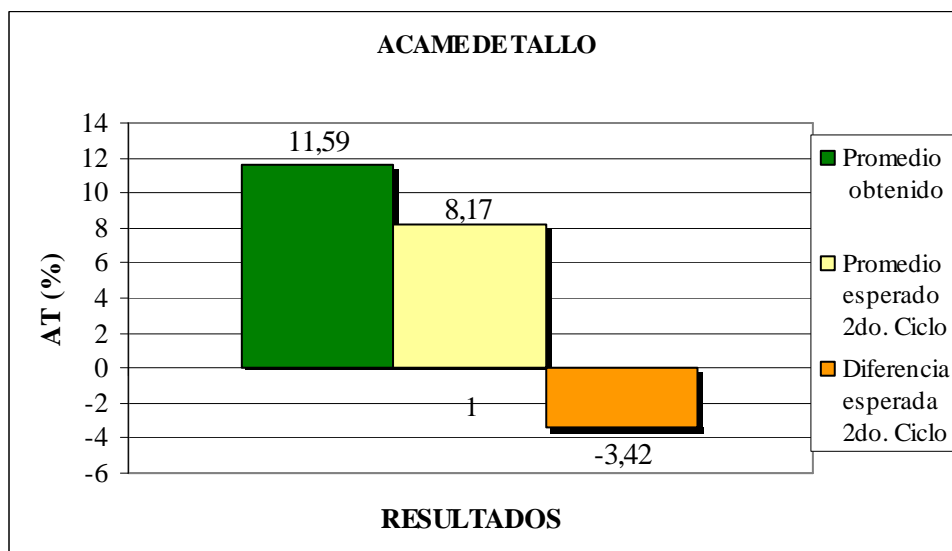


GRAFICO 15. Promedios de población obtenida de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable acame de tallo. Tunshi, 2009.

El gráfico 15. muestra que el promedio de población es de: 11.59 %, mientras que el promedio de selección es de: 8.17 %, estableciéndose una diferencia estimada de 3.42 %,

lo cual nos indica que en un segundo ciclo de selección se presentará un porcentaje menor de acame de tallo dentro de cada familia.

e. Porcentaje de pudrición de mazorcas (PPM)

El Anexo 5 y gráfico 16 muestran un promedio de selección de 8.98 % obteniéndose un promedio de 6.41 %, se estimaba una disminución de 1.08 %, sin embargo, se presentó una disminución significativa de 2.57 %. En el Anexo 6 y gráfico 16, se observa el promedio de selección esperado de 2.8 %, sin embargo el registrado fue de 6.41 % lo cual indica un incremento de 2.91% cuando se estimó una disminución de 0.7 %. Estimándose, además, una disminución de: 1.62 %. en las familias que conformarán el segundo ciclo de selección.

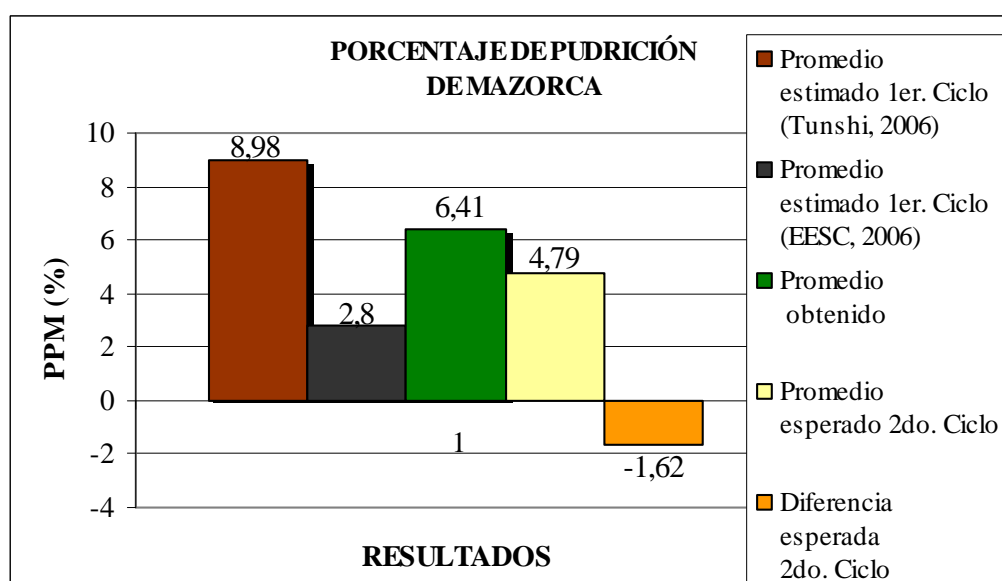


GRAFICO 16. Promedios de población estimada, población obtenida de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable porcentaje de pudrición de mazorca. Tunshi, 2009.

f. Rendimiento tn/ha (REND)

En el Anexo 5 y gráfico 17 se estima un promedio de selección de 3.96 t/ha para este ciclo de selección, sin embargo, el promedio obtenido es de 3.50 t/ha, obteniéndose un

incremento de 0.46 t/ha, en el anexo mencionado, en el mismo que se preveía un aumento de 1.28 t/ha. Según el Anexo 6 y el gráfico 17, el promedio de selección estimado para ésta variable fue de 2.2 t/ha, lo cual indica un incremento de 1.3 t/ha.

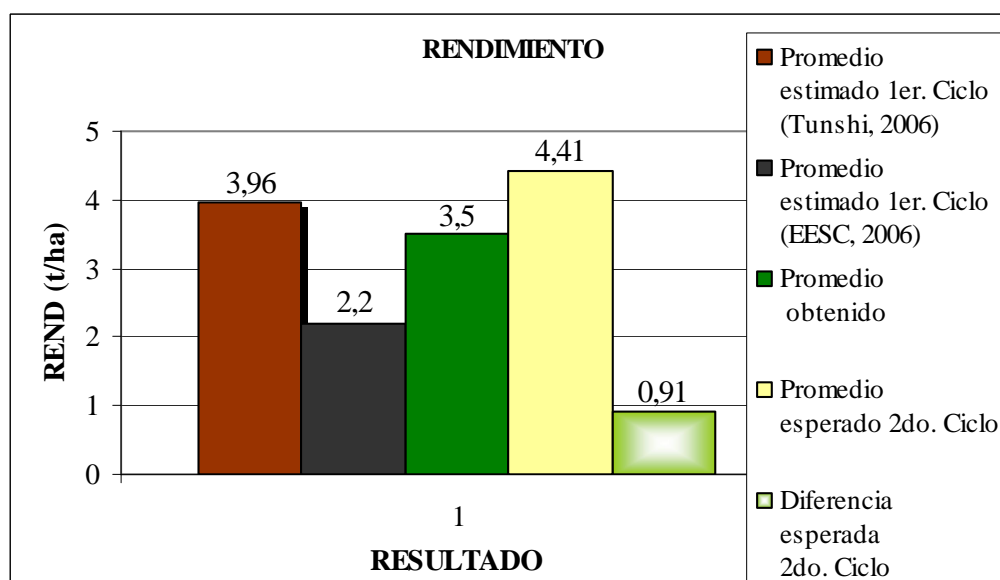


GRAFICO 17. Promedios de población estimada, población obtenida de 120 familias de medios hermanos de maíz chulpi y valores estimados para el segundo ciclo de selección en la variable rendimiento. Tunshi, 2009.

Las familias seleccionadas presentan promedios (Cuadro 11.) para la variable rendimiento con un mínimo de 3.1 t/ha correspondiente a la familia 132 a un máximo 5.6 t/ha que presenta la familia 120, siendo (Gráfico 17.) el promedio de selección de 4.45 t/ha y el promedio de la población de 3.20 t/ha, éstos resultados obtenidos muestran una ganancia genética de 1.25 t/ha al realizar la selección.

Demostrándose así lo aseverado por PANDEY *et al.*, (1991), una de las ventajas del uso de la selección de medios hermanos es que en cada ciclo de selección, se pueden obtener estimados de la variancia genética aditiva y de la heredabilidad de los caracteres bajo selección.

C. INCREMENTO Y CONSERVACIÓN DE SEMILLA DE CADA UNA DE LAS FAMILIAS SELECCIONADAS

En el Cuadro 12 se observa que el incremento de semilla obtenido en este primer ciclo de selección es de 77 mazorcas de maíz negro y de 84 mazorcas de maíz chulpi; en un segundo ciclo de selección cada una de estas mazorcas formarían una nueva familia de medios hermanos maternos.

CUADRO 12. N° de mazorcas seleccionadas de las 20 mejores familias de maíz negro y chulpi.

MAIZ NEGRO		MAIZ CHULPI	
FAMILIAS	N° DE MAZORCAS	FAMILIAS	N° DE MAZORCAS
86	4	28	7
121	4	20	4
120	2	18	7
108	4	106	6
27	3	31	3
48	6	15	4
22	3	110	5
114	5	25	6
109	4	19	5
26	8	61	2
41	5	73	4
62	7	40	5
15	7	12	3
85	2	39	2
20	3	35	1
110	1	32	2
103	1	26	4
87	3	102	4
132	1	4	3
38	4	10	7
TOTAL	77	TOTAL	84

Cada una de estas mazorcas se desgranó por separado, de la semilla obtenida una parte se siembra en forma individual (mazorca por surco), otra porción forma parte del compuesto balanceado (plantas macho) y una última constituye semilla de reserva que se almacena a baja temperatura (-14 °C) en el banco de germoplasma del DENAREF.

V. CONCLUSIONES

- a.** Existen avances en el proceso de mejoramiento, ya que comparando los valores obtenidos en el ensayo de ciclo 2006, con los valores del ciclo 2009, se observa una disminución en altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de pudrición de mazorca, un incremento significativo en el rendimiento para los dos tipos maíz, sin embargo, las demás variables presentan comportamientos muy diversos, las cuales se debe tratar homogenizar en posteriores ciclos.
- b.** Las mejores familias se seleccionaron en función de las variables días a la floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, acame de tallo, porcentaje de pudrición de mazorca y rendimiento, porque son características de mayor interés agronómico.
- c.** Las familias mejores familias de maíz negro son: 86, 121, 119, 115, 27, 50, 22, 114, 116, 26, 41, 60, 15, 85, 20, 111, 104, 87, 132, 38.
- d.** En el caso del maíz chulpi las mejores familias son: 28, 20, 18, 106, 31, 15, 110, 25, 19, 61, 73, 40, 11, 39, 35, 32, 26, 102, 4, 10.
- e.** Existe la suficiente cantidad de semilla para continuar con el proceso de mejoramiento genético de maíz negro y chulpi.
- f.** Se ratifica la alta variabilidad genética de las poblaciones de maíz negro y chulpi.

VI. RECOMENDACIONES

- a.** Establecer las mismas variables cuantitativas y cualitativas para los siguientes ciclos de selección, ya que esto permitirá tener un registro que ayude a determinar diferencias y semejanzas de las familias que continúen en el proceso de mejoramiento.

- b.** Investigar nuevas alternativas de uso de estos dos tipos de maíz con la finalidad de diversificar su utilización e incentivar a los agricultores a conservar estos dos tipos de maíz.

- c.** Realizar un estudio detallado sobre reproducción y hábitos de los pájaros que circundan la Estación Experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, mismos que atacan severamente tanto en la etapa de emergencia como en la etapa de llenado y madurez del grano, estudio que posteriormente permita encontrar una solución para que tanto tesisistas como estudiantes puedan establecer adecuadamente sus cultivos.

VI. RESUMEN

En la presente investigación se plantea: Seleccionar las mejores familias de maíz negro y de maíz chulpi e incrementar y conservar semillas de cada una de las familias seleccionadas, para lo cual se establecieron dos ensayos uno de 162 Familias de Medios Hermanos Maternos de Maíz Negro y otro de 120 Familias de Medios Hermanos Maternos de maíz Chulpi. Evaluando parámetros cualitativos y cuantitativos. Utilizando el Asistente de Selección, que forma parte del programa Alpha Latice. La selección de las mejores familias se realizó en base a las variables de mayor interés agronómico, como son: días a la floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, acame de tallo, porcentaje de pudrición de mazorca y rendimiento. Obteniendo 20 familias seleccionadas para cada uno de estos dos tipos de maíces, en el caso de maíz negro se obtuvo un incremento de semilla de 77 mazorcas y de 84 mazorcas para maíz chulpi, las mismas que constituirán nuevas familias de medios hermanos en un segundo ciclo de selección. Concluyendo que existe la suficiente cantidad de semilla para continuar con el proceso de mejoramiento genético de maíz negro y maíz chulpi y que la variabilidad genética de cada raza es heterogénea, ratificándose, además, la alta variabilidad genética de las especies alógamas. Recomendando investigar nuevas alternativas de uso tanto de maíz negro como de maíz chulpi con la finalidad de diversificar su utilización e incentivar a los agricultores a conservar estos dos tipos de maíz

VIII. SUMMARY

In this we propose: select the best families of black corn and chulpi corn and increasing and save seeds from each of the selected families, to which we established a test of 162 maternal half-sib families of black corn and another of 120 maternal sib families of chulpi corn. Evaluating qualitative and quantitative parameters using the wizard of selection, which is part of the Alpha lattice. The selection of the best families is carried out based on the variables of agronomic interest such as: days to female flowering plant, height of cob, height days lodging of stem rot of cob and performance percentage. Getting 20 families selected for each of these two types of corn, in the case of black corn was an increase of 77 cobs and 84 cobs for chulpi maize seed which constitute new families of half-siblings in a second round of selection. Concluding that there is enough seed to continue the process of genetic improvement chulpi corn and black corn and genetic variability of each race is heterogeneous, ratifying moreover the high genetic variability of species cross pollinated. Recommending investigate new alternatives of both black corn usage as chulpi corn in order to diversify their use and encourage farmers to keep these two types of corn.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. CAICEDO, M. 2001. Determinación de la ganancia genética obtenida a través del mejoramiento en las poblaciones de maíz (*Zea mays* L.) morocho blanco y amarillo duro. Tesis Ingeniero Agrónomo ESPOCH. 86 p.
2. CIMMYT, 1986. Manejo de ensayos e informe de datos para el programa de ensayos internacionales de maíz del CIMMYT. México. pp:13-19
3. CUBERO, J. 1999. Introducción a la Mejora genética Vegetal. Ediciones Mundiprensa. Barcelona-España. pp.: 117-132.
4. CHAVEZ, J. 1995. Mejoramiento de Plantas 2. Métodos Específicos de Plantas Alógamas. pp: 21-50.
5. DE LA LOMA, J. 1985. Genética General y Aplicada. Editorial Hispanoamericana. México. pp: 419-425
6. FAO, 2006. Mejoramiento del Maíz con objetivos especiales. www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s21.htm
7. GALLO, 2003 Análisis químico nutritivo de variedades, poblaciones mejoradas y colectas de maíz de altura (*Zea mays*) del banco de germoplasma del INIAP seleccionadas en base al contenido proteico. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad Central del Ecuador.
8. HALLAUER , A. y MIRANDA, J. 1981. Quantitative Genetics and Maize Breeding. Segunda Edición. Iowa, Iowa State University. pp: 159-179, 282-289
9. IBPGR, 1991. Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center. México City International Board for Plant Genetic Resources. pp: 9-25.

10. INFOAGRO, 2006. El Cultivo del Maíz. [en línea] <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp> [Consulta: 13 Diciembre 2008]
11. INIAP, 2000. Estación Experimental Santa Catalina. Programa de Maíz. Informe Anual. pp. 2-5
12. INIAP, 2003. Informe Anual, Programa del Maíz. EESC. Quito, Ecuador. p. 2, 3
13. INIAP, 2005. Estación Experimental Santa Catalina. Programa de Maíz. Inventario Tecnológico del Programa de Maíz. pp.: 4-8; 18-25.
14. LIBROGEN, 2004 *Mejoramiento, Endogamia y Heterosis* [en línea] <<http://members.fortunecity.es/librogen/mejoramiento.htm> > [Consulta: 11 Diciembre 2008]
15. MANRIQUE, A. 2000. Maíz Morado Peruano. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Folleto No. 04-00. Primera Edición. Lima-Perú. pp: 5-8.
16. MAROTO, J. 1994. Horticultura Herbácea especial. Cuarta edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. pp. 589-593.
17. MARQUEZ, F. 1985. Genotecnia Vegetal: Métodos, Teoría, Resultados. Tomo I. México. pp: 138-145, 155, 202 ,225-256.
18. SERVICIO DE INFORMACIÓN Y CENSO AGROPECUARIO (SICA). *Superficie cosechada y Producción en cultivos transitorios* [en línea] <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%20rizzo/maiz/cultivo_maiz.htm > [Consulta: 16 Diciembre 2008]

19. TIMOTHY, D.; HATHEWAY, W.; GRANT, U.; TORREGROZA, M.; SARRIA, D.; VARELA, D. 1966. Razas de maíz en el Ecuador. Boletín técnico No 12. Bogota-Colombia. pp: 8-10; 23-131

20. UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL SUR DEL LAGO. (UNESUR). *Mejora de Cultivos* [en línea] <http://www.unesur.edu.ve/unidades/gencon_unidades_curriculares/Mejoradecultivos/U_III_Selecci%F3n.pdf> [Consulta: 21 Diciembre 2008].

21. VEGA, O. 1988. Introducción a la Teoría de Genética Cuantitativa con Especial Referencia al Mejoramiento de Plantas. Caracas-Venezuela. pp: 325-333

22. YANEZ, C; ZAMBRANO, J.; CAICEDO, M.; SANCHEZ, H.; HEREDIA, J. 2003. Catalogo de Germoplasma de Recursos Genéticos de Maíces de Altura Ecuatorianos. Programa de Maíz. EESC-INIAP. Quito, Ecuador. pp: 2-10

X. ANEXOS

ANEXO 3. Diez entradas seleccionadas, promedios de selección y de la población en 5 descriptores agronómicos de 65 accesiones y cinco testigos de maíz negro de altura. ESPOCH-TUNSHI, 2007.

ACCESIONES	ÍNDICE	FF	AP	PM	NHM	LM
CDE-050	4.40	105.50	257.00	9.30	11.70	12.40
CDE-047	6.20	123.00	270.00	6.70	13.40	11.80
CDE-056	6.20	113.00	238.50	9.10	11.50	11.40
CD-082	6.50	123.50	238.50	12.40	10.90	12.10
CDE-044	6.60	111.50	272.00	9.80	13.50	12.10
CD-067	6.70	142.50	320.50	8.20	11.20	11.60
CDE-040	7.90	110.00	263.50	11.30	12.10	10.20
CDE-049	8.00	117.00	257.00	4.70	12.40	14.10
CDE-057	8.20	93.00	202.00	8.80	11.30	10.40
CDE-059	8.90	150.00	306.50	0.70	12.80	11.40
Promedio Selección	--	118.90	262.55	8.11	12.06	11.73
Promedio Población	--	118.89	246.66	8.82	11.70	11.43
Diferencia	--	0.01	15.89	-0.71	0.36	0.30

ANEXO 3. Continuación...

ACCESIONES	ÍNDICE	DMM	DMT	LGG	AG	REND
CDE-050	4.40	4.70	3.20	1.50	1.00	3.30
CDE-047	6.20	5.40	3.80	1.60	1.10	4.00
CDE-056	6.20	4.60	3.10	1.40	1.10	2.70
CD-082	6.50	4.20	2.90	1.50	1.10	2.20
CDE-044	6.60	4.70	3.00	1.50	1.00	3.30
CD-067	6.70	4.30	2.90	1.50	1.10	1.50
CDE-040	7.90	4.70	3.00	1.50	1.00	1.40
CDE-049	8.00	5.40	4.00	1.60	1.10	4.60
CDE-057	8.20	4.60	3.30	1.40	1.10	1.70
CDE-059	8.90	4.70	3.40	1.30	1.10	1.30
Promedio Selección	--	4.71	3.25	1.48	1.05	2.60
Promedio Población	--	4.45	3.11	1.41	1.02	2.19
Diferencia	--	0.25	0.14	0.08	0.03	0.41

ANEXO 4. Nueve entradas seleccionadas, promedios de selección y de la población en 6 descriptores agronómicos de 64 accesiones evaluadas de maíz negro. EESC, 2007.

ENTRADAS	ÍNDICE	AP	AMZ	NHG	LGM	LGGR	REND
CDE-009	2.7	204.4	97.9	21.5	14.5	1.6	2.6
CDA-061	4.5	199.1	81.1	21.6	13.0	1.6	3.9
CDE-022	4.8	202.8	110.6	19.0	14.5	1.8	1.9
CD-068	4.8	217.2	126.7	21.6	14.5	1.7	3.4
CD-086	4.9	191.8	77.7	20.6	14.0	1.5	2.7
CD-081	5.0	184.6	89.0	24.3	14.0	1.4	2.4
CDE-024	5.1	218.9	104.3	19.6	15.0	1.5	3.2
CD-067	5.2	222.1	121.3	22.9	14.0	1.6	2.4
CDE-047	5.4	184.3	81.2	19.2	13.5	1.5	2.8
Promedio Selección	--	202.0	98.5	21.3	14.3	1.5	2.9
Promedio Población	--	182.0	84.9	19.5	13.5	1.4	2.2
Diferencia	--	21	13.6	1.8	0.8	0.1	0.7

ANEXO 5. Ocho accesiones seleccionadas, promedios de selección y de la población en 6 descriptores agronómicos de 30 accesiones de maíz chulpi de altura. ESPOCH-TUNSHI, 2007

ACCESIONES	ÍNDICE	FF	AP	PM	NHM	NGM	LM
CDE-011	8.0	126.00	275.00	3.80	14.20	21.10	13.60
CDE-054	8.2	128.00	279.00	5.30	18.00	19.90	12.00
CDE-052	9.6	131.00	276.50	2.50	14.90	19.40	11.60
CDE-018	10.6	133.50	295.00	10.60	16.00	18.60	11.50
CDE-051	10.7	110.00	251.00	16.20	14.40	18.00	10.90
CDE-055	11.2	132.00	281.50	6.10	18.90	21.80	12.10
CDE-001	11.9	133.50	258.00	11.50	17.50	18.40	10.90
CDE-004	11.9	133.50	268.50	15.70	15.80	18.40	12.40
Promedio Selección	--	128.44	273.06	8.98	16.22	19.40	11.88
Promedio Población	--	126.75	167.95	10.06	15.43	17.92	11.15
Diferencia	--	1.69	5.11	-1.08	0.79	1.48	0.73

ANEXO 5. Continuación...

ACCESIONES	ÍNDICE	DMM	DMT	PMG	LGG	AG	REND
CDE-011	8.0	5.10	3.50	397.50	1.30	0.90	5.50
CDE-054	8.2	5.10	3.60	332.50	1.30	0.80	4.30
CDE-052	9.6	4.60	3.20	352.50	1.20	0.80	6.10
CDE-018	10.6	5.10	3.80	372.50	1.40	0.80	2.50
CDE-051	10.7	4.50	3.20	332.50	1.30	0.80	2.70
CDE-055	11.2	5.00	3.40	282.50	1.30	0.70	4.20
CDE-001	11.9	4.80	3.60	270.00	1.20	0.80	3.10
CDE-004	11.9	4.70	3.60	297.50	1.30	0.80	3.20
Promedio Selección	--	4.86	3.48	329.69	1.31	0.79	3.96
Promedio Población	--	4.55	3.26	308.73	1.29	0.80	2.28
Diferencia	--	0.31	0.22	20.96	0.02	-0.01	1.28

ANEXO 6. Entradas seleccionadas, promedios de selección y de la población en 7 descriptores agronómicos de 30 accesiones evaluadas de maíz chulpi. EESC, 2007.

ENTRADAS	ÍNDICE	AP	AMZ	PPM	LGM	DMT	EF	REND
CDE-009	4.0	176.7	96.3	2.0	13.0	2.0	2.0	2.2
CDA-061	5.9	181.6	89.9	3.5	13.0	3.1	2.0	1.9
CDE-022	6.2	170.6	85.4	2.7	13.0	2.6	3.0	3.2
CD-068	7.4	183.2	88.9	3.3	14.0	3.0	3.0	2.4
CD-086	7.8	202.4	111.4	1.5	13.5	2.1	3.0	0.9
CD-081	7.9	192.5	93.3	3.3	12.5	3.0	3.0	3.5
Promedio Selección	--	184.5	91.3	2.8	12.9	2.6	2.7	2.2
Promedio Población	--	178.2	88.4	3.5	12.0	2.7	2.8	1.7
Diferencia	--	6.3	2.9	0.7	0.9	0.1	0.1	0.5