

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

“EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN  
MORFOAGRONÓMICA DE 117 LÍNEAS DE MAÍZ NEGRO  
Y 42 LÍNEAS DE MAÍZ DULCE PROVENIENTES DEL  
CIMMYT (MÉXICO)”

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGROPECUARIO

ELABORADO POR:

DIEGO ALEJANDRO AYALA ESPINOSA DE LOS MONTEROS  
JOSÉ LUIS OÑATE VALLE

SANGOLQUÍ – ECUADOR  
2007

## EXTRACTO

En el Ecuador se han descrito 29 razas de maíz, 17 corresponden a maíz de la Sierra, y entre ellas la raza Racimo de Uva (maíz negro) y la raza Chulpi; las cuales están en riesgo de desaparecer debido a su poco uso, poniendo en riesgo la variabilidad de estos cultivares. El objetivo de esta investigación fue caracterizar y evaluar agromorfológicamente 117 accesiones de maíz negro y 42 de maíz dulce provenientes del CIMMYT (México); y seleccionar las mejores. La investigación se llevó a cabo en la Sección Oriental de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. Se trabajó con 117 tratamientos para maíz negro y 42 para maíz dulce correspondientes a las 117 y 42 accesiones, respectivamente. Se evaluaron 33 variables para maíz negro y 32 para maíz dulce. El diseño experimental utilizado fue; alpha látice 9 x 13 para maíz negro, y 6 x 7 para maíz dulce. Adicionalmente se realizó un Análisis Multivariado que incluyó Análisis de Componentes Principales y Análisis de Conglomerados, y posteriormente un Análisis de Correlaciones entre el rendimiento y el resto de variables evaluadas.

Para maíz negro el Análisis de Componentes Principales seleccionó 17 de las 33 variables evaluadas; porcentaje de germinación, plantas por parcela, días a la floración femenina, días a la floración masculina, tipo de espiga, altura de planta, altura de mazorca, hojas arriba de la mazorca, follaje, acame de raíz, acame de tallo, rendimiento, plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, longitud de mazorca, hileras por mazorca y adaptación; mientras que para maíz dulce se seleccionaron 16 de las 32 variables; días a la floración femenina, días a la floración masculina, tipo de espiga, altura de planta, altura de mazorca, follaje, acame de tallo, rendimiento, plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, calidad de mazorca, hileras por

mazorca, daños a la mazorca por plagas y adaptación. Se observaron diferencias significativas para repeticiones y tratamientos en la mayoría de variables; excepto para acame de tallo, longitud de mazorca y número de hileras donde no se presentaron diferencias estadísticas para repeticiones, más si para tratamientos. Las variables con mayor coeficiente de variación fueron: porcentaje de acame de raíz, rendimiento, porcentaje de acame de tallo y mazorcas cosechadas. El Análisis de Correlaciones demostró que las variables con correlación positiva al rendimiento fueron: porcentaje de germinación, altura de planta, altura de mazorca, plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, longitud de mazorca, hileras por mazorca y adaptación. El Análisis de Conglomerados determinó la formación de cinco grupos. El de mayor promedio para rendimiento y las variables correlativas a esta, fue el Conglomerado 5, donde predominó la raza mexicana Cónico. El grupo con menor promedio para rendimiento fue el Conglomerado 1, dentro del cual predominaron las razas Checchi y Kulli de Bolivia, Huayleño y Morado de Perú.

Para Maíz dulce las variables con mayor coeficiente de variación fueron rendimiento, mazorcas cosechadas y daño a la mazorca por plagas. El Análisis de Correlaciones demostró que las variables con correlación positiva al rendimiento fueron mazorcas cosechadas, longitud de mazorca, calidad de mazorca, plantas cosechadas, diámetro de mazorca, hileras por mazorca, altura de planta, altura de mazorca, adaptación y follaje. El Análisis de Conglomerados determinó la formación de 4 Grupos. El Conglomerado más sobresaliente para rendimiento y sus variables correlativas fue el grupo 2, dentro del cual predominó la raza Cónico (México). En orden descendente de rendimiento se presentaron los Conglomerados 1,4 y 3. En el grupo 1 predominó la raza ecuatoriana

Chulpi, en el Conglomerado 4 las razas Dulce Norteño y Maíz Dulce (México) y en el Conglomerado 3 las razas Chulpi (Perú y Bolivia) y Chuspillo (Perú).

## ABSTRACT

In Ecuador there have been described 29 corn races, 17 belong to the Highland Region, and between those the cluster of grape (black corn) and “chulpi” races; which are in risk of disappearing due to their little use, threatening the variability of these cultivars. The main objective of this investigation was to agro-morphologically characterize and evaluate 117 black corn entries and 42 of sweet corn from CYMMYT (Mexico); and to select the best ones. The research was carried out in the eastern Section of Santa Catalina Research Station of INIAP. It was worked with 117 treatments for black corn and 42 treatments for sweet corn, corresponding to the 114 and 42 “accesiones”, respectively. 33 Variables for black corn and 32 for sweet corn were evaluated. The experimental design used was alpha lattice 9 x 13 for black corn and 6 x 7 for sweet corn. In addition a multi-varied analysis was performed which included Main Components Analysis and Conglomerates Analysis, and later a Correlation Analysis between Yield and all the other evaluated variables.

For black corn, the Analysis of Main Components selected 17 of the 33 evaluated variables; percentage of germination, plants by parcel, days to the feminine flowering, days to the masculine flowering, type of ear, height of plant, height of kernels, leaves above kernel, foliage, root-lodging, stem-lodging, yield, harvested plants, kernels harvested, kernel length, rows by kernel and adaptation; whereas for sweet maize 16 of the 32 variables were selected; days to the feminine flowering, days to the masculine flowering, type of ear, height of plant, height to kernel, foliage, stem-lodging, yield, harvested plants, kernels harvested, kernel length, kernel diameter, kernel quality, rows by kernel, kernel damages by plagues and adaptation. Significant differences for

repetitions and treatments in most of variables were observed; except for stem-lodging, kernel length and number of rows where statistical differences for repetitions did not appear, but for treatments. The variables with greater coefficient of variation were: percentage of root-lodging, yield, stem-lodging percentage and kernels harvested.

The Correlations Analysis demonstrated that variables with positive correlation with yield were: percentage of germination, plant height, height to kernel, harvested plants, kernels harvested, kernel length, rows by kernel and adaptation.

The Conglomerates Analysis determined the formation of five groups. The one of greater average for yield and the variables correlative to this was Conglomerate 5, where the Conical Mexican race predominated. The group with smaller average for yield was the Conglomerate 1, within which the races Checchi and Kulli of Bolivia, Huayleño and Morado of Peru predominated.

For sweet Corn the variables with greater coefficient of variation were: yield, kernels harvested and kernel damage by plagues. The Correlations Analysis demonstrated that variables with positive correlation to yield were: kernels harvested, kernel length, kernel quality, plants harvested, kernel diameter, rows by kernel, plant height, height to kernel, adaptation and foliage.

The Conglomerates Analysis determined the formation of 4 Groups. The most exceeding Conglomerate for yield and its correlative variables was the group 2, within which the conical race predominated (Mexico). In sequence descendent of yield Conglomerates 1, 4 and 3 appeared. In group 1 the Ecuadorian race Chulpi

predominated, in the Conglomerate the 4 races Sweet Northern and Sweet Corn (Mexico) and in the Conglomerate the 3 races Chullpi (Peru and Bolivia) and Chuspillo (Peru).

“EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE  
117 LÍNEAS DE MAÍZ NEGRO Y 42 LÍNEAS DE MAÍZ DULCE  
PROVENIENTES DEL CIMMYT (MÉXICO)”

DIEGO ALEJANDRO AYALA ESPINOSA DE LOS MONTEROS  
JOSÉ LUIS OÑATE VALLE

Revisado y aprobado por:

Ing. Msc. Norman Soria Idrovo  
COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Agr. M. C. Eduardo Peralta  
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Ing. Agr.. Hernán Naranjo  
CODIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Ing. Marco Luna  
BIOMETRISTA

CERTIFICO QUE ESTE TRABAJO FUE PRESENTADO EN ORIGINAL  
(ELECTROMAGNÉTICAMENTE) Y DOS COPIAS

Abg. Carlos Orozco  
DELEGADO DE LA UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO- IASA I



“EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE  
117 LÍNEAS DE MAÍZ NEGRO Y 42 LÍNEAS DE MAÍZ DULCE  
PROVENIENTES DEL CIMMYT (MÉXICO)”

DIEGO ALEJANDRO AYALA ESPINOSA DE LOS MONTEROS  
JOSÉ LUIS OÑATE VALLE

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

	CALIFICACIÓN	FECHA
Ing. Agr. M. C. Eduardo Peralta DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN	_____	_____
Ing. Agr. Hernán Naranjo CODIRECTOR DE INVESTIGACIÓN	_____	_____

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN ESTA  
SECRETARÍA

Abg. Carlos Orozco  
DELEGADO DE LA UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

# **CERTIFICACIÓN**

**Ing. Agr. M. C. Eduardo Peralta**  
**DIRECTOR DE TESIS**

**Ing. Agr. Hernán Naranjo**  
**CODIRECTOR DE TESIS**

CERTIFICAN:

Que el trabajo de investigación titulado: “EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE 117 LÍNEAS DE MAÍZ NEGRO Y 42 LÍNEAS DE MAÍZ DULCE PROVENIENTES DEL CIMMYT (MÉXICO)” y realizado por Diego Alejandro Ayala Espinosa de los Monteros y José Luis Oñate Valle, ha sido elaborado prolijamente y cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la ESPE, por lo que nos permitimos acreditarlo y permitir a su autor sustentarlo públicamente.

DIRECTOR

CODIRECTOR

Sangolquí, Junio 2007

Todas las ideas, criterios cuadros y tablas que constan en el presente documento podrán ser publicados y reproducidos en beneficio de la ESPE por la página Web.

**Diego Alejandro Ayala Espinosa de los Monteros**  
**José Luis Oñate Valle**

Sangolquí, Junio 2007

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres y hermanos quienes con su apoyo incondicional nos impulsaron ha  
alcanzar esta meta

**Diego Alejandro  
José Luis**

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento muy especial y con mucho cariño a nuestros padres; Guillermo y Elena, Pablo y Lucía; que con su apoyo incondicional hicieron posible la culminación exitosa de nuestra carrera. Además a nuestros hermanos; Marcela, Francisco, Ricardo y Verónica por ser el soporte en momentos de alegría y tristeza.

A los señores Ingenieros Eduardo Peralta, Director de tesis y Hernán Naranjo, Codirector por su abnegada colaboración para la elaboración de esta investigación.

A Marco Luna por su oportuna y desinteresada ayuda; por ser un buen amigo y darnos ánimo para seguir adelante.

A los técnicos del Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina; Ingenieros Carlos Yáñez y Marlon Caicedo por su apoyo técnico cuando lo necesitamos; al Agrónomo Jorge Heredia por su predisposición, ayuda y valiosas enseñanzas para la elaboración del trabajo de campo.

A nuestros amigos que fueron un apoyo durante toda nuestra vida estudiantil, especialmente a Napoleón por ser una persona que entrega desinteresadamente su alegría, apoyo y conocimientos.

A María José por el cariño, el amor, la paciencia y el apoyo en todo momento.

**Diego Alejandro  
José Luis**



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Razas de maíz negro provenientes del Banco de Germoplasma del CIMMYT.	50
Cuadro 2.	Razas de maíz dulce provenientes del Banco de Germoplasma del CIMMYT.	51
Cuadro 3.	Tratamientos de maíz negro con su respectiva raza.	52
Cuadro 4.	Tratamientos de maíz dulce con su respectiva raza	54
Cuadro 5.	Esquema de análisis de varianza para el alpha látice 9 x 13 (maíz negro).	57
Cuadro 6.	Esquema de análisis de varianza para el alpha látice 6 x 7 (maíz dulce).	57
Cuadro 7.	Autovalores (Maíz negro).	71
Cuadro 8.	Valores de autovectores por variable (Maíz negro).	74
Cuadro 9.	Análisis de varianza para el porcentaje de germinación de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	76
Cuadro 10.	Análisis de varianza para el número de plantas por parcela de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	77
Cuadro 11.	Análisis de varianza para días a la floración masculina de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	78
Cuadro 12.	Análisis de varianza para días a la floración femenina de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	79
Cuadro 13.	Análisis de varianza para tipo de espiga de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	80

Cuadro 14.	Análisis de varianza para altura de planta de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	82
Cuadro 15.	Análisis de varianza para altura de inserción de la mazorca de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	83
Cuadro 16.	Análisis de varianza para hojas arriba de la mazorca de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	84
Cuadro 17.	Análisis de varianza para follaje de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	85
Cuadro 18.	Análisis de varianza para porcentaje de acame de raíz de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	87
Cuadro 19.	Análisis de varianza para porcentaje de acame de tallo de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	88
Cuadro 20.	Análisis de varianza para rendimiento de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	90
Cuadro 21.	Análisis de varianza para plantas cosechadas de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	91
Cuadro 22.	Análisis de varianza para mazorcas cosechadas de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006	92
Cuadro 23.	Análisis de varianza para longitud de mazorcas de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006	93
Cuadro 24.	Análisis de varianza para número de hileras por mazorca de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006	94
Cuadro 25.	Análisis de varianza para adaptación de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	95



Cuadro 26.	Correlaciones entre rendimiento y 16 variables agronómicas de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	98
Cuadro 27.	Conglomerados formados en el análisis de agrupamiento de 117 entradas de maíz negro.	99
Cuadro 28.	Promedios de los cinco conglomerados formados en el Análisis de agrupamientos de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	106
Cuadro 29.	Autovalores (Maíz dulce)	112
Cuadro 30.	Valores de autovectores por variable (Maíz dulce).	115
Cuadro 31.	Análisis de varianza para días a la floración femenina de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	117
Cuadro 32.	Análisis de varianza para días a la floración masculina de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	118
Cuadro 33.	Análisis de varianza para tipo de espiga de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	119
Cuadro 34.	Análisis de varianza para altura de planta de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	121
Cuadro 35.	Análisis de varianza para altura de mazorca de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	122
Cuadro 36.	Análisis de varianza para follaje de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	123
Cuadro 37.	Análisis de varianza para porcentaje de acame de tallo de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	124
Cuadro 38.	Análisis de varianza para rendimiento de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	125

Cuadro 39.	Análisis de varianza para plantas cosechadas de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	126
Cuadro 40.	Análisis de varianza para mazorcas cosechadas de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	127
Cuadro 41.	Análisis de varianza para longitud de mazorca de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	128
Cuadro 42.	Análisis de varianza para diámetro de mazorca de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	130
Cuadro 43.	Análisis de varianza para calidad de mazorca de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	131
Cuadro 44.	Análisis de varianza para hileras por mazorca de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	132
Cuadro 45.	Análisis de varianza para daño a la mazorca por plagas de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	132
Cuadro 46.	Análisis de varianza para adaptación de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	133
Cuadro 47.	Correlaciones entre rendimiento y 16 variables agronómicas de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006.	135
Cuadro 48.	Conglomerados formados en el análisis de agrupamiento de 42 entradas de maíz dulce.	136
Cuadro 49.	Promedios de los cinco conglomerados formados en el Análisis de Conglomerados de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT	139

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Gráfico de Componentes Principales para Maíz Negro	73
Gráfico 2	Gráfico de Componentes Principales para Maíz Dulce	114

# **HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**ELABORADO POR**

---

Diego Alejandro Ayala Espinosa de los Monteros

---

José Luis Oñate Valle

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS**

---

Ing. MSc. Norman Soria Idrovo

**SECRETARIO ACADÉMICO**

---

Dr.. Carlos Orozco

Sangolquí, Mayo 2007

**IASA**

**EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE 117  
LÍNEAS DE MAÍZ NEGRO Y 42 LÍNEAS DE MAÍZ DULCE  
PROVENIENTES DEL CIMMYT (MÉXICO)**

**2007**

# I. INTRODUCCIÓN

## ANTECEDENTES

En el Ecuador, el maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más importantes ocupando un área de alrededor de 500 000 ha. En la zona alta o Sierra (2 000 - 3 000 m de altitud) constituye el principal cultivo y uno de los elementos básicos de la dieta de la población. Así, la superficie cosechada con maíz de altura no asociado según el Servicio de Información y Censo Agropecuario (SICA) alcanza las 229 636 ha con una producción de 254 840 TM (MAG, 2005).

El Ecuador es uno de los países con mayor diversidad genética de maíz por unidad de superficie en el mundo. Hasta la fecha se han descrito 29 razas, de las cuales 17 corresponden a maíz de tierras altas o de Sierra (Timothy *et al.*,1966), dentro de las cuales se encuentran la raza Racimo de Uva (maíz negro) y la raza Chulpi ecuatoriano. A pesar de ello, nuestro país es uno de los pocos que no dispone de una colección nacional de germoplasma de maíz completa; gran parte de su material se encuentra conservada en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México y en el National Seed Storage Laboratory (NSSL) en Estados Unidos (Yáñez, 2003).

En el marco de los trabajos de mejoramiento desarrollados por el Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), se han utilizando algunos de los materiales locales, como son las razas Chaucho, Mishca, Blanco Blandito, Guagal y Cuzco

Ecuatoriano, para la obtención de variedades mejoradas; y es así que a partir de 1997 se han liberado variedades en base a colectas locales como: INIAP-122 (Chaucho mejorado), INIAP-111 (Guagal mejorado), INIAP 102 (blanco blandito mejorado), INIAP 124 (mishca mejorado) e INIAP 153 (zhima mejorado) (Yáñez, 2003). Sin embargo el Programa de Maíz, al momento, no dispone de una población de maíces negros.

El Banco de Germoplasma del INIAP, dispone de 33 colectas nativas de maíz negro y una población en base a colectas locales de maíz chulpi que fue liberada como variedad INIAP-192 en 1985 (Yáñez, 2003). Por otro lado es importante señalar el aporte que presenta el CIMMYT, al enviar su colección de maíces dulces y morados que se conservan en el Banco de germoplasma del mencionado centro de investigación.

La necesidad de evaluación de los materiales recolectados y conservados en el banco de germoplasma exige la constante regeneración de estas colectas, identificando y clasificando los materiales con características superiores para mejoramiento (Enríquez, 1991).

Por ende la caracterización y evaluación de la variabilidad genética constituye una información fundamental que nos permite, por medio del mejoramiento, disponer de materiales que servirán para la obtención de variedades con mejores características (IPGRI, 1995; Karp *et al.*, 1997; citado por Tapia 1998).

## **JUSTIFICACION**

De las razas de maíz que se encuentran en la sierra de Ecuador, el chulpi (maíz dulce) y el racimo de uva (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 maíz negro está ligado culturalmente a nuestros campesinos e indígenas de la sierra alto andina, quienes desde la época de la colonia hasta nuestros tiempos lo vienen empleando para la elaboración de bebidas (colada morada), harinas y colorantes naturales. 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.

Por otro lado el INIAP no dispone de una variedad mejorada de maíz negro, existen únicamente ecotipos locales que han sido sembrados a través de los años por los agricultores de las zonas alto andinas. En este sentido es de importancia para el Programa de Maíz de la EESC disponer de germoplasma de maíz negro para obtener poblaciones con características superiores a los ecotipos ya existentes y poder a futuro liberar una variedad mejorada.

En cuanto al maíz dulce si bien el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias dispone de una variedad, el INIAP - 192 o “chulpi mejorado”, ésta fue liberada hace 20 años por lo que es necesario refrescar este material incorporando nueva variabilidad genética para ofrecer a los agricultores una nueva variedad de maíz dulce.



El maíz negro tiene una gran potencial por el contenido nutritivo, nutraceutico y agroindustrial, y el maíz chulpi de la misma manera frente al incremento del consumo de alimentos como el chocho en Ecuador (Peralta, 2007, Comunicación personal)

La presente investigación tiene como finalidad evaluar y caracterizar el germoplasma de maíz negro (117 entradas) y maíces dulces (42 entradas), proveniente del CIMMYT, para lo cual se han planteado los siguientes objetivos:

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Caracterizar y evaluar agromorfológicamente 117 accesiones de maíz negro y 42 accesiones de maíces dulces provenientes del CIMMYT.

### **ESPECÍFICOS**

- Seleccionar las mejores accesiones de maíz negro y de maíz dulce provenientes del banco de germoplasma del CIMMYT.
- Incrementar semilla de estas accesiones utilizando la metodología planta a planta (PAP)<sup>1</sup>.

### **HIPÓTESIS**

H 0:0 Las accesiones caracterizadas y evaluadas no presentan buena adaptación a las condiciones medioambientales de la Sección Oriental de la Estación Experimental Santa Catalina.

H 0:1 No existe variabilidad genética entre las accesiones caracterizadas y evaluadas.

---

PAP (polinización planta a planta): Cruzamiento de pares de plantas. Metodología utilizada para la formación de una familia de hermanos completos

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Clasificación Taxonómica del maíz<sup>2</sup>

<b>REINO</b>	:	Vegetal
<b>CLASE</b>	:	Angiospermae
<b>SUBCLASE:</b>		Monocotyledoneae
<b>ORDEN</b>	:	Glumiflorae
<b>FAMILIA</b>	:	Graminaceae
<b>GÉNERO</b>	:	<i>Zea</i>
<b>ESPECIE</b>	:	<i>mays</i> L.

### 2.2 Descripción botánica

#### 2.2.1 Raíz

El sistema radicular es fibroso, se distingue 3 clases de raíces: temporales, permanentes y adventicias o de anclaje. Las temporales nacen cuando germina el grano (3 a 4 raíces en la base del mesocótilo que es el tallo delgado y blanco que se encuentra entre el grano y el tallo verde aéreo) casi al mismo tiempo que la plúmula y luego son reemplazadas por las raíces permanentes. Las raíces permanentes llegan a profundizar

---

<sup>2</sup> Terranova, 1995

hasta 2 metros, si las condiciones son favorables. Nacen por encima del mesocótilo, y generalmente se desarrollan a una profundidad entre 2 a 3 cm, siendo indiferente la profundidad a que se haya verificado la siembra. Las raíces permanentes se dividen en principales, laterales y capilares. Las adventicias brotan de los dos o tres primeros nudos del tallo, por encima del suelo (Basantes, 2004).

### **2.2.2 Tallo**

El maíz es una planta anual, su tallo es una caña formada por nudos y entrenudos macizos, de longitud variable, gruesos en la base y de menor grosor en los entrenudos superiores. El número de nudos es variable en las diferentes razas y variedades con un rango de 8 a 26 (7 a 25 entrenudos); en cada entrenudo hay una depresión como “canalito” que se extiende a lo largo del entrenudo, en posición relativa alterna a lo largo del tallo; en la base del entrenudo hay una yema floral femenina que se extiende a lo largo del canalito. Potencialmente, un tallo puede desarrollar 10 o más yemas florales que pueden originar 10 o más mazorcas; únicamente una, dos o tres yemas llegan a formar grano de maíz por el fenómeno conocido como “dominancia apical” que inhibe el desarrollo de las yemas inferiores. (Reyes, 1985).

### **2.2.3 Hojas**

Las hojas son alternas, sésiles y envainadoras, de forma lanceolada, ancha y áspera en los bordes, vainas pubescentes, lígula corta; llegan hasta 1 metro de longitud y su número es variable entre variedades pero constante en cada variedad (Basantes, 2004).

La hoja consta de tres partes: la vaina, el limbo y la lígula. La vaina envuelve al entrenudo y cubre a la yema floral; la lámina o limbo es de tamaño variable en largo y ancho, con una nervadura central bien definida, el haz o parte superior con pequeñas vellosidades, el envés o parte inferior lisa sin vellosidades; y la lígula o lengüeta en la base de la hoja, parte pergaminosa; también en la base está la aurícula que envuelve al entrenudo. La aurícula y la lígula protegen al entrenudo y drenan el agua que al llover se desliza sobre el limbo y la nervadura central (Basantes, 2004).

#### **2.2.4 Flores**

El maíz es una planta monoica de flores unisexuales muy separadas y bien diferenciadas en la misma planta. Flores masculinas en la panoja que es una inflorescencia compuesta de espigas. En la panoja están dispuestas las espiguillas con dos flores fértiles. Las espiguillas femeninas se disponen en un eje denominado tusa . La espiguilla tiene dos flores: una es estéril y nace debajo de la fértil. Las flores masculinas tienen glumas, lemas y paleas bien desarrolladas que encierran tres estambres y dos lodículos que al hincharse abren la flor. Las flores masculinas tienen pistilos rudimentarios que no son funcionales. Las flores femeninas tienen glumas, lemas y paleas rudimentarias, así como tres estambres rudimentarios que no son funcionales. (Sevilla y Holle, 2004).

#### **2.2.5 Forma de reproducción.**

Alógama, anemófila; la polinización cruzada es entre 95 y 100%. El polen dura 24 horas viable; los estigmas se mantienen receptivos por una semana o más. El polen se dispersa

en un área de 100 metros a la redonda, y puede llegar hasta 200 metros dependiendo de la intensidad y dirección del viento. La planta es protoandra. La dehiscencia del polen precede varios días a la receptividad de los estigmas (Sevilla y Holle, 2004).

### 2.2.6 Fruto

Llamado también cariósipide, semilla y comúnmente grano de maíz. Biológicamente, el fruto es el ovario desarrollado y la semilla es el óvulo fecundado, desarrollado y maduro. En el maíz el ovario se desarrolla al igual que el óvulo formando una sola estructura. El fruto se encuentra insertado en el raquis y la tusa formando hileras de granos o carreras cuyo conjunto forma la mazorca, espiga cilíndrica o infrutescencia, producto del desarrollo de la yema floral axilar de la hoja que nace en el nudo. El número de carreras es par, y varía de 8 a 30 carreras. (Reyes, 1985)

*El pericarpio* forma la cubierta del fruto y son las paredes del ovario, siendo, por lo tanto, de origen materno ( $2n$  cromosomas en sus células). El color del pericarpio puede ser rojo e incoloro, el rojo es dominante. Si el pericarpio es incoloro el color del grano dependerá del color de la aleurona o del endospermo. *El endospermo* es el tejido de reserva de la semilla; un tercio de los cromosomas son del progenitor masculino y dos tercios del progenitor femenino; el número de cromosomas es  $3n$ ; el color del endospermo puede ser amarillo (Y) o blanco (y). La aleurona es una capa de células del endospermo, sustancia proteica en forma granular, se origina la madurar la semilla, al avanzar la deshidratación; el color de la aleurona puede ser blanca o incolora, roja o bien púrpura con intensidades variables. Seis pares de genes controlan su herencia, siendo un ejemplo de interacción de genes alelos y no alelos. Los tres pares de genes

llamados A-B-C son necesarios para que el color se manifieste; si alguno esta en condición recesiva la aleurona es blanca; el par P y determinan color morado (P) y rojo (p); el par I e i es epistático, si I está presente, el ii permite manifestar el color; el par In e in es modificador, si in in está en condición homocigoto el color será intenso. (Reyes, 1985). *El embrión* está formado por partes definidas y son los rudimentos de los órganos y aparatos de la planta adulta. El grano de maíz tiene en su embrión una planta en miniatura con su radícula, su plúmula con tres a cinco hojas, el esculentum o cotiledón y dos capas, el coleóptilo que cubre a la plúmula y la coleoriza que cubre a la radícula (Anexo 1) (Reyes, 1985).

### **2.2.7 Mazorca**

Es la infrutescencia o espiga cilíndrica formada por el grano, la tusa, el pedúnculo y la cubierta. En la mazorca hay amplia variación en forma, tamaño y número de hileras. La magnitud de la mazorca y su número son de mayor importancia por ser componentes correlativos con el rendimiento del grano, tales componentes son: longitud, número de hileras, peso del grano y número de mazorcas por planta. Estos atributos tienen baja heredabilidad, es decir que son altamente afectados por el medio ambiente (Reyes, 1985).

### **2.3 Evaluación y Caracterización morfológica**

La evaluación del germoplasma vegetal es el proceso mediante el cual llegamos a conocer las características y el comportamiento de los individuos que forman parte de una colección. (Nieto *et al.*, 1984).

El objetivo de la colección, conservación y caracterización del germoplasma es para utilizarlo en el mejoramiento genético o sea en la generación de variedades superiores (Sevilla y Holle, 2004).

La caracterización y evaluación promueve la utilización de las accesiones por parte de los científicos que quieren incorporar un gen o genes favorables en el germoplasma a mejorar. (Castillo *et al.*, 1991).

El trabajo de caracterizar y evaluar las accesiones de un banco de germoplasma, debe organizarse en base a la información de pasaporte y de la caracterización y evaluación preliminar, si se dispone de la misma. En maíz, los grupos raciales a menudo representan la diversidad de variedades criollas encontradas en América. Por tanto, la agrupación de acuerdo con las razas de las variedades criollas de maíz es adecuada para iniciar la caracterización y evaluación (Castillo *et al.*, 1991).

Los métodos de caracterización morfológica incluyen dos fases de toma de datos: caracterización y evaluación; que sirven para diferenciar accesiones de una colección dada, determinar materiales promisorios y su utilidad, así como para identificar su estructura y variabilidad genética. (Jaramillo y Baena, 2000).

Taba (1991) expresa que la caracterización de germoplasma se realiza en una población representativa mediante la lista de descriptores que son caracteres o atributos referentes a la forma, estructura o comportamiento de un individuo dentro de un banco de germoplasma. El objetivo principal de la caracterización es describir y dar a conocer el valor del germoplasma; hay otros objetivos más específicos como la identificación



taxonómica correcta, la descripción morfológica, las estimaciones de la variabilidad fenotípica y las relaciones entre características. (Sevilla y Holle, 2004).

La evaluación, por su parte, consiste en describir las características agronómicas de las accesiones que generalmente corresponden a variables cuantitativas influenciadas por el ambiente y de baja heredabilidad. El objetivo último del proceso de evaluación es ampliar la información necesaria para determinar el potencial de uso de la especie evaluada; dicho proceso se realiza mediante descriptores (Jaramillo y Baena, 2000).

### **2.3.1 Descriptores**

Los descriptores describen o califican las características de las accesiones con un valor numérico, una escala, un código o un adjetivo calificativo. Se denomina “estado” del descriptor a cada una de las variables de un descriptor cualitativo. Los descriptores pueden ser de doble estado o multiestado. Los de doble estado son para caracteres que tienen sólo dos estados, por ejemplo: presencia/ausencia de glándulas. Los multiestados pueden ser cualitativos o cuantitativos. A su vez los multiestados cuantitativos pueden ser discontinuos, como por ejemplo, “número de tallos”, o continuos, como “diámetros de tallo” (Sevilla y Holle, 2004).

El IPGRI publica la lista de descriptores de interés en una serie de publicaciones denominadas “Descriptores”. En general en los Descriptores se publican datos de Pasaporte, Caracterización, Evaluación preliminar, Evaluación Posterior y Manejo. Los datos de pasaporte proporcionan información sobre la identificación de la muestra y sobre la localización geográfica de la colección. Los datos de caracterización registran

caracteres que son altamente heredables, que pueden ser fácilmente detectados a simple vista y que se expresan sin variaciones mayores en todos los ambientes. Los datos de evaluación preliminar registran caracteres que son normalmente demandados por los usuarios del cultivo. Los de evaluación posterior registran caracteres adicionales que son útiles en la mejora de los cultivos o son importantes en la definición de patrones evolutivos en la definición de relaciones entre especies relacionadas y similitudes entre taxas de la misma especie. Los datos de manejo registran información indispensable para el manejo de las accesiones conservadas en bancos de germoplasma y para la regeneración (Sevilla y Holle, 2004).

## **2.4 Maíz negro y maíz dulce**

### **2.4.1 Maíz negro**

La coloración morada que presentan las plantas, tuzas y pericarpio de los granos del maíz morado, son el resultado de la acción compleja de muchos genes localizados en distintos cromosomas, que producen pigmentos antocianínicos de diferente color, los cuales en combinación producen el color morado (combinación de pigmentos rojos y azules). (Manrique, 2000).

El maíz negro, como única diferencia con el maíz morado, es el presentar el interior de las tuzas la coloración casi blanca y no morado intenso. La coloración se puede mantener de generación a generación, si se siembra en lotes aislados semillas provenientes de plantas que presentan el color morado o púrpura, y en especial el interior de las tuzas y los granos morado intenso. (Manrique, 2000).

Como se mencionó anteriormente seis pares de genes controlan el color de la aleurona. Los tres pares de genes llamados A-B-C- son necesarios para que el color se manifieste; el par P y p determinan color morado (P) y rojo (p); el par I e i es epistático, si I está presente, el ii permite manifestar el color; el par In e in es modificador, si in in está en condición homocigoto el color será intenso. Por ejemplo: A-B-C-ii P-inin sería el genotipo para un maíz de aleurona púrpura intenso (Reyes, 1985).

#### **2.4.2 Maíz dulce**

En atención a los caracteres del grano se han diferenciado 7 grupos de maíz, los cuales son considerados como subespecies o variedades botánicas y en cada grupo hay variedades agrícolas adaptadas a condiciones ecológicas definidas. (Reyes, 1985).

Dentro de estos siete grupos se encuentra el Maíz dulce cuyas características se presentan a continuación:

Las variedades de maíz dulce (*Zea mays sacharata*) son dentados, cristalinos o reventones, que han perdido la propiedad de producir almidón. Estudios recientes indican que el gene para azúcar evita o retarda la conversión normal de azúcar a almidón, durante el desarrollo del endospermo. (Reyes, 1985).

Esta característica se debe a un gen recesivo (su-2), localizado en el lugar 57 del cromosoma 6 (la especie contiene 10 cromosomas). (Terranova, 1995).

El aspecto de un grano dulce es arrugado, vítreo. Se cultiva en varias regiones de Sur América (Perú, Bolivia, Chile, Argentina y Colombia), en los Estados Unidos y en El

Bajío en México. Los usos son para consumo en elote (choclo), para uso directo o para enlatar. (Reyes, 1985).

## **2.5 Descripción de las razas de maíz negro y maíz dulce**

### **2.5.1 Razas de maíz negro**

A continuación se realiza la descripción de cada una de las razas de maíz negro, por país de origen, de los materiales enviados por el CIMMYT.

#### **2.5.1.1 Razas de México**

##### **2.5.1.1.1 Razas exóticas precolombinas**

Se cree que las razas Exóticas Pre-Colombianas fueron introducidas a México de Centro o Sur América durante épocas prehistóricas. Se reconocen cuatro de éstas: Cacahuacintle, Harinoso de Ocho, Olotón y Maíz Dulce. Las pruebas de su antigüedad y exotismo se derivan principalmente de dos fuentes. Todas tienen representación en los maíces de Sur América y todas con excepción del Maíz Dulce, han sido progenitores de razas híbridas, algunas de las cuales son de por sí relativamente antiguas. La raza denominada Cacahuacintle es un buen ejemplo para ilustrar la clase de evidencia en que está basado este grupo. El Cacahuacintle, maíz blanco, harinoso y grano grande, se encuentra únicamente en ciertas localidades de México. Es muy semejante en características de la mazorca a una variedad de Guatemala, conocida con el nombre de Salpor. Las mazorcas de Salpor, a su vez, pueden compararse casi exactamente con

mazorcas que se encuentran entre las colecciones colombianas. En resumen, existe una serie continua de maíces amiláceos y de grano grande del tipo Salpor-Cacahuacintle desde México hasta Colombia. Puesto que el centro de diversidad de este tipo de maíz se encuentra definitivamente en Sur América, es lógico llegar a la conclusión de que este tipo de maíz es exótico en México. La evidencia de la antigüedad del Cacahuacintle en México se deriva del hecho de que esta raza ha sido, sin lugar a duda, uno de los progenitores de la raza Cónico, tipo predominante en la Mesa Central de México. Puesto que, este maíz ya estaba firmemente establecido durante la Conquista y puesto que se conocen reliquias prehistóricas del mismo, se llega a la conclusión de que el Cacahuacintle debe haber sido introducido a México durante la época pre- Colombina. (Wellhausen *et al.*, 1952).

A continuación se presenta la descripción, distribución, y la discusión del origen y parentesco de cada una de las razas que pertenecen a este grupo. (Wellhausen *et al.*, 1952).

#### **2.5.1.1.1.1 Cacahuacintle**

Plantas de altura media, poco menos de 2 m; precoces; poco ahijamiento; pocas hojas, de longitud y anchura media; alto grado de coloración y pubescencia; gran tendencia al acame, debido al pobre desarrollo del sistema radicular. Adaptado a altitudes elevadas de 2200 a 2800 metros. Las mazorcas son de longitud media, gruesas en la parte media de su longitud y con adelgazamiento gradual hacia el ápice; promedio de hileras, 15.2. Granos de tamaño mediano a largo, redondeados, lisos, con ligeras estrías; endospermo blanco, suave, harinoso; aleurona sin color, frecuentemente con la presencia del factor

inhibidor; pericarpio sin color. Una de las características sobresalientes de la mazorca del Cacahuacintle es la forma en que la base de la mazorca está completamente cubierta por los granos. Diámetro de la mazorca 43-55 mm.; diámetro del olote 24-31 mm.; diámetro del raquis 10-14 mm.; longitud del grano 13-15 mm (Wellhausen *et al.*, 1952).

A pesar de que ya no es muy frecuente en su forma pura, su influencia se nota fuertemente en las variedades eloterías (chocheras) de la Mesa Central mexicana. Se llaman variedades eloterías aquellas que se cultivan para utilizar los elotes (choclos) en estado fresco (Wellhausen *et al.*, 1952).

Es casi seguro que el Cacahuacintle sea de origen Sudamericano. Se asemeja al maíz harinoso de granos grandes, el Salpor de Guatemala, tanto en caracteres externos como internos de la mazorca. A pesar de esto, es muy semejante en las características de la planta al Palomero Toluqueño. Se encuentran contrapartes casi idénticas de las mazorcas de Salpor en los maíces harinosos de Colombia, los que también se asemejan al Salpor y al Cacahuacintle en presentar las vainas de las hojas con mucha coloración y pubescencia. Existe muy poca duda de que el Cacahuacintle sea una raza muy poco modificada de un maíz harinoso característico, introducido a México en épocas antiguas. (Wellhausen *et al.*, 1952).

#### **2.5.1.1.1.2 Elotes Occidentales**

Los maíces para elotes (choclo) o eloterías corresponden a una subraza del Harinoso de Ocho. A continuación se presentan las características de la raza Harinoso de ocho y

posteriormente se analizarán las similitudes con el Elote Occidental (Wellhausen *et al.*, 1952).

Harinoso de Ocho.- plantas glabras, sin color, con hojas de anchura mediana, con espigas de longitud mediana y con mazorcas, largas, cilíndricas y de ocho hileras; vainas de las hojas glabras; con alta resistencia a las razas de roya que prevalecen en la Mesa Central de México. Adaptado a altitudes bajas, alrededor de 100 metros. Posee espigas de longitud mediana y con pocas ramificaciones (Wellhausen *et al.*, 1952).

Externamente la mazorca (Anexo 2) presenta las siguientes características: mazorcas largas, de diámetro mediano, cilíndricas, con ligero adelgazamiento en ambos extremos; número de hileras 8; color ausente en la parte media del raquis. Granos grandes, planos, anchos, redondeados y lisos; estrías pronunciadas; endospermo blanco suave y harinoso; aleurona sin color; pericarpio por lo regular sin color. En cuanto a sus caracteres internos se pueden mencionar, diámetro de la mazorca 37 a 39 mm.; diámetro de la 19 a 24 mm.; diámetro del raquis 9 a 12 mm.; glumas inferiores carnosas; glumas superiores carnosas, sin venación, con forma tiesa y superficie glabra (Wellhausen *et al.*, 1952).

El Harinoso de Ocho muestra ciertas semejanzas al maíz Guaraní de Paraguay, por un lado y al maíz harinoso indígena de ocho hileras de las grandes Llanuras del Norte (EE.UU.) por el otro extremo. Parece tener aún mayores afinidades con el maíz harinoso prehistórico del Cañón del Muerto, descrito por Anderson y Blanchard en 1942 que se calcula tiene una antigüedad de 1000 años y probablemente también tiene afinidades con el maíz harinoso de los Papagos, ilustrado por Carter y Anderson en 1945

considerado por estos autores como una introducción de México al suroeste de los Estados Unidos de Norte América. Se considera que el Harinoso de Ocho de México, fue originalmente introducido de Sur América, aparentemente el centro de los maíces harinosos y que en un tiempo se encontraba extensamente distribuido en el oeste y el noroeste de México, pero que ahora ha sido reemplazado en su mayoría por sus derivados. El Harinoso de Ocho ha dado origen directamente al Tabloncillo e indirectamente al Jala, Bolita, Celaya y Cónico Norteño. Tiene afinidades con el Olotillo del sureste de México y aun más con el Harinoso Flexible, el supuesto padre del Olotillo. (Wellhausen *et al.*, 1952).

Elotes Occidentales (Subraza del Harinoso de Ocho).-Los maíces para elotes o elotos, (Anexo 3) están estrechamente relacionados con el Harinoso de Ocho. Puesto que es dudoso que el color de la aleurona o el color del pericarpio o ambos tengan algún efecto apreciable en el sabor, la preferencia general por los maíces de color para elotes debe tener alguna otra razón. Por lo regular el color tanto de la aleurona como del pericarpio son más intensos en los maíces harinosos que en los dentados. La selección a favor de mazorcas de color intenso tiende a mantener una raza pura en lo que respecta al gene del endospermo harinoso. Adaptados a elevaciones de 1200 a 1600 metros. (Wellhausen *et al.*, 1952).

#### **2.5.1.1.1.3 Olotón**

Plantas altas, de 2.5 a 3 metros; de período vegetativo mediano; con pocos "hijos"; hojas abundantes, en promedio de 16; color rojo sol mediano; pubescencia mediana; adaptado



a altitudes elevadas 2000 a 2400 metros. Las espigas son largas, con número mediano de ramificaciones, secundarias abundantes, terciarias ausentes (Wellhausen *et al.*, 1952).

Externamente las mazorcas son de medianas a largas; con un abultamiento común de la base en la que el número de hileras es confuso (Anexo 4), fuera de la parte abultada las hileras se encuentran bien definidas, por lo regular no son rectas; promedio de hileras 11.7; pedúnculo grueso; granos grandes pero cortos, redondeados y lisos en su cara superior; estrías poco profundas; endospermo cristalino, blanco o amarillo; color de la aleurona segregando para morado, rojo y sin color; el pericarpio por lo regular sin color. Internamente presentan un diámetro de mazorca entre 40 a 44 mm; diámetro de la entre 25 a 30 mm; diámetro del raquis de 10 a 18 mm; longitud del grano 10 a 12 mm (Wellhausen *et al.*, 1952).

Su distribución no es muy común en México; es mucho más común en los lugares elevados contiguos a Guatemala. En relación a su origen se puede mencionar que el Olotón fue introducido a México indudablemente de Guatemala y este tipo de maíz tiene a su vez una relación muy estrecha con tipos similares que se encuentran extensamente en Colombia, por lo que parece existir poca duda de que el Olotón es una introducción de Sudamérica. Se encuentra evidencia indirecta de que el Olotón fue introducido en épocas pre-Colombianas, en el hecho de que es el padre supuesto de varias razas existentes y bien establecidas. El Olotón parece ser uno de los padres del Comiteco que a su vez ha dado origen a la raza secundaria, Jala, derivada a través de hibridación con Tabloncillo (Wellhausen *et al.*, 1952).

### **2.5.1.1.2 Razas mestizas prehistóricas**

Las Mestizas Prehistóricas están constituidas por razas que, se cree se originaron por medio de hibridaciones entre las razas indígenas Antiguas y las razas Exóticas Pre-Colombianas y por medio de la hibridación de ambas con un nuevo elemento, el Teocintle. Todas ellas son lo suficientemente antiguas para haber alcanzado ya un alto grado de estabilidad genética. El número de posibles razas híbridas que podrían derivarse directamente por medio de hibridaciones entre los nueve elementos diferentes (8 razas y Teocintle) es de treinta y seis. Hasta ahora solo se han reconocido trece razas de este tipo. La causa de que no se hayan formado más es que los nueve elementos han estado más o menos aislados unos de otros, no solamente en latitud y longitud, sino también en altitud. Las razas de maíz que se cultivan a unos cuantos kilómetros una de otra, pero que se encuentran separadas por una altitud de varios miles de pies, están tan efectivamente aisladas como si se levantara una cordillera entre ellas. Actualmente sólo cinco de las razas que se incluyen en este grupo, se consideran como productos primarios del cruzamiento entre variedades más antiguas o de la hibridación con Teocintle; las otras son productos secundarios o aun terciarios de hibridaciones entre razas y sus genealogías son excesivamente complejas (Wellhausen *et al.*, 1952).

#### **2.5.1.1.2.1 Cónico**

La raza Cónico (Anexo 5) presenta plantas cortas a intermedias con un promedio de 1.7 metros; muy precoces; pocos " hijos"; sistema radicular débilmente desarrollado y con gran tendencia al acame; hojas escasas y caídas, con textura gruesa y coriácea, anchas

en relación a su longitud; con coloración y pubescencia prominente. Se adapta a altitudes elevadas, 2200 a 2800 metros (Wellhausen *et al.*, 1952).

Las espigas son cortas, con muy pocas ramificaciones dispuestas en un corto espacio del grueso raquis central, secundarias pocas, terciarias ausentes (Wellhausen *et al.*, 1952).

Las mazorcas externamente son cortas, cónicas en forma, con adelgazamiento pronunciado y uniforme de la base al ápice; número medio de hileras, 16; color en la parte media del olote (tuza), en aproximadamente 39% de las mazorcas; granos medianamente pequeños, siendo largos en relación con el espesor anchura, moderadamente puntiagudos y dentados; estrías ligeras a ausentes; endospermo desde moderadamente duro a duro y de color blanco sucio; aleurona y pericarpio sin color, con el gene inhibidor del color en la aleurona frecuente; el diámetro de la mazorca esta entre 34 a 47 mm; diámetro de la de 17 a 21 mm.; longitud del grano de 11 a 16 mm. (Wellhausen *et al.*, 1952).

El Cónico es la raza dominante en la Mesa Central de México. Se originó indudablemente de la hibridación entre el Palomero Toluqueño y el Cacahuacintle (Wellhausen *et al.*, 1952).

#### **2.5.1.1.2.2 Elotes Cónicos (Subraza Del Cónico)**

Los maíces eloteros de la Mesa Central de México están estrechamente relacionados con la raza Cónico y quizá merezcan ser considerados como sub-raza del Cónico. Estos tienen aproximadamente la misma extensión de distribución que el Cónico y por lo regular se encuentran en todos los pueblos de la Mesa Central, cultivados en pequeña

escala para su consumo en forma de elotes (choclo). Como los maíces eloteros del oeste de México, estos han sido seleccionados, probablemente por la misma razón, para color morado de la aleurona, color cereza del pericarpio o ambos (Anexo 6). Estos colores son, por lo regular, más intensos en los maíces harinosos que en los dentados y la selección por color ha logrado mantener las variedades puras para endospermo harinoso preferido para maíces eloteros. Estos maíces eloteros semejantes al Cónico parecen haberse originado mediante una intervención genética muy fuerte del Cónico en un maíz harinoso altamente pigmentado y afín al Cacahuacintle. Aunque tienen ciertas semejanzas con el Cacahuacintle, muestran también ciertas diferencias, tales como granos más cortos, raquis más delgado y una ausencia de la disposición de los granos en forma de mosaico que indica que el maíz harinoso involucrado en su origen era probablemente algo diferente del Cacahuacintle. Como los maíces eloteros difieren del Cónico por dos y a veces tres genes distintos, en igual número de cromosomas y por grupos ligados de genes asociados con genes para color en la aleurona y pericarpio y para textura del endospermo, no es sorprendente que los maíces eloteros nunca se hayan vuelto completamente idénticos al Cónico. Aún muestran algunas de las características del maíz harinoso original, como la base de la mazorca casi completamente cubierta. (Wellhausen *et al.*, 1952).

#### **2.5.1.1.3 Razas modernas incipientes**

Las Razas Modernas Incipientes, que componen el grupo de Razas Mexicanas Bien Definidas, son razas que se han desarrollado desde la época de la Conquista y que aún no han alcanzado condiciones de uniformidad racial. En algunos casos el origen de estas razas es en realidad bastante reciente. La raza Celaya, por ejemplo, alcanzó su

prominencia en una época que aún recuerdan los habitantes de más edad de la región. Es todavía bastante variable en muchos aspectos, pero posee ya cierto número de características que hacen que se distinga como una raza. Todas estas características la distinguen, así como a las otras razas incluidas en el grupo de Razas Modernas Incipientes, de las mezclas todavía más recientes que son comunes en todas partes de México, pero que aún no han llegado a un estado de equilibrio suficiente que permitan distinguirlas como razas (Wellhausen *et al.*, 1952).

#### **2.5.1.1.3.1 Chalqueño**

Plantas medianas hasta muy altas, de 2 a 5 metros; generalmente su período vegetativo es mediano, de 5 a 6 meses; número reducido o mediano de " hijos"; número mediano de hojas, relativamente anchas y de longitud mediana; pubescencia mediana. Adaptado a altitudes elevadas, 1500 a 2300 metros. Espigas largas, con pocas ramificaciones y con un bajo porcentaje de secundarias, terciarias ausentes (Wellhausen *et al.*, 1952).

Las mazorcas (Anexo 7) son de longitud mediana, gruesas; promedio de hileras 16.6; adelgazamiento medianamente brusco y uniforme de la base al ápice; diámetro del pedúnculo mediano; color de la parte media de la en 30% de las mazorcas examinadas; granos medianamente angostos y delgados, largos, con tendencia a ser punteados y con dentación mediana o fuerte; estrías ausentes; endospermo medianamente suave, de color blanco sucio; aleurona y pericarpio sin color. El diámetro de la mazorca tiene un rango de 49 a 52mm.; diámetro del olote 26 a 30mm.; diámetro del raquis 15 mm.; longitud del grano 15 a 16 mm. (Wellhausen *et al.*, 1952).

El Chalqueño tiene una distribución geográfica casi idéntica en tamaño a la del Cónico en la Mesa Central, pero debido a lo tardío que es, difiere del Cónico en la extensión de adaptación que tiene con respecto al factor altitud. Los límites superior e inferior de adaptación son aproximadamente de 1800 a 2300 metros, respectivamente, mientras que los del Cónico casi generalmente varían de 2200 a 2800 metros. Aún cuando las dos razas se encuentran frecuentemente en la misma región general y a la misma altura, no son competidores de las mismas tierras. Existen en la Mesa Central mexicana dos clases de tierras bastante distintas y bien definidas para la siembra del maíz. Los terrenos que tienen facilidades de riego o reservas subterráneas de humedad, suficientes para la germinación de semillas sembradas profundamente, son utilizados generalmente para la siembra del Chalqueño, tipo productivo, vigoroso y tardío, tan pronto como el peligro de las heladas ha pasado, lo cual varía según la altitud, pero a elevaciones de 2200 metros esto normalmente ocurre a fines de marzo o a principios de abril. Los terrenos sin facilidades de riego o sin suficientes reservas de humedad, no pueden ser sembrados sino hasta el principio de la temporada de lluvias, aproximadamente durante los primeros días de junio y puesto que las primeras heladas fuertes se presentan en la Mesa Central durante los primeros días de octubre, se necesita para estos terrenos un maíz más precoz. El Cónico es el maíz mejor adaptado a estas condiciones y el que se usa casi exclusivamente. Las variedades del Chalqueño varían considerablemente en rigor y en el tiempo que necesitan para madurar. En suelos fértiles, esta variedad frecuentemente alcanza una altura de cinco metros. En lugares que están dentro del límite de adaptación a altitudes bajas, las variedades de esta raza generalmente son más altas y más tardías (Wellhausen *et al.*, 1952).

Es casi seguro que el Chalqueño sea el producto de la hibridación del Cónico y el Tuxpeño. Hay pocas características de esta raza, que no sean similares a las de uno u otro de los progenitores supuestos, ni sean intermedias entre ellas. Las excepciones principales a esta modalidad intermedia, se encuentran en caracteres en los que interviene probablemente el vigor híbrido, tales como el diámetro de la mazorca, de la tuza y la longitud del grano. Cuando se autofecunda el Chalqueño segrega en tipos semejantes al Cónico por un lado y al Tuxpeño por el otro. Los primeros tienen plantas cortas y precoces, pocas ramificaciones en la espiga, vainas de las hojas con fuerte pubescencia y color rojo sol, resistencia al carbón y sistema radicular débil, característico del Cónico; mientras que los últimos tienen las características opuestas y típicas del Tuxpeño. Aparentemente el Chalqueño es de origen reciente (Wellhausen *et al.*, 1952).

### **2.5.1.2 Razas de Perú**

#### **2.5.1.2.1 Razas primitivas**

Está perfectamente definido en el Perú el grupo de razas distintas que se consideran poseedoras de "caracteres primitivos" tales como: precocidad, plantas y panojas pequeñas, alto índice de venación de la hoja, mazorcas pequeñas, glumas largas, granos pequeños, coronta (tuza), estructura simple de la coronta, cúpulas grandes, poca induración del tejido del raquis. Las razas primitivas del Perú, como las de los demás países, fueron casi todas de maíz reventón y algunos de ellas han persistido hasta nuestros días. (Salhuana, 2003).

#### **2.5.1.2.1.1 Kculli**

Presenta plantas pequeñas de apenas 92 cm. de altura, generalmente de color púrpura, muy precoces, y florece a los 60 días no tiene macollos y posee 10 hojas. Mazorca corta, esfero-cónica, ahusada pronunciadamente hacia la punta; de ancho intermedio, número promedio de hileras, 12, irregularmente dispuestas; pedúnculo corto y delgado; bajo número de pancas (hileras) 8; granos largos, medianamente anchos, a menudo moderadamente imbricados, a veces redondos, no dentados con estrías superficial de intermedia a baja; el aborto frecuente de la formación de los granos da un aspecto de ligera irregularidad a la disposición de los mismos; el endospermo blanco, harinoso, rara vez de aleurona morada; colores del pericarpio y la coronta generalmente cereza-morado muy oscuro (Anexo 8). Se le cultiva en altitudes mayores de los 3000 m. Se usa ampliamente el maíz Kculli como colorante natural para alimentos, en bebida especialmente chichas no fermentadas y en mazamoras. Kculli comparte muy estrechamente la distribución geográfica de las razas Confite Morocho y Confite Puntiajudo, con respecto tanto a altitud como a latitud. Comparte también con ellas varios caracteres primitivos, como el largo del pedúnculo de la panoja, pocas ramificaciones y el alto índice de venación. Sin embargo, difiere de las otras razas en su pequeña relación coronta/raquis y gluma/grano resultantes de las glumas muy cortas del Kculli, y tiene también una raquilla (raquis) mucho más corta, la cual le da un índice raquilla/grano pequeño. (Salhuana, 2003).



### **2.5.1.2.2 Razas derivadas de las primitivas**

Las razas incluidas en este grupo se formaron ya sea de selecciones raciales antiguas o de poblaciones híbridas resultantes de cruzamiento que se efectuó entre los maíces reventones primitivos con sus inmediatos derivados. Su formación en la Época Precolombina es un rasgo común a todas estas razas. (Salhuana, 2003).

#### **2.5.1.2.2.1 Huayleño**

Las plantas alcanzan 1.20 m de altura y son de color rojo pálido, tienen 11 hojas y florecen de los 135 a 140 días. Las mazorcas son ovoidales tendiendo a cónicas de 12 cm. de longitud y 5 cm. de diámetro y tienen 10 hileras irregulares. Los granos son medianos, el endospermo amiláceo blanco y el color de pericarpio y tuza es variable generalmente café variegado (Anexo 9). La raza Huayleño se halla en su forma más pura en el Callejón de Huaylas, en la provincia de Huaylas. También se presenta en otras varias localidades del departamento de Ancash y se han hecho colecciones correspondientes a su tipo racial general más al sur en Canta departamento de Lima, además se presenta en Ayacucho y en Huancavelica. Se encuentra el Huayleño en altitudes entre los 2500 y 3600 metros. Huayleño se usa generalmente como maíz tostado o “cancha”. (Salhuana, 2003).

#### **2.5.1.2.2.2 Huancavelicano**

Presenta plantas pequeñas de 1.40 m de altura, de color rojizo púrpura, sin macollos y 11 hojas, florece de los 120 a 140 días. Las mazorcas son delgadas y cilindro cónicas de

12 cm de largo y 5 cm de diámetro con 8 hileras regulares (Anexo 10). Los granos son largos anchos, muy gruesos y puntiagudos con un ligero pico, con endospermo blanco harinoso y con una capa exterior cristalina y amarilla en Cuzco, Apurímac y Puno. Pericarpio y tuza abarcan un amplio rango de variabilidad pero generalmente es incoloro-blanco. El Huancavelicano tiene su distribución centralizada en el departamento de Huancavelica. También se encuentra en el norte del departamento de Ancash. (Salhuana, 2003).

#### **2.5.1.2.2.3 Ancashino**

Plantas medianas de 1.40 m de altura, de color rojo claro a verde, con 11 hojas y florece a los 140 días. Las mazorcas son cónicas disminuyendo el diámetro hacia la punta, de 15 cm de largo y 5 cm de diámetro, y un promedio de 14 hileras irregulares. Los granos son alargados y, en algunos casos, acuminados con endospermo blanco harinoso muy suave, los colores de pericarpio y son más variables que en cualquier otra raza peruana presentando las más altas frecuencias de marrón (Anexo 11). El Ancashino está ampliamente distribuido en las valles altos y medianos del departamento de Ancash, en alturas de los 2700 a los 3100 m. (Salhuana, 2003).

#### **2.5.1.2.2.4 Shajatu**

Plantas medianas de 1.50 m de altura, de color rojo claro con 10 hojas y florece a los 150 días. Las mazorcas son cónicas terminando en punta, de 12 cm de largo y 5 cm de diámetro, con un promedio de 16 hileras regulares. Presenta granos redondeados con endospermo blanco harinoso y aleurona de color púrpura. El pericarpio y pueden ser

incolores con blancos, cafés o rojos (Anexo 12). El Shajatu esta circunscrito a la región norte del departamento de Ancash. La influencia de esta raza sobre la raza Marañón es evidente en el valle del Marañón en los departamentos de Ancash y La Libertad. El Shajatu se cultiva en alturas medias que van desde los 2300 a los 2800 msnm. (Salhuana, 2003).

### **2.5.1.2.3 Razas de reciente derivación**

A este grupo pertenecen todas las razas que presentan similitud con las razas anteriores considerándose las como derivadas de ellas y que resultaron de la hibridación y selección. Su tipificación se remonta a la época incaica y precolombina. Se caracterizan por presentar mayor grado de especialización, mayor desarrollo vegetativo y mayor rendimiento. Su distribución esta localizada generalmente en la costa y sierra, desde el nivel del mar hasta los 2.800 m de altura. (Salhuana, 2003).

#### **2.5.1.2.3.1 Marañón**

Esta raza se caracteriza principalmente por presentar plantas muy altas de 3.50 m de altura de color rojo claro, con 14 hojas. Florece a los 140 días. Las mazorcas son largas y cilíndricas a cilindro cónicas, de 20 cm de largo y 5 cm de diámetro, con 16 hileras irregulares. Los granos son medianos, acuminados, endospermo blanco harinoso, aleurona bronce a marrón, pericarpio incoloro, rojo, marrón o variegado, blanca, marrón, roja o rojo variegado (Anexo 13). Se cultiva a una altitud promedio de 2700 m, variando de 2000 a 3000 m. (Salhuana, 2003).

#### **2.5.1.2.4 Razas incipientes**

Parecen emerger en el tiempo actual como nuevas razas o han sido bien caracterizadas en tiempo recientes. Las razas de este grupo son avanzadas en sentido evolucionista y tienen una distribución geográfica restringida que comprende uno o varios valles o zonas aledañas (Salhuana, 2003).

##### **2.5.1.2.4.1 Morado Canteño**

Planta pequeña, promedio de altura, 1.30 m; precoz; número de hojas, pequeño o intermedio; índice de venación alto; tallos gruesos de color morado o rojo sol; posición de la mazorca a mitad de la planta. Panoja de tamaño intermedio. Florece entre 110 a 130 días. Las mazorcas son cilíndrico cónicas con 8 a 12 hileras regulares y 15 cm. de longitud y 5 cm. de diámetro. Granos planos con endospermo amiláceo de color blanco y pericarpio morado (Anexo 14). Se caracteriza por presentar mazorcas con tusas fuertemente pigmentadas de color morado tanto exterior como interior, al igual que el pericarpio de los granos (Salhuana, 2003).

El actual centro de distribución de esta raza es el departamento de Lima, a altitudes promedio de 1900 m. Se le cultiva en pequeñas parcelas y en localidades desperdigadas en las zonas estrechas de mediana altitud de los valles costeros. Esta raza se usa principalmente como colorante en la preparación de la chicha morada, así como en la mazamorra morada. (Salhuana, 2003).

### **2.5.1.3 Razas de Chile**

#### **2.5.1.3.1 Negrito Chileno**

Su rango de adaptación es de 2.600 m de altitud. Posee mazorcas medianas a pequeñas, de forma redondeada, con hileras abundantes e irregulares (Anexo 15). Granos harinosos, de coloración oscura, debido al pericarpio, de tamaño alargado y algo de indentación. s de coloración púrpura y rojiza. (Paratori *et al.*, 1990).

### **2.5.1.4 Razas de Bolivia**

#### **2.5.1.4.1 Kulli**

Esta raza está difundida en todos los valles interandinos. El área de cultivo se extiende al norte del Perú, al sur de la Argentina septentrional y al oeste de Chile. Su rango de adaptación va de 2000-3400 m.s.n.m. Son plantas de altura media, con escaso número de hojas, casi siempre muy antociánicas. Mazorcas medianas o pequeñas, de forma cónica o cilíndrico-cónica, con 10-14 hileras. Granos grandes, de forma ovoide, de color negro intenso y de consistencia harinosa. El color oscuro del grano se debe a la coloración intensa del pericarpio por la presencia del gene R-ch. (Ávila *et al.*, 1998).

Según Rodríguez *et al.* (1968) el ciclo vegetativo es medianamente tardío, antesis entre 74-90 días, madurez 120 días. Panoja intermedia; presenta ramificaciones primarias y secundarias condensadas hacia el cuarto basal del conjunto ramificado. Posee mazorcas de longitud corta a mediana, forma cilíndrica o cónica y diámetro medio de 44 mm; se

dan 2 mazorcas por planta. Presenta mediana resistencia a royas y susceptibilidad a helmintosporiosis. La coloración de las plantas es verde en su totalidad; espiga con marlo (tuza) no coloreado y glumas coloreadas; en el grano aleurona incolora y pericarpio coloreado (Anexo 16).

#### **2.5.1.4.2 Huillcaparu**

Posee un rango de adaptación de 2000-2800 m.s.n.m. Su ciclo vegetativo es tardío, antesis entre 103 -117 días, madurez 150 días. Sus plantas son altas, tardías, con abundante cantidad de hojas. Mazorcas medianas a grandes, con 14 a 18 hileras. Grano profundo, de forma semidentada, de color pardo debido al color de la aleurona y de consistencia semidura a semiharinosa. Muchas muestras presentan doble capa de aleurona. (Ávila *et al.*, 1998).

La panoja es intermedia, con ramificaciones primarias, secundarias y, a veces, terciarias condensadas hacia el tercio basal del conjunto ramificado. La mazorca posee una longitud mediana, de forma a veces cónica o cilíndrica cónica, diámetro medio de 48.2mm; espigas bien granadas, de 14 hileras; grano castaño plumizo claro u oscuro o tonalidades intermedias entre ambos, acuminados o no, de depresión incipiente o nula consistencia blanda (Anexo 17). Esta raza tiene mediana resistencia a royas y susceptibilidad a helmintosporiosis. Sus plantas son de color rojo intenso a diluido, 5% de plantas verdes; espiga con tuza y glumas coloreados; en el grano aleurona y pericarpio coloreados. (Rodríguez *et al.*, 1968).

#### **2.5.1.4.3 Checchi**

Se distribuye en todos los valles interandinos. Esta raza se adapta entre los 2000 a 3000 m.s.n.m. La planta es mediana o baja con escaso número de hojas. Mazorcas medianas o pequeñas de forma cilíndrico-cónica, con 12-14 hileras. Grano grande, generalmente acuminado, de color moteado y de consistencia muy suave. El color moteado de la aleurona del grano se debe a varios alelos del locus R, principalmente R-st y R-nj. Al parecer el color moteado de los granos es un marcador genético que lo asocia a los granos de textura muy suave. Se utiliza para consumo humano después de tostarlo. (Ávila *et al.*, 1998).

Su ciclo vegetativo es medianamente tardío, antesis entre 74-94 días, madurez 125 días. La panoja es larga, la longitud del pedúnculo excede en 7 a 8 cm la zona ramificada; ramificaciones primarias, secundarias y rara vez, terciarias condensadas hacia el medio basal del conjunto ramificado (Ávila *et al.*, 1998).

Esta raza es susceptible a royas y helmintosporiosis. La coloración de las plantas va de púrpura al rojo diluido, 28 % de plantas verdes; espiga con brácteas gruesas, tuza coloreada y glumas no coloreadas; en el grano aleurona moteada o no coloreada, y pericarpio incoloro (Anexo 18) (Rodríguez *et al.*, 1968).

#### **2.5.1.4.4 Morocho**

Se encuentra distribuido en todos los valles y su rango de adaptación va de los 1500 a 3000 m.s.n.m. Es la raza más distribuida en los valles templados de Bolivia. Planta de

altura media. Mazorcas grandes y medianas, de forma cilíndrica, con 8-12 hileras y marlo (tuza) delgado. Grano mediano, de forma redonda, de color amarillo y de consistencia semivitrea (Anexo 19). (Ávila *et al.*, 1998).

#### **2.5.1.4.5 Patillo**

Altitud media de los especímenes tipo, 3275 metros. Otras 2600 - 2660 metros. Mazorcas pequeñas, casi redondas a cónicas. De 12 a 16 hileras de grano amarillo y duro casi redondo; tuza blanca o roja; raquis delgado y fuerte. Mazorcas bastante uniforme dentro de las colecciones. Eje Central de la espiga fuerte, a menudo plano. Mazorcas bajas en la planta, usualmente en los nudos segundo y tercero. Planta de rojiza a púrpura. Tallos delgados. Ramas de la espiga con raquis ancho y espiguillas muy condensadas. Las espigas no son dísticas. Las glumas son grandes y anchas, con punta roma. Predominan las lígulas anchas (Ramírez *et al.*, 1961).

#### **2.5.1.5 Razas de Ecuador**

##### **2.5.1.5.1 Racimo de Uva**

Altitud media de los especímenes típicos, 2580 metros. Otras, 2400 a 2900 metros. Un maíz de color con mazorcas de tamaño medio, de cónicas a ovales. Granos redondos con pericarpio rojo o corteza sobre la aleurona azul, estrechamente agrupados para dar la apariencia de un racimo de uvas, de ahí su nombre (Anexo 20). De 8 a 14 hileras en espiral. Son comunes las hileras irregulares. Color en toda la tusa, incluidas las lemas, las glumas y la médula. Plantas muy pequeñas, de tallo delgado y mazorcas bajas;



muchas plantas producen dos mazorcas. Nudos incluidos. Hojas cortas, muy angostas en la aurícula, suavemente arqueadas. Color en la planta moderadamente rojizo y púrpura. Espigas bien exsertas, con pocas ramificaciones que varían de ligeramente arqueadas a rígidas como escobas. La espiga central es densa; las espiguillas no son prensadas. 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. (Timothy *et al.*, 1966).

### **2.5.1.6 Razas de Guatemala**

#### **2.5.1.6.1 Olotón**

Es la raza más ampliamente distribuida en altitudes intermedias en Guatemala. Se le encuentra a altitudes que varían de 1219 a 2469 m, habiéndose obtenido las colecciones bajo estudio a una altitud promedio de 1826 m. (Wellhausen *et al.*, 1958).

Plantas tardías en madurez llegando a la primera floración en 122 días, son altas y tienen un color muy débil y pubescencia nula a mediana. Las mazorcas son largas, de forma un poco cónica, frecuentemente con la base ensanchada debido a la multiplicación de las hileras; pedúnculo grueso. Granos grandes, gruesos generalmente con el dorso redondeado, y raras veces fuertemente dentado; el endospermo es de color amarillo, amarillo-naranja o blanco; las glumas son frecuentemente prominentes y por lo general duras (Wellhausen *et al.*, 1958).

El Olotón tiene una íntima correspondencia con la raza colombiana Montana, la cual, como el Olotón es alta y tardía y se cultiva comúnmente a altitudes intermedias. Roberts

*et al* concluyen que la raza Montana es un híbrido de una raza colombiana de tierras altas, Sabanero, y un maíz palomero (reventón) de mazorca larga y endospermo anaranjado, Pira Naranja, que ha sido recolectado solo en el Estado de Nariño en Colombia (Wellhausen *et al.*, 1958).

## **2.5.2 Razas de maíz dulce**

A continuación se realiza la descripción por país de origen de cada una de las razas de maíz dulce de los materiales enviados por el CIMMYT

### **2.5.2.1 Razas de Bolivia**

#### **2.5.2.1.1 Chuspillo**

Se encuentra difundido en los valles interandinos, su rango de adaptación es de 2000 a 3500 m.s.n.m. Las plantas son bajas en las precoces y altas en las tardías. Presenta mazorcas medianas y pequeñas, de forma cilíndrico-cónica, con 16 a 22 hileras. Grano largo, de tipo dulce, de color amarillo o blanco (Anexo 21). Usado por lo general para tostar cuando esta maduro y seco. Nunca lo usan como maíz en choclo. También lo usan para hacer chicha. Casi siempre esta raza es aislada de las otras debido a que en sus diferentes hábitats florece algo más tardíamente que las razas locales. (Ávila *et al.*, 1998).

## **2.5.2.2 Razas de Colombia**

### **2.5.2.2.1 Maíz Dulce**

Se encontró solamente en dos localidades en Colombia. El maíz Dulce es probablemente una introducción del Ecuador o del Perú. Se encontró cultivado en el Departamento de Nariño a una altura de unos 2580 metros. Según Roberts *et al.* (1957), maíz dulce es el nombre que se da al tipo de endospermo en el cual el carbohidrato principal es azúcar, en lugar de almidón.

Esta clase de maíz no es común en Colombia. Indudablemente es originario del Perú, donde se cultiva ampliamente, para la fabricación de chicha (la cerveza nativa del país), una raza de maíz dulce denominada Chulpi, que tiene relación con el Confite Puneño. Es probable que el Maíz Dulce de México se derive del de Colombia, pues se parece más al de este país que a cualquiera de los maíces dulces del Perú. Es obvio que en Colombia y en México el Maíz Dulce no ha influido sobre otras razas. (Roberts *et al.*, 1957).

## **2.5.2.3 Razas de Chile**

### **2.5.2.3.1 Chulpi**

Su rango de adaptación va de 2.300 a 2.700 m de altitud. La mayoría de las mazorcas aparecen contaminadas con maíces de tipo de endospermo harinoso, con abundantes

hileras irregulares y de mediano tamaño. El tamaño y forma de mazorcas y granos (Anexo 22), aun cuando con variación, con la tendencia a tener las mazorcas la forma de campana y los granos profundos y bastante alargados, generalmente de color blanco (Paratori *et al.*, 1990).

#### **2.5.2.4 Razas de Perú**

##### **2.5.2.4.1 Chullpi**

Esta se halla clasifica dentro del grupo: Razas derivadas de las primitivas; cuyas características se expusieron en el análisis de las razas de maíz negro.

La raza chullpi presenta plantas altas de 2 m de altura de color rojizo a verde y 11 hojas, tardío, florece a los 144 días. Las mazorcas son cortas y ovoidales y más o menos de 18 hileras, difícilmente identificables. Granos largos y delgados con endospermo vítreo arrugado y dulce; el pericarpio es incoloro, y la tuza blanca es lo mas predominante. El Chullpi esta ampliamente distribuido en la sierra Peruana. Su centro de dispersión esta localizado en los departamentos del Cuzco, Apurímac, Huancavelica y Ayacucho, donde se le encuentra en su forma más pura. Como era una raza altamente apetecible de maíz, las conquistas incaicas extendieron su cultivo hasta los más remotos confines del imperio, lo que explica que se le halle en la zona andina del norte de Chile, también en Bolivia, norte de Argentina y Colombia. En los Andes Peruanos se le cultiva a altitudes que oscilan entre los 2400 y los 3400 metros. Razas similares se encuentran bajo el mismo nombre o con otro en Ecuador, Bolivia, Chile, Colombia, y México. (Salhuana, 2003).

## **2.5.2.5 Razas de México**

### **2.5.2.5.1 Mushito**

Esta raza se encuentra bajo la categoría de Razas No Bien Definidas, aquellas razas o tipos que han sido recolectados recientemente o de los cuales se ha reunido poca información para justificar su clasificación y la, presentación de sus genealogías con un grado suficiente de seguridad. Es un maíz tardío, muy productivo que se cultiva a 2400 metros de altura. Las mazorcas son generalmente cilíndricas, de 15 a 20 cm. de largo y con 10 a 12 hileras de granos bien dentados. Puede ser un tipo moderno, derivado en alguna forma del Comiteco. (Wellhausen *et al.*, 1952).

### **2.5.2.5.2 Maíz Dulce**

Esta raza se encuentra dentro del Grupo Razas Exóticas Pre-Colombinas y su descripción se presenta a continuación:

Son plantas de altura mediana; precoces; abundante ahijamiento, número mediano de hojas con anchura y longitud medianas; índice de venación muy elevado; color y pubescencia muy ligero; medianamente susceptible a las razas de carbón que prevalecen en la Mesa Central de México. Adaptado a altitudes intermedias, 1000 a 1300 metros. Espigas largas, con número mediano de ramificaciones, dispuestas a lo largo de la cuarta parte de la longitud del raquis central; secundario común; terciario ausente; índice de condensación medianamente alto. La mazorca (Anexo 23) son cortas, anchas, cilíndricas, con ligero adelgazamiento en ambos extremos; 24 a 16 hileras; pedúnculo pequeño a mediano; 50% de las mazorcas con color en la parte media del raquis; granos

medianamente anchos, longitud mediana, delgados, cuadrados en su cara superior y con superficie arrugada; endospermo azucarado, blanco o amarillo; pericarpio sin color o rojo. El diámetro de la mazorca va de 44 a 48 mm; diámetro de la tuza 24 a 28 mm; longitud del grano 11 a 13 mm. (Wellhausen *et al.*, 1952).

El Maíz Dulce es conocido en México como un tipo antiguo de maíz con una larga tradición de usos especiales. Puesto que no se conoce en México ningún maíz del que se haya podido derivar por medio de mutación y puesto que se asemeja al maíz dulce de Sur América en su olote grueso con muchas hileras nos inclinamos a estar de acuerdo con esta conclusión. No existe evidencia directa, arqueológica o de otro tipo, de la antigüedad del Maíz Dulce en México y hasta donde hemos podido determinar no ha dado origen a ninguna raza secundaria, con excepción posiblemente del maíz dulce que se encuentra en Sonora y necesita mayor estudio. Por consiguiente, nuestra conclusión en el sentido de que es pre-Colombino, está basada principalmente en el hecho de que tiene afinidades con Maíces de Sur América, en que tiene una tradición de antigüedad en las partes de México en donde se le cultiva y de que se asemeja en sus caracteres internos de la mazorca a otras razas exóticas precolombinas de las cuales si hay evidencia de antigüedad (Wellhausen *et al.*, 1952).

#### **2.5.2.6 Razas de Ecuador**

##### **2.5.2.6.1 Chulpi**

Altitud media de 2570 m; otros 2200 a 2600 m. mazorcas cónicas a cortas y cilíndricas. Tuzas grandes generalmente blancas con 14 a 22 hileras irregulares, en espirales rectas

endospermo dulce excepto cuando hay contaminación de otras razas; pericarpio blanco o rojo. Muchas mazorcas fuertemente faciadas. Plantas robustas de tallo grueso y hojas anchas. Espigas moderadamente excertas y de forma oval. Ramificaciones de la espiga cortas, espiguillas densamente agrupadas a lo largo del raquis. Muchas ramificaciones secundarias y terciarias. Espiga central pesada y erecta. Glumas de la espiguilla son extremadamente largas e intensamente coloreadas. Hojas anchas, en relación con la longitud. Color de la planta moderadamente rojizo y púrpura claro. Son dignas de mencionar las colecciones de esta raza que producen mazorcas pequeñas. La mazorca casi esférica es de 7 cm de longitud e hileras en espiral. Las mazorcas de ECU- 424 son cónicas y tiene un bajo número de hileras (10 a 14). Las plantas de los tipos de mazorca pequeña también son más pequeñas que las de los tipos de mazorca más grande.

El chulpi es la única raza ecuatoriana de las tierras altas ecuatorianas cuya pubescencia es rígida como de alambre (Timothy et al., 1966)

Esta raza probablemente tenga relación con las formas de chuspillo peruano y boliviano. (Timothy et al., 1966).

## **2.6 Análisis Estadístico**

### **2.6.1 Análisis Multivariado**

La estadística multivariada es usada para describir y analizar observaciones multidimensionales obtenidas al relevar información sobre varias variables para cada una de las unidades o casos en estudio. El Análisis Multivariado pone a disposición una serie de técnicas de análisis apropiadas para tablas de datos que contienen dos o más

variables respuesta por cada caso. Luego, la organización de datos para un análisis multivariado se realiza en forma de una matriz con  $n$  filas (casos) conteniendo las  $p$  características (variables) registradas sobre un mismo individuo (datos de  $p$  variables observadas en cada uno de  $n$  casos, se colectan en una matriz  $\mathbf{X}$ ,  $n . p$ ). (InfoStat, 2002)

### **2.6.2 Análisis de Componentes Principales**

El Análisis de Componentes Principales es una metodología multivariada que explica la estructura de varianza y covarianza mediante combinaciones lineales de las variables del sistema, reduciendo así el volumen de información. Geométricamente, las combinaciones lineales representan la selección de un nuevo sistema de coordenadas, obtenido por la rotación del sistema original, en el cual los ejes indican las direcciones con máxima variabilidad, dando una descripción más simplificada de la estructura de covarianza (InfoStat, 2002).

Las componentes son aquellas combinaciones no correlacionadas cuyas varianzas son tan grandes como sea posible; cada componente sintetiza la máxima variación restante que poseen los datos, o sea, aquella que no ha sido explicada por las anteriores componentes.

Las componentes principales dependen solamente de la matriz de covarianza, o de la matriz de correlación, de las variables originales y su desarrollo no necesita un modelo estadístico para explicar la estructura probabilística de los errores, pero sí puede suponerse una distribución multinormal de la población. Si las componentes derivan de



normales multivariadas, son independientes y se interpretan en base a elipsoides de densidad constante (InfoStat, 2002).

### **2.6.3 Análisis de Conglomerados**

El Análisis por Conglomerados o Clusters es una técnica de agrupamiento que se basa en las similitudes o distancias entre las observaciones o variables. No hay supuestos acerca del número de grupos o de la estructura de los mismos. Como el objetivo básico es medir la asociación entre objetos, es necesario establecer una medida de similitud. Esta elección depende de la naturaleza de las variables (binaria, discreta, continua) o de la escala de medición (nominal, ordinal, intervalo, cociente). En la formación de los grupos la proximidad está dada por algún tipo de distancia; las variables se agrupan de acuerdo a los coeficientes de correlación o a medidas de asociación (InfoStat, 2002).

#### **2.6.3.1 Métodos jerárquicos**

El agrupamiento jerárquico puede realizarse por un procedimiento de aglomeración (métodos aglomerativos) o de división (métodos divisivos).

La aglomeración realiza una serie de uniones sucesivas. En el inicio hay tantos grupos como objetos. Los objetos similares se agrupan primero y esos grupos iniciales son luego unidos de acuerdo a sus similitudes. Como las diferencias van disminuyendo, al final todos los subgrupos formarán un solo grupo. Por el contrario, los métodos divisivos asumen que al inicio todos los objetos pertenecen a un mismo grupo. Se realizan divisiones sucesivas y al final cada objeto es considerado un conglomerado de tamaño unitario (InfoStat, 2002).

Los resultados de agrupamientos jerárquicos se muestran en un diagrama conocido como dendrograma, en el que se pueden observar las uniones y/o divisiones que se van realizando. Las ramas del árbol representan los conglomerados. Las ramas se unen en un nodo cuya ubicación sobre el eje de distancias indica el nivel en el cual ocurre la fusión. El nodo en el que todas los objetos forman un solo conglomerado se llama nodo raíz. Como en cada nivel se evalúa la unión de dos conglomerados, a los dendrogramas también se les llama árboles binarios (InfoStat, 2002).

Los métodos jerárquicos aglomerativos se detallan a continuación:

- a. Encadenamiento simple (single linkage): Es un método aplicable tanto para agrupar objetos como variables. Los grupos se unen en base a la distancia entre los dos miembros más cercanos, por lo cual este procedimiento también se conoce como el del vecino más cercano (nearest neighbor).
- b. Encadenamiento completo (complete linkage): Es un método aplicable tanto para agrupar objetos como variables. La distancia entre conglomerados es la del par de objetos más distantes. También se le llama procedimiento del vecino más lejano (farthest neighbor).
- c. Encadenamiento promedio (average linkage) o UPGMA (unweighted pair-group method using an arithmetic average): Es un método aplicable tanto para agrupar objetos como variables. La distancia entre dos conglomerados surge al promediar todas las distancias entre los pares de objetos que se forman tomando un miembro de cada conglomerado.

- d. Encadenamiento promedio ponderado (weighted average linkage) o WPGMA: Es una generalización del método anterior. La distancia entre dos conglomerados se obtiene al calcular un promedio ponderado, usando como peso el número de objetos en cada conglomerado. (linkage)
- e. Centroide no ponderado o UPGMC (unweighted centroid): Toma el promedio de todos los objetos en un conglomerado central, o centroide, para medir la distancia entre otros objetos o grupos respecto de ese centroide..
- f. Centroide ponderado (weighted centroid): Es una generalización del método anterior en el cual se ponderan las distancias por el número de objetos en cada conglomerado.
- g. Ward: similar al método del centroide pero para unir conglomerados realiza una ponderación de todos los conglomerados participantes, usando como peso el tamaño de cada grupo. La distancia entre dos grupos se define como la suma de las sumas de cuadrados del análisis de la varianza entre los dos grupos sobre todas las variables.

#### **2.6.3.2 Medidas de distancia**

- a. Euclidea: es la raíz cuadrada de la suma de cuadrados de las diferencias entre los valores de las variables. Se usa en datos continuos (InfoStat, 2002)

- b. Manhattan: es la suma de los valores absolutos de las diferencias entre las observaciones de las variables (InfoStat, 2002).

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **3.1.1. Materiales de campo**

- Semilla de maíz negro y maíz dulce (provenientes del CIMMYT)
- Herbicidas
- Fertilizantes
- Insecticidas
- Fungicidas
- Estacas
- Etiquetas
- Rótulos
- Sacos de yute
- Libro de campo
- Cámara fotográfica

##### **3.1.2. Materiales y equipo de oficina**

- Computador
- Hojas de papel bond
- Equipo de escritorio

## **3.2. METODOLOGÍA**

### **3.2.1. Características del sitio experimental**

#### **3.2.1.1. Ubicación política**

Provincia:	Pichincha
Cantón:	Quito
Parroquia:	Amaguaña
Sitio:	Sección Oriental de la Estación Experimental Santa Catalina - INIAP

#### **3.2.1.2. Ubicación geográfica<sup>3</sup>**

Latitud:	0° 22' 09' S
Longitud:	78°31' 06' W
Altitud:	2756 m

#### **3.2.1.3. Características agroclimáticas<sup>4</sup>**

Temperatura promedio anual:	17 °C
Precipitación promedio anual:	1120 mm
Humedad relativa:	75%

---

<sup>3</sup> Datos obtenidos mediante la utilización de GPS tipo Magellan con una precisión de +/- 3m.

<sup>4</sup> Datos proporcionados por la Estación Meteorológica Izobamba perteneciente al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). 2004

### 3.2.2. Tratamientos

Constituyen las 117 accesiones de maíz negro y 42 de maíz dulce provenientes del Banco de Germoplasma del CIMMYT.

Cada una de las razas y su respectivo país de origen se detallan en el Cuadro 1 y 2, mientras que en los Cuadros 3 y 4 se presenta la descripción de cada tratamiento con su respectiva raza.

Cuadro 1: Razas de maíz negro provenientes del Banco de Germoplasma del CIMMYT

<b>País de origen</b>	<b>Raza</b>
ARGENTINA	OKE
	CULLI
BOLIVIA	CHECCHI
	CONCEBIDEÑO
	TUIMUR
	JANKAS
	KULLI
	PATILLO
	HUALCO
	HUILLCAPARU
	JANCA SARA
	MOROCHO
QUILEÑO	
CHILE	NEGRO CHILENO
COSTA RICA	AZUL
ECUADOR	RACIMO DE UVA
GUATEMALA	OLOTON
HONDURAS	MONTANA NEGRO

Continuación Cuadro 1:

MEXICO	CONICO NORTEÑO
	AZUL
	CÓNICO
	NEGRO
	PINTO
	ABRIL PUNTA DE RIEGO
	CHALQUEÑO
	ELOTE CONICO
	AZUL CRIOLLO
	ELOTE OCCIDENTAL
	PINTO ROJO
	MAIZ TEMPORAL PINTO
	PERU
MORADO	
ANCASHINO	
API	
PUNCHI	
HUAYLEÑO	
MOROCHO	
SHAJATU	
COMUN	
KCULLI	
PINTO	
HUANCAVELICANO	
ACHIS	
CHECCHI	
MARANO	
GUETENDA	
MARAÑON	
ROJO MATARINO	

Cuadro 2: Razas de maíz dulce provenientes del Banco de Germoplasma del CIMMYT

<b>País de origen</b>	<b>Raza</b>
BOLIVIA	CHULLPI
CHILE	CHULPI
COLOMBIA	MAÍZ DULCE
ECUADOR	CHULPI



Continuación Cuadro 2:

MÉXICO	CHALQUEÑO
	CÓNICO
	DULCE NORTEÑO
	MAÍZ DULCE
	CÓNICO X MUSHITO
	CHALQUEÑO X CÓNICO
	MAÍZ DULCE X CÓNICO NORTEÑO
PERÚ	CHULLPI
	CHUSPILLO
	CHULLPI X ANCASHINO
UNK	AMARILLO DULCE

### 3.2.2.1.Descripción de tratamientos

Cuadro 3: Tratamientos de maíz negro con su respectiva raza

Tratamiento	Raza	Tratamiento	Raza
1	Chalqueño	25	Janka Sara
2	Cónico	26	Jankas
3	Cónico x Mushito	27	Jankas
4	Chalqueño x Cónico	28	Jankas
5	Cónico	29	Jankas
6	s/n	30	Jankas
7	s/n	31	Kulli
8	Culli	32	Kulli
9	Oke	33	Kulli
10	Oke	34	Kulli
11	Checchi	35	Kulli
12	Checchi	36	Morocho
13	Checchi	37	Patillo
14	Checchi	38	Quileño
15	Checchi	39	Tuimur
16	Checchi	40	Tuimur
17	Conceb	41	Tuimur
18	Hualco	42	Tuimur
19	Huillcaparu	43	s/n
20	Huillcaparu	44	s/n
21	Huillcaparu	45	s/n
22	Huillcaparu	46	Negro Chileno
23	Huillcaparu	47	Azul
24	Huillcaparu	48	Racimo de Uva

Continuación Cuadro 3:

49	Racimo de Uva	84	s/n
50	Racimo de Uva	85	Achis
51	Racimo de Uva	86	Ancashino
52	Racimo de Uva	87	Api
53	Racimo de Uva	88	Común
54	Olotón	89	Guetenda
55	Montana Negro	90	Huancavelicano
56	Abril Punta de Riego	91	Huayleño
57	Azul	92	Huayleño
58	Azul	93	Huayleño
59	Azul Criollo	94	Huayleño
60	Chalqueño x Cacahuacintle	95	Huayleño
61	Cónico	96	Huayleño
62	Cónico	97	Huayleño
63	Cónico	98	Huayleño
64	Cónico	99	Huayleño
65	Cónico Norteño	100	Huayleño
66	Cónico Norteño	101	Kculli
67	Cónico Norteño	102	Marañon
68	Elotero Cónico	103	Morado
69	Elotero Cónico	104	Morado
70	Elotero Cónico x Cónico Norteño	105	Morado
71	Maíz Negro	106	Morocho
72	Maíz Temporal Pinto	107	Pinto
73	Negro	108	Punchi
74	Negro	109	Rojo Matarino
75	Olotón	110	Shajatu
76	Pinto	111	Shajatu
77	Pinto	112	Shajatu
78	Pinto Rojo	113	Shajatu
79	s/n	114	Terciopelo
80	s/n	115	Terciopelo
81	s/n	116	s/n
82	s/n	117	s/n
83	s/n		

Cuadro 4: Tratamientos de maíz dulce con su respectiva raza

<b>Tratamiento</b>	<b>Raza</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Raza</b>
1	Chalqueño	22	Chulpi
2	Cónico	23	Chulpi
3	Cónico x Mushito	24	Chulpi
4	Chalqueño x Cónico	25	Chulpi
5	Cónico	26	Dulce Norteño
6	s/n	27	Maíz Dulce
7	s/n	28	Maíz dulce
8	Chulpi	29	Maíz dulce
9	Chullpi	30	Dulce Norteño
10	Chuspillo	31	Maíz dulce x Cónico Norteño
11	Chuspillo	32	Chullpi
12	Chulpi	33	Chullpi
13	Chulpi	34	Chuspillo
14	Chulpi	35	Chuspillo
15	Maíz Dulce	36	Chullpi
16	Chulpi	37	Chullpi
17	Chulpi	38	Chullpi
18	Chulpi	39	Chullpi x Ancashino
19	Chulpi	40	Chullpi
20	Chulpi	41	Chullpi
21	Chulpi	42	Amarillo Dulce

### 3.2.3. Unidad experimental

La unidad experimental tuvo las siguientes dimensiones: 5.5 m de largo por 1.6 m de ancho, compuesta por dos surcos con una separación de 0.80 m entre sí y una distancia entre plantas de 0.33 m.

#### 3.2.3.1. Maíz negro

Unidades experimentales 234

Parcela total: 8.8 m<sup>2</sup> (5.5 m x 1.6 m)

Parcela neta	8.8 m <sup>2</sup> (5.5 m x 1.6 m)
Área total del ensayo	2059.20 m <sup>2</sup>

### 3.2.3.2. Maíz dulce

Unidades experimentales	84
Parcela total:	8.8 m <sup>2</sup> (5.5 m x 1.6 m)
Parcela neta	8.8 m <sup>2</sup> (5.5 m x 1.6 m)
Área total del ensayo	369.60 m <sup>2</sup>

### 3.2.4. Diseño experimental

#### 3.2.4.1. Maíz negro

Se utilizó un diseño alpha látice 9 x 13 (13 bloques con 9 tratamientos cada uno) con 2 repeticiones.

#### 3.2.4.2. Maíz dulce

Se utilizó un diseño alpha látice 6 x 7 (7 bloques con 6 tratamientos cada uno) y 2 repeticiones.

### 3.2.5. Análisis estadístico

#### 3.2.5.1. Análisis Multivariado

Se realizó un análisis multivariado, para maíz negro y dulce, utilizando el paquete estadístico InfoStat versión Profesional, el cual incluyó: Análisis de Componentes principales mediante el cual se determinó los descriptores que explican mayor variabilidad y por ende más útiles para el análisis estadístico; Análisis de Conglomerados (método de Ward y distancia Euclidea).

#### 3.2.5.2. Cálculo de Parcela perdida

Se realizó el cálculo de parcela perdida para aquellas entradas que se perdieron durante el desarrollo de la fase de campo. Para el efecto se utilizó la siguiente fórmula:

$$Pp = \bar{X}G + (\bar{X}_{rep} + \bar{X}_{bloq})$$

Donde:  $\bar{X}G$  = promedio general

$\bar{X}_{rep}$  = promedio de la repetición

$\bar{X}_{bloq}$  = promedio del bloque dentro del cual se encuentra la parcela

#### 3.2.5.3. Análisis de varianza

Se realizó el Análisis de Varianza para aquellas variables seleccionadas en el Análisis multivariado de Componentes Principales; para el efecto se utilizó el programa estadístico alpha gen.

Cuadro 5. Esquema de análisis de varianza para el alpha látice 9 x 13 (maíz negro)

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>
Repeticiones	1
Bloques (ajustados)	24
Tratamientos	116
Tratamientos (ajustados)	116
Residuo	92
Total	233

Cuadro 6. Esquema de análisis de varianza para el alpha látice 6 x 7 (maíz dulce)

<b>Fuentes de variación</b>	<b>G.L.</b>
Repeticiones	1
Bloques (ajustados)	12
Tratamientos	41
Tratamientos (ajustados)	41
Residuo	29
Total	83

### 3.2.6. Análisis funcional

Se determinó el coeficiente de variación para cada una de las variables, el cual fue expresado en porcentaje.

Para la separación de medias se usó la prueba de Tukey al 5%, mediante el uso del programa estadístico MSTATC.

### 3.2.7. Análisis de Correlación

Se realizó un Análisis de correlación, utilizando el paquete estadístico InfoStat versión Profesional, entre el rendimiento y las variables seleccionadas en el Análisis Multivariado. Para este efecto se usó el coeficiente de correlación de Pearson.

### **3.2.8. Variables y métodos de evaluación (IBPGR, 1991)**

#### **3.2.8.1. Porcentaje de emergencia**

Se obtuvo al multiplicar el número de plantas emergidas en la parcela neta por 100 y dividido para el número de sitios.

#### **3.2.8.2 Plantas por parcela**

Se contabilizó el número de plantas existentes en la parcela neta luego de la germinación.

#### **3.2.8.3 Macollamiento**

Se determinó el número de macollos por planta en el momento de la floración (promedio de 10 plantas).

#### **3.2.8.4 Días a la floración masculina**

Se anotó el número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela neta liberaron polen.

### **3.2.8.5 Días a la floración femenina**

Se contabilizó el número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presentaron los estigmas expuestos, con al menos 2 cm de largo. Se expresó en días después de la siembra (dds).

### **3.2.8.6 Tipo de espiga**

Se evaluó en 10 plantas en el estado lechoso de acuerdo a la siguiente escala:

- 1 Primaria
- 2 Primaria – Secundaria
- 3 Primaria – Secundaria – Terciaria

### **3.2.8.7 Pubescencia de vaina**

Se valoró en 10 plantas de la parcela al momento de la floración, tomando en cuenta la siguiente escala:

- 1 Grande
- 2 Mediana
- 3 Pequeña



### **3.2.8.8 Color de tallo**

Se indicó hasta dos colores de tallo ordenados por su frecuencia. Observados en el momento de la floración de acuerdo a la siguiente escala:

- 1 Verde
- 2 Rojo Sol
- 3 Rojo
- 4 Morado
- 5 Café

### **3.2.8.9 Altura de la planta**

Se midió en 10 plantas de la parcela neta, desde la base de la planta hasta donde la espiga o panoja empieza a ramificarse. Este valor se registró después de la floración y se expresó en cm.

### **3.2.8.10 Altura de mazorca**

Se midió en 10 plantas de la parcela neta, desde la base de la planta hasta el nudo de inserción de la mazorca más alta. Este valor se registró después de la floración y se expresó en cm.

### **3.2.8.11 Hojas arriba de la mazorca**

Se contó en 10 plantas después del estado lechoso el número de hojas arriba de la mazorca, incluida la hoja de la mazorca.

### **3.2.8.12 Follaje**

Se evaluó la cantidad de follaje de las plantas de la parcela de acuerdo a la siguiente escala:

- 1 Abundante
- 5 Escaso

### **3.2.8.13 Enfermedad foliar prevalente (Anexo 24)**

Se registró entre los 40-50 días después de la floración femenina. Se evaluó la enfermedad foliar que presentó mayor incidencia. La calificación se realizó de acuerdo a la escala de 1 a 5 propuesta por el CIMMYT (1986):

- 1 Infección débil
- 2 Infección ligera
- 3 Infección moderada
- 4 Infección severa
- 5 Infección muy severa

#### **3.2.8.14 Cobertura de mazorca (Anexo 25)**

Se calificó cuando las mazorcas estuvieron completamente desarrolladas. Se evaluó un mes antes de la cosecha, de acuerdo a la escala 1 a 5 propuesta por el CIMMYT (1986):

- 1      Excelente
- 2      Regular
- 3      Punta expuesta
- 4      Grano expuesto
- 5      Completamente inaceptable

#### **3.2.8.15 Acame de raíz**

Se determinó el porcentaje de plantas acamadas de raíz dos semanas antes de la cosecha.

#### **3.2.8.16 Acame de tallo**

Se estableció el porcentaje de plantas acamadas de tallo dos semanas antes de la cosecha.

#### **3.2.8.17 Plantas cosechadas**

Se contabilizó el número total de plantas cosechadas dentro de la parcela.

### **3.2.8.18 Mazorcas por planta**

Se determinó el número de mazorcas existentes en cada planta y se registró aquel que se presentó con mayor frecuencia.

### **3.2.8.19 Mazorcas cosechadas**

Se registró el número total de mazorcas cosechadas de las plantas de la parcela.

### **3.2.8.20 Forma de mazorca**

Se determinó la forma de la mazorca que se presentó con mayor frecuencia del total de mazorcas cosechadas en la parcela, siguiendo la presente escala:

- 1 Cilíndrica
- 2 Cilíndrica – Cónica
- 3 Cónica
- 4 Esférica

### **3.2.8.21 Calidad de la mazorca**

Se procedió a determinar la calidad de todas las mazorcas cosechadas de cada parcela, para lo cual se utilizó la siguiente escala:

- 1 Buena
- 5 Mala

### **3.2.8.22 Longitud de mazorca (Anexo 26)**

Se midió desde la base, en su inserción con el pedúnculo, hasta su ápice. El valor registrado fue el promedio de 10 mazorcas y se expresará en cm.

### **3.2.8.23 Diámetro de la mazorca (Anexo 27)**

Se midió en la parte central de la mazorca. El valor fue el promedio de 10 mazorcas y se expresó en cm.

### **3.2.8.24 Número de hileras por mazorca**

Se contó las hileras de granos de cada mazorca. Su valor fue dado por el promedio de 10 mazorcas de la parcela neta tomadas al azar.

### **3.2.8.25 Pudrición de mazorca**

Se registró el total de mazorcas de la parcela neta que presentaron pudrición en cada uno de los valores, según escala 1 a 6 propuesta por el CIMMYT (1986):

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

Al considerar a todas las mazorcas a todas las mazorcas de la parcela neta se obtuvo un promedio ponderado:

$$\text{Promedio ponderado (\%)} = (X_1Y_1 + X_2Y_2 + \dots + X_nY_n) / T$$

Donde: X = número de mazorcas en cada valor de la escala.  
 Y = valor medio correspondiente.  
 T = número total de mazorcas.

### 3.2.8.26 Daño a la mazorca por plagas

Esta variable se evaluó en las mazorcas cosechadas de la parcela neta. Utilizando una escala establecida por el CIMMYT (1986)

Valor	% de granos infestados	Valor medio	Calificación
1	0%	0	Sin daño
2	1 - 10 %	5,5	Infestación débil
3	11 - 25 %	18	Infestación ligera
4	26 - 60 %	43	Infestación moderada
5	61 - 100 %	80,5	Infestación severa

Con las calificaciones que se obtuvieron de las mazorcas seleccionadas se realizó un promedio ponderado:

$$\text{Promedio ponderado (\%)} = (X_1Y_1 + X_2Y_2 + \dots + X_nY_n) / T$$

Donde: X = número de mazorcas en cada valor de la escala.  
 Y = valor medio correspondiente.  
 T = número total de mazorcas.

### 3.2.8.27 Facilidad de desgrane

Se determinó el valor de esta variable de acuerdo a la siguiente escala y sus valores intermedios

1 Fácil

5 Dificil

### **3.2.8.28 Tamaño de gluma**

Se estableció el tamaño de la gluma usando la siguiente escala:

1 Grande

5 Pequeña

### **3.2.8.29 Textura de gluma**

Mediante la siguiente escala se calificó la textura de gluma:

1 Suave

5 Dura

### **3.2.8.30 Color de gluma**

Para determinar esta variable se utilizó la siguiente escala de color de gluma:

1 Blanco

2 Rojo

3 Café

4 Púrpura

5 Variegado

6 Otros

### 3.2.8.31 Rendimiento

Se calculó esta variable ajustando al 14% de humedad, utilizando la fórmula expresada en T/ha.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{PC} \times \text{D} \times \text{MS} \times 1000}{86 \times \text{AP}}$$

Donde:

PC = Peso de campo en kg.

D = Porcentaje de desgrane, expresado en forma decimal.

MS = Materia seca (100 – porcentaje de humedad), expresado en forma decimal

86 = Porcentaje de materia seca que contendrá el grano como prueba de uniformidad.

AP = Área de la parcela neta.

### 3.2.8.32 Adaptación

Se calificó de acuerdo a la escala:

1 Buena

5 Mala

## 3.2.9 Manejo específico del experimento

### 3.2.9.1 Preparación de suelo

Se realizó de forma mecanizada una labor de arada, una rastrada y una surcada.



### **3.2.9.2 Siembra**

La siembra se efectuó en forma manual. Para el efecto se utilizaron 2 semillas por sitio, con una separación de aproximadamente 0.33 m entre sitios, y en 2 surcos con 0.80 m de separación.

### **3.2.9.3 Fertilización**

Se realizó en base al análisis de suelo.

### **3.2.9.4 Control de malezas**

Se aplicó atrazina como herbicida preemergente (2 kg/ha). Adicionalmente se realizaron 2 escardas manuales, una antes del aporque y otra después de la floración.

### **3.2.9.5 Aporque**

Se lo realizó a los 45 días después de la siembra. Previo a esta actividad se aplicó la dosis complementaria de Nitrógeno (45 kg de Urea/ha)

### **3.2.9.6 Polinización Planta a Planta (PAP)**

Al inicio de la floración femenina. Se glacinó las plantas para luego realizar la recolección del polen y posteriormente la polinización manual.

### **3.2.9.7 Cosecha**

Se efectuó de forma manual cuando las mazorcas llegaron a la madurez de cosecha. La madurez es aquella en la que la humedad en el grano es tal que facilita su cosecha sin dañar el grano. En la práctica, para conocer cuando el grano de maíz está listo para cosecharse, es necesario observar la “capa negra” que se forma en el grano por cancelarse el paso de los nutrientes desde la planta hacia el grano; la aparición de esta capa es indicación de que el grano está maduro, siempre y cuando la planta observada esté sana. La capa negra son células muertas que originalmente fueron células activas del tejido de la placenta del ovario que unen a cada grano con el olote de la mazorca. Cuando se ha definido bien la formación de dicha capa, el maíz está listo para cosecharse, aún cuando el contenido de humedad sea alto y se tengan problemas en el manejo y almacenamiento.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En primer lugar se realizó el Análisis de Componentes Principales, para determinar el número de variables independientes que recogían la mayor parte de la varianza fenotípica.

Con las variables escogidas mediante el Análisis de Componentes Principales se realizó el análisis de varianza, análisis de correlaciones y análisis de conglomerados. Los resultados y la discusión de los análisis de varianza, y las respectivas pruebas de separación de medias se presentan individualmente por variable. Posteriormente se discute la clasificación de las entradas a través del Análisis de Conglomerados o de Agrupamiento.

Adicionalmente se presentan los resultados de las variables que no fueron seleccionadas en el Análisis de Conglomerados. Para tal efecto se utilizaron las medias de cada una de las variables.

### **4.1 Maíz negro**

En esta investigación se dispuso de datos de 7722 registros, provenientes de 33 variables evaluadas en cada una de las 117 entradas. De las 33 variables estudiadas 17 corresponden a cuantitativas y 16 a cualitativas (Anexo 28)

#### 4.1.1 Análisis de Componentes Principales

El Análisis de Componentes Principales se realizó a partir de la Matriz de Correlaciones Fenotípicas entre las variables evaluadas (Anexo 29).

Para seleccionar los descriptores que recogían la mayor variabilidad se procedió de dos formas. En primer lugar se realizó una interpretación gráfica basada en el análisis del Gráfico de Componentes Principales (Figura 1), en el cual se muestra la variabilidad en dos ejes (e1, e2). La selección del número de ejes se la realiza en base al cuadro de autovalores que se presenta a continuación:

Cuadro 7. Autovalores (Maíz negro)

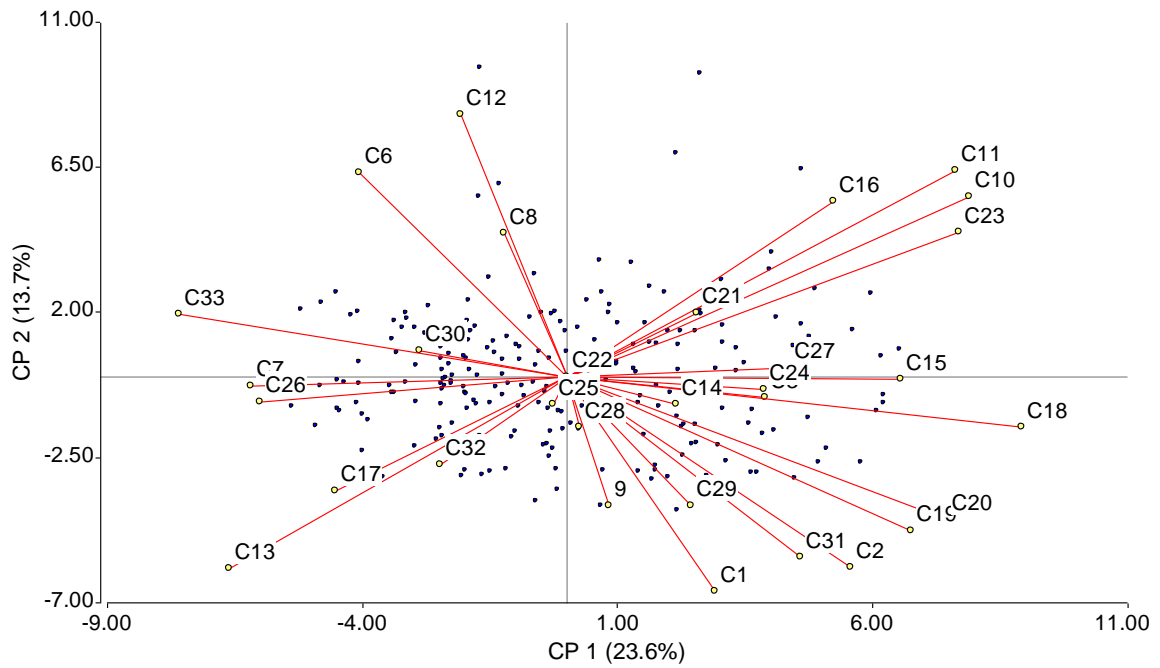
<b>Lambda</b>	<b>Valor</b>	<b>Proporción</b>	<b>Proporción acumulada</b>
1	7,55	0,24	0,24
2	4,39	0,14	0,37
3	2,49	0,08	0,45
4	2,1	0,07	0,52
5	1,7	0,05	0,57
6	1,33	0,04	0,61
7	1,12	0,04	0,65
8	1,07	0,03	0,68
9	1,02	0,03	0,71
10	0,9	0,03	0,74
11	0,83	0,03	0,77
12	0,77	0,02	0,79
13	0,7	0,02	0,81
14	0,68	0,02	0,83
15	0,63	0,02	0,85
16	0,59	0,02	0,87
17	0,51	0,02	0,89
18	0,49	0,02	0,9
19	0,43	0,01	0,92
20	0,39	0,01	0,93
21	0,37	0,01	0,94
22	0,31	0,01	0,95
23	0,3	0,01	0,96

Continuación Cuadro 7:

24	0,28	0,01	0,97
25	0,25	0,01	0,97
26	0,22	0,01	0,98
27	0,18	0,01	0,99
28	0,15	4,60E-03	0,99
29	0,11	3,30E-03	1
30	0,07	2,00E-03	1
31	0,06	1,80E-03	1
32	0,03	1,10E-03	1

La proporción indica la variabilidad explicada en cada eje (lambda), el eje 1 (e1) explica el 24 %, el eje 2 (e2) el 14%, el eje 3 (e3) el 8 %, y así sucesivamente. Para el efecto de esta investigación se escogieron únicamente dos ejes (e1 y e2) que son los que mayor porcentaje de variabilidad recogen (37%). No se escogió el tercer eje debido a que la variabilidad explicada en este es apenas del 8%, valor bajo con relación al eje 1 y eje 2, con valores de 24% y 14%, respectivamente.

Gráficamente (Figura 1), las variables que presentan mayor importancia o que explican mayor variabilidad son aquellas en las cuales la dimensión de su vector es mayor, tanto para el eje 1 como para el eje 2.



- |                                  |  |  |
|----------------------------------|--|--|
| C1: Porcentaje de germinación    | C2: Plantas por parcela                                    | C3: Macollamiento por planta corregido |
| C4: Días a la floración femenina | C5: Días a la floración masculina                          | C6: Tipo de espiga                     |
| C7: Pubescencia de vaina         | C8: Color de tallo 1                                       | C9: Color de tallo 2                   |
| C10: Altura de planta (cm)       | C11: Altura de mazorca (cm)                                | C12: Hojas arriba de la mazorca        |
| C13: Follaje                     | C14: Enfermedad Foliar ( <i>Helmithosporium turcicum</i> ) | C17: % Acame corregido Tallo           |
| C15: Cobertura de mazorca        | C16: % Acame corregido Raíz                                | C20: Mazorcas cosechadas               |
| C18: Rendimiento (Kg/ha)         | C19: Plantas cosechadas                                    | C21: Mazorcas por planta               |
| C22: Forma de mazorca            | C23: Longitud de mazorca (cm)                              | C24: Diámetro de mazorca (cm)          |
| C25: Pudrición de mazorca        | C26: Calidad de mazorca                                    | C27: Facilidad de desgrane             |
| C28: Gluma (Tamaño)              | C29: Gluma (Textura)                                       | C30: Gluma (Color)                     |
| C31: Hileras por mazorca         | C32: Insectos (Mazorca) <i>Heliothis</i>                   | C33: Adaptación                        |

Figura 1. Gráfico de Componentes Principales para Maíz Negro

En segundo lugar, y para confirmar que las variables seleccionadas gráficamente son las más importantes, se realizó una interpretación de los autovectores para cada variable, teniendo en cuenta su valor absoluto, siendo las de mayor valor las más relevantes. Para el caso de Maíz negro las variables seleccionadas correspondieron a aquellas con valores absolutos superiores a 0.29. A continuación se presentan los valores de autovectores por variable.

Cuadro 8. Valores de autovectores por variable (Maíz negro)

VARIABLES	e1	e2	TOTAL(Valor Absoluto)
% de germinación	0,1	-0,24	0,34
Plantas por parcela	0,2	-0,21	0,41
Macollamiento por planta	0,14	-0,02	0,16
Días a la floración femenina	3,90E-03	0,42	0,42
Días a la floración masculina	0,03	0,43	0,46
Tipo de espiga	-0,14	0,23	0,37
Pubescencia de vaina	-0,22	-0,01	0,23
Color de tallo 1	-0,04	0,16	0,2
Color de tallo 2	0,03	-0,14	0,17
Altura de planta (cm)	0,28	0,2	0,48
Altura de mazorca (cm)	0,27	0,23	0,50
Hojas arriba de la mazorca	-0,07	0,29	0,36
Follaje	-0,23	-0,21	0,44
Enfermedad Foliar( <i>Helmithosporium turcicum</i> )	0,08	-0,03	0,11
Cobertura de mazorca	0,23	-1,80E-03	0,23
% Acame corregido Raíz	0,19	0,19	0,38
% Acame corregido Tallo	-0,16	-0,13	0,29
Rendimiento(Kg/ha)	0,32	-0,06	0,38
Plantas cosechadas	0,24	-0,17	0,41
Mazorcas cosechadas	0,26	-0,16	0,42
Mazorcas por planta	0,09	0,07	0,16
Forma de mazorca	0	0	0
Longitud de mazorca(cm)	0,27	0,16	0,43
Diámetro de mazorca(cm)	0,14	-0,01	0,15
Pudrición de mazorca	-0,01	-0,03	0,04
Calidad de mazorca	-0,21	-0,03	0,24
Facilidad de desgrane	0,16	0,01	0,17
Gluma (Tamaño)	0,01	-0,05	0,06
Gluma (Textura)	0,09	-0,14	0,23
Gluma (Color)	-0,1	0,03	0,13
Hileras por mazorca	0,16	-0,2	0,36
Daño a la mazorca por plagas ( <i>Heliothis zea</i> )	-0,09	-0,1	0,19
Adaptación	-0,27	0,07	0,34

Luego de realizar el Análisis de Componentes Principales se seleccionaron, por explicar la mayor variabilidad fenotípica, las 17 variables: porcentaje de germinación, plantas por parcela, días a la floración femenina, días a la floración masculina, tipo de espiga, altura de planta, altura de mazorca, hojas arriba de la mazorca, follaje, porcentaje de acame de raíz, porcentaje de acame de tallo, rendimiento, plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, longitud de mazorca, hileras por mazorca y adaptación. Con estas variables,

por ser las más importantes, se realizó posteriormente el Análisis de Varianza, Análisis de Conglomerados y Análisis de correlación.

Con las variables macollamiento por planta, pubescencia de vaina, color de tallo, enfermedad foliar prevalente, cobertura de mazorca, mazorcas por planta, forma de mazorca, diámetro de mazorca, pudrición de mazorca, calidad de mazorca, facilidad de desgrane, tamaño de gluma, textura de gluma, color de gluma y daños a la mazorca por plagas; que no fueron seleccionadas por no explicar mayor variabilidad, únicamente se realizó una descripción de los resultados utilizando el valor de las medias por entrada.

#### **4.1.2 Análisis individual de las variables seleccionadas**

##### **4.1.2.1 Porcentaje de germinación**

El análisis de varianza para porcentaje de germinación se presenta en el Cuadro 9. Para esta variable se encontraron diferencias altamente significativas para repeticiones ( $p=0.01281285$ ) y tratamientos ( $p=1.6949E-13$ ). El coeficiente de variación fue 6.70% con un promedio general de 86.35 %.

Al realizar la separación de medias utilizando la prueba de Tukey al 5% (Anexo 30), se determinaron siete rangos. Las entradas con los promedios más altos fueron 40, 67, 66, 5 y 78; con los siguientes porcentajes respectivamente: 97.50, 97.00, 97.00, 96.50; y los que presentaron promedios más bajos fueron las entradas 38 con 57.00%, y la 47 con 24.00%.



De las cinco entradas con mayor porcentaje de germinación, cuatro de ellas corresponden a razas mexicanas y de estas, tres, corresponden a la raza Cónico y Cónico Norteño. Estas razas se adaptan a altitudes que van entre los 2200 a 2800 metros (Wellhausen *et al.*, 1952), lo que explica su alto porcentaje de germinación, pues el sitio donde se desarrollo el ensayo tiene una altitud de 2756 metros.

Estos resultados expresan que en general el porcentaje de germinación fue aceptable para todas las entradas, pues fue superior al 50 %; con excepción de la entrada 47 que fue del 24%, valor demasiado bajo con relación a todas las demás.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	218.27	6.44	3.95	0.0128
Bloques(Ajustados)	24	32.84			
Tratamientos	116	171.91			
Tratamientos(Ajustados)	116	159.16	4.70	1.39	1.6949E-13
Error	92	33.87			
Total	233	103.28			

$\bar{X} = 86.35 \%$   
**CV = 6.70%**

#### 4.1.2.2 Plantas por parcela

En el Cuadro 10 se presenta el análisis de varianza para plantas por parcela, en el cual se observan diferencias estadísticas altamente significativas al 5%, tanto para repeticiones ( $p=9.1906E-09$ ) como para tratamientos ( $p=2.7884E-09$ ). El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue del 10.6% con un promedio general de 24.53 plantas establecidas por parcela.

En el Anexo 31 se presentan los promedios y la prueba de Tukey al 5%, cuyos resultados permitieron establecer 4 rangos, siendo la entrada 66 la que presenta el mayor promedio con 30.54 plantas; por el contrario la entrada con menor promedio de plantas por parcela es la 47 con una media de 8, que es demasiado bajo con relación al resto de entradas. Dentro de los dos primeros rangos, que son los de mayor promedio, se encuentran razas mexicanas (Cónico) en su mayoría y Racimo de Uva, que es la única raza de maíz negro en el Ecuador. La raza con menor promedio y perteneciente al cuarto y último rango es la raza Azul (entrada 47) proveniente de Costa Rica.

De igual manera que para porcentaje de germinación la raza con mayor número de plantas establecidas por parcela es la mexicana Cónico, cuyo rango de adaptación está en relación con la altitud de la Sección Oriental de la Estación Experimental Santa Catalina, lo que indica claramente su mejor adaptación por dicha característica.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el número de plantas por parcela de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADO S MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>P</b>
Repeticiones	1	222.15	39.95	3.95	9.1906E-09
Bloques(Ajustados)	24	7.07			
Tratamientos	116	24.74			
Tratamientos(Ajustados )	116	22.70	3.37	1.39	2.7884E-09
Error	92	6.74			
Total	233	16.66			

$\bar{X} = 24.53$  plantas  
**CV = 10.60%**

#### 4.1.2.3 Días a la floración masculina

El análisis de varianza para días a la floración masculina (Cuadro11), muestra diferencias altamente significativas entre repeticiones ( $p=2.4542E-07$ ) y tratamientos ( $p=6.8593E-42$ ); con un coeficiente de variación del 3.00% y una media general de 115.29 días.

En el Anexo 32 se encuentran las medias de las 117 entradas y la respectiva prueba de Tukey al 5% que permitió establecer 22 rangos. Las entradas más precoces fueron la 69, 83 y 70 con 93.00, 93.01 y 93.99 días cada una; y las más tardías con promedios de 158.50, 161.00 y 163.00 que corresponden a las entradas 81, 47 y 55, respectivamente.

Se pudo observar que el material de floración más tardía corresponde a la raza Azul (entrada 47), la que presentó también bajo promedio de porcentaje de germinación. La entrada más precoz (69) corresponde a la raza Elotero Cónico, subraza de Cónico, que según Wellhausen *et al* (1952) presenta la característica de ser muy precoz.

Cuadro 11. Análisis de varianza para días a la floración masculina de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS	F	Valor crítico de f	P
Repeticiones	1	361.89	31.08	3.95	2.4542E-07
Bloques(Ajustados)	24	11.73			
Tratamientos	116	350.18			
Tratamientos(Ajustados)	116	298.89	25.67	1.39	6.8593E-42
Error	92	11.64			
Total	233	181.70			

$\bar{X} = 115.29$  días  
**CV = 3.00%**

#### 4.1.2.4 Días a la floración femenina

Para floración femenina el análisis de varianza se presenta en el Cuadro 12, el mismo muestra los siguientes resultados: diferencias altamente significativas entre repeticiones ( $p= 8.1581E-06$ ) y tratamientos ( $p=3.5252E-34$ ), una media de 120.03 días y un coeficiente de variación de 3.90%.

La prueba de separación de medias (Tukey 5%) que se muestran en el Anexo 33, determinó la existencia de 25 rangos, encontrándose como las más precoces las entradas 69 y 83 con un promedio de 95.27 y 96.08 días respectivamente; y como las más tardías la 55, 81 y 47 con 177.50, 176.60 y 172.50 días para cada una. En maíz la floración femenina se presenta algunos días después de la masculina, esto se confirma en el estudio puesto que las entradas más precoces y más tardías para floración masculina también los son para floración femenina, siendo la masculina la que se presenta primero.

Cuadro 12. Análisis de varianza para días a la floración femenina de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

FUENTES VARIACIÓN	DE	GL	CUADRADOS MEDIOS	F	Valor crítico de f	P
Repeticiones		1	482.46	22.35	3.95	8.1581E-06
Bloques(Ajustados)		24	40.10			
Tratamientos		116	408.77			
Tratamientos(Ajustados)		116	364.04	16.86	1.39	3.5252E-34
Error		92	21.59			
Total		233	218.23			

$\bar{X} = 120.03$  días  
**CV = 3.90%**

#### 4.1.2.5 Tipo de espiga

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para tipo de espiga se detallan en el Cuadro 13, observándose significación que excede al 5% para tratamientos ( $p=5.1149E-12$ ) y repeticiones ( $p=0.0047$ ), con un promedio general de 1.72 y 15.80% de coeficiente de variación.

En el Anexo 34 se observan las medias de las 117 entradas y los resultados de la prueba de Duncan al 5%; inicialmente se realizó la prueba de Tukey al 5% pero por ser muy exigente no se formaron rangos entre las entradas. Como resultado de la prueba de Duncan se obtuvieron dos rangos, dentro del primero se observa el predominio de razas de América del Sur, mientras que en el segundo el mayor número corresponde a razas provenientes de México.

Cuadro 13. Análisis de varianza para tipo de espiga de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>P</b>
Repeticiones	1	0.62	8.40	3.95	0.0047
Bloques(Ajustados)	24	0.069			
Tratamientos	116	0.33			
Tratamientos(Ajustados)	116	0.31	4.20	1.39	5.1149E-12
Error	92	0.07			
Total	233	0.20			

$\bar{X} = 1.72$

**CV = 15.80%**

#### 4.1.2.6 Altura de planta

En el Cuadro 14 se presenta el análisis de varianza para altura de planta, en donde se muestran diferencias significativas al 5% para repeticiones y tratamientos con valores de  $p=1.1185E-10$  y  $p=9.4581E-22$  respectivamente; un coeficiente de variación de 8.10% y una media general de 161.82 cm.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se formaron 21 rangos entre todas las entradas (Anexo 35). Las que presentaron mayor promedio fueron la 47 y 79 con 245.30 cm y 231.30 cm, respectivamente; mientras que presentó menor promedio la entrada 70 con un valor de 110.40 cm. La diferencia de altura entre las plantas más altas y las más bajas es superior a los 100 cm, esto se debe a que el germoplasma utilizado para el estudio proviene de varios países, es decir sus características genéticas son muy variadas, lo que es confirmado por Reyes (1985) quien menciona que la altura de planta en maíz es variable y es característica varietal, genética y ambiental.

Se observa que los materiales con mayor promedio de altura de planta pertenecen a las razas Azul (Costa Rica) y Pinto (México), de las cuales no se poseen datos para este carácter; mientras que la entrada con menor altura de planta pertenece a la raza mexicana Cónico que según Wellhausen *et al.* (1952) presentan plantas cortas a intermedias. Aunque dicho autor menciona que la altura de planta promedio para esta raza es de 1.70 m., en este trabajo fue de 1.10 m.

Cuadro 14. Análisis de varianza para altura de planta de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>P</b>
Repeticiones	1	9022.27	52.95	3.95	1.1185E-10
Bloques(Ajustados)	24	464.58			
Tratamientos	116	1807.26			
Tratamientos(Ajustados)	116	1391.20	8.16	1.39	9.4581E-22
Error	92	170.41			
Total	233	1053.61			

$\bar{X} = 161.82 \text{ cm}$   
**CV = 8.10%**

#### 4.1.2.7 Altura de inserción de la mazorca

El análisis de varianza para esta variable se muestra en el Cuadro 15, donde se evidencian diferencias altamente significativas para repeticiones ( $p=1.271E-06$ ) y tratamientos ( $p=2.647E-22$ ), con un coeficiente de variación de 15.40% y un promedio general de 72.44 cm.

Luego de realizar la prueba de separación de medias (Tukey 5%) se obtuvieron 21 rangos (Anexo 36), siendo las entradas con mayor y menor altura de mazorca la 47 y 70 respectivamente, con valores de 148.90 cm. y 26.50 cm, cada una. De esta manera se comprobó lo mencionado por Villena y Johnson (1972) citados por Caicedo (2001), quienes manifiestan que la altura de planta es directamente proporcional a la altura de la mazorca; pues las entradas 47 y 70, que presentaron los mayores y menores promedios de altura de planta, respectivamente, también lo hicieron para altura de mazorca.

Cuadro 15. Análisis de varianza para altura de inserción de la mazorca de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	3347.12	26.89	3.95	1.271E-06
Bloques(Ajustados)	24	256.71			
Tratamientos	116	1327.42			
Tratamientos(Ajustados)	116	1051.54	8.45	1.39	2.647E-22
Error	92	124.46			
Total	233	750.81			

$\bar{X} = 72.44 \text{ cm}$   
 $CV = 15.40\%$

#### 4.1.2.8 Hojas arriba de la mazorca

En el Cuadro 16 se muestra el análisis de varianza para esta variable, en donde se observan diferencias altamente significativas para repeticiones ( $p=0.0019$ ) y tratamientos ( $p=5.6238E-16$ ); el coeficiente variación es de 8.70% con un promedio general de 5.19 hojas.

Para realizar la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% obteniéndose 4 rangos entre las 117 entradas en estudio (Anexo 37), siendo las de mayor promedio la 88, 48, 113, 18, 95, 7, 40, 105 hojas, y las de menor la 83 y 59. En términos generales se observa que las entradas con mayor número de hojas arriba de la mazorca corresponden a razas de América del Sur, y por el contrario las de menor número pertenecen a razas mexicanas y de Centro América. En las descripciones de cada una de las razas no se hace referencia al número de hojas arriba de la mazorca.



Reyes (1985) menciona que las hojas arriba de la mazorca son determinantes en el llenado del grano, pero también insinúa que hay amplia información que indica que la hoja de la mazorca y las dos inmediatas superiores y las dos inmediatas inferiores, es decir, 5 hojas situadas casi al centro de la planta son decisivas en la producción del grano. Por lo antes mencionado no se encontró en este estudio relación directa entre el número de hojas sobre la mazorca y el rendimiento, como se podrá observar más adelante.

Cuadro 16. Análisis de varianza para hojas arriba de la mazorca de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	2.07	10.23	3.95	0.0019
Bloques(Ajustados)	24	0.10			
Tratamientos	116	1.25			
Tratamientos(Ajustados)	116	1.13	5.60	1.39	5.6238E-16
Error	92	0.20			
Total	233	0.72			

$\bar{X} = 5.19$  hojas  
**CV = 8.70%**

#### 4.1.2.9 Follaje

Los resultados obtenidos al realizar el análisis de varianza para follaje se observan en el Cuadro 17. Dichos resultados demuestran que existen diferencias altamente significativas para repeticiones ( $p=1.9536E-08$ ) y tratamientos ( $p=3.7283E-14$ ). Se obtuvo además un coeficiente de variación de 20.40% y un promedio general de 2.76.

En el Anexo 38 se observan los resultados de la prueba de Tukey al 5% mediante la cual se determinaron nueve rangos.

Las entradas con mayor promedio para esta variable, que según la escala de calificación presentan follaje escaso, son la 70 con un promedio de 4.99 y la 35 con una media de 4.95; dichas entradas corresponden a la raza mexicana Cónico y la raza boliviana Kulli. Esto ratifica lo mencionado por Wellhausen *et al.* (1952) quien indica que una característica de la raza Cónico es el presentar hojas escasas y caídas, y confirma también lo citado Ávila *et al.* (1998) quien señala que la raza Kulli presenta plantas con escaso número de hojas.

Por el contrario las entradas con menor promedio, es decir con follaje abundante según la escala 1-5, fueron la 81 con 0.86, la 77 con 0.89 y la 75 con 1.00. Estas entradas corresponden a la raza mexicana Olotón, confirmando lo también mencionado por Wellhausen *et al.* (1952) quien asevera que una característica de esta raza es el presentar hojas abundantes.

Cuadro 17. Análisis de varianza para follaje de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	12.00	37.86	3.95	1.9536E-08
Bloques(Ajustados)	24	0.51			
Tratamientos	116	1.75			
Tratamientos(Ajustados )	116	1.56	4.93	1.39	3.7283E-14
Error	92	0.32			
Total	233	1.10			

$\bar{X} = 2.76$   
**CV = 20.40%**

#### 4.1.2.10 Porcentaje de acame de raíz

Los datos originales de esta variable se transformaron con  $\sqrt{x+1}$ . De acuerdo con el análisis de varianza (Cuadro 18) existieron diferencias significativas para repeticiones ( $p=0.0236$ ) y tratamientos ( $p= 3.9516E-09$ ). El coeficiente de variación fue de 48.70% con un promedio general de 2.36%.

Según la prueba de Tukey 5% se determinaron seis rangos (Anexo 39), determinándose que las entradas con mayor promedio son la 60 y 47 con promedios de 8.67% y 6.98%, respectivamente. Las entradas con menor porcentaje de acame corresponden a la 43 y 76 con promedios de 0.4% y 0.38%. Los tratamientos con mayor promedio de altura de mazorca coinciden con aquellas entradas que obtuvieron el mayor número de plantas con acame de raíz (entradas 60 y 47), ratificando lo mencionado por Ramírez, citado por Suárez *et al.* (1999) quien menciona que la mazorca baja es uno de los factores de resistencia al acame por el descenso del centro de gravedad de la planta, lo que le otorga una mayor estabilidad.

Según Reyes (1985) la formación de un sistema radicular consistente, ramificado y de sostén reduce el acame de raíz y en ocasiones permite el cultivo sin necesidad del aporque; por lo antes mencionado se pudo concluir que las entradas con mayor porcentaje de acame presentaron sistemas radiculares poco desarrollados puesto que en el ensayo si se realizó la labor de aporque.

La entrada 60 corresponde a las razas Chalqueño x Cacahuacintle, al ser el material con mayor porcentaje de acame de raíz se confirma lo mencionado por Wellhausen *et al.* (1952) quien asevera que la raza Cacahuacintle presenta gran tendencia al acame debido

al pobre desarrollo del sistema radicular; también menciona que la raza Chalqueño exhibe como característica importante la gran altura de planta, que va entre 2 a 5 metros, característica que según Ramírez citado por Suárez *et al.* (1999) influye directamente en el acame de raíz.

Cuadro 18. Análisis de varianza para porcentaje de acame de raíz de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS	F	Valor crítico de f	p
Repeticiones	1	6.99	5.30	3.95	0.0236
Bloques(Ajustados)	24	2.73			
Tratamientos	116	6.03			
Tratamientos(Ajustados )	116	4.39	3.32	1.39	3.9516E-09
Error	92	1.32			
Total	233	3.83			

$\bar{X} = 2.36 \%$   
**CV = 48.70%**

#### 4.1.2.11 Porcentaje de acame de tallo

Los datos originales de esta variable se transformaron con  $\sqrt{x+1}$ . En el Cuadro 19 se presenta el análisis de varianza para este parámetro, en el cual se pueden observar diferencias significativas para tratamientos ( $p=3.1241E-09$ ) y no se encontraron diferencias para repeticiones ( $p=0.3902$ ). El promedio general fue de 4.05% y el coeficiente de variación fue de 31.80%. Según Lafitte (1994) citado por Caicedo (2001) el acame de tallo se debe a lluvias intensas y viento después que comienza la elongación del tallo, es decir que es una variable altamente influenciada por el ambiente; esto explica el alto coeficiente de variación, puesto que en la Sección Oriental de la Estación

Experimental Santa Catalina, donde se llevó acabo el ensayo, se presentaron lluvias y vientos fuertes y permanentes.

Al realizar la prueba de separación de medias (Tukey 5%) se observan cinco rangos (Anexo 40). Las entradas 37 y 28 fueron las que mayor porcentaje de acame de tallo presentaron con un promedio respectivo de 7.63% y 7.43%. Los materiales con mayor porcentaje de acame de tallo corresponden a razas bolivianas. La entrada 37 pertenece a la raza Patillo y la 28 corresponde a la raza Jankas. Ramírez *et al.* (1961) menciona que la raza Patillo presenta tallos delgados lo que predispone a estos materiales al acame.

Las entradas con menor acame fueron la 47 y 55 con medias de 0.97% y 0.93%, respectivamente.

Cuadro 19. Análisis de varianza para porcentaje de acame de tallo de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADO S MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	1.23	0.75	3.95	0.3903
Bloques(Ajustados)	24	2.19			
Tratamientos	116	6.26			
Tratamientos(Ajustados )	116	5.55	3.35	1.39	3.1241E-09
Error	92	1.66			
Total	233	4.00			

$\bar{X} = 4.05 \%$   
**CV = 31.80%**

#### 4.1.2.12 Rendimiento

En el Cuadro 20 se muestra el análisis de varianza del rendimiento para las 117 entradas de maíz negro, que presentan diferencias altamente significativas para repeticiones ( $p=0.0103$ ) y tratamientos ( $p=1.6813E-12$ ) con un coeficiente de variación de 36.90% y un promedio general de 2393.58 kg/ha. Al ser el rendimiento una característica altamente influenciada por el ambiente (Reyes, 1985), el coeficiente de variación es por consiguiente bastante alto; esto se comprueba por que el germoplasma utilizado provino de diferentes países y pisos climáticos.

En el Anexo 41 se presentan los promedios de los tratamientos y la prueba de Tukey al 5% la cual estableció la formación de 12 rangos. Las entradas que obtuvieron mejor rendimiento fueron la 4, 60, 71, 79 y 56 con 5921, 5662, 5513, 5462 y 5408 kg/ha respectivamente, mientras que las de menor promedio fueron la 9, 33, 21, 10 y 43 con 524.90, 384.80, 322.20, 204.40 y 158.30 kg/ha.

Según Reyes (1985) los componentes del rendimiento son la magnitud de la mazorca, número de mazorcas, número de hileras, peso del grano. Esto se comprueba en este estudio pues las entradas que presentan mayor rendimiento, también presentan los valores más altos para plantas cosechadas, mazorcas cosechadas y adaptación.

Las razas que presentaron mayor promedio son de origen mexicano y según Wellhausen *et al.* (1952) presentan gran potencial de adaptabilidad en alturas y suelos húmedos; lo que demuestra el porque de su mejor rendimiento. Por el contrario las razas con menor rendimiento provienen de Perú, Bolivia y Argentina.

Cuadro 20. Análisis de varianza para rendimiento de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	5379165.00	6.86	3.95	0.0103
Bloques(Ajustados)	24	2301073.00			
Tratamientos	116	4378459.00			
Tratamientos(Ajustados)	116	3418236.00	4.36	1.39	1.6813E-12
Error	92	783667.20			
Total	233	2749371.00			

$\bar{X} = 2396.58 \text{ kg/ha}$   
 $CV = 36.90\%$

#### 4.1.2.13 Plantas cosechadas

El análisis de varianza para esta variable, presentado en el Cuadro 21, indica diferencias altamente significativas para repeticiones ( $p=6.7077E-07$ ) y tratamientos ( $p=1.5329E-07$ ) con un coeficiente de variación de 15.3% y un promedio general de 21.96 plantas.

La prueba de separación de medias (Tukey 5%) que se muestra en el Anexo 42, determinó la existencia de cinco rangos, determinándose como las entradas con mayor promedio de plantas cosechadas la 62 con 30.50; y la 4, 5, 64, 71, 72 y 66 con 29.50 cada una, todas correspondientes a razas mexicanas. Por el contrario las razas con menor promedio para esta variable pertenecen a materiales provenientes de América del Sur, y son la 10 y 47 con 10.5 y 8 plantas en promedio, respectivamente.

Cuadro 21. Análisis de varianza para plantas cosechadas de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	320.84	28.50	3.95	6.7077E-07
Bloques(Ajustados)	24	10.36			
Tratamientos	116	34.71			
Tratamientos(Ajustados)	116	32.39	2.88	1.39	1.5329E-07
Error	92	11.26			
Total	233	24.17			

$\bar{X}$  = 21.96 plantas  
CV = 15.30%

#### 4.1.2.14 Mazorcas cosechadas

En el Cuadro 22 se presenta el análisis de varianza para mazorcas cosechadas, en el cual se muestran diferencias altamente significativas para repeticiones ( $p=3.2352E-06$ ) y tratamientos ( $p=1.5984E-09$ ), con un coeficiente de variación de 22.7% y un promedio general de 17.21 mazorcas.

La prueba de Tukey al 5% (Anexo 43) determinó la existencia de seis rangos. La entrada 71 presentó el mayor promedio con un valor de 31.02, por el contrario la entrada 47 mostró el menor valor de media con 2.91 mazorcas. Como se observa la diferencia entre las entradas con mayor y menor promedio es bastante grande, esto explica el alto coeficiente de variación.



Cuadro 22. Análisis de varianza para mazorcas cosechadas de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	374.43	24.58	3.95	3.2352E-06
Bloques(Ajustados)	24	26.31			
Tratamientos	116	61.92			
Tratamientos(Ajustados)	116	52.35	3.44	1.39	1.5984E-09
Error	92	15.23			
Total	233	41.16			

$\bar{X} = 17.21$  mazorcas  
**CV = 22.70%**

#### 4.1.2.15 Longitud de mazorca

Según el Cuadro 23 el análisis de varianza para longitud de mazorca, presenta diferencias altamente significativas para tratamientos ( $p=8.1018E-14$ ), mientras que no se presentaron diferencias estadísticas para repeticiones ( $p=0.1415$ ), con un coeficiente de variación de 13.00% y un promedio general de 10.95 cm.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% (Anexo 44) se determinó la existencia de once rangos. Las entradas con mayor promedio fueron la 79 y la 55 con un valor medio 18.39 y 18.38, respectivamente, mientras que presentaron menor longitud las entradas 17 y 115 con medias de 7.42 y 7.27 cada una. Según Reyes (1985) la longitud de la mazorca es un componente correlativo con el rendimiento; pero también es un atributo de baja heredabilidad (10-30%), es decir, altamente afectado por el medio ambiente; esta es la razón por la que las entradas con mayor longitud de mazorca no corresponden aquellas que tienen mayor rendimiento.

Cuadro 23. Análisis de varianza para longitud de mazorcas de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	4.43	2.20	3.95	0.1415
Bloques(Ajustados)	24	5.19			
Tratamientos	116	11.79			
Tratamientos(Ajustados)	116	9.69	4.81	1.39	8.1018E-14
Error	92	2.02			
Total	233	7.22			

$\bar{X} = 10.95 \text{ cm}$   
 $CV = 13.00\%$

#### 4.1.2.16 Número de hileras por mazorca

En el Cuadro 24 se presenta el análisis de varianza para número de hileras por mazorca, donde se encontró diferencias altamente significativas para tratamientos ( $p=9.5895E-09$ ), pero para el caso de repeticiones ( $p=0.5445$ ) no se encontraron diferencias estadísticas. Se obtuvo un coeficiente de variación de 11.90% con un promedio general de 12.65 hileras.

Al realizar la prueba de separación de medias (Tukey 5%), se determinaron cinco rangos, presentando mayor promedio la entrada 5 con un una media de 17 hileras y las entradas 67 y 73 con 16.5 hileras. La entrada 5 corresponde a la raza Cónico y la 67 a la Cónico Norteño; según Wellhausen *et al.*(1952) estas dos razas presentan un promedio de 16 hileras por mazorca lo que explica los resultados obtenidos.

Por el contrario los materiales que presentaron menor promedio provienen de Perú y corresponden a las entradas 105 y 116 con una media de 8.5 hileras cada una y la 104 con 7 hileras en promedio (Anexo 45). Las entradas 104 y 105 pertenecen a la raza

Morado que muestran de 8 a 12 hileras por mazorca (Sallhuana, 2003), corroborando los datos obtenidos para estos materiales en este estudio.

Al igual que la longitud de la mazorca esta variable es un componente correlativo con el rendimiento y también es altamente afectado por el medio ambiente, lo que explica el alto coeficiente de variación y la no coincidencia entre las entradas con mayor rendimiento y mayor número de hileras.

Cuadro 24. Análisis de varianza para número de hileras por mazorca de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	0.84	0.37	3.95	0.5445
Bloques(Ajustados)	24	1.96			
Tratamientos	116	8.49			
Tratamientos(Ajustados)	116	7.27	3.21	1.39	9.5895E-09
Error	92	2.26			
Total	233	5.33			

$\bar{X} = 12.65$  hileras  
**CV = 11.90%**

#### 4.1.2.17 Adaptación

El análisis de varianza para adaptación se detalla en el Cuadro 25, donde se observan diferencias estadísticas al 5% entre repeticiones ( $p=6.78E-05$ ) y tratamientos ( $p=1.6931E-06$ ). Se obtuvo un valor promedio de 3.24 y un coeficiente de variación de 15.00%.

Realizada la prueba de Tukey al 5%, que se presenta en el Anexo 46, se encontraron cinco rangos para adaptación, las entradas con mayor promedio, que en la escala de 1-5 corresponden a mala adaptación, fueron la 33 (4,55) y la 23 (4.55); y la que menor promedio presentó, y que según la escala de 1 a 5 presenta buena adaptación, fue la entrada 5 (1.07). Los materiales con menor adaptación corresponden a las razas bolivianas Kulli (entrada 33) y Huillcaparu (entrada 23), que según Rodríguez *et al.*(1968) y Ávila *et al.* (1998) presentan rangos de adaptación entre 2000 a 3400 m.s.n.m para Kulli y 2000-2800 m.s.n.m para Huillcaparu. Aunque se observa que la altitud del sitio experimental (2756 m) esta dentro del rango de adaptación de las dos razas estas no se adaptaron. Por el contrario los materiales con mejor adaptación corresponden a la raza mexicana Cónico. Esta se adapta a altitudes que van entre los 2200 a 2800 metros Wellhausen *et al.* (1952), observándose que la altitud de la Sección Oriental de la Estación Experimental Santa Catalina está dentro del rango de adaptación para esta raza; pero al contrario de las bolivianas esta si presentó una buena adaptación.

Cuadro 25. Análisis de varianza para adaptación de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	4.11	17.42	3.95	6.78E-05
Bloques(Ajustados)	24	0.53			
Tratamientos	116	0.73			
Tratamientos(Ajustados )	116	0.61	2.60	1.39	1.6931E-06
Error	92	0.24			
Total	233	0.53			

$$\bar{X} = 3.24$$

$$CV = 15.00\%$$

### 4.1.3 Análisis de Correlaciones

El rendimiento está correlacionado positiva y negativamente con otras variables agronómicas. Para confirmar estas aseveraciones se realizaron correlaciones entre el rendimiento y las demás variables evaluadas (Cuadro 26).

Las variables que presentaron correlación positiva con el rendimiento fueron: porcentaje de germinación, plantas por parcela, altura de planta, altura de mazorca, follaje, acame de raíz, plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, longitud de mazorca, hileras por mazorca y adaptación; presentando el mayor valor de correlación las variables: mazorcas cosechadas (0.79), adaptación (0.67), longitud de mazorca (0.66) y plantas cosechadas (0.58). Esto confirma lo mencionado por Sprague y Eberhart (1977) citados por Suárez *et al.* (1999), quienes indican que existe una correlación positiva entre altura de planta y rendimiento; y de igual manera lo mencionado por Reyes (1985) quien señala que la magnitud de la mazorca y su número son de mayor importancia por ser componentes correlativos con el rendimiento del grano; tales componentes son: longitud, número de hileras, peso del grano y número de mazorcas por planta.

Las variables que en el estudio evidenciaron correlaciones negativas con el rendimiento fueron: días a la floración femenina, días a la floración masculina, tipo de espiga, hojas arriba de la mazorca, acame de tallo. Moreno (1984) y Castaño (1989) señalan una correlación negativa entre rendimiento y pudrición de mazorca, y Smith (1973) citado por Suárez *et al.* (1999) mencionan también una relación similar entre rendimiento y acames de tallo y raíz. Esto confirma la correlación negativa, encontrada en el estudio,

entre rendimiento y acame de tallo, más no para acame de raíz que presentó una correlación positiva.

#### **4.1.4 Análisis de Conglomerados**

El Análisis por Conglomerados o Clusters se realizó con la finalidad de medir la asociación entre las entradas. En la formación de los grupos, la proximidad está dada por algún tipo de distancia, la distancia entre dos grupos se define como la suma de las sumas de cuadrados del análisis de la varianza entre los dos grupos sobre todas las variables; para este caso se utilizó la distancia Euclídea. Además se utilizó el método de agrupamiento jerárquico de Ward. Para unir conglomerados este método realiza una ponderación de todos los conglomerados participantes, usando como peso el tamaño de cada grupo.

El análisis de agrupamiento para maíz negro dio como resultado la formación de cinco grupos, los cuales se encuentran detallados en el Cuadro 27; en el mismo se muestran las entradas dentro de cada conglomerado con su respectiva raza y repetición.

Cuadro 26. Correlaciones entre rendimiento y 16 variables agronómicas de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC- INIAP-2006

		<b>VARIABLES</b>															
		<b>PG</b>	<b>PP</b>	<b>DFD</b>	<b>DFM</b>	<b>TE</b>	<b>AP</b>	<b>AM</b>	<b>HAM</b>	<b>F</b>	<b>AR</b>	<b>AT</b>	<b>PC</b>	<b>MC</b>	<b>LM</b>	<b>HM</b>	<b>A</b>
<b>REND.</b>	<b>Coefficientes</b>	0,28	0,44	-0,14	-0,07	-0,31	0,6	0,55	-0,2	0,46	0,32	-0,29	0,58	0,79	0,66	0,42	0,67
	<b>Probabilidades</b>	1,10E-05	1,50E-12	0,03	0,31	1,50E-06	0	0	1,70E-03	0	4,80E-07	8,60E-06	0	0	0	2,10E-11	0

**PG** Porcentaje de germinación

**DFM** Días a la floración masculina

**AM** Altura de mazorca

**AR** Acame de raíz

**MC** Mazorcas cosechadas

**A** Adaptación

**PP** Plantas por parcela

**TE** Tipo de espiga

**HAM** Hojas arriba de la mazorca

**AT** Acame de tallo

**LM** Longitud de mazorca

**REND.** Rendimiento

**DFD** Días a la floración femenina

**AP** Altura de planta

**F** Follaje

**PC** Plantas cosechadas

**HM** Hileras por mazorca

Cuadro 27. Conglomerados formados en el análisis de agrupamiento de 117 entradas de maíz negro

Conglomerado	Entrada	Repetición	Razas
1	10	1	Culli
1	15	1	Oke
1	116	1	Oke
1	114	1	Checchi
1	17	1	Checchi
1	9	1	Checchi
1	105	1	Conceb
1	43	1	Huillcaparu
1	44	1	Huillcaparu
1	24	1	Jankas
1	81	1	Kulli
1	35	1	Kulli
1	38	1	Kulli
1	45	1	Quileño
1	33	1	s/n
1	87	1	s/n
1	70	1	s/n
1	97	1	Racimo de Uva
1	13	1	Elotero Cónico
1	52	1	Elotero Cónico x Cónico Norteño
1	117	1	s/n
1	91	1	Achis
1	8	1	Guetenda
1	68	1	Huayleño
1	95	1	Huayleño
1	104	1	Huayleño
1	31	1	Morado
1	109	1	Morado
1	29	1	Rojo Matarino
1	22	1	Shajatu
1	14	1	Terciopelo
1	112	1	s/n
1	93	1	s/n
1	105	2	s/n
1	18	2	Culli
1	29	2	Oke
1	116	2	Oke
1	14	2	Checchi
1	27	2	Checchi
1	10	2	Checchi
1	43	2	Checchi
1	46	2	Checchi
1	38	2	Hualco
1	12	2	Huillcaparu
1	9	2	Huillcaparu
1	8	2	Huillcaparu
1	44	2	Huillcaparu
1	45	2	Huillcaparu
1	24	2	Jankas
1	33	2	Jankas
1	19	2	Kulli
1	70	2	Kulli
1	104	2	Kulli
1	39	2	Kulli
1	109	2	Morocho
1	21	2	Patillo
1	95	2	Quileño
1	35	2	Tuimur



Continuación Cuadro 27:

1	97	2	s/n
1	23	2	s/n
1	15	2	s/n
1	49	2	Negro Chileno
1	68	2	Racimo de Uva
1	36	2	Racimo de Uva
1	37	2	Elotero Cónico
1	16	2	Elotero Cónico x Cónico Norteño
1	103	2	s/n
1	91	2	Achis
1	20	2	Guetenda
1	7	2	Huayleño
1	114	2	Huayleño
1	87	2	Huayleño
1	13	2	Morado
1	34	2	Morado
1	81	2	Morado
1	52	2	Rojo Matarino
1	99	2	Shajatu
1	111	2	Terciopelo
1	32	2	s/n
2	39	1	s/n
2	46	1	Checchi
2	34	1	Hualco
2	40	1	Huillcaparu
2	103	1	Huillcaparu
2	88	1	Huillcaparu
2	7	1	Kulli
2	108	1	Kulli
2	98	1	Tuimur
2	12	1	Tuimur
2	106	1	Negro Chileno
2	111	1	Racimo de Uva
2	90	1	Racimo de Uva
2	49	1	Racimo de Uva
2	18	1	Racimo de Uva
2	50	1	Olotón
2	77	1	Olotón
2	21	1	Olotón
2	110	1	Ancashino
2	113	1	Común
2	19	1	Huayleño
2	101	1	Huayleño
2	48	1	Huayleño
2	107	1	Huayleño
2	53	1	Kculli
2	100	1	Marañón
2	32	1	Morado
2	20	1	Morocho
2	99	1	Pinto
2	75	1	Punchi
2	54	1	Shajatu
2	94	1	Shajatu
2	102	1	Shajatu
2	110	2	Cónico x Mushito
2	3	2	Huillcaparu
2	40	2	Kulli
2	96	2	Tuimur
2	113	2	Racimo de Uva

Continuación Cuadro 27:

2	88	2	Racimo de Uva
2	107	2	Abril Punta de Riego
2	31	2	Olotón
2	101	2	Olotón
2	112	2	Pinto
2	75	2	Ancashino
2	94	2	Común
2	90	2	Huayleño
2	22	2	Huayleño
2	50	2	Kculli
2	102	2	Marañón
2	51	2	Pinto
2	78	2	Shajatu
2	77	2	Shajatu
2	56	2	Shajatu
3	26	1	Checchi
3	30	1	Checchi
3	115	1	Huillcaparu
3	89	1	Janka Sara
3	37	1	Jankas
3	25	1	Jankas
3	27	1	Jankas
3	36	1	Jankas
3	41	1	Morocho
3	11	1	Patillo
3	23	1	Tuimur
3	92	1	Tuimur
3	16	1	Api
3	96	1	Huancavelicano
3	28	1	Huayleño
3	42	1	Terciopelo
3	41	2	Checchi
3	117	2	Conceb
3	92	2	Janka Sara
3	108	2	Jankas
3	42	2	Jankas
3	98	2	Jankas
3	26	2	Tuimur
3	115	2	Tuimur
3	89	2	Api
3	17	2	Huancavelicano
3	25	2	Huayleño
3	100	2	Huayleño
3	28	2	Huayleño
3	30	2	Punchi
3	93	2	Terciopelo
3	11	2	s/n
4	65	1	Azul
4	58	1	Azul Criollo
4	82	1	Cónico
4	74	1	Cónico
4	83	1	Cónico Norteño
4	86	1	Cónico Norteño
4	76	1	Cónico Norteño
4	66	1	Elotero Cónico
4	69	1	Maíz Temporal Pinto
4	67	1	Negro
4	85	1	Olotón
4	59	1	Pinto

Continuación Cuadro 27:

4	63	1	Pinto Rojo
4	61	1	s/n
4	78	1	s/n
4	84	1	s/n
4	80	1	s/n
4	72	1	s/n
4	63	2	Chalqueño x Cónico
4	66	2	Azul Criollo
4	76	2	Cónico
4	80	2	Cónico
4	4	2	Cónico
4	72	2	Cónico Norteño
4	62	2	Cónico Norteño
4	74	2	Cónico Norteño
4	61	2	Elotero Cónico
4	83	2	Maíz Temporal Pinto
4	86	2	Negro
4	73	2	Negro
4	85	2	Olotón
4	84	2	Pinto Rojo
4	65	2	s/n
4	67	2	s/n
4	59	2	s/n
4	69	2	s/n
4	82	2	s/n
5	2	1	Chalqueño
5	79	1	Cónico
5	62	1	Cónico x Mushito
5	5	1	Chalqueño x Cónico
5	55	1	Cónico
5	51	1	s/n
5	3	1	Azul
5	56	1	Racimo de Uva
5	47	1	Montana Negro
5	60	1	Abril Punta de Riego
5	64	1	Azul
5	6	1	Chalqueño x Cacahuacintle
5	73	1	Cónico
5	71	1	Cónico
5	57	1	Maíz Negro
5	4	1	Negro
5	1	1	Pinto
5	79	2	Chalqueño
5	48	2	Cónico
5	106	2	Cónico
5	54	2	s/n
5	53	2	Azul
5	2	2	Racimo de Uva
5	60	2	Racimo de Uva
5	47	2	Olotón
5	64	2	Montana Negro
5	5	2	Azul
5	55	2	Azul
5	57	2	Chalqueño x Cacahuacintle
5	58	2	Cónico
5	71	2	Maíz Negro
5	1	2	Pinto
5	6	2	Morocho

Para interpretar de mejor manera los resultados del agrupamiento jerárquico fue necesario realizar una representación gráfica del mismo; dichos resultados se muestran en un dendrograma (Anexo 47); en el mismo, se pueden observar las uniones que se realizaron. Las ramas del árbol representan los conglomerados.

Los promedios para cada una de las variables dentro de cada conglomerado se presentan en el Cuadro 28.

El conglomerado 1, conformado por 79 entradas, muestra un predominio de razas provenientes de América del Sur (Perú, Bolivia, Argentina y Ecuador); siendo las razas Checchi y Kulli, procedentes de Bolivia, Huayleño y Morado, de origen peruano; las predominantes dentro de este grupo. Es el conglomerado con menor promedio de rendimiento y que presenta a la vez los menores valores para variables correlativas positivamente con el rendimiento: porcentaje de germinación (82.48%), plantas por parcela (21.90), plantas cosechadas (18.52), mazorcas cosechadas (11.33), hileras por mazorca (10.87), y el valor más bajo para adaptación en el rango de 1 a 5 (3.70).

El Conglomerado 5 (31 entradas) es el de mayor promedio de rendimiento; presentando, contrariamente al Conglomerado 1, los más altos valores promedios para aquellas variables con correlación positiva al rendimiento: 25.15 plantas cosechadas, 21.76 mazorcas y 14.68 cm. de longitud de mazorca; aunque también existen variables que aunque no presentan el mayor valor, el mismo es bastante alto, porcentaje de germinación (85.79), plantas por parcela (26.27), e hileras por mazorca (13.18).

La raza predominante dentro de este conglomerado es la mexicana Cónico.

Los Conglomerados 2, 3 y 4 presentan valores de rendimiento intermedios entre el Conglomerado 1 (menor promedio) y el Conglomerado 5 (mayor promedio). En orden descendente de rendimiento se presentan el Conglomerado 4 con 3103.35 kg/ha, el Conglomerado 2 con 2929.38 kg/ha y el Conglomerado 3 con 1928.87. De igual manera que para los Grupos 1 y 5, se presenta el mismo comportamiento de las variables con correlación positiva con respecto al rendimiento. Para el Conglomerado 4 el promedio de plantas cosechadas e hileras por mazorca es mayor que el Conglomerado 2 y 3, para mazorcas cosechadas y longitud de mazorca el promedio aunque no es el mayor es similar al conglomerado 2.

El Conglomerado 4, está formado por razas de Centro América, con predominio de los materiales mexicanos. Las razas más sobresalientes para este grupo, en orden descendente son: Cónico Norteño, Negro, Maíz Temporal Pinto, Pinto Rojo y por último la raza Cónico, la cual fue la más importante dentro del Conglomerado 5.

Dentro del Conglomerado 2 se observa un predominio de razas Sudamericanas aunque también se presentan 3 razas mexicanas. Las más importantes dentro de este grupo son las peruanas Shajatu, Ancashino, Común, Marañón, Kculli y la ecuatoriana Racimo de Uva, la cual aunque se presenta también dentro de los Conglomerados 1 y 5, presenta el mayor número de entradas dentro este grupo. Se puede comprobar, que las razas pertenecientes a este Grupo guardan algún tipo de relación; así las razas Ancashino, Shajatu y Marañón están ampliamente distribuidas en el departamento peruano de Ancash, además de que Shajatu tiene influencia evidente sobre la raza Marañón (Salhuana, 2003). Por otro lado Kculli y Racimo de Uva tienen relación aparente (Wellhausen *et al.*, 1952)

Dentro del Conglomerado 3 se observó la presencia de razas, exclusivamente, de Perú y Bolivia. Las razas preponderantes son: Jankas, Janka Sara de Bolivia; y Huancavelicano y Api de Perú.

Cuadro28. Promedios de los cinco conglomerados formados en el Análisis de agrupamientos de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

CONGLOMERADO	PG	PP	DFD	DFM	TE	AP	AM	HAM	F	AR	AT	R	PC	MC	LM	HM	A
1	82.48	21.90	124.19	117.86	1.87	138.54	54.61	5.47	3.35	1.28	4.44	968.43	18.52	11.33	9.20	10.87	3.70
2	89.53	26.17	123.91	120.92	1.96	177.75	83.70	5.81	2.06	3.01	3.96	2929.38	23.26	20.57	11.99	12.72	3.09
3	87.38	24.25	110.88	106.38	2.00	145.69	55.19	5.06	3.19	1.64	6.20	1928.87	21.41	17.81	9.19	14.16	3.53
4	89.68	26.49	105.30	101.08	1.03	157.19	69.54	4.03	3.14	2.33	3.11	3103.35	25.08	20.35	11.39	14.57	2.89
5	85.79	26.27	129.27	124.64	1.45	212.82	117.03	4.94	1.67	4.61	2.22	4620.89	25.12	21.76	14.68	13.18	2.52

**PG:** Porcentaje de germinación

**DFM:** Días a la floración masculina

**AM:** Altura de mazorca

**AR:** Acame de raíz

**PC:** Plantas cosechadas

**HM:** Hileras por mazorca

**PP:** Plantas por parcela

**TE:** Tipo de espiga

**HAM:** Hojas arriba de la mazorca

**AT:** Acame de tallo

**MC:** Mazorcas cosechadas

**A:** Adaptación

**DFD:** Días a la floración femenina

**AP:** Altura de planta

**F:** Follaje

**R:** Rendimiento

**LM:** Longitud de mazorca

#### **4.1.5 Análisis de las variables no seleccionadas**

A continuación se presentan los resultados de las variables macollamiento por planta, pubescencia de vaina, color de tallo, enfermedad foliar prevalente, cobertura de mazorca, mazorcas por planta, forma de mazorca, diámetro de mazorca, pudrición de mazorca, calidad de mazorca, facilidad de desgrane, tamaño de gluma, textura de gluma, color de gluma y daños a la mazorca por plagas; que no fueron seleccionadas en el Análisis de Componentes Principales. Para el efecto se utilizó el valor de las medias de cada una de las entradas.

##### **4.1.5.1 Macollamiento por planta**

La mayoría de entradas presentan en promedio un macollo por planta. Las entradas 4, 62, 66 y 71 son las entradas que mayor número de macollos presentaron con un valor de 2 por planta. (Anexo 48)

##### **4.1.5.2 Pubescencia de vaina**

El mayor número de las 117 entradas presentaron como promedio un valor de 3, que equivale a pubescencia pequeña, un menor número de entradas presentaron valor de 2 (mediana pubescencia), y muy pocas valor de 1 (abundante pubescencia) (Anexo 49).



#### **4.1.5.3 Color de tallo**

Se encontraron dos colores. El mayor número de entradas presentaron color rojo (valor 3 en la escala de evaluación), mientras que un menor número de materiales mostraron color de tallo morado (Anexo 50).

#### **4.1.5.4 Enfermedad foliar prevalente**

La enfermedad de mayor incidencia para maíz negro fue *Helminthosporium turcicum*, presentándose en el mayor número de accesiones los siguientes grados: infección severa e infección moderada correspondientes a valores 4 y 3 , respectivamente, en la escala de evaluación (Anexo 51)

#### **4.1.5.5 Cobertura de mazorca**

El mayor número de entradas presentaron cobertura regular, correspondiente al valor 2 en la escala de evaluación; un menor número de entradas evidenciaron punta expuesta, que según la escala corresponde al valor 3; y por último pocas entradas mostraron excelente cobertura, equivalente al valor 1 en la escala de evaluación. Por lo tanto se puede concluir que la mayoría de las entradas presentaron una adecuada cobertura de mazorca (Anexo 52)

#### **4.1.5.6 Mazorcas por planta**

Todos las accesiones presentaron una mazorca por planta.; con excepción de las entradas 21, 53, 54, 56, 71, 77, 101 y 110; cuyo promedio de mazorcas por planta fue de 1.5 (Anexo 53).

#### **4.1.5.7 Forma de mazorca**

La forma de la mazorca para todas las entradas fue cilíndrico cónica, correspondiente al valor 2 en la escala de evaluación.

#### **4.1.5.8 Diámetro de mazorca**

El promedio de diámetro de mazorca para las entradas evaluadas osciló entre 3.2 cm y 5.1 cm. Se observó que las mazorcas de la raza Huayleño, proveniente de Perú, fueron las de mayor diámetro; mientras que las razas Negro de México, Oke de Argentina y Guetenda de Perú presentaron los menores promedios para diámetro de mazorca (Anexo 54)

#### **4.1.5.9 Pudrición de mazorca**

Las entradas evaluadas presentaron pudrición en grados 1, 2 y 3; que según la escala de evaluación equivalen a pudrición ausente a moderada.

La mala cobertura de mazorca es un carácter nada deseable por exponer los frutos a plagas, enfermedades y pudrición (Reyes, 1985); lo que se confirma en este estudio pues al presentarse una buena cobertura de mazorca, por consiguiente la pudrición de mazorca fue baja (Anexo 55).

#### **4.1.5.10 Calidad de mazorca**

La mayoría de entradas mostraron valores intermedios (2, 3 y 4) para calidad de mazorca dentro de la escala de evaluación 1 buena - 5 mala. Los materiales que presentaron mejor calidad fueron las accesiones 20, 9 10 13 14,18, 23, 36, 45, 68, 102, 111, 112, con un valor de 4 cada una (Anexo 56).

#### **4.1.5.11 Facilidad de desgrane**

Los materiales presentaron una facilidad de desgrane intermedia, pues el mayor número de entradas presentan valores de 2 , 3 y 4 dentro de la escala 1 fácil - 5 difícil (Anexo57).

#### **4.1.5.12 Tamaño de gluma**

El tamaño de gluma para la mayoría de entradas fue de mediana a pequeña, con valores promedios de 3 a 5 dentro de la escala de evaluación 1 grande - 5 pequeña (Anexo 58).

#### **4.1.5.13 Textura de gluma**

No se observó un tipo de textura determinado entre todos los materiales evaluados, puesto que existen similar número de entradas en todos los valores dentro de la escala de evaluación (Anexo 59).

#### **4.1.5.14 Color de gluma**

Entre los materiales evaluados se evidenció un número similar de entradas de color blanco y rojo; adicionalmente un menor número de materiales presentaron colores café y púrpura (Anexo 60).

#### **4.1.5.15 Daño a la mazorca por plagas**

Se presentó daños a la mazorca en grados 2 y 3, correspondientes a infestación débil y ligera, respectivamente (Anexo 61).

La presencia de plagas y enfermedades en la mazorca, es producto de las mala cobertura de la misma (Reyes, 1985); lo que se confirmó en el estudio, pues la mayoría de entradas presentaron buena cobertura de mazorca y por ende el ataque de plagas fue ligero.

## 4.2 Maíz Dulce

En la presente investigación se dispone de datos de 2688 registros, provenientes de 32 variables evaluadas en cada una de las 42 entradas. De las 32 variables estudiadas 17 corresponden a cuantitativas y 15 a cualitativas (Anexo 62)

### 4.2.1 Análisis de Componentes Principales

El Análisis de Componentes Principales se realizó a partir de la Matriz de correlaciones fenotípicas entre todas las variables evaluadas. Las correlaciones calculadas se presentan en el Anexo 63.

Para seleccionar los descriptores que recogían la mayor variabilidad se procedió de la siguiente forma: En primer lugar se realizó una interpretación gráfica (Figura 2), en la cual se muestra la variabilidad en dos ejes (e1, e2). La selección del número de ejes se la realiza en base al cuadro de autovalores que se presenta a continuación:

Cuadro 29. Autovalores (Maíz dulce)

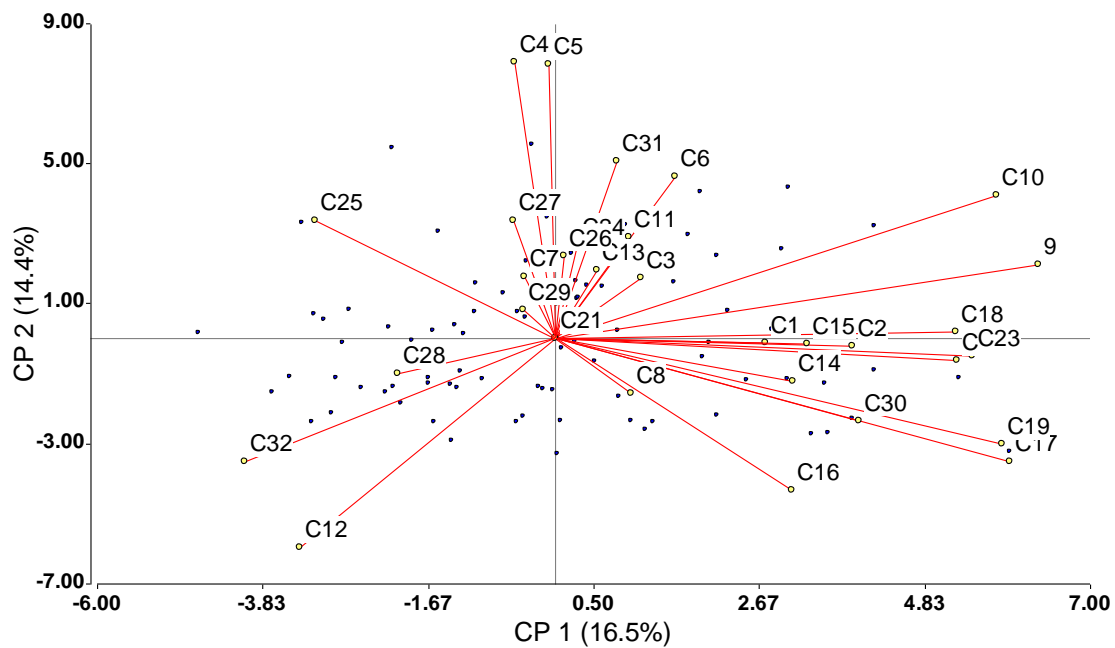
<b>Lambda</b>	<b>Valor</b>	<b>Proporción</b>	<b>Proporción acumulada</b>
1	4.95	0.16	0.16
2	4.32	0.14	0.31
3	2.45	0.08	0.39
4	2.04	0.07	0.46
5	1.86	0.06	0.52
6	1.6	0.05	0.57
7	1.35	0.04	0.62
8	1.3	0.04	0.66
9	1.11	0.04	0.7
10	1.03	0.03	0.73
11	0.97	0.03	0.77

Continuación Cuadro 29:

12	0.86	0.03	0.79
13	0.83	0.03	0.82
14	0.68	0.02	0.84
15	0.63	0.02	0.87
16	0.54	0.02	0.88
17	0.49	0.02	0.9
18	0.45	0.01	0.91
19	0.42	0.01	0.93
20	0.4	0.01	0.94
21	0.36	0.01	0.95
22	0.31	0.01	0.96
23	0.22	0.01	0.97
24	0.21	0.01	0.98
25	0.18	0.01	0.99
26	0.16	0.01	0.99
27	0.11	3.80E-03	0.99
28	0.08	2.70E-03	1
29	0.05	1.60E-03	1
30	0.04	1.20E-03	1
31	0	0	1
32	0	0	1

La proporción indica la variabilidad explicada en cada eje ( $\lambda$ ), el eje 1 (e1) explica el 16 %, el eje 2 (e2) el 14%, el eje 3 (e3) el 8 %, y así sucesivamente. Se escogieron únicamente dos ejes (e1 y e2) que son los que mayor porcentaje de variabilidad explican (30%). No se escogió el tercer eje debido a que la variabilidad explicada en este es apenas del 8%, valor bajo con relación al eje 1 y eje 2, con valores de 16% y 14%, respectivamente.

Gráficamente, las variables que explican mayor variabilidad son aquellas en las cuales la dimensión del vector es mayor.



C1:Porcentaje de germinación	C2: Plantas por parcela	C3: Macollamiento por planta corregido
C4:Días a la floración femenina	C5:Días a la floración masculina	C6:Tipo de espiga
C7:Pubescencia de vaina	C8:Color de tallo	C9:Altura de planta (cm)
C10:Altura de mazorca (cm)	C11:Hojas arriba de la mazorca	C12:Follaje
C13:Enfermedad Foliar(Cercopora)	C14:Cobertura de mazorca	C17:Rendimiento(Kg/ha)
C15:% Acame corregido Raíz	C16:% Acame corregido Tallo	C20:Mazorcas por planta
C18:Plantas cosechadas	C19:Mazorcas cosechadas	C23:Diámetro de mazorca(cm)
C21:Forma de mazorca	C22:Longitud de mazorca(cm)	C26:Facilidad de desgrane
C24:Pudrición de mazorca	C25:Calidad de mazorca	C29:Gluma (Color)
C27:Gluma (Tamaño)	C28:Gluma (Textura)	
C30:Hileras por mazorca	C31:Daño a la mazorca por plagas ( <i>Heliothis zea</i> )	
C32:Adaptación		

Figura 2. Gráfico de Componentes Principales para Maíz Dulce

Al analizar el gráfico se puede determinar de manera preliminar cuales son las variables de mayor importancia tomando en cuenta su longitud tanto para el eje 1 como para el eje 2.

En segundo lugar, y para confirmar que las variables seleccionadas gráficamente son las más importantes, se realizó una interpretación de los autovectores para cada variable,

teniendo en cuenta su valor absoluto. Las variables más relevantes fueron aquellas que presentaron un valor igual o superior a 0.29. A continuación se presentan los valores de autovectores por variable:

Cuadro 30. Valores de autovectores por variable (Maíz dulce)

<b>Variables</b>	<b>e1</b>	<b>e2</b>	<b>TOTAL (Valor Absoluto)</b>
% de germinación	0.15	-0.01	0.16
Plantas por parcela	0.21	-0.01	0.22
Macollamiento por planta	0.06	0.09	0.15
Días a la floración femenina	-0.03	0.43	0.46
Días a la floración masculina	-0.01	0.42	0.43
Tipo de espiga	0.08	0.25	0.33
Pubescencia de vaina	-0.02	0.09	0.11
Color de tallo 1	0.05	-0.08	0.13
Altura de planta (cm)	0.34	0.11	0.45
Altura de mazorca(cm)	0.31	0.22	0.53
Hojas arriba de la mazorca	0.05	0.16	0.21
Follaje	-0.18	-0.32	0.50
Enfermedad foliar prevalerte ( <i>Cercospora zea-maydis</i> )	0.03	0.11	0.14
Cobertura de mazorca	0.17	-0.06	0.23
% Acame Raíz	0.18	-0.01	0.19
% Acame Tallo	0.17	-0.23	0.39
Rendimiento (Kg/ha)	0.32	-0.19	0.51
Plantas cosechadas	0.28	0.01	0.29
Mazorcas cosechadas	0.31	-0.16	0.47
Mazorcas por planta	0	0	0
Forma de mazorca	0	0	0
Longitud de mazorca (cm)	0.28	-0.03	0.31
Diámetro de mazorca (cm)	0.29	-0.03	0.32
Pudrición de mazorca	0.02	0.14	0.16
Calidad de mazorca	-0.17	0.18	0.35
Facilidad de desgrane	0.01	0.13	0.14
Gluma (Tamaño)	-0.03	0.18	0.21
Gluma (Textura)	-0.11	-0.05	0.16
Gluma (Color)	-0.02	0.04	0.06
Hileras por mazorca	0.21	-0.13	0.34
Daño a la mazorca por plagas ( <i>Heliothis zea</i> )	0.04	0.27	0.31
Adaptación	-0.22	-0.19	0.41



Las variables seleccionadas del análisis gráfico y de autovectores fueron las siguientes: días a la floración femenina, días a la floración masculina, tipo de espiga, altura de planta, altura de mazorca, follaje, porcentaje de acame de tallo, rendimiento, plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, calidad de mazorca, hileras por mazorca, daños a la mazorca por plagas y adaptación. Con estas variables, por ser las más importantes, se realizó posteriormente el Análisis de Varianza, Análisis de Conglomerados y Análisis de Correlación.

Con las variables porcentaje de germinación, plantas por parcela, macollamiento por planta, pubescencia de vaina, color de tallo, hojas arriba de la mazorca, enfermedad foliar prevalente, cobertura de mazorca, porcentaje de acame de raíz, mazorcas por planta, forma de mazorca, pudrición de mazorca, facilidad de desgrane, tamaño de gluma, textura de gluma, color de gluma y daños a la mazorca por plagas; que no fueron seleccionadas por no explicar mayor variabilidad, únicamente se realizó una descripción de los resultados utilizando el valor de las medias por entrada.

## **4.2.2 Análisis individual de las variables seleccionadas**

### **4.2.2.1 Días a la floración femenina**

En el Cuadro 31 se presenta el análisis de varianza para días a la floración femenina, en el cual se encontraron diferencias altamente significativas para tratamientos ( $p=1.8842E-10$ ) y no existieron diferencias estadísticas para repeticiones ( $p=0.5464$ ), se obtuvo un promedio de 124.14 días y un coeficiente de variación de 5.80%.

La prueba de separación de medias (Tukey 5%) que se muestran en el Anexo 64, determinó la existencia de 12 rangos, encontrándose a las entradas 20 (197.90 días), 19 (193.50 días), 10 (187.70 días) y 18 (186.30 días) como las más tardías, pertenecientes a las razas Chulpi (Ecuador), de la cual no se menciona si es precoz o tardía, y Chuspillo (Bolivia) que presenta plantas unas tardías y otras precoces (Ávila *et al.*, 1998). Las entradas 32 y 31 fueron las más precoces con 96.26 y 98,20 días en promedio respectivamente; correspondientes a las razas Maíz Dulce (México), que es muy precoz (Wellhausen *et al.*, 1952); y a la raza Chullpi (Perú) que presenta floración a los 114 días, mientras que en la investigación se obtuvieron 98.20 y 106 días

Cuadro 31. Análisis de varianza para días a la floración femenina de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>P</b>
Repeticiones	1	19.05	0.37	4.18	0.5464
Bloques(Ajustados)	12	58.51			
Tratamientos	41	753.03			
Tratamientos(Ajustados)	41	647.36	12.66	1.80	1.8842E-10
Error	29	51.13			
Total	83	398.53			

$\bar{X} = 124.14$  días  
**CV = 5.80%**

#### 4.2.2.2 Días a la floración masculina

El análisis de varianza (Cuadro 32), no muestra diferencias estadísticas para repeticiones ( $p=0.8704$ ), mientras que si lo hace para tratamientos ( $p=1.4088E-09$ ). El valor medio para días a la floración masculina fue de 138.92, con un coeficiente de variación del 8.10 %.

En el Anexo 65 se presentan las medias para las 42 entradas de maíz dulce y la respectiva prueba de Tukey al 5%, que determinó la formación de 13 rangos entre todas las entradas. Las más precoces fueron la 32 con una media de 94 días y la 32 con un promedio de 93.84; mientras que las entradas con mayores días a la floración son la 19,20, 15 y 18 con promedios de 168.60, 164.90, 164.50 y 169 días respectivamente. Se puede observar que las entradas más precoces y más tardías para floración masculina también lo son para floración femenina.

Cuadro 32. Análisis de varianza para días a la floración masculina de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	3.44	0.03	4.18	0.8704
Bloques(Ajustados)	12	173.37			
Tratamientos	41	1633.02			
Tratamientos(Ajustados)	41	1371.83	10.80	1.80	1.4088E-09
Error	29	127.05			
Total	83	876.17			

$\bar{X}=138.92$  días  
**CV = 8.10%**

#### 4.2.2.3 Tipo de espiga

En el Cuadro 33 se presentan los resultados obtenidos en el análisis de varianza en el cual se observan diferencias estadísticas al 5% para tratamientos ( $p=5.2663E-07$ ), pero no hay significancia para repeticiones ( $p=0.1948$ ). El coeficiente de variación obtenido fue de 17.40%, con una media general de 1.42.

Para la separación de medias se utilizó inicialmente la prueba de Tukey al 5%, pero esta al ser muy exigente no estableció rangos entre las entradas por lo que en segunda instancia se procedió a realizar la separación de medias utilizando la prueba de Duncan

al 5% .En el Anexo 66 se observan las medias de las 42 entradas y los resultados de la prueba de Duncan al 5% para esta variable. Se puede observar que dentro de cada rango se encuentran razas del mismo país; en el primer rango predomina la raza Chulpi originaria de Ecuador, dentro del segundo rango existe predominio de razas Mexicanas.

La raza Chulpi presenta muchas ramificaciones secundarias y terciarias (Timothy *et al.*, 1966), lo que confirma los resultados obtenidos que determinan que esta raza presentó espigas secundarias.

Cuadro33. Análisis de varianza para tipo de espiga de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	0.11	1.76	4.18	0.1948
Bloques(Ajustados)	12	0.052			
Tratamientos	41	0.44			
Tratamientos(Ajustados)	41	0.40	6.58	1.80	5.2663E-07
Error	29	0.06			
Total	83	0.25			

$\bar{X}=1.42$   
**CV = 17.40%**

#### 4.2.2.4 Altura de planta

En el Cuadro 34 se presenta el análisis de varianza para altura de planta, en donde se muestran diferencias significativas al 5% para repeticiones ( $p=0.0018$ ) y tratamientos ( $p=2.7221E-06$ ), un coeficiente de variación de 12.10% y un promedio de 137.14 cm.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se formaron 7 rangos (Anexo 67). Las entradas que presentaron mayor altura fueron la 1, 4 y 18 con promedios respectivos de 189.50,

186.00 y 181.50 cm., mientras que las entradas con plantas más bajas fueron la 8, con una media de 80.00 cm. y la 31 con 69.50 cm. Se observa que las entradas con mejores promedios de altura de planta corresponden a las razas mexicanas Chalqueño (entradas 1 y 4) y la ecuatoriana Chulpi. La raza Chalqueño presenta plantas medianas hasta muy altas, de 2 a 5 metros (Wellhausen *et al.*, 1952), lo que confirma los resultados obtenidos pues las alturas para estas entradas están alrededor de los 2 m. La raza Chulpi (Timothy *et al.*, 1966) presenta plantas pequeñas (que también poseen mazorcas pequeñas), y plantas grandes (mazorcas más grandes), lo que también ratifica los resultados obtenidos pues esta raza se encuentra dentro de los materiales con mayor altura de planta.

Las entradas de la raza Chulpi presentaron también alturas variables, pues se encuentran dentro de las más altas, dentro de las medianas y dentro de las más bajas, esto confirma lo antes mencionado por Timothy *et al.* (1966) quien indica que esta raza presenta plantas pequeñas y plantas grandes.

Entre las entradas con menor altura predomina la raza Maíz Dulce, originaria de México. Aunque (Wellhausen *et al.*, 1952) menciona que esta raza presenta plantas de altura mediana se puede observar que para el estudio esta aseveración no se cumple pues dicha raza presentó el menor promedio de altura.

Cuadro 34. Análisis de varianza para altura de planta de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	3268.77	11.84	4.18	0.0018
Bloques(Ajustados)	12	189.78			
Tratamientos	41	1721.79			
Tratamientos(Ajustados)	41	1567.70	5.68	1.80	2.7221E-06
Error	29	276.10			
Total	83	1013.81			

$\bar{X} = 137.14 \text{ cm}$   
**CV = 12.10%**

#### 4.2.2.5 Altura de mazorca

El análisis de varianza para esta variable se muestra en el Cuadro 35, donde se presentan diferencias altamente significativas para repeticiones ( $p=0.0022$ ) y tratamientos ( $p=6.0529E-06$ ), con un coeficiente de variación de 20.30% y un promedio general de 65.52 cm.

Al realizar la prueba de separación de medias (Tukey 5%) se obtuvieron 6 rangos (Anexo 68), encontrándose como las entradas con mayor y menor altura de mazorca a la 1 y 31 respectivamente, con valores de 115.9cm. y 22.51 cm. para cada una. De esta manera se comprobó lo indicado en el análisis de varianza para altura de mazorca de maíz negro, es, decir que la altura de planta es directamente proporcional a la altura de mazorca; pues las entradas 1 y 31, que presentaron los mayores y menores promedios de altura de planta respectivamente presentaron el mismo comportamiento para altura de mazorca.

Cuadro 35. Análisis de varianza para altura de mazorca de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	2001.19	11.27	4.18	0.0022
Bloques(Ajustados)	12	212.44			
Tratamientos	41	1027.29			
Tratamientos(Ajustados)	41	936.29	5.27	1.80	6.0529E-06
Error	29	177.57			
Total	83	624.33			

$\bar{X} = 65.52 \text{ cm}$

$CV = 20.30\%$

#### 4.2.2.6 Follaje

Los resultados obtenidos para esta variable se observan en el Cuadro 36. El análisis de varianza evidenció la existencia de diferencias altamente significativas para tratamientos ( $p=0.0005$ ) y no se presentaron diferencias estadísticas para repeticiones ( $p=0.4872$ ). Se obtuvo además un coeficiente de variación de 20.00% y un promedio general de 3.10

En el Anexo 69 se observan los resultados de la prueba de Tukey al 5% mediante la cual se determinaron cuatro rangos. Las entradas con mayor promedio, que según la escala 1 a 5 corresponden a plantas con follaje escaso, fue la 31 con un promedio de 5; y la entrada 19 con una media de 0.87, que según la escala de calificación fue la que presentó menor promedio de todas.

Cuadro 36. Análisis de varianza para follaje de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS	F	Valor crítico de f	P
Repeticiones	1	0.19	0.50	4.18	0.4872
Bloques(Ajustados)	12	0.64			
Tratamientos	41	1.47			
Tratamientos(Ajustados)	41	1.31	3.39	1.80	0.0005
Error	29	0.38			
Total	83	0.95			

$\bar{X} = 3.10$   
**CV = 20.00%**

#### 4.2.2.7 Porcentaje de acame de tallo

Los datos originales de esta variable se transformaron con  $\sqrt{x+1}$ . Se presenta el análisis de varianza en el Cuadro 37, en el cual se observan diferencias significativas para tratamientos ( $p=0.0005$ ) y para repeticiones ( $p=0.0001$ ). El promedio general fue de 4.13% y el coeficiente de variación fue de 34.20%. Como se mencionó anteriormente el acame de tallo es altamente influenciado por el ambiente, específicamente por lluvias intensas y vientos fuertes, características que se presentaron en la Sección Oriental de la Estación Experimental Santa Catalina.

Al realizar la prueba de separación de medias (Tukey 5%) se observan cinco rangos (Anexo 70). Las entradas 32 y 40 fueron las que mayor porcentaje de acame de tallo presentaron con un promedio respectivo de 7.59% y 7.58%. Las entradas con menor acame fueron la 12, 13, 14, 15 y 19 todas con un valor medio de 1%.



Cuadro 37. Análisis de varianza para porcentaje de acame de tallo de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	39.8959	20.01	4.183	0.0001
Bloques(Ajustados)	12	1.5645			
Tratamientos	41	7.9335			
Tratamientos(Ajustados)	41	6.7349	3.38	1.802	0.0005
Error	29	1.9934			
Total	83	5.3223			

$\bar{X} = 4.13 \%$   
**CV = 34.20%**

#### 4.2.2.8 Rendimiento

En el Cuadro 38 se muestra el análisis de varianza para rendimiento de las entradas de maíz dulce, que presentan diferencias altamente significativas para tratamientos ( $p=2.9151E-05$ ), pero para repeticiones ( $p=0.0507$ ) no se encontraron diferencias estadísticas. El coeficiente de variación para esta variable fue de 45.60 % con un promedio general de 642.65 kg/ha. El coeficiente de variación fue bastante alto debido a que el rendimiento es una característica altamente influenciada por el ambiente (Reyes, 1990).

En el Anexo 71 se presentan los promedios de los tratamientos y la prueba de Tukey al 5% la cual determinó la existencia de 3 rangos Las entradas que obtuvieron mejor rendimiento fueron la 4, 5 y 23 con promedios de 2512.00, 1741.00 y 1316.00 kg/ha, ; respectivamente, mientras que las de menor rendimiento fueron la 9 con 116.80 kg/ha y la 28 con 26.16 kg/ha.

Se observa que las entradas con mayor rendimiento presentan los más altos valores para las siguientes variables: plantas y mazorcas cosechadas, longitud, diámetro e hileras por mazorca; dichos caracteres son componentes del rendimiento (Reyes 1985), lo que explica su mayor valor.

Cuadro 38. Análisis de varianza para rendimiento de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	357462.70	4.15	4.18	0.0507
Bloques(Ajustados)	12	188276.50			
Tratamientos	41	432481.10			
Tratamientos(Ajustados)	41	390116.00	4.53	1.80	2.9151E-05
Error	29	86044.26			
Total	83	275226.40			

$\bar{X} = 642.75 \text{ kg/ha}$   
**CV = 45.60%**

#### 4.2.2.9 Plantas cosechadas

El análisis de varianza de esta variable, presentado en el Cuadro 39, indica diferencias altamente significativas para repeticiones ( $p=2.3374E-07$ ) y tratamientos ( $p=0.0001$ ) con un coeficiente de variación de 11.70% y un promedio general de 16.12 plantas.

La prueba de separación de medias (Tukey 5%) que se muestra en el Anexo 72, determinó la existencia de siete rangos, determinándose como las entradas con mayor promedio de plantas cosechadas la 1 y la 5 con promedios de 21.75 y 21.29 plantas respectivamente, Por el contrario las razas con menor promedio para esta variable pertenecen a las entradas 39 y 34 respectivamente con promedios de 11.06 y 8.97 plantas. Los materiales con mayor número de plantas cosechadas corresponden a

aquellas entradas con mayor rendimiento, comprobándose de esta manera que esta variable es componente del rendimiento.

Cuadro 39. Análisis de varianza para plantas cosechadas de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	160.19	44.98	4.18	2.3374E-07
Bloques(Ajustados)	12	17.38			
Tratamientos	41	14.85			
Tratamientos(Ajustados)	41	13.90	3.90	1.80	0.0001
Error	29	3.56			
Total	83	13.02			

$\bar{X} = 16.12$  plantas  
**CV = 11.70%**

#### 4.2.2.10 Mazorcas cosechadas

En el Cuadro 40 se presenta el análisis de varianza para mazorcas cosechadas, en el cual se muestran diferencias altamente significativas para repeticiones ( $p=2.3374E-07$ ) y tratamientos ( $p=0.0001279$ ), con un coeficiente de variación de 36.2% y un promedio general de 8.04 mazorcas.

La prueba de Tukey al 5% (Anexo 73) determinó la existencia de 2 rangos. Las entradas 4 y 23 presentaron el mayor promedio con un valor de 15.93 y 15.35 mazorcas, por el contrario la 20 y 28 mostraron el menor valor con respecto a sus medias con 3.25 y 2.09 mazorcas. El número de mazorcas cosechadas es una variable de importancia porque es un componente correlativo con el rendimiento (Reyes, 1985), esto se comprueba para el puesto que las entradas que presentan mayores y menores promedio de mazorcas cosechadas corresponden a aquellas con mayores y menores rendimientos.

Cuadro 40. Análisis de varianza para mazorcas cosechadas de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	160.1905	44.98	4.183	2.3374E-07
Bloques(Ajustados)	12	17.3782			
Tratamientos	41	14.849			
Tratamientos(Ajustados)	41	13.8958	3.90	1.802	0.0001279
Error	29	3.5611			
Total	83	13.0218			

$\bar{X} = 8.04$  mazorcas  
**CV = 36.2%**

#### 4.2.2.11 Longitud de mazorca

En el Cuadro 41 se presenta el Análisis de Varianza para longitud de mazorca. Se obtuvo un coeficiente de variación de 11.60 % y un promedio general de 8.70 cm. Además se encontraron diferencias estadísticas para tratamientos ( $p=0.0014$ ) pero no para repeticiones ( $p=0.0839$ )

Se determinaron 4 rangos entre las entradas al realizar la prueba de Tukey al 5% (Anexo 74). Los mayores promedios de longitud de mazorca corresponden a las entradas 3 con 12.60 cm. y la 24.00 cm., y las de menor longitud corresponden a las entradas 7 y 41 con promedios de 6.50 y 5.60 cm. para cada una. De igual manera que el número de mazorcas cosechadas, la magnitud de la mazorca es un componente correlativo con el rendimiento (Reyes 1985), lo que se corrobora al comparar los promedios de longitud de mazorca y de rendimiento, las entradas más rendidoras corresponden a las mazorcas con mayor longitud y contrariamente las de rendimientos más bajos pertenecen a plantas con las mazorcas más pequeñas.

Cuadro 41. Análisis de varianza para longitud de mazorca de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS	F	Valor crítico de f	p
Repeticiones	1	3.2411	3.21	4.183	0.0839
Bloques(Ajustados)	12	0.96			
Tratamientos	41	4.1899			
Tratamientos(Ajustados)	41	3.0337	3.00	1.802	0.0014
Error	29	1.0112			
Total	83	2.6008			

$\bar{X}=8.70$  cm  
 CV = 11.60%

#### 4.2.2.12 Diámetro de mazorca

El coeficiente de variación para esta variable fue de 9.10% y el promedio general fue de 3.59 cm. (Cuadro 42). Se determinaron diferencias estadísticas para repeticiones ( $p=0.0006$ ), mas no para tratamientos ( $p=0.1510$ ).

En un inicio se realizó la prueba de Tukey al 5%, pero debido a que es muy exigente y no se presentaron rangos en la separación de medias, se procedió a realizar la prueba de Duncan al 5% presentado en el Anexo 75, el cual determinó la formación de cinco rangos, siendo los mayores valores de diámetro de mazorca 4.24 y 4.21 cm correspondientes a las entradas 1 y 24 respectivamente. Las entradas con menores diámetros pertenecen a la 30 con 3.01 cm, la 7 y 28 con un valor medio de 3 cm para cada una.

Las entradas con mayores y menores promedios de diámetro de mazorca corresponden a las entradas con mejores y peores rendimientos, esto ratifica lo mencionado por Reyes (1985), quien asevera que el diámetro de la mazorca tiene relación directa con el

rendimiento, al igual que la longitud y número de mazorcas, el número de hileras y el peso del grano.

Cuadro 42. Análisis de varianza para diámetro de mazorca de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	1.57	14.60	4.18	0.0007
Bloques(Ajustados)	12	0.11			
Tratamientos	41	0.20			
Tratamientos(Ajustados)	41	0.16	1.45	1.80	0.1510
Error	29	0.11			
Total	83	0.17			

$\bar{X} = 3.59$  cm  
CV = 9.10%

#### 4.2.2.13 Calidad de mazorca

El análisis de varianza para Calidad de mazorca se presenta en el Cuadro 43. No se evidenciaron diferencias estadísticas para repeticiones ( $p=0.0653$ ), mientras que si se observaron para tratamientos. ( $p=0.0315$ ), el coeficiente de variación fue de 15.30% con un valor medio de 3.71.

La prueba de separación de medias (Tukey 5%) no estableció la formación de rangos entre las entradas; por esta razón se realizó la prueba de Duncan (Anexo 76), la cual permitió la formación de 7 rangos. Las entradas 28 y 30 presentaron la menor calidad en sus mazorcas con promedios de 4.91 y 4.66 respectivamente, mientras que las mazorcas mas buenas corresponden a las entradas, 11 con 2.68 y 3 con 2.55.

Se puede concluir luego de analizar los datos que la calidad de mazorca está directamente relacionada con el rendimiento, pues las entradas con rendimientos más altos corresponden a aquellas con mejor calidad de mazorca

Cuadro 43. Análisis de varianza para calidad de mazorca de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS	F	Valor crítico de f	p
Repeticiones	1	1.19	3.67	4.18	0.0654
Bloques(Ajustados)	12	0.62			
Tratamientos	41	0.76			
Tratamientos(Ajustados)	41	0.63	1.95	1.80	0.0315
Error	29	0.33			
Total	83	0.59			

$\bar{X}=3.71$   
**CV = 15.30%**

#### 4.2.2.14 Hileras por mazorca

El Análisis de Varianza para hileras por mazorca (Cuadro 44) determinó un coeficiente de variación de 20.00% y una media de 11.46 hileras por mazorca. El número de hileras por mazorca es un atributo altamente afectado por el ambiente, por lo tanto es de baja heredabilidad (Reyes, 1985), lo que se confirma al presentarse un coeficiente de variación bastante alto.

No se encontraron diferencias estadísticas para tratamientos ( $p=0.3346$ ), mientras que para repeticiones se hallaron diferencias altamente significativas ( $p=0.0021$ ).

Se formaron cuatro rangos al aplicar la prueba de Duncan al 5% (Anexo 77), las entradas con mayor promedio fueron la 39 y la 6 y las de menor número de hileras corresponden a las entradas 20 y 9. Las entradas más rendidoras coinciden con aquellas

con mayor número de hileras por mazorca., lo que ratifica lo mencionado en párrafos anteriores donde se indicó que esta variable está directamente relacionada con el rendimiento.

Cuadro 44. Análisis de varianza para hileras por mazorca de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>CUADRADOS MEDIOS</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de f</b>	<b>p</b>
Repeticiones	1	60.01	11.44	4.18	0.0021
Bloques(Ajustados)	12	5.12			
Tratamientos	41	6.33			
Tratamientos(Ajustados)	41	6.12	1.17	1.80	0.3346
Error	29	5.24			
Total	83	6.42			

$\bar{X}$  = 11.46 hileras  
 CV = 20.00%

#### 4.2.2.15 Daño a la mazorca por plagas

El Análisis de Varianza (Cuadro 45) determinó un coeficiente de variación de 25.00% y un promedio general de 2.70. No se encontraron diferencias estadísticas para repeticiones ( $p=0.0867$ ), mientras que para tratamientos si se presentaron ( $p=0.0077$ ).

La prueba de Tukey al 5% (Anexo 78) determinó la formación de dos rangos. Las entradas con menor daño a la mazorca por plagas corresponden a las entradas 26 con una media de 1.19 y la 4 con 1.14 de promedio.



Cuadro 45. Análisis de varianza para daño a la mazorca por plagas de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS	F	Valor crítico de f	p
Repeticiones	1	1.44	3.14	4.18	0.0867
Bloques(Ajustados)	12	0.81			
Tratamientos	41	1.20			
Tratamientos(Ajustados)	41	1.10	2.41	1.80	0.0077
Error	29	0.46			
Total	83	0.89			

$\bar{X} = 2.70$   
**CV = 25.00%**

#### 4.2.2.16 Adaptación

El análisis de varianza para adaptación se detalla en el Cuadro 46, donde se observan diferencias estadísticas al 5% repeticiones ( $p=0.01920$ ), más no para tratamientos ( $p=0.0793$ ). Se obtuvo un valor promedio de 3.71 y un coeficiente de variación de 14.20%.

Realizada la prueba de Tukey al 5% no se formaron rangos entre las entradas, por lo que se realizó posteriormente la prueba de Duncan al 5% (Anexo 79) con la que se obtuvieron 5 rangos, siendo las entradas con mejor adaptación y menor promedio la 3 y la 24 con promedios respectivos de 2.88 y 2.85; y las de menor adaptación y mayor promedio las entradas, 28 con una media de 4.53 y la 30 con 5.02. Se observa que la entrada con mejor adaptación fue la raza Chulpi originaria de Ecuador, única raza de maíz dulce existente en nuestro país.

Cuadro 46. Análisis de varianza para adaptación de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT. EESC-INIAP-2006

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS	F	Valor crítico de f	p
Repeticiones	1	1.71	6.15	4.18	0.0192
Bloques(Ajustados)	12	0.43			
Tratamientos	41	0.59			
Tratamientos(Ajustados)	41	0.46	1.65	1.80	0.0793
Error	29	0.28			
Total	83	0.47			

$\bar{X}=3.71$   
**CV = 14.20%**

#### 4.2.3 Análisis de Correlaciones

Como se mencionó en párrafos anteriores el rendimiento esta correlacionado positiva y negativamente con otras variables agronómicas. Sprague y Eberhart (1977) citados por Suárez *et al.* (1999), indican que existe una correlación positiva entre altura de planta y rendimiento; y Reyes (1985) señala que la magnitud de la mazorca y su número son de mayor importancia por ser componentes correlativos con el rendimiento del grano; tales componentes son: longitud, número de hileras, peso del grano y número de mazorcas por planta. Por el contrario Moreno (1984) y Castaño (1989) señalan una correlación negativa entre rendimiento y pudrición de mazorca, y Smith (1973) citado por Suárez *et al.* (1999) mencionan también una relación similar entre rendimiento y acames de tallo y raíz.

Para confirmar dichas aseveraciones se realizaron correlaciones entre el rendimiento y el resto de variables evaluadas (Cuadro 47), encontrándose que las variables correlativas positivamente con el rendimiento fueron: mazorcas cosechadas, longitud de mazorca, calidad de mazorca, plantas cosechadas, diámetro de mazorca, hileras por mazorca,

altura de planta, altura de mazorca, adaptación y follaje; mientras que las variables con correlación negativa fueron: días a la floración femenina, días a la floración masculina, daño a la mazorca por plagas y tipo de espiga.

Cuadro 47. Correlaciones entre rendimiento y 16 variables agronómicas de 117 entradas de maíz negro provenientes del CIMMYT. EESC- INIAP-2006

		VARIABLES														
		DFF	DFM	TE	AP	AM	F	AT	PC	MC	LM	DM	CM	HM	DMP	A
<b>REND.</b>	<b>Coefficientes</b>	-0,31	-0,26	-0,09	0,34	0,21	0,03	0,32	0,42	0,81	0,61	0,42	0,5	0,35	-0,15	0,21
	<b>Probabilidades</b>	4,10E-03	0,02	0,43	1,80E-03	0,06	0,82	3,50E-03	7,30E-05	0	9,10E-10	7,10E-05	1,10E-06	1,20E-03	0,17	0,05

**DFF:** Días a la floración femenina

**AP:** Altura de planta

**AT:** Acame de tallo

**LM:** Longitud de mazorca

**HM:** Hileras por mazorca

**DFM:** Días a la floración masculina

**AM:** Altura de mazorca

**PC:** Plantas cosechadas

**DM:** Diámetro de mazorca

**DMP:** Daño a la mazorca por plagas

**TE:** Tipo de espiga

**F:** Follaje

**MC:** Mazorcas cosechadas

**CM:** Calidad de mazorca

**A:** Adaptación

#### 4.2.4 Análisis de Conglomerados

Mediante el Análisis de Conglomerados se determinó la asociación entre las entradas. Para este efecto se utilizó el Método de agrupamiento jerárquico de Ward y la distancia Euclídea. Mediante el análisis de agrupamiento se determinó la formación de cuatro grupos (Cuadro 48).

Cuadro 48. Conglomerados formados en el análisis de agrupamiento de 42 entradas de maíz dulce

Conglomerado	Entrada	Repetición	Razas
1	33	1	Chulpi
1	19	1	Chulpi
1	17	1	Chulpi
1	24	1	Chulpi
1	18	1	Chulpi
1	20	1	Chulpi
1	22	1	Chulpi
1	38	1	Chullpi
1	25	1	Chulpi
1	23	2	Chulpi
1	17	2	Chulpi
1	24	2	Chulpi
1	1	2	Chalqueño
2	5	1	Cónico
2	23	1	Chulpi
2	3	1	Cónico x Mushito
2	4	1	Chalqueño x Cónico
2	1	1	Chalqueño
2	6	1	s/n
2	4	2	Chalqueño x Cónico
2	5	2	Cónico
2	3	2	Cónico x Mushito
3	21	1	Chulpi
3	11	1	Chuspillo
3	36	1	Chullpi
3	27	1	Maíz Dulce
3	14	1	Chulpi
3	12	1	Chulpi
3	8	1	Chulpi
3	7	1	s/n
3	37	1	Chullpi
3	2	1	Cónico
3	35	1	Chuspillo
3	41	1	Chullpi
3	34	1	Chuspillo
3	9	1	Chullpi

Continuación Cuadro 48:

3	15	1	Maíz dulce
3	42	1	Amarillo Dulce
3	10	1	Chuspillo
3	2	2	Cónico
3	38	2	Chullpi
3	21	2	Chulpi
3	42	2	Amarillo Dulce
3	20	2	Chulpi
3	37	2	Chullpi
3	10	2	Chuspillo
3	13	2	Chulpi
3	11	2	Chuspillo
3	33	2	Chullpi
3	15	2	Maíz dulce
3	19	2	Chulpi
3	22	2	Chulpi
3	36	2	Chullpi
3	8	2	Chulpi
3	25	2	Chulpi
3	18	2	Chulpi
3	9	2	Chullpi
4	16	1	Chulpi
4	30	1	Dulce Norteño
4	26	1	Dulce Norteño
4	40	1	Chullpi
4	39	1	Chullpi x Ancashino
4	32	1	Chullpi
4	31	1	Maíz dulce x Cónico Norteño
4	29	1	Maíz Dulce
4	13	1	Chulpi
4	28	1	Maíz Dulce
4	30	2	Dulce Norteño
4	28	2	Maíz Dulce
4	14	2	Chulpi
4	29	2	Maíz Dulce
4	35	2	Chuspillo
4	31	2	Maíz dulce x Cónico Norteño
4	34	2	Chuspillo
4	40	2	Chullpi
4	7	2	s/n
4	27	2	Maíz Dulce
4	39	2	Chullpi x Ancashino
4	6	2	s/n
4	41	2	Chullpi
4	32	2	Chullpi
4	12	2	Chulpi
4	16	2	Chulpi
4	26	2	Dulce Norteño

En el Anexo 80 se presenta el dendograma, en el cual se observa cada uno de los conglomerados con las entradas respectivas para cada grupo.

Para la interpretación de los resultados se utilizaron los promedios de cada variable y por conglomerado (Cuadro 49).

Cuadro 49. Promedios de los cinco conglomerados formados en el Análisis de agrupamientos de 42 entradas de maíz dulce provenientes del CIMMYT

CONGLOMERADOS	DFF	DFM	TE	AP	AM	F	AT	R	PC	MC	LM	DM	CM	HM	DMP	A
1	156.85	138.08	1.92	171.46	100.92	2.23	3.84	595.79	18.15	8.69	9.40	3.82	4.08	11.15	3.85	2.85
2	116.00	110.22	1.00	172.67	83.22	2.67	6.02	1686.02	19.89	14.67	11.04	3.80	2.89	12.89	2.11	3.44
3	157.17	134.94	1.43	128.00	60.77	2.80	3.36	441.77	15.97	6.63	8.09	3.53	3.66	11.17	2.66	3.74
4	114.26	108.07	1.30	120.63	48.74	4.04	4.64	578.13	14.07	7.33	8.37	3.50	3.89	11.52	2.41	4.19

**DFF:** Días a la floración femenina

**AP:** Altura de planta

**AT:** Acame de tallo

**MC:** Mazorcas cosechadas

**CM:** Calidad de mazorca

**A:** Adaptación

**DFM:** Días a la floración masculina

**AM:** Altura de mazorca

**R:** Rendimiento

**LM:** Longitud de mazorca

**HM:** Hileras por mazorca

**TE:** Tipo de espiga

**F:** Follaje

**PC:** Plantas cosechadas

**DM:** Diámetro de mazorca

**DMP:** Daño a la mazorca por plagas



De acuerdo al rendimiento y en orden descendente los grupos se distribuyen de la siguiente manera: Conglomerado 2 con 1686.02 kg/ha como promedio, Conglomerado 1 con 595.79 kg/ha, Conglomerado 4 con 578.13 kg/ha, y finalmente el Conglomerado 3 con 441.77 kg/ha.

El Conglomerado 2 (8 entradas) presenta, como se mencionó en el párrafo anterior, el mayor promedio de rendimiento; además se observa que es el grupo con los mejores valores para variables con correlación positiva al rendimiento, así se tiene que es el grupo con los valores promedios más altos para plantas cosechadas (19.89), mazorcas cosechadas ( 14.67), longitud de mazorca (11.04), hileras por mazorca (12.89), la mejor calidad de mazorca (2.89) según la escala, el segundo mejor rango de adaptación dentro de la escala 1 a 5 (3.44), además de que presenta el menor valor de daños a la mazorca por plagas que es una variable correlativa negativamente al rendimiento. Predominan dentro de este grupo la raza mexicana Cónico.

El Conglomerado 3 (35 entradas) es el de menor promedio de rendimiento con 441.77 kg/ha. Es el grupo con menor valor para mazorcas cosechadas (6.63), longitud de mazorca (8.09) y presenta valores bajos, aunque no los peores, para plantas cosechadas (15.97), diámetro de mazorca (3.53), calidad de mazorca (3.66), hileras por mazorca (11.17), daño a la mazorca por plagas (2.66) dentro de la escala 1 a 5 (1 sin daño y 5 infestación severa) y por último un valor de adaptación malo (3.74). En este grupo predominan las razas Chullpi (Perú y Bolivia) y Chuspillo proveniente de Perú. Aunque se observa también un buen número de entradas de las razas Chulpi (Ecuador y Chile) y Maíz Dulce (Colombia y México). Según Salhuana (2003) la raza Chullpi presenta su centro de dispersión en Perú, donde se lo encuentra en su forma más pura,

pero se lo encuentra en el Norte de Chile y Argentina, Colombia pero principalmente en Bolivia al cual llegó por medio de las conquistas incaicas. Roberts *et al* (1957) menciona que el Maíz Dulce colombiano es indudablemente originario del Perú, específicamente de la raza Chullpi, además indica que es probable que el Maíz Dulce de México se derive del de Colombia. Todo lo anteriormente indicado nos revela el porque del agrupamiento de las razas.

Los Conglomerados 1 y 4 presentan valores intermedios de rendimiento entre los grupos 2 y 3 con el mayor y menor rendimiento respectivamente. Se puede observar al igual que en los otros grupos el mismo comportamiento de las variables con correlación positiva al rendimiento (Ver Cuadro 49).

El Conglomerado 1 está formado por 13 entradas, mientras que el Conglomerado 4 por 27; En el grupo 1 predomina la raza ecuatoriana Chulpi.

Dentro del Conglomerado 4 las razas predominantes son las mexicanas Dulce Norteño y Maíz Dulce, aunque también se presentan con menor frecuencia la raza Chulpi, Chullpi y Chuspillo todas provenientes de América del Sur. Las razas que se han agrupado dentro de este conglomerado guardan ciertas relaciones, así el Maíz Dulce mexicano probablemente se deriva del Maíz Dulce de Colombia y esta a su vez es originaria de la raza peruana Chullpi (Roberts *et al*, 1957), a su vez la raza Chulpi ecuatoriana tiene relación con la raza peruana Chuspillo (Timothy *et al.*, 1966).

## **4.2.5 Análisis de las variables no seleccionadas**

### **4.2.5.1 Porcentaje de germinación**

El porcentaje de germinación en este estudio fue aceptable pues la mayoría de entradas superan el 50% (Anexo 81).

### **4.2.5.2 Plantas por parcela**

La mayoría de entradas presentaron un número superior a 20 plantas establecidas por parcela. Las accesiones con menor número de plantas pertenecen a la raza Chulpi proveniente de Chile, mientras que las de mayor promedio corresponden a la raza Chulpi de Ecuador.

### **4.2.5.3 Macollamiento por planta**

La mayoría de entradas mostraron en promedio un macollo por planta. Las entradas 3, 6, 7, 17, 22, 24 y 28 fueron las que mayor número presentaron con un valor de 2 por planta. (Anexo 83)

### **4.2.5.4 Pubescencia de vaina**

El mayor número de entradas presentaron como promedio un valor de 3, que equivale a pubescencia pequeña; un menor número de entradas presentaron valor de 2 (mediana pubescencia), y muy pocas el valor de 1 (gran pubescencia) (Anexo 84).

#### **4.2.5.5 Color de tallo**

Un mayor número de entradas presentaron color rojo (valor 3 en la escala de evaluación), seguido de un menor número de entradas de color rojo sol (valor 2 de la escala), y por último pocos materiales de color verde y morado (valor 1 y 4, respectivamente) (Anexo 85).

#### **4.2.5.6 Hojas arriba de la mazorca**

El número de hojas osciló entre 3 y 5; siendo la raza Chulpi la de mayor número de hojas arriba de la mazorca, y las razas Maíz Dulce de Colombia y México las de menor número (Anexo 86).

#### **4.2.5.7 Enfermedad foliar prevalente**

La enfermedad de mayor incidencia fue *Cercospora zea-maydis*. La mayoría de entradas que fueron afectadas presentaron infección ligera y un menor número de materiales evidenciaron infección moderada (Anexo 87).

#### **4.2.5.8 Cobertura de mazorca**

Los valores que se encontraron fueron 1 y 2; que según la escala de evaluación corresponden a excelente y regular cobertura, respectivamente; por lo que se determinó evidenció, en general, una buena cobertura de mazorca (Anexo 88).

#### **4.2.5.9 Porcentaje de acame de raíz**

El porcentaje de acame de raíz fue menor al 5%, valor bajo para esta variable (Anexo 89).

#### **4.2.5.10 Mazorcas por planta**

Todas las entradas evaluadas presentaron en promedio una mazorca por planta.

#### **4.2.5.11 Forma de mazorca**

La forma de la mazorca para todas las entradas fue cilíndrico cónica, valor de 2 en la escala de evaluación.

#### **4.2.5.12 Pudrición de mazorca**

Las entradas evaluadas presentaron valores de 1 a 3 dentro de la escala de evaluación, correspondientes a ausencia y moderada pudrición; siendo la pudrición ligera la más encontrada.

La buena cobertura de mazorca que evidenciaron todos los materiales favoreció la baja incidencia de pudrición de mazorca, lo que confirma lo mencionado por Reyes (1985), quién indica que la buena cobertura evita la exposición de la mazorca a plagas y enfermedades. (Anexo 90)

#### **4.2.5.13 Facilidad de desgrane**

Los materiales presentaron facilidad de desgrane intermedia, pues el mayor número de entradas mostraron valores de 2 a 3 dentro de la escala 1 fácil - 5 difícil (Anexo 91).

#### **4.2.5.14 Tamaño de gluma**

El tamaño de gluma varió entre grande y pequeña, evidenciándose promedios de 1 a 4 dentro de la escala 1 grande - 5 pequeña (Anexo 92).

#### **4.2.5.15 Textura de gluma**

La textura de gluma para maíz dulce fue media, pues se presentaron valores de 1 a 3 dentro de la escala 1 suave - 5 dura (Anexo 93).

#### **4.2.5.16 Color de gluma**

Se evidenció predominio del color blanco, adicionalmente un número menor de entradas presentaron color rojo. (Anexo 94).

#### **4.2.5.17 Daño a la mazorca por plagas**

Los resultados de la evaluación mostraron infestación débil a ligera, con valores de 2 a 3, respectivamente dentro de la escala utilizada (Anexo 95).

Al igual que para pudrición de mazorca, la buena cobertura favoreció la baja incidencia de ataque a la mazorca por plagas, lo que confirma lo mencionado por Reyes (1985), quién indica que la buena cobertura de mazorca evita la exposición de la misma a plagas y enfermedades.

## V. CONCLUSIONES

### 5.1. Maíz negro

**5.1.1.** Mediante el análisis de componentes principales para maíz negro se escogieron 17 de las 33 de las variables evaluadas, las que fueron seleccionadas por explicar la mayor variabilidad fenotípica. Las mencionadas variables fueron porcentaje de germinación, plantas por parcela, días a la floración femenina, días a la floración masculina, tipo de espiga, altura de planta, altura de mazorca, hojas arriba de la mazorca, follaje, porcentaje de acame de raíz, porcentaje de acame de tallo, rendimiento, plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, longitud de mazorca, hileras por mazorca y adaptación

**5.1.2.** Para la mayoría de las 17 variables seleccionadas se observaron diferencias altamente significativas (al 5%) para repeticiones y tratamientos, únicamente para porcentaje de acame de tallo, longitud de mazorca y número de hileras por mazorca no se presentaron diferencias estadísticas para repeticiones, mas si para tratamientos.

**5.1.3.** Las variables con mayor coeficiente de variación fueron: porcentaje de acame de raíz (48.7%), rendimiento (36.9%), porcentaje de acame de tallo (31.8%) y mazorcas cosechadas (22.7%).



- 5.1.4.** Los descriptores que evidenciaron menor coeficiente de variación fueron: días a la floración masculina (3%), días a la floración femenina (3.9%), porcentaje de germinación (6,7%) y altura de planta (8.1%).
- 5.1.5.** Al realizar el Análisis de Correlaciones entre el rendimiento y los 16 descriptores restantes se comprobó que las variables que en este estudio evidenciaron correlación positiva con el rendimiento (porcentaje de germinación, altura de planta, altura de mazorca, plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, longitud de mazorca, hileras por mazorca y adaptación) corresponden a las mismas que se mencionan en la literatura.
- 5.1.6.** Mediante el Análisis de Conglomerados se determinaron cinco grupos. El mejor de todos, tomando en cuenta los promedios superiores de rendimiento y las variables correlativas a esta, fue el Conglomerado 5. Para este grupo la raza mexicana Cónico fue la más importante.
- 5.1.7.** Por el contrario, el Conglomerado con menor promedio para rendimiento y por consiguiente el que presenta menores valores para las variables con correlación positiva al rendimiento, fue el Conglomerado 1. Dentro de este grupo se evidenció un predominio de razas provenientes de América del Sur (Perú, Bolivia, Argentina y Ecuador); siendo las razas Checchi y Kulli, procedentes de Bolivia, Huayleño y Morado, de origen peruano; las predominantes.
- 5.1.8.** Los Conglomerados 4, 2 y 3 presentaron, en orden descendente, promedios para rendimiento intermedios entre los dos grupos anteriormente mencionados. Las

razas más sobresalientes dentro del Conglomerado 4 fueron las mexicanas Cónico Norteño, Negro, Maíz Temporal Pinto, Pinto Rojo. Para el Conglomerado 2 se observó un predominio de las razas peruanas Shajatu, Ancashino, Común, Marañón y Kculli; las cuales, según la literatura, están estrechamente relacionadas. Y por último, dentro del Conglomerado 3 se evidenció la existencia de razas exclusivamente de Perú y Bolivia. Las razas preponderantes fueron Jankas, Janka Sara de Bolivia; y Huancavelicano y Api de Perú.

## **5.2. Maíz dulce**

**5.2.1.** El Análisis de Componentes Principales determinó que 16 de las 32 variables sean escogidas para su posterior análisis, por explicar la mayor variabilidad.

**5.2.2.** Las variables para las cuales se evidenció los mayores coeficientes de variación fueron rendimiento (35.6%), mazorcas cosechadas (36.2%) y daño a la mazorca por plagas (25%); mientras que las de menor coeficiente fueron, acame de tallo (4.13%), longitud de mazorca (4.6%), días a la floración femenina (5.8%) y días a la floración masculina (8.1%).

**5.2.3.** Para las variables altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de acame de tallo, plantas cosechadas, mazorcas cosechadas se encontraron diferencias estadísticas para tratamientos y repeticiones; para días a la floración masculina, rendimiento, diámetro de la mazorca, hileras por mazorca y adaptación se determinaron diferencias altamente significativas para repeticiones mas no para

tratamientos; y por último en las variables días a la floración femenina, follaje, longitud de mazorca, calidad de mazorca y daño a la mazorca por plagas no se observaron diferencias estadísticas para repeticiones pero si para tratamientos.

**5.2.4.** Al realizar el Análisis de Correlaciones entre el rendimiento y el resto de descriptores se observó que las variables con correlación positiva al rendimiento son las mismas que se mencionan en la literatura, y fueron mazorcas cosechadas, longitud de mazorca, calidad de mazorca, plantas cosechadas, diámetro de mazorca, hileras por mazorca, altura de planta, altura de mazorca, adaptación y follaje; mientras que las variables con correlación negativa fueron: días a la floración femenina, días a la floración masculina daño a la mazorca por plagas y tipo de espiga.

**5.2.5.** Mediante el Análisis de Conglomerados se determinaron 4 Grupos. El Conglomerado más sobresaliente para rendimiento, que según el análisis de correlaciones también lo es para las demás variables con correlación positiva al rendimiento, fue el grupo 2. Dentro de este grupo predominan los materiales mexicanos y principalmente la raza Cónico.

**5.2.6.** En orden descendente de rendimiento se presentaron los Conglomerados 1,4 y 3. En el grupo 1 predomina la raza ecuatoriana Chulpi. Dentro del Conglomerado 4 las razas predominantes son las mexicanas Dulce Norteño y Maíz Dulce, aunque también se presentan con menor frecuencia la raza Chulpi, Chullpi y Chuspillo todas provenientes de América del Sur y que están estrechamente relacionadas.

Por último, en el Conglomerado 3 se encontró predominio de las razas Chulpi (Perú y Bolivia) y Chuspillo proveniente de Perú, aunque se observó también un buen número de entradas de las razas Chulpi (Ecuador y Chile) y Maíz Dulce (Colombia y México).

## VI. RECOMENDACIONES

1. Con las accesiones sobresalientes de maíz negro y dulce realizar ensayos de evaluación en diferentes ambientes de la Sierra ecuatoriana, con la finalidad de identificar genotipos promisorios con potencial de uso.
2. En próximas caracterizaciones de diferentes colecciones o entradas provenientes de diversos países, se debe procurar que sea en zonas con las mismas características de los lugares de origen (altitud y clima), para de esta manera medir las características y comportamiento auténtico de las poblaciones.
3. Para futuras caracterizaciones se debe utilizar el mayor número de descriptores, aún incluyendo a aquellos de menor interés práctico, tal como se hizo en la presente investigación; de esta manera se garantizará que los resultados obtenidos sean más confiables.
4. Realizar caracterizaciones moleculares para identificar duplicados; y a la vez analizar en el material sobresaliente, las características nutricionales y funcionales (antioxidantes, vitaminas, calidad proteica, etc.)
5. Promocionar el uso de estas razas de maíz que se encuentran subutilizadas en el país; para fomentar el cultivo, consumo y la agroindustria.

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. Ávila, G; Guzmán, L; Céspedes, M. 1998. Catálogo de Recursos Genéticos de Maíces Bolivianos. Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani. Cochabamba, Bolivia.
2. Baena, M; Jaramillo, S. 2000. Material de apoyo para la capacitación en conservación ex-situ de recursos filogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia.
3. Basantes, E. 2004. Curso de cultivos. Escuela Politécnica del Ejército. Facultad de Ciencias Agropecuarias. IASA.
4. Caicedo, C. 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 Ing. Agr. Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 89 p.
5. Campuzano, C; Suárez A. 1999. Evaluación y Clasificación de 120 variedades de maíz amarillo harinoso de la Sierra Ecuatoriana en base a caracteres de mazorca. Tesis Ing. Agrop. Quito, Escuela Politécnica del Ejército. 106 p.

6. Castaño, A. 1989. Enfermedades del maíz causadas por hongos. In: IICA-BID-PROCIANDINO. IX Seminario. Manejo de enfermedades y plagas del Maíz. Quito, Ecuador.
7. Castillo, R; Tapia, C; Estrella, J. 1991. Memorias de la II Reunión Nacional sobre Recursos Filogenéticos. INIAP. Quito, Ecuador. 182 p.
8. Castillo, R; Tapia, C; Estrella, J. 1991. Técnicas para el manejo y uso de Recursos Genéticos Vegetales. Quito, Ecuador. 248 p.
9. Chávez, J. 1995. Mejoramiento de plantas 2. Métodos específicos de plantas alógamas. Editorial Trillas. México, México. 143 p.
10. Enciclopedia Agropecuaria Terranova. Producción Agrícola 1. Tomo II. 1995. Bogotá, Colombia. Terranova Editores Ltda. 278 p.
11. Enríquez, G. 1991. Descripción y evaluación de los Recursos Filogenéticos: Técnicas para el manejo y uso de los recursos genéticos vegetales. Quito, Ecuador. INIAP. Departamento de Recursos Filogenéticos. pp. 116-117.
12. Holle, M; Sevilla, R. 2004. Recursos Genéticos Vegetales. Lima, Perú. 450 p.
13. InfoStat (2002). *InfoStat, versión 1.1. Manual del Usuario*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.

14. Manrique A. 2000. Maíz Morado Peruano. Lima, Perú. Instituto Nacional de Investigación Agraria. 20 p.
15. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca del Ecuador. 2005. Resultados Nacionales y Provinciales de producción y superficie cosechada de maíz (en línea). Quito, Ecuador. Consultado 10 de marzo. 2007. Disponible en: [http://www.sica.gov.ec/agro/docs/CUADRO1ecuador\\_estimaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_superfi%202005.htm](http://www.sica.gov.ec/agro/docs/CUADRO1ecuador_estimaci%C3%B3n_de_la_superfi%202005.htm)
16. Moreno, F. 1989. Diagnóstico de Plagas y Enfermedades del Maíz en el Ecuador. In: Manejo de enfermedades y plagas del Maíz. XI Seminario. Quito, Ecuador. pp 59 – 60.
17. Nieto, C; Rea, J; Castillo, R; Peralta, E. 1984. Guía para el manejo y preservación de los recursos fitogenéticos. Publicación Miscelánea # 47. INIAP. Quito, Ecuador. 59 p.
18. Paratori, O; Sbarbaro, R; Villegas, C. 1990. Catálogo de Recursos Genéticos de Maíz de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Estación Experimental La Platina. Boletín Técnico # 165. Santiago, Chile. 210 p.
19. Reyes, P. 1985. Fitogenotecnia Básica y Aplicada. AGT EDITOR S.A. México. México. 460 p.



20. Roberts, L; Grant, U; Ramírez, R; Hatheway; W; Smith, D. 1957. Razas de Maíz en Colombia. Ministerio de Agricultura de Colombia. Oficina de Investigaciones Especiales. Dirección de Investigaciones Agropecuarias DIA. Boletín Técnico # 2. Bogotá, Colombia. 159 p.
21. Rodríguez, A; Romero, M; Quiroga, J; Ávila, G. 1968. Maíces Bolivianos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. Roma, Italia. 245p.
22. Salhuana, W. 2003. Diversidad y descripción de las razas de maíz en el Perú. Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM), Logros y Perspectivas, 50 Aniversario. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. pp. 204-251
23. Tapia, C. 1998. Caracterización morfológica y molecular de la variedad genética de la colección de *Pachyrhizus tuberosus* (LAMP) SPRENG. DEL CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR; Programa de Universidad de Costa Rica/CATIE. 157 p.
24. Timothy, D; Hatheway, W; Grant, U. 1966. Razas de maíz en Ecuador: ICA, Boletín Técnico No 12. Colombia. 132 p.
25. Wellhausen, E; Fuentes, F; Hernández, A. 1958. Razas de Maíz en la América Central. Secretaria da Agricultura y Ganadería. Oficina de Estudios Especiales. México. Boletín Técnico # 31. México, México. 158 p.

26. Wellhausen, E; Roberts, L; Hernández, E. 1952. Folleto Técnico # 5. Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México. México. 237 p.
27. Yáñez, C; *et al.* 2003. Informe final del proyecto IQ-CV-046: Manejo de los Recursos Genéticos de maíz. Quito, Ecuador.

## **ANEXOS**

### **CONTENIDO**

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>

<b>1.2</b>	<b>JUSTIFICACION</b> .....	4
<b>1.3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	7
1.3.1	GENERAL .....	7
1.3.2	ESPECÍFICOS.....	7
<b>1.4</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	7
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>8</b>
2.1.	Clasificación Taxonómica del maíz .....	8
2.2	Descripción botánica .....	8
2.2.1	Raíz .....	8
2.2.2	Tallo .....	9
2.2.3	Hojas .....	9
2.2.4	Flores.....	10
2.2.5	Forma de reproducción. ....	10
2.2.6	Fruto.....	11
2.2.7	Mazorca.....	12
2.3	Evaluación y Caracterización morfológica .....	12
2.3.1	Descriptores.....	14
2.4	Maíz negro y maíz dulce.....	15
2.4.1	Maíz negro.....	15
2.4.2	Maíz dulce .....	16
2.5	Descripción de las razas de maíz negro y maíz dulce .....	17
2.5.1	Razas de maíz negro .....	17
2.5.1.1	Razas de México	17
2.5.1.1.1	Razas exóticas precolombinas .....	17
2.5.1.1.1.1	Cacahuacintle .....	18
2.5.1.1.1.2	Elotes Occidentales .....	19

2.5.1.1.1.3	Olotón .....	21
2.5.1.1.2	Razas mestizas prehistóricas.....	23
2.5.1.1.2.1	Cónico.....	23
2.5.1.1.2.2	Elotes Cónicos (Subraza Del Cónico) .....	24
2.5.1.1.3	Razas modernas incipientes.....	25
2.5.1.1.3.1	Chalqueño .....	26
2.5.1.2	Razas de Perú	28
2.5.1.2.1	Razas primitivas.....	28
2.5.1.2.1.1	Kculli .....	29
2.5.1.2.2	Razas derivadas de las primitivas .....	30
2.5.1.2.2.1	Huayleño.....	30
2.5.1.2.2.2	Huancavelicano .....	30
2.5.1.2.2.3	Ancashino .....	31
2.5.1.2.2.4	Shajatu .....	31
2.5.1.2.3	Razas de reciente derivación.....	32
2.5.1.2.3.1	Marañón.....	32
2.5.1.2.4	Razas incipientes.....	33
2.5.1.2.4.1	Morado Canteño.....	33
2.5.1.3	Razas de Chile	34
2.5.1.3.1	Negrito Chileno.....	34
2.5.1.4	Razas de Bolivia	34
2.5.1.4.1	Kulli.....	34
2.5.1.4.2	Huillcaparu .....	35
2.5.1.4.3	Checchi .....	36
2.5.1.4.4	Morocho.....	36
2.5.1.4.5	Patillo.....	37
2.5.1.5	Razas de Ecuador	37

2.5.1.5.1	Racimo de Uva.....	37
2.5.1.6	Razas de Guatemala	38
2.5.1.6.1	Olotón.....	38
2.5.2	Razas de maíz dulce.....	39
2.5.2.1	Razas de Bolivia	39
2.5.2.1.1	Chuspillo.....	39
2.5.2.2	Razas de Colombia	40
2.5.2.2.1	Maíz Dulce.....	40
2.5.2.3	Razas de Chile	40
2.5.2.3.1	Chulpi .....	40
2.5.2.4	Razas de Perú	41
2.5.2.4.1	Chullpi .....	41
2.5.2.5	Razas de México	42
2.5.2.5.1	Mushito.....	42
2.5.2.5.2	Maíz Dulce.....	42
2.5.2.6	Razas de Ecuador	43
2.5.2.6.1	Chulpi .....	43
2.6	Análisis Estadístico .....	44
<b>2.6.1</b>	<b>Análisis Multivariado .....</b>	<b>44</b>
<b>2.6.2</b>	<b>Análisis de Componentes Principales.....</b>	<b>45</b>
<b>2.6.3</b>	<b>Análisis de Conglomerados.....</b>	<b>46</b>
2.6.3.1	Métodos jerárquicos	46
2.6.3.2	Medidas de distancia	48
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>50</b>
3.1.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	50
3.1.1.	Materiales de campo .....	50
3.1.2.	Materiales y equipo de oficina .....	50
3.2.	METODOLOGÍA.....	51
3.2.1.	Características del sitio experimental .....	51
3.2.1.1.	Ubicación política	51

3.2.1.2.	Ubicación geográfica	51
3.2.1.3.	Características agroclimáticas	51
3.2.2.	Tratamientos	52
3.2.2.1.	Descripción de tratamientos	54
3.2.3.	Unidad experimental	56
3.2.3.1.	Maíz negro	56
3.2.3.2.	Maíz dulce	57
3.2.4.	Diseño experimental	57
3.2.4.1.	Maíz negro	57
3.2.4.2.	Maíz dulce	57
3.2.5.	Análisis estadístico	58
3.2.5.1.	Análisis Multivariado	58
3.2.5.2.	Cálculo de Parcela perdida	58
3.2.5.3.	Análisis de varianza	58
3.2.6.	Análisis funcional	59
3.2.7.	Análisis de Correlación	59
3.2.8.	Variables y métodos de evaluación (IBPGR, 1991)	60
3.2.8.1.	Porcentaje de emergencia	60
3.2.8.2	Plantas por parcela	60
3.2.8.3	Macollamiento	60
3.2.8.4	Días a la floración masculina	60
3.2.8.5	Días a la floración femenina	61
3.2.8.6	Tipo de espiga	61
3.2.8.7	Pubescencia de vaina	61
3.2.8.8	Color de tallo	62
3.2.8.9	Altura de la planta	62
3.2.8.10	Altura de mazorca	62
3.2.8.11	Hojas arriba de la mazorca	63
3.2.8.12	Follaje	63
3.2.8.13	Enfermedad foliar prevalente (Anexo 24)	63
3.2.8.14	Cobertura de mazorca (Anexo 25)	64
3.2.8.15	Acame de raíz	64
3.2.8.16	Acame de tallo	64
3.2.8.17	Plantas cosechadas	64
3.2.8.18	Mazorcas por planta	65
3.2.8.19	Mazorcas cosechadas	65
3.2.8.20	Forma de mazorca	65
3.2.8.21	Calidad de la mazorca	65
3.2.8.22	Longitud de mazorca	66
3.2.8.23	Diámetro de la mazorca	66
3.2.8.24	Número de hileras por mazorca	66
3.2.8.25	Pudrición de mazorca	66
3.2.8.26	Daño a la mazorca por plagas	67

3.2.8.27	Facilidad de desgrane	67
3.2.8.28	Tamaño de gluma	68
3.2.8.29	Textura de gluma	68
3.2.8.30	Color de gluma	68
3.2.8.31	Rendimiento	69
3.2.8.32	Adaptación	69
3.2.9	Manejo específico del experimento .....	69
3.2.9.1	Preparación de suelo	69
3.2.9.2	Siembra	70
3.2.9.3	Fertilización	70
3.2.9.4	Control de malezas	70
3.2.9.5	Aporque	70
3.2.9.6	Polinización Planta a Planta (PAP)	70
3.2.9.7	Cosecha	71
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>72</b>
4.1	Maíz negro .....	72
4.1.1	Análisis de Componentes Principales .....	73
4.1.2	Análisis individual de las variables seleccionadas .....	77
4.1.2.1	Porcentaje de germinación	77
4.1.2.2	Plantas por parcela	78
4.1.2.3	Días a la floración masculina	80
4.1.2.4	Días a la floración femenina	81
4.1.2.5	Tipo de espiga	82
4.1.2.6	Altura de planta	83
4.1.2.7	Altura de inserción de la mazorca	84
4.1.2.8	Hojas arriba de la mazorca	85
4.1.2.9	Follaje	86
4.1.2.10	Porcentaje de acame de raíz	88
4.1.2.11	Porcentaje de acame de tallo	89
4.1.2.12	Rendimiento	91
4.1.2.13	Plantas cosechadas	92
4.1.2.14	Mazorcas cosechadas	93
4.1.2.15	Longitud de mazorca	94
4.1.2.16	Número de hileras por mazorca	95
4.1.2.17	Adaptación	96
4.1.3	Análisis de Correlaciones.....	98
4.1.4	Análisis de Conglomerados.....	99
4.1.5	Análisis de las variables no seleccionadas .....	109
4.1.5.1	Macollamiento por planta	109
4.1.5.2	Pubescencia de vaina	109
4.1.5.3	Color de tallo	110
4.1.5.4	Enfermedad foliar prevalerte	110



4.1.5.5	Cobertura de mazorca	110
4.1.5.6	Mazorcas por planta	111
4.1.5.7	Forma de mazorca	111
4.1.5.8	Diámetro de mazorca	111
4.1.5.9	Pudrición de mazorca	111
4.1.5.10	Calidad de mazorca	112
4.1.5.11	Facilidad de desgrane	112
4.1.5.12	Tamaño de gluma	112
4.1.5.13	Textura de gluma	113
4.1.5.14	Color de gluma	113
4.1.5.15	Daño a la mazorca por plagas	113
4.2	Maíz Dulce	114
4.2.1	Análisis de Componentes Principales	114
4.2.2	Análisis individual de las variables seleccionadas	118
4.2.2.1	Días a la floración femenina	118
4.2.2.2	Días a la floración masculina	119
4.2.2.3	Tipo de espiga	120
4.2.2.4	Altura de planta	121
4.2.2.5	Altura de mazorca	123
4.2.2.6	Follaje	124
4.2.2.7	Acame de tallo	125
4.2.2.8	Rendimiento	126
4.2.2.9	Plantas cosechadas	127
4.2.2.10	Mazorcas cosechadas	128
4.2.2.11	Longitud de mazorca	129
4.2.2.12	Diámetro de mazorca	130
4.2.2.13	Calidad de mazorca	131
4.2.2.14	Hileras por mazorca	132
4.2.2.15	Daño a la mazorca por plagas	133
4.2.2.16	Adaptación	134
4.2.3	Análisis de Correlaciones	135
4.2.4	Análisis de Conglomerados	138
4.2.5	Análisis de las variables no seleccionadas	144
4.2.5.1	Porcentaje de germinación	144
4.2.5.2	Plantas por parcela	144
4.2.5.3	Macollamiento por planta	144
4.2.5.4	Pubescencia de vaina	144
4.2.5.5	Color de tallo	145
4.2.5.6	Hojas arriba de la mazorca	145
4.2.5.7	Enfermedad foliar prevalerte	145
4.2.5.8	Cobertura de mazorca	145
4.2.5.9	Porcentaje de acame de raíz	146
4.2.5.10	Mazorcas por planta	146
4.2.5.11	Forma de mazorca	146

4.2.5.12	Pudrición de mazorca	146
4.2.5.13	Facilidad de desgrane	147
4.2.5.14	Tamaño de gluma	147
4.2.5.15	Textura de gluma	147
4.2.5.16	Color de gluma	147
4.2.5.17	Daño a la mazorca por plagas	147
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>149</b>
5.1.	Maíz negro	149
5.2.	Maíz dulce	151
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>154</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>155</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>160</b>