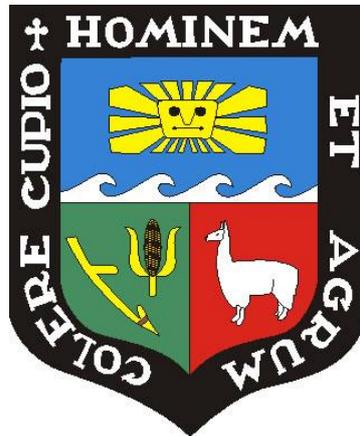


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“DIVERSIDAD DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA SELVA
PERUANA.”**

Presentado por:

ANDREA DENIS DAVALOS ANDIA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

“DIVERSIDAD DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA SELVA PERUANA.”

Presentado por:

ANDREA DENIS DÁVALOS ANDÍA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. Mg. Sc. Luis Tomassini Vidal
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Julián Chura Chuquiya
ASESOR

Ing. Mg. Sc. Elizabeth Heros Aguilar
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Ricardo Sevilla Panizo
MIEMBRO

Lima – Perú

2017

ÍNDICE

	Pag.
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 ORIGEN Y DOMESTICACIÓN DEL MAÍZ	3
2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	4
2.3 MORFOLOGÍA DEL MAÍZ	5
2.3.1 MORFOLOGÍA DE LA RAÍZ	5
2.3.2 MORFOLOGÍA DEL TALLO	5
2.3.3 MORFOLOGÍA DE LAS HOJAS	5
2.3.4 FLORES, INFLORESCENCIA MASCULINA Y FEMENINA	6
2.4 FENOLOGÍA DEL MAÍZ	6
2.4.1 ESTADIO VEGETATIVO	7
2.4.2 ESTADIOS REPRODUCTIVOS Y DESARROLLO DEL GRANO	8
2.5 DIVERSIDAD RACIAL DE MAÍZ	9
2.6 DIVERSIDAD DE MAÍZ EN PERÚ	11
2.7 CONCEPTO DE CARACTERIZACIÓN Y DESCRIPTORES	15
2.8 DESCRIPTORES DE MAÍZ Y BANCO DE GERMOPLASMA	17
2.9 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	18
2.9.1 ANÁLISIS MULTIVARIADO	20
a. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)	21
b. ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 ÁREA EXPERIMENTAL.	26
3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	26
3.1.2 CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS	26
3.1.3 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	27

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS	28
3.2.1 MATERIAL GENÉTICO	28
3.2.2 MATERIALES DE CAMPO	28
3.2.3 MATERIALES DE GABINETE	28
3.3 METODOLOGÍA	29
3.3.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO	29
3.3.2 SIEMBRA	29
3.3.3 MANEJO AGRONÓMICO	29
a. FERTILIZACIÓN	29
b. CONTROL DE MALEZAS	29
c. CONTROL DE INSECTOS	29
d. RIEGO	30
e. MANEJO CULTURAL	30
f. COSECHA	30
3.3.4 PARCELA EXPERIMENTAL	30
3.3.5 CARACTERES MORFOLÓGICOS EVALUADOS	30
a. DESCRIPTORES CUANTITATIVOS	31
b. DESCRIPTORES CUALITATIVOS	32
3.4 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	32
3.4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO BÁSICO	33
3.4.2 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)	33
3.4.3 ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS	34
3.4.4 CLASIFICACIÓN RACIAL	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	
4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS BÁSICOS	37
4.2 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)	39
4.3 CLASIFICACIÓN RACIAL	45
4.4 ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS	46
V. CONCLUSIONES	59
VI. RECOMENDACIONES	60
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
VIII. ANEXOS	68

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Sistemática del maíz (<i>Zea mays</i> L.).	4
Tabla 2: Datos meteorológicos registrados durante el manejo del maíz en campo.	26
Tabla 3: Características del suelo del área experimental ubicado en Rio Negro – Satipo (Junín).	27
Tabla 4: Caracteres cuantitativos y su media, desviación estándar, valores mínimos, valores máximos y porcentaje de coeficiente de variabilidad de accesiones de maíz.	38
Tabla 5: Estado más frecuente de cada uno de los descriptores de 332 accesiones de maíz.	38
Tabla 6: Componentes Principales con sus respectivos valores propios y su varianza absoluta y acumulada.	40
Tabla 7: Correlaciones de los caracteres con los componentes principales seleccionados.	43
Tabla 8: Razas identificadas con su proporción en las 332 accesiones de maíz.	46
Tabla 9: Relación de los ocho grupos formados a partir del dendrograma.	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Diagrama de sedimentación de los componentes principales.	41
Figura 2: Distribución de las variables originales de las accesiones sobre el primero y segundo componente principal.	44
Figura 3: Dendrograma de las 332 accesiones evaluadas de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la Selva peruana. (Parte 1).	48
Figura 4: Dendrograma de las 332 accesiones evaluadas de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la Selva peruana. (Parte 2).	47
Figura 5: Mazorcas de la accesión SMTI – 020.	56
Figura 6: Mazorcas de la accesión LOR – 034.	56
Figura 7: Mazorcas de la accesión CAJ – 217.	57
Figura 8: Mazorcas de la accesión SMTI – 130.	57
Figura 9: Mazorcas de la accesión AMAZ – 001.	58

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Matriz básica de datos (MBD).	68
Anexo 2: Datos estadísticos básicos de los caracteres cuantitativos.	77
Anexo 3: Relación de grupos formados por análisis de conglomerados con sus respectivas razas por medio de la observación fenotípica.	78
Anexo 4: Accesoión SMTI – 063 de la raza Piricinco perteneciente al GRUPO I.	78
Anexo 5: Accesoión M.DI – 002 de la raza Perlilla (X) perteneciente al GRUPO II.	79
Anexo 6: Accesoión SMTI - 117 de la raza Tuzón (S) perteneciente al GRUPO III	79
Anexo 7: Accesoión SMTI - 107 de la raza Cubano amarillo perteneciente al GRUPO IV.	80
Anexo 8: Accesoión HCO - 086 de la raza Cubano amarillo, pertenece al GRUPO V.	80
Anexo 9: Accesoión UCAY - 022 de la raza Cubano amarillo, pertenece al GRUPO VI.	81
Anexo 10: Accesoión SMTI - 126 de la raza Cubano amarillo, pertenece al GRUPO VII.	81
Anexo 11: Accesoión M.DI - 030 de la raza Cubano amarillo, pertenece al GRUPO VIII.	82
Anexo 12: Distribución de las accesiones de maíz en campo.	82

RESUMEN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los de mayor importancia económica y de diversidad en nuestro país. Precisamente este trabajo tiene como objetivo la caracterización morfológica de 332 accesiones de maíz de la selva peruana en la zona de Satipo del Fundo Santa Teresa del IRD-Selva a 810 m.s.n.m. La investigación intenta describir morfológicamente las accesiones y agruparlas según sus características. La siembra de las accesiones se realizó de forma homogénea; se hicieron cuatro evaluaciones de caracteres en campo y otras 10 luego de la cosecha. Para este estudio morfológico se usaron 14 caracteres, nueve cuantitativos y cinco cualitativos del manual de descriptores del CIMMYT/IBPGR. Se utilizó el Análisis multivariado como técnica dentro de la taxonomía numérica. Se usó un método de ordenación, el Análisis de Componentes Principales (ACP), para reducir la dimensión de la matriz básica de datos inicial, aquí se seleccionaron los siete primeros componentes que explican el 78.2% de toda la varianza. Además se determinaron los caracteres que contribuyeron a formar los componentes según el orden de los mismos: para el primer componente son longitud de mazorca, número de hileras, diámetro de mazorca, para el segundo son floración masculina, floración femenina y altura de planta, en el tercer componente: altura de mazorca y altura de planta, en el cuarto las mayores correlaciones están en número de granos por hilera y sanidad, para la formación del quinto y sexto componente el peso de cada grano y disposición de hilera, en el último componente contribuyeron color de grano y color de tusa (marlo). Los componentes seleccionados se tomaron como base para el método de clasificación, el Análisis de Conglomerados, de este modo se formaron ocho grupos y bajo la observación fenotípica de mazorca se identificaron 12 razas.

Palabras claves: *Zea mays* L., Análisis de Componentes Principales, Análisis de Conglomerados, selva peruana, caracterización morfológica, diversidad, razas.

ABSTRACT

The cultivation of maize (*Zea mays* L.) is one of the crops of economic importance and diverse in our country, precisely this work aims at the morphological characterization of 332 accessions of maize from the Peruvian jungle in the Satipo zone of the Estate Santa Teresa of the IRD-Selva at 810 m.a.s.l. The research tries to describe the accessions morphologically and to group them according to their characteristics. Sowing of the accessions was homogeneous, four evaluations of characters in the field were made and 10 descriptors were taken after the harvest. For this morphological study, 14 characters were used, nine quantitative and five qualitative descriptors of the CIMMYT/IBPGR descriptor manual. Multivariate analysis was used as a technique within the numerical taxonomy. We used a sort method, Principal Component Analysis (ACP), to reduce the size of the initial basic data matrix, here we selected the first seven components that account for 78.2% of all variance. In addition, the characters that contributed to form the components according to their order were determined: for the first component are cob length, number of rows, cob diameter, for the second are male flowering, female flowering and plant height, in the third component: cob height and plant height, in the fourth the largest correlations are in number of grains per row and health, for the formation of the fifth and sixth component the weight of each grain, and row arrangement, in the last component they contributed grain color and cob color. The selected components were taken as the basis for the classification method, the Conglomerate Analysis, in this way eight groups were formed and under the phenotypic observation of cob were identified 12 breeds.

Key words: *Zea mays* L., Principal Components Analysis, Conglomerate Analysis, Peruvian jungle, morphological characterization, diversity, breed.

I. INTRODUCCIÓN

Diversidad, según la Real Academia Española (2001), es “abundancia, gran cantidad de cosas distintas”, este término se conjugó según Rosen (1986) como diversidad biológica o biodiversidad en referencia a la inmensa variedad de seres vivos que existen en la Tierra, tanto especies animales como vegetales, y a su medio ambiente y los patrones naturales que la conforman, que son el resultado de la evolución a través de los procesos naturales y también de la influencia de las actividades del ser humano. Además, Frankham *et al.*, 2002 menciona que, dentro de la biodiversidad, existe la diversidad genética, que es la variedad de alelos y genotipos presentes en un grupo bajo estudio (población, especie o grupo de especies).

El cultivo del maíz es diverso, se siembra en diferentes continentes y se adapta a distintas condiciones ampliando su diversidad. Actualmente se observa una variación continua en la diversidad del maíz, sobre todo en sus caracteres cuantitativos, la mayoría de las poblaciones representan combinaciones de raza (Ramos y Hernández., 1972). Existen más de 250 razas clasificadas y se encuentran aproximadamente 10000 entradas entre los bancos de germoplasma de México y América Central, el Caribe, la zona Andina y las costas tropicales de América del Sur (CIMMYT, 1986).

En el Perú, el maíz se siembra en las tres regiones naturales, costa, sierra y selva. En la selva peruana el maíz amarillo duro se cultiva en mayor proporción para ser usado como materia prima de los alimentos balanceados de aves y cerdos en grano y como forraje. También es usado por el poblador de la selva como alimento en su dieta diaria utilizando diferentes razas de maíz como insumo para cancha, mote y otros usos. De las diferentes razas de maíz, la raza Piricinco se encuentra más ampliamente distribuida y la raza Cubano amarillo se ha extendido rápidamente en la selva y en las regiones subtropicales del valle del Huallaga y otras regiones de la Hoya Amazónica (Salhuana, 2004).

En la selva peruana el cultivo del maíz se siembra en áreas que equivalen alrededor del 52% de la superficie cosechada nacional con un bajo rendimiento de unos 2400 Kg/ha (MINAGRI, 2014). Por otro lado, los trabajos realizados sobre las colecciones de razas de maíz fueron realizados desde 1952 a 1989 como indica un mapa elaborado por el Ministerio del Ambiente (2011) en base a la información del PIPS en Maíz de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), que muestra la distribución y concentración de las razas de maíz en el Perú, muchas áreas de la selva se muestran sin registro de alguna raza, sin embargo, el maíz está ampliamente distribuido lo que indicaría la necesidad de una actualización.

La importancia en realizar la caracterización de cultivares radica en conocer el material genético existente y hacerlo disponible a los fitomejoradores, tanto para la identificación de genotipos y desarrollo de cultivares comerciales, como para la estimación de relaciones genéticas (Bonamico *et al.*, 2004). Además, Oscanoa y Sevilla (2010) indican que clasificar la diversidad de maíz en razas es recomendable para planear la conservación, formar compuestos para facilitar el mejoramiento participativo, producir semillas y uniformizar los productos de valor para acceder más fácilmente al mercado. El conocimiento de la diversidad es muy importante para generar nuevas variedades que puedan ser utilizados en el mejoramiento de maíz para la selva peruana. Por ello la caracterización morfológica mediante algunos descriptores del cultivo de maíz es importante para su posterior clasificación, además los agricultores se beneficiarán con las nuevas variedades obtenidas por los mejoradores para un uso específico, así como menciona Beingolea *et al.* (2008) las nuevas tecnologías deben orientarse al mejoramiento del cultivo y en esta propuesta por medio de la selección de características morfológicas que generen mayores rendimientos, como porte bajo para llegar a tener más plantas por unidad de área e incrementar la productividad.

Por lo antes mencionado la caracterización de las accesiones permite clasificar la diversidad de maíz, su conocimiento puede ser usado en el fitomejoramiento para generar nuevas variedades y poner a disposición de los agricultores de la selva peruana, beneficiando a 280000 agricultores (INEI, 2009), que se dedican a sembrar maíz. El objetivo general es estudiar la diversidad del maíz en la Selva analizando 332 accesiones de maíz, conservadas en el Banco de Germoplasma del Programa de Investigación y Proyección Social (PIPS) en Maíz de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en base a su caracterización morfológica.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ORIGEN Y DOMESTICACIÓN DEL MAÍZ.

El origen del maíz es un problema que se discute desde hace más de cien años (Iltis, 2006), el debate sobre su origen ha tenido una larga historia de controversias (Eubanks, 2001). Así, Wilkes (1977) señaló que la diversidad racial del maíz parecía indicar que Perú y México eran sus centros primarios de la diversidad genética. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México donde algunas pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5000 años de antigüedad fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos (Wilkes, 1979, 1985). Poehlman (1965) ha mencionado lugares como el posible origen del maíz. Estos son: (a) los valles altos de Perú, Ecuador y Bolivia y (b) la región del sur de México y América Central. En ambas áreas se han encontrado muchos tipos de maíz. Una primera sugerencia era que el maíz se originó del teosinte o de los ancestros del mismo. Una teoría posterior sugiere que el maíz se derivó de un maíz primitivo tunicado, con respecto al origen andino, Wilkes (1989) objeta esta hipótesis pues no se conoce ningún pariente silvestre del maíz, incluyendo teosinte, en esa región. Sin embargo, Alexander Grobman *et al.* (2012), en un artículo publica el importante hallazgo y caracterización de maíces de origen arqueológico, los resultados obtenidos de microfósiles han permitido conocer que se sembraba maíz en el valle de Chicama tan temprano como hace aproximadamente 7200 años antes del presente, en épocas semejantes a las más tempranas en México, además no se ha observado evidencia alguna en las tuzas de maíz de las recientes excavaciones de Huaca Prieta y Paredones, características morfológicas asociadas con introgresión de teosinte, como sí lo demuestran los maíces de Oaxaca en México de aproximadamente la misma edad. Por tanto, no se puede especificar un origen, sin embargo, es probable que el maíz tenga varios centros de origen, los cuales estarían ubicados principalmente en México y Sudamérica denominados “Centros de Domesticación” por Mangelsdorf y Galinat (1964) citado por Manrique (1997). Los centros de domesticación primarios basándose en las razas primitivas son dos: (a) Mexicano: razas primitivas: Nat – Tel, Chapalote y (b) Peruano: razas primitivas: Confite morocho, Kully,

Chullpi (Manrique, 1997). Los centros de domesticación secundarios según Vavilov (1926) son aquellos donde la hibridación ha dado lugar a nuevas formas. En este caso, por cruzamiento de maíz con el teosinte y *Tripsacum*, se consideran como centros secundarios: (a) Mexicano: variación de maíces por cruzamientos con *Tripsacum* y (b) Guatemalteco: variación de maíces por cruzamientos con teosinte.

2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Hitchcock (1920) citado por Poehlman (1965) fue quien ubicó al maíz dentro de la familia: Graminaea y en la tribu Maydeae o Tripsaceae. El maíz está clasificado dentro de una sola especie botánica, *Zea mays* L., además tiene dos parientes cercanos que son el *Tripsacum* y el Teosinte.

Sistemáticamente, el maíz, según la nomenclatura ofrecida por Linneo en 1737 en su libro “Genera Plantarum”, se designa como *Zea mays* L., pertenece a la familia Poacea (Tabla 1) (Fernández, 2009).

Tabla 1: Sistemática del maíz (*Zea mays* L.)

Reino	Vegetal (Plantae)
División	Angiospermae (Magnoliophita)
Subdivisión	Pterapsidae
Clase	Liliopsida
Subclase	Monocotiledóneas
Orden	Poales
Familia	Poacea
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Maydeae (Andropogoneae)
Genero	<i>Zea</i>
Especie	<i>Zea mays</i> L.

Fuente: Adaptado de Fernández, 2009.

2.3 MORFOLOGÍA DEL MAÍZ

2.3.1 Morfología de la raíz

El desarrollo del sistema radical, consiste de dos sistemas de raíces: raíces seminales cuyo origen está presente en el embrión y raíces adventicias que se originan del tallo después de la germinación. Estos sistemas radicales son llamados temporario y permanente respectivamente (Kiesselbach, 1949).

El sistema radicular se origina en la radicela del embrión, a partir del punto de crecimiento del hipocotilo. A los pocos días queda formado el sistema radicular, formado por tres pequeñas raíces seminales, conjuntamente con la radicela. Luego de la salida del coleóptilo por alargamiento del mesocotilo a los ocho días se inicia el desarrollo de las primordias radicales adventicias, en forma de coronas radicales que constituirán el sistema radicular fibroso definitivo, eliminando el sistema radicular seminal inicial (Manrique, 1997).

En una raíz principal, joven, se encuentran formados la epidermis, los pelos absorbentes, la corteza y los haces vasculares. Las raíces secundarias nacen alejadas de la punta de la raíz, en la zona de diferenciación, donde los tejidos están bien definidos (Manrique, 1997). La misión es aportar un perfecto anclaje a la planta (Maroto, 1998).

2.3.2. Morfología del tallo

El tallo es simple, erecto en forma de caña y macizo en su interior (Maroto, 1998). Presenta la forma de un pequeño cilindro piramidal terminado en punta, este pequeño tallo está formado por nudos y entrenudos muy comprimidos, terminado en la panoja embrional. Luego de la emergencia, el tallo comienza a alargarse rápidamente, iniciándose el periodo de crecimiento, formando una estructura longitudinal y cilíndrica muy frágil con 20 a 25 nudos, entrenudos y sus correspondientes hojas, yemas axilares y la panoja perfectamente formada. El máximo desarrollo vegetativo de la planta se alcanza cuando la panoja ha emergido completamente y se ha iniciado la antesis. En esta etapa el tallo del maíz está formado por tres partes: epidermis, el tejido parenquimático y los haces vasculares (Manrique, 1997).

2.3.3. Morfología de las hojas

Las hojas, generalmente, son largas y angostas, envainadoras, formadas por la vaina y el limbo, con nervaduras lineales y paralelas a la nervadura central (Manrique, 1997).

El crecimiento de la hoja se realiza en la punta, quedando siempre la parte más vieja en la base. En la vaina, el crecimiento se efectúa en la parte superior. En el interior de las hojas solo hay parénquima esponjoso y los haces vasculares. En las hojas, las estomas se encuentran colocados en hileras paralelas a las nervaduras y están formados por dos células estomales (Manrique, 1997).

2.3.4. Flores, inflorescencia masculina y femenina

El maíz es una planta monoica, con flores unisexuales en la misma planta, las masculinas o estaminadas agrupadas en una inflorescencia denominada panoja o penacho y las femeninas o pistiladas agrupadas en una espiga modificada llamada mazorca. La panoja se encuentra localizada en la parte terminal del tallo, presenta ramas primarias, secundarias y terciarias. En estas ramas se asientan las espiguetas formadas por pares de espiguillas, que siguen un arreglo dístico o simple espiral. Cada espiguilla es biflora, formado por dos flores masculinas o estaminadas cada una de ellas presenta un pistilo rudimentario y tres estambres; y cada estambre tiene dos anteras que producen abundante polen. (Manrique, 1997)

La inflorescencia femenina está constituida por una espiga modificada, la cual está situada en la axila de la hoja, en la parte superior del nudo localizado en la parte media del tallo. (Manrique, 1997), consiste de un eje denominado tusa o coronta, sobre la cual los pares de espiguillas son ordenados por pares. Como cada espiguilla da lugar a un grano y las espiguillas se originan por pares, el número de hileras de grano de la mazorca es par. Cada espiguilla está unida al marlo o tusa por un pedicelo muy corto denominado raquilla. El número de hileras de grano de la mazorca está determinado, principalmente, por factores hereditarios. El ambiente no modifica esta característica. (Sevilla, 1991).

2.4. FENOLOGÍA DEL MAÍZ

La fenología estudia la secuencia temporal de las distintas fases periódicas de las plantas y sus relaciones con el clima y el tiempo atmosférico; fases como: aparición de las primeras hojas, floración, maduración de los frutos, etc. (Taiz y Zeiger, 2006; Villers *et al.*, 2009).

A los 20 o 30 días de la germinación, las plántulas alcanzan 15 a 20 cm de altura y el punto de crecimiento apical aún se encuentra debajo de la superficie del suelo y continúa produciendo nuevas hojas (Manrique, 1997).

El sistema para clasificación de etapas o estadios utilizado por la Universidad de Iowa (Iowa State University of Science and Technology) por Ritchie *et al.* (1986) que se presenta a continuación divide al desarrollo de la planta en vegetativo y reproductivo.

Los estadios Vegetativos son representados por dos etapas (a) germinación y emergencia, se entiende por germinación a la serie de procesos que incluye la imbibición o absorción de agua por parte de la semilla hasta que emerge la radícula, la emergencia desde que emerge la radícula hasta la aparición del coleóptilo sobre el suelo (Bewley y Black, 1994) y el (b) Desarrollo del Sistema Radical.

2.4.1. Estadio vegetativo

Las subdivisiones del estadio vegetativo (V) son designadas como V1, hasta V(n), siendo (n) la última hoja antes del panojamiento (VT) para el cultivar considerado (Ritchie *et al.*, 1986).

Los estadios V3 a VT son descritos por Fassio *et al.*, (1988), en V3 el ápice del tallo (punto de crecimiento) aún se encuentra por debajo de la superficie del suelo. En este momento se establecen todas las hojas y espigas que la planta podría eventualmente producir. En el estadio V5 aproximadamente a los 20 días, el ápice del tallo está justo por debajo de la superficie del suelo y la planta tiene una altura total aproximada de 20 cm.

En el estado V6, el punto de crecimiento sobresale de la superficie del suelo y el tallo comienza un período de rápida elongación. En este momento las raíces adventicias son el principal sistema funcional.

El estadio vegetativo nueve (V9) cada nudo aéreo desarrolla una espiga potencial (con excepción de los 6 a 8 nudos por debajo de la panoja). Al principio cada una de las espigas se desarrolla más rápidamente que la que se origina por encima de ella en el tallo.

Cerca del estadio V10 la planta comienza un rápido incremento en la acumulación de materia seca que continuará hasta la etapa reproductiva avanzada. Se requieren altas cantidades de nutrientes y agua del suelo para cumplir con la demanda. El estadio V12 ocurre promediamente a los 48 días posemergencia, el número de hileras en cada espiga y el tamaño de la espiga se establece en V12. En el estadio V15, la planta de maíz presenta en promedio, 14 hojas, 56 días después de la emergencia y 15 hojas a los 2 meses de la misma y está a 10 a 12 días de la etapa R1. Empiezan a crecer las barbas de las espigas superiores (Ritchie *et al.*, 1986).

En V17 las espigas superiores han crecido lo suficiente como para que sus extremos sean visibles y también puede ser visible el extremo superior de la panoja. En este estadio se completa la determinación del número de granos por hilera (Ritchie *et al.*, 1986).

Estadio V18. Las espigas de los óvulos basales se desarrollan antes que las de los superiores. El desarrollo de los órganos reproductivos toma de 8 a 9 días, esto se produce una semana antes de floración, el desarrollo de la espiga continúa rápidamente. Cualquier deficiencia durante esta etapa retrasa el desarrollo de la espiga femenina y de los óvulos más que el de la panoja.

Estadio VT (Panojamiento), se inicia aproximadamente 2-3 días antes de la emergencia de barbas, tiempo durante el cual la planta de maíz ha alcanzado su altura final y comienza la liberación del polen.

2.4.2 Estadios Reproductivos y Desarrollo del Grano

Los seis estadios reproductivos se refieren principalmente al desarrollo del grano y sus partes. Los estadios R2, R3 y R4 generalmente se aplican a todos los granos de la mazorca, se considera a los que se poseionan en el medio de la misma. La descripción de los granos en R5 o R6 corresponde a todos los granos de la mazorca. (Fassio *et al.*, 1998)

En condiciones de campo, en cada planta la panoja libera el polen antes de que las barbas hayan emergido de la espiga, pero continúa liberándolo varios días después de que las barbas estén listas para ser polinizadas, en total una semana o más. (Kiesselbach, 1949).

La etapa R1 comienza cuando algunas barbas son visibles fuera de las vainas. La polinización ocurre cuando los granos de polen se depositan sobre las barbas. Este período de 4 semanas alrededor del período de floración es el más importante para la aplicación de riego (Fassio *et al.*, 1998).

Estadio R2 (ampolla). El embrión se desarrolla lentamente, además la radícula, el coleóptilo y la primera hoja embrionaria ya se han formado. La mazorca está casi por alcanzar, o ya alcanzó, su tamaño completo. Las espigas, habiendo completado su función de floración, se oscurecen y comienzan a secarse (Ritchie *et al.*, 1986).

Estadio R3, también llamado lechoso (18-22 días después de emergencia de barbas) tiene el grano con un color amarillo externamente y el fluido interno es blanco lechoso debido a la acumulación de almidón. El embrión en esta etapa crece rápidamente (Ritchie *et al.*, 1986). Los granos presentan una rápida acumulación de materia seca y contiene aproximadamente

80% de humedad. En R3 las divisiones celulares del endospermo están esencialmente terminadas, por lo que el crecimiento es debido principalmente a la expansión celular y la acumulación de almidón en las células (Fassio *et al.*, 1998).

Estadio R4 o pastoso (24-28 días después de emergencia de barbas) en esta etapa normalmente ya se han formado cuatro hojas embrionarias y el embrión ha crecido considerablemente en tamaño con respecto a la etapa R3 (Ritchie *et al.*, 1986).

Estadio R5 también conocido como dentado (35-40 días después de emergencia de barbas) los granos se secan comenzando por la parte superior donde aparece una capa dura de almidón de color blanco. Condiciones adversas en esta etapa reducirán el rendimiento a través de una disminución del peso de los granos y no del número de granos (Fassio *et al.*, 1998).

Estadio R6 donde ocurre la madurez fisiológica (55-65 días después de emergencia de barbas) se define cuando todos los granos en la espiga han alcanzado su máximo peso seco o máxima acumulación de materia seca y se forma una abscisión marrón o negra en la zona de inserción del grano a la mazorca (punto negro o capa negra). Esta abscisión es un buen indicador de la máxima acumulación de materia seca (madurez fisiológica) y señala el final de crecimiento del grano. El promedio de humedad de grano en R6 (formación del punto negro) es 30-35%, sin embargo, esto puede variar entre cultivares y condiciones ambientales (Ritchie *et al.*, 1986).

2.5. DIVERSIDAD RACIAL DE MAÍZ

El maíz además de ser uno de los principales cultivos alimenticios, tanto para humanos y como balanceado para animales, es uno de los más diversificados debido a su amplia adaptabilidad y su condición de planta alógama (polinización abierta).

Muchos acontecimientos en la historia ocurrieron para que se diversifique el maíz, como el desarrollo de las culturas de los diferentes pueblos americanos, migraciones, el descubrimiento de América y el subsiguiente movimiento de europeos (Goodman y Bird, 1977). Goodman (1976) considera que la introgresión de germoplasma del teosinte hacia el maíz y la simple divergencia evolutiva, han sido dos factores determinantes en la diversificación experimentada por esta especie. Es así que los cruzamientos, la posterior selección natural y humana, amplió la diversidad genética de esta especie.

La extensa colección de germoplasma existente era ya conocida por los primeros botánicos y mejoradores, pero fue en la década de los años 40 cuando se acometió el problema de su clasificación. Sturtevant (1899) clasifica, por primera vez, el maíz en seis grupos principales, cinco de los cuales se distinguen por la composición del endospermo del grano y otra que incluye formas primitivas, caracterizadas por poseer una cubierta blanda rodeando a los granos (tunicado).

Kuleshov (1933) elabora otra clasificación de maíz, basándose en el tipo de endospermo y obtiene ocho grupos que denomina: liso, harinoso, dentado, palomero, dulce, amiláceo-azucarado, céreo y tunicado. Estas clasificaciones tienen una validez desde el punto de vista de su utilización, pero son insatisfactorias debido a que se trata de una división artificial, en la que no queda reflejada las relaciones de tipo filogenético.

Anderson y Cutler (1942) proponen realizar un estudio de la diversidad racial del maíz y efectuar una clasificación natural de la misma, definiendo raza como: “Un grupo de individuos emparentados, con suficientes características en común para permitir su reconocimiento como grupo” Siguiendo este criterio se iniciaron trabajos de recolección y clasificación racial, basándose en un gran número de caracteres morfológicos y de procedencia geográfica. Dichas recolecciones fueron promovidas por la Fundación Rockefeller, el National Research Council de EE.UU. y las Agencias Nacionales de Agricultura de los diferentes países de Latinoamérica que participaron en las mismas.

Mangelsdorf (1974) distingue unos grandes grupos o linajes que sirven como punto de arranque de las actuales razas de maíz: (1) Palomero Toluqueño: variedades pop-corn sudamericanas. (2) Chapalote-Nal-Tel: grupo originario de México. (3) Pira Naranja: maíz colombiano de endospermo liso anaranjado. (4) Confite Morocho: variedad peruana de ocho filas apta para cocinar. (5) Chullpi: de origen peruano y precursor del maíz dulce. (6) Kculli: variedad peruana relacionada con las razas coloreadas del mundo. (7) Razas de EE.UU.: Northern Flints, Southern Dents y Derived Southern Dents.

En los últimos años se ha continuado la caracterización y clasificación de germoplasma originario de Latinoamérica. León *et al.*, (1981) realiza una evaluación de 859 variedades nativas de maíz en Uruguay y las agrupa en 10 grupos raciales. A partir de una reunión

celebrada en 1958 y organizada por la Food and Agriculture Organization (FAO) en Madrid, se pone de manifiesto la preocupación por coleccionar, clasificar y conservar las variedades autóctonas de maíz, desplazadas progresivamente por la introducción de híbridos comerciales. Con este fin y aplicando la metodología propuesta por Anderson y Cutler (1942), se inician trabajos de recolección y descripción de razas en diversos países europeos.

Existen más de 250 razas clasificadas y se encuentran aproximadamente 10000 entradas entre los bancos de germoplasma de México y América Central, el Caribe, la zona Andina y las costas tropicales de América del Sur (CIMMYT, 1986).

2.6. DIVERSIDAD DE MAÍZ EN PERÚ

La diversidad del maíz en nuestro país se conserva *ex-situ* en el banco de germoplasma de maíz del Programa de Investigación y Proyección Social en Maíz (PIPS) antes Programa Cooperativo de Investigación en Maíz (PCIM) de la Universidad Nacional Agraria La Molina en Lima, e *in-situ* en los lugares de cultivo de las razas nativas. El número total de muestras colectadas y accesadas al banco de germoplasma en el Perú es 3,931 (Sevilla *et al.*, 2004), recolectadas entre 1952 y 1981. La caracterización agronómica, morfológica y citológica resultó en la identificación de 52 razas (Grobman *et al.*, 1961; Vega, 1972).

Una raza es un agregado de poblaciones de una especie que tiene en común caracteres morfológicos, fisiológicos y usos específicos. Sin embargo, sus características distintivas no son lo suficientemente diferentes como para constituir una subespecie diferente (Sevilla, 2006). Este concepto corroboró los criterios de Anderson y Cutler (1942) donde un conjunto de individuos tiene características en común, que permiten su reconocimiento como un grupo. Según Sevilla y Chura (1998) las razas son como ecotipos en el sentido que difieren en adaptación, pero además las razas se distinguen por sus caracteres morfológicos y fenológicos. En términos genéticos, una raza es un conjunto de colecciones que comparten un número significativamente grande de genes en común.

Las clasificaciones de razas en el Perú se hicieron siguiendo el método de determinación biológica que mide características morfológicas externas de la planta, panoja y mazorca (Gutierrez-Rosati, 2006). Para complementar este método es necesario el análisis biológico con un análisis estadístico y molecular. Según Grobman *et al.* (1961) el Perú tiene 52 razas

de maíz, indicando que en la selva existen solo siete. También, Salhuana (2004) refiere la existencia de 52 razas y según Manrique (1997) en el Perú existen 55 grupos raciales. Para el año 1983 según la investigación del Programa Cooperativo de Investigación en Maíz (PCIM) en el departamento de Junín las provincias de Satipo y Chanchamayo representan 29 colecciones de maíz, con un total de siete razas.

Toda la variabilidad de maíces que existen están preservados en el Banco de Germoplasma del PIPS y existen 55 grupos raciales en Perú, las que se clasifican en: (1) Razas primitivas: 5 en Sierra (Confite Morocho, Confite Puntigudo, Confite Puneño y Kully) en Selva (Enano). (2) Razas derivadas de las primeras: 20 en Costa (Mochero, Alazán, Pagaladroga, Rabo de zorro, Chapareño, Iqueño); en Sierra (Chullpi, Huayleño, Paro, Morocho, Huancavelicano, Ancashino, Shajatu, Piscorunto, Cuzco Cristalino Amarillo, Cuzco Blanco, Granada, Uchuquilla); y en Selva (Sabanero, Piricinco). (3) Razas de segunda derivación: 10 en Costa (Huachano, Chancayano, Perla, Rienda); Sierra (San Gerónimo, Huancavelicano, Cuzco Gigante, Arequipeño); Selva (Chimlos, Maraño). (4) Razas introducidas: 6 en Costa (Pardo, Arizona, Colorado); Selva (Alemán, Chuncho, Cuban Yellow). (5) Razas incipientes: 12 Costa (Jora, Coruca, Chancayano Amarillo, Tumbesino, Morochillo); Sierra (Morado Canteño, Morocho Cajabambino, Amarillo Huancabamba, Allajara, Huarmaca, Blanco Ayabaca, Huanuqueño). (6) Razas no definidas: 2 Sierra (Sarco); Selva (Perlilla).

Sánchez (2004) menciona que se formaron compuestos raciales para un Proyecto del PCIM, donde se clasificaron 354 colecciones originales de maíz en la selva peruana, los compuestos raciales fueron: Piricinco, Cuban Yellow, Tuzon, Pozuzo, Tambopateño, Caribe Precoz y Chuncho. Además, Grobman *et al.* (1961) describe razas en la selva peruana: Enano, Piricinco, Chimlos, Alemán, Chuncho, Cuban Yellow y Perlilla. Las razas Chimlos, Chuncho y Perlilla se encuentran en la ceja de la Selva, es decir, en selva alta, aproximadamente a 1000 msnm. Alemán es una introducción reciente, probablemente relacionada a la raza mexicana Tuxpeño, que se ha encontrado solo en colonizaciones de la selva central (Sevilla, 2003). Las características de algunas de las razas de maíz en la selva peruana son descritas por Salhuana (2004) tomadas de Grobman *et al.* (1961) con contribución por Mangelsdorf y se describen a continuación:

1. Enano: Plantas pequeñas, promedio de altura 1.36 m; muy precoz, de la misma precocidad que las razas más antiguas de la costa: Mochero y Chaparreño; número promedio de hojas 13, largas y angostas; ausencia de macollos; color de la planta verde; fuerte pubescencia y pelos de textura mediana, posición de la mazorca, medianamente alta 83 cm. Mazorca muy pequeña, recortada, de forma esfero cónica, con aproximadamente 16 hileras de granos, irregularmente dispuestos; pedúnculo muy ancho en proporción al diámetro de la coronta; granos pequeños, duros, de color blanco terroso, aleurona incolora; color del centro de la mazorca, 20% rojo y 80% marrón; color de la gluma, 60% marrón y 40% incoloro; lema todas incoloras. Los granos son pequeños y redondeados con endospermo blanco y duro tipo reventón y pericarpio generalmente blanco. Se cultiva en la ceja de selva, a 270 m.s.n.m. en la zona de Madre de Dios y El Beni en Bolivia. Basándose en la morfología externa de la mazorca el Enano se asemeja al Confite Puneño más que a cualquier otra raza, particularmente en la forma y dimensiones de la mazorca y en el tipo y tamaño de los granos, sin embargo, parece ser más tripsacoide.

2. Piricinco: Se caracteriza por presentar plantas de 1.70 m de altura, de color rojo claro, con 13 hojas y florece a los 96 días. Las mazorcas son largas y delgadas con una punta prominente de 30 cm. de largo y 3.5 cm. de diámetro con 10 hileras regulares. Los granos son medianos y redondeados, con endospermo harinoso, blanco. Presenta varias capas de aleurona, de color bronce, naranja o guinda. Pericarpio y coronta generalmente incoloro-blanca. Se ha encontrado el Piricinco en cultivo en las tierras bajas del oriente peruano y en el departamento de Madre de Dios, y en la vasta selva y valles subtropicales de los sistemas de los ríos Urubamba, Huallaga y Ucayali, que son afluentes del Amazonas. La colección más norteña del Piricinco proviene del departamento de Loreto, cerca del origen del río Amazonas. Las formas más características se encuentran en la región San Martín. La altitud de las colecciones típicas de esta raza varía entre 150 y 940 m.s.n.m. El Piricinco es quizá la raza de maíz más ampliamente distribuida desde las vertientes orientales de los Andes Peruanos se extiende hasta el sur en el departamento de Pando, Bolivia y zonas bajas adyacentes, y en una amplia zona de Brasil. El Piricinco fue cultivado originalmente dentro de los grupos tribales aborígenes de la hoya del Amazonas, pero ha sido reemplazado en la selva peruana por tipos de maíces dentados y duros más productivos, de origen costeño y del Caribe.

3. Chimlos: Las plantas son de 3.00 m de altura, de color verde, tienen 12 hojas, son tardías y florecen a los 150 días. Las mazorcas son largas, delgadas y flexibles, cilindro cónicas de 20 cm. de largo y 4 cm. de diámetro, con 14 hileras regulares. Los granos son pequeños y redondeados, endospermo amarillo cristalino, pericarpio incoloro, rojo o variegado, tusa blanca o roja o variegado. El Chimlos en su forma típica se encontró en dos centros principales: a) En el valle subtropical del Urubamba en la Convención, en la región del Cuzco, así como en los pequeños valles ribereños del sistema de la Convención; y b) en las vertientes orientales andinos del departamento de Huánuco, especialmente en el alto valle del Huallaga, cerca de la ciudad de Huánuco. En el centro de la Convención se ha hallado el Chimlos en su forma más típica a una altitud promedio de 1,500 msnm. En Huánuco fue recolectado a 2,250 metros.

4. Alemán: Presenta plantas medianamente altas de 2.70 m de altura de color verde con 11 hojas, de precocidad media florece a los 104 días. Las mazorcas son medianas y cilindro cónicas de 15 cm. de largo y 5 cm. de diámetro, con 14 hileras regulares. Los granos son medianos, endospermo blanco cristalino aleurona y pericarpio incoloro, y tusa blanca. Esta es una raza recientemente introducida durante la segunda mitad del siglo XIX por colonos alemanes en la región de Oxapampa, el Perene y San Ramón. El maíz original fue indudablemente una variedad de la raza Tuxpeño de las regiones de México y el Caribe, que han tenido amplia difusión en el mundo. El Alemán está distribuido en los valles subtropicales de los departamentos de Huánuco y Pasco. Se cultiva a altitudes que van de los 700 a los 2,200 msnm.

5. Chunchu: Presenta plantas altas de 3.00 m de altura, color rojo claro púrpura, con 15 hojas largas y anchas, tallos gruesos y abundantes, raíces adventicias, son tardías y florecen entre los 130 y 140 días. Las mazorcas son medianas y gruesas, cilindro-cónicas, de 18 cm. de longitud, con 6 cm. de diámetro y 16 hileras irregulares. Los granos son medianos, chatos y dentados. Endospermo, amiláceo y de color blanco, raramente cristalino o amarillo. Pericarpio y tusa incoloro-blanco, rojo capa blanca-blanco, rojo capa blanca-rojo, y otras combinaciones. El Chunchu se cultiva en el valle subtropical de la Convención, norte de Macchu-Picchu en el río Urubamba. Esta y otras razas de maíz se cultivan en esa zona en laderas empinadas del valle, entre los 1,300 y los 1,800 metros de elevación; porque las zonas bajas se reservan principalmente para los cultivos de caña de azúcar, cítricos, etc. En

el departamento de Huánuco se han hallado colecciones semejantes a las del Chunchu en altitudes que van de los 2,250 a los 2,700 msnm.

6. Cuban Yellow o cubano amarillo: Las plantas de esta raza tienen de mediana a pequeña estatura 2.50 m, precocidad media florece a los 95 días. Las mazorcas son medianas y cilíndricas de 15 cm. de largo y 5 cm. de diámetro, de 14 a 16 hileras de granos, con mazorcas de posición intermedia en el tallo. Los granos son medianos, el endospermo amarillo cristalino y capa superior generalmente harinosa, pericarpio incoloro y tusa blanca, granos dentados amarillos con capa blanca. Empezando el año 1942, se realizaron introducciones de Cubano Amarillo Dentado en la selva y en las regiones subtropicales del valle del Huallaga por la Estación Experimental Agrícola de Tingo María. Esta raza se ha extendido rápidamente en esta zona y otras regiones de la Hoya Amazónica. Variedades definidas de Cubano Amarillo Dentado en la costa han estado en producción comercial por varios años y recientemente los nuevos híbridos que se distribuyen en las regiones de la costa norte y central contienen considerable germoplasma de esta fuente.

7. Perlilla: Plantas altas de 2.32 m; muy tardía, 162 días a la floración, número de hojas intermedio, hojas grandes; área de la hoja intermedia, inserción de la mazorca mediana, Panoja larga bien ramificada. Mazorca pequeña a mediana, cilíndrica, granos irregularmente dispuestos; granos redondos amarillos, duros. La distribución de esta raza se ha hallado circunscrita a las tierras bajas de Huánuco.

2.7. CONCEPTO DE CARACTERIZACIÓN Y DESCRIPTORES

La caracterización es la evaluación de la presencia, ausencia o grado de especificidad de los caracteres morfológicos, bioquímicos y moleculares, cuya expresión es poco modificada por el ambiente; el registro de estos descriptores es altamente heredable, se ven a primera vista y se expresan en casi todos los ambientes. Accesoión es la muestra viva de una planta o población mantenida en un Banco de Germoplasma para su conservación y/o uso (Salazar *et al.*, 2006).

La caracterización de germoplasma es un proceso que se inicia con la colecta o introducción, y debe finalizar con la publicación y la difusión de la información junto con la semilla, para que pueda ser utilizada por los usuarios. El objetivo principal de esta es describir y dar a conocer el valor del germoplasma (Sevilla y Holle, 2004).

La caracterización permite describir sistemáticamente un cultivar, especie, accesiones, etc., a través de un conjunto de caracteres cualitativos y cuantitativos, denominados “descriptores”. Según Gómez (2006), no todas las formas o caracteres pueden describir consistentemente a las plantas. Hay que elegir caracteres conocidos como: descriptores, codificadores o marcadores morfológicos. Un descriptor es una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión, los descriptores son aplicados en la caracterización y evaluación de las accesiones debido a que ayudan a su diferenciación y a expresar el atributo de manera precisa y uniforme, lo que simplifica la clasificación, el almacenamiento, la recuperación y el uso de los datos (Franco e Hidalgo, 2003).

En la mayoría de plantas cultivadas los órganos más importantes para la descripción adecuada son aquellos menos influenciados por el ambiente. Entre estos órganos quizá los más importantes son la flor y el fruto, le siguen en importancia otros como las hojas, raíces y los tejidos que muchas veces son difíciles de caracterizar (Blas, 1999). Algunos investigadores han hecho sus caracterizaciones solo con los caracteres de fruto como Fernández *et al.* (2010) donde realizan la caracterización en base a 14 caracteres de mazorca y grano, además Vega (2003) caracterizó por medio de la mazorca. Por otro lado, Chavarry (2014) incluye descriptores vegetativos y de mazorca, siendo similares en importancia.

Una descripción precisa permite que el agricultor y el comerciante adquieran una variedad específica o que el productor de semilla genere un producto que reúna un estándar aceptable de calidad y pureza (Smith y Smith, 1989).

2.8. DESCRIPTORES EN MAÍZ Y BANCO DE GERMOPLASMA

Para caracterizar el germoplasma con fines de clasificación racial, se registran una serie de características de planta, hoja panoja y mazorca. Hay descriptores obligatorios que se registran cada vez que se siembra una accesión, y opcionales. Los obligatorios son: altura de planta y mazorca, días a la floración masculina, color, textura de grano y raza (Sevilla y Chura, 1998).

Los programas CIMMYT e IBPGR han considerado alrededor de 55 descriptores, de los cuales se presentan algunos a continuación que se han tomado de la publicación “Descriptores de Maíz” (CIMMYT – IBPGR, 1991). Se toma en cuenta el nombre de la variedad, seguido de la raza, los usos, ubicación: lugar, departamento, provincia, además de la fecha de siembra.

La caracterización morfológica se basa en: (1) días hasta la antesis, número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas ha liberado el polen, (2) altura de la planta en centímetros, se mide desde el suelo hasta la base de la espiga. Después del estado lechoso, (3) altura de la mazorca en centímetros, se mide desde el suelo hasta el nudo de la mazorca más alta. Después del estado lechoso (4) longitud del pedúnculo en centímetros, después del estado lechoso. (5) longitud de la panoja en centímetros, después del estado lechoso. (6) color del tallo, el día que se caracteriza los días a la floración, (7) longitud de la mazorca en centímetros, (8) diámetro de la mazorca en centímetros, (9) número de hileras de granos, (10) textura, tipo del grano, (11) color de grano.

El Banco de Germoplasma no solo tiene muestras de semillas viables de todas las variedades que están en peligro de extinción, sino que tiene una estrategia para devolver la semilla a los agricultores que lo han perdido. Todo el germoplasma de la selva puede concentrarse en una localidad de selva alta, mejor si está a una altura superior a los 1500 msnm (Sevilla y Chura, 1998).

Las colecciones de germoplasma se realizan con la finalidad de: conservar la diversidad de la especie, obtener germoplasma para usarlo en mejoramiento genético o en la búsqueda de nuevas formas no disponibles en los bancos de germoplasma La entrada o accesión es la unidad de conservación, es una muestra de semillas, o de cualquier órgano reproductivo, que

se identifica con un número o código que lo distingue del resto del germoplasma, y que entra o se accesa a un banco de germoplasma (Sevilla y Holle, 2004).

La muestra de semilla recolectada en campo se llama colección; pero cuando dicha muestra es ingresada al banco de germoplasma recibe el nombre de accesión, que es la unidad de conservación. Cada accesión mantiene su individualidad durante el tiempo de almacenamiento y durante el proceso de regeneración, caracterización y evaluación. En 1998 se estimó que, del total aproximado de 3000 accesiones de maíz mantenidas en el Banco de Germoplasma, solo el 20% de ellas representan toda la diversidad del maíz en el Perú; es decir que la colección núcleo está formada por cerca de 600 accesiones (Taba, 1995). Las muestras (o entradas) que llegan a los Bancos de Semillas suelen proceder de recolecciones, pero pueden también provenir de donaciones o intercambios con otras instituciones, lo que asegura la existencia de duplicados del material en distintos centros, como medida de seguridad ante eventuales pérdidas (Pita y Martínez, 2001).

El principio básico para la conservación de las semillas es mantenerlas con un bajo contenido de humedad y a bajas temperaturas, condiciones que reducen la actividad metabólica, y con ella la intensidad de los procesos implicados en la pérdida de viabilidad y vigor de las semillas (Pita y Martínez, 2001)

2.9 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La taxonomía numérica surgió en los años 60 (Sokal y Sneath 1963; Sneath y Sokal 1973) por la necesidad de ampliar los esquemas tradicionales de la sistemática de los seres vivientes. En líneas generales, la taxonomía numérica intenta construir clasificaciones naturales, basadas en la semejanza fenotípica de los individuos (o de las clases), que se valora partiendo de una adecuada elección de un coeficiente de similaridad (Cuadras, 1982).

En el “boletín técnico n°8”, Franco e Hidalgo (2003) describen algunas nociones básicas para orientar al investigador en el análisis estadístico de datos para la caracterización morfológica. Esta guía es muy parecida al planteamiento de un trabajo de caracterización morfológica por González-Andrés (2001) y similar a los pasos utilizados por Crisci y López (1983) para calcular la afinidad de unidades taxonómicas:

Los pasos elementales utilizados en diferentes técnicas numéricas son los siguientes:

- a) Elección de las unidades: Se eligen los organismos a estudiar y se definen las unidades a clasificar denominadas “unidades taxonómicas operativas” (OTU), también es conocido como unidad básica de caracterización (UBC).
- b) Elección de los caracteres: se eligen los caracteres que describan a las OTU y se registra el estado de los caracteres presentes en ellas.
- c) Construcción de una matriz básica de datos: con la información obtenida en los pasos anteriores se construye una matriz básica de datos (MBD) de OTU por estados de los caracteres.
- d) Obtención de un coeficiente de similitud para cada par posible de OTU: a base de la MBD y utilizando un coeficiente adecuado a los datos que contiene, se calcula la similitud para cada par posible de las unidades taxonómicas. Esto se utiliza en el Análisis de Conglomerados.
- e) Construcción de la matriz de similitud: con los valores de similitud calculados en el paso anterior se construye una matriz de similitud OTU por OTU. Esto se utiliza en el Análisis de Conglomerados.
- f) Conformación de grupos: a base de la matriz de similitud del paso anterior mediante la aplicación de distintas técnicas se obtiene la estructura taxonómica del grupo en estudio.
- g) Generalizaciones: se formulan las generalizaciones acerca de taxones, tales como; elección de caracteres discriminativos, relación entre los organismos, inferencias acerca de los taxones, etc.

El Análisis de componentes principales es utilizado en caso se tenga que reducir los valores originales.

2.9.1. ANALISIS MULTIVARIADO

Una manera de clasificar accesiones de maíz e identificar accesiones que tienen alto potencial de utilidad para propósitos específicos de genética y mejoramiento es el análisis multivariado.

El análisis de varias variables, o análisis multidimensional, o análisis multivariado no es más que el conjunto de métodos estadísticos que tienen por objeto el estudio de las relaciones existentes entre varias variables dependientes o interdependientes que han sido medidas sobre los mismos individuos (Dagnelie, 1975)

Según Dallas (2000) y Peña (2002) el análisis multivariado es una herramienta que tiene como objetivo principal resumir grandes cantidades de datos por medio de pocos parámetros (simplificación). En términos generales, el análisis multivariado se refiere a todos aquellos métodos estadísticos que analizan simultáneamente medidas múltiples (más de dos variables) de cada individuo. En sentido estricto, son una extensión de los análisis univariados (análisis de distribución) y bivariados (clasificaciones cruzadas, correlación, análisis de varianza y regresiones simples) que se consideran como tal si todas las variables son aleatorias y están interrelacionadas (Hair *et al.*, 1992).

El análisis multivariado permite la confrontación entre numerosas informaciones, lo que es mucho más provechoso que su examen por separado. Extraen las tendencias más sobresalientes de datos demasiado numerosos, jerarquizándolos y eliminando los efectos marginales o puntuales que perturban la percepción global de los hechos (Escofier y Pagès, 1992).

En la caracterización de recursos fitogenéticos el análisis multivariado se puede definir como un conjunto de métodos de análisis de datos que tratan un gran número de mediciones sobre cada accesión del germoplasma. Su virtud principal consiste en permitir la descripción de las accesiones tomando en cuenta simultáneamente varias características, sin dejar de considerar la relación existente entre ellas (Hair *et al.*, 1992).

Además, Bramardi (2002) puntualiza que para el caso del análisis de datos resultantes de caracterización de recursos genéticos vegetales (colecciones de germoplasma), el problema

es representar geoméricamente, cuantificar la asociación entre individuos y clasificarlos respecto a un conjunto de variables, las cuales pueden ser cuantitativas, cualitativas o la combinación de ambas. Teniendo en cuenta los objetivos que se desean alcanzar, este investigador clasifica los métodos multivariados en dos grandes grupos. El primero se denomina de ordenación y permite arreglar y representar gráficamente el material en estudio en un número reducido de dimensiones. El segundo se denomina de clasificación y permite la búsqueda de grupos similares lo más homogéneos posible para clasificar los elementos en estudio.

a. Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales forma parte de los métodos de análisis multivariante, cuyo objetivo principal es el estudio de la diversidad genética de una colección de individuos. A esto se le añade la posibilidad de conocer los caracteres que más contribuyen a la variabilidad entre los diferentes genotipos estudiados (Fundora *et al.*, 1988).

El análisis de componentes principales se utiliza solo o conjuntamente con métodos de clasificación. Ocupa un lugar primordial entre los métodos de análisis de datos, fundamentalmente debido a las representaciones geométricas de los mismos que transforman en distancias euclideas las proximidades estadísticas entre los elementos (Escofier y Pagès, 1992). Proporciona al investigador una comprensión clara de cuales de las variables podrían actuar juntas y cuantas de las variables realmente se puede esperar que tengan un impacto en el análisis, da la base para crear una nueva serie de variables que incorporan el carácter y naturaleza de las variables originales en una cantidad de nuevas variables más reducidas (Hair *et al.*, 2001).

El análisis de componentes principales considera la varianza total y estima los factores que contienen proporciones bajas de la varianza única y en algunos casos la varianza de error, es apropiado cuando el interés primordial se centra en la predicción o el mínimo número de factores necesarios para justificar la porción máxima de la varianza representada en la serie de variables originales (Hair *et al.*, 2001). La idea básica consiste en describir la dispersión de “n” puntos en “p” dimensiones del espacio. Se introducen unas nuevas coordenadas lineales ortogonales, de manera que las varianzas de los puntos originales con respecto a las coordenadas derivadas, disminuya en orden de magnitud (Gnanadesikan, 1977).

En muchas ocasiones es difícil encontrar el significado de las componentes, como variables compuestas, por lo que el uso principal de la técnica es la reducción de la dimensión como paso previo a la aplicación de otros análisis posteriores como, por ejemplo, un análisis de agrupamiento con el objeto de encontrar *clusters* en los datos o con el objeto de contrastar similitudes o diferencias entre los individuos (Peña, 2002). Aún no se ha desarrollado una base cuantitativa exacta para decidir el número de factores a extraer. No obstante, en general se utilizan los siguientes criterios para la extracción del número de factores: criterio de raíz latente, criterio a priori, criterio de porcentaje de la varianza, criterio de contraste de caída y heterogeneidad de la muestra. Si se emplean pocos factores, no se revela la estructura correcta y pueden omitirse importantes dimensiones. Si se mantiene demasiados factores, las interpretaciones resultan más difíciles cuando se rotan los resultados. Es una excepción cuando el análisis de factores se emplea en exclusiva para la reducción de datos y se especifica la extracción de un nivel conjunto de varianza. El investigador debería siempre esforzarse en conseguir el conjunto de factores lo más representativo y parsimonioso posible (Hair *et al.*, 2001).

b. Análisis de conglomerados

Los orígenes del análisis de conglomerados suelen situarse a principios del siglo XX. Más concretamente, en los años treinta, en aplicaciones realizadas en el área de la biología y la botánica, con finalidad eminentemente clasificatoria o taxonómica: la obtención de taxonomías de especies animales y vegetales en familias, en función de su similaridad: los pertenecientes a un mismo grupo debían caracterizarse por ser muy semejantes entre si y diferentes a las otras agrupaciones (Cea, 2002).

El método de conglomerados (*cluster*) es un procedimiento ampliamente utilizado en Biología y se caracteriza por ser monótono, combinatorio, compatible y por no producir efectos de distorsión en el espacio (Cuadras, 1982). En general, el análisis *cluster* implica dos etapas. La primera es la medida de alguna forma de la similitud o asociación entre las entidades para determinar cuántos grupos existen en realidad en la muestra. La segunda es describir las personas o variables para determinar su composición (Hair *et al.*, 2001). Los índices de similitud o disimilitud deben ser aplicados de acuerdo a la naturaleza de los datos y al objetivo de la caracterización (Núñez y Escobedo, 2011).

Los datos pueden ser de doble estado, obtenidos cuando solo presentan en la característica dos posibilidades de respuesta. Los datos multi-estado, son datos cualitativos, y a diferencia de los de doble estado, presentan más de dos posibilidades de respuesta; los datos nominales son aquellos con más de dos posibilidades de respuesta pero que no llevan un orden lógico, por otro lado, los datos ordinales, al tener más de dos posibilidades de respuesta, pueden ser ordenados con una secuencia lógica (Núñez y Escobedo, 2011).

Este método es principalmente utilizado para la formación de grupos de Unidad Básica de Caracterización (UBC) con características similares a partir de las similitudes o disimilitudes que se presentan entre pares de estas UBC en n características evaluadas (Johnson, 1998). Se define la distancia entre dos grupos como el promedio de las distancias entre todos los pares de casos en que un miembro del par está en cada uno de los grupos (Cuadras, 1982). Los índices de disimilitud, mejor conocidos como distancias, están basadas en planos euclidianos n -dimensionales (Lindgren, 1968). Las distancias están desarrolladas para aplicarse a datos multi-estado con secuencia lógica y a los datos cuantitativos; La distancia más básica es la euclidiana que se basa en el teorema de Pitágoras (Núñez y Escobedo, 2011). La distancia euclídea entre los puntos "i" y "k" es considerada como una medida de la distancia entre las poblaciones "i" y "k" que representan. La fórmula general es:

$$D_{jk} = (\sum_{i=1}^n (X_{ij} - X_{jk})^2)^{1/2}$$

Donde:

D_{jk} : Distancia Euclidiana entre los individuos "j" y "k".

X_{ij} : Valor del i-ésimo carácter en el individuo "i".

X_{jk} : Valor del j-ésimo carácter en el individuo "k".

n: Número de caracteres

En la segunda etapa para poder describir las variables es necesario el agrupamiento. Se han establecido dos tipos: los jerárquicos y los no jerárquicos. Los jerárquicos, comúnmente utilizados, trabajan sobre la matriz de similaridad construida a partir de las medidas de asociación aplicada a los datos; el resultado final es un árbol jerárquico o dendrograma (también conocido como fenograma) que identifica relaciones entre las entidades agrupadas. Los no jerárquicos tienen el inconveniente de no tener un centro fijo, por lo que el investigador tiene que poseer un amplio conocimiento sobre la especie y el método a utilizar para fijar la raíz correcta del árbol (Anderberg, 1973).

La técnica más utilizada de entre los diferentes tipos de promedios que hay es la media aritmética no ponderada UPGMA (“Unweight Pair Group Method Using Arithmetic Average”) (Crisci y López, 1983), donde el recálculo de la matriz de distancias o de índices de similitud se hace promediando los valores de las distancias o de los índices de similitud de las UBC’s del nudo o grupo con el de las otras UBC que es lo matemáticamente más lógico para el recálculo de la matriz (Núñez y Escobedo, 2011).

El dendrograma es un diagrama arborescente que muestra la relación en grado de similitud entre dos OTU o grupos de OTU, los valores de similitud se expresan en una escala, los OTU se colocan en el extremo derecho y da origen cada una a un eje horizontal, los que unirán mediante ejes verticales (Centro Internacional de la Papa, 2002).

La altura de corte de los árboles para definir el número correcto de grupos, para lo cual no existen estadísticos exactos sólo algunas pruebas pseudoestadísticas. Sin embargo, estas pruebas son difíciles de calcular y no siempre fáciles de interpretar. Por lo que el investigador debe saber cómo cortar su gráfica de árbol o dendrograma. En este sentido, lo más sencillo es poner una línea recta en alguna parte de dendrograma y contabilizar el número de grupos que se obtienen e ir corroborando su parecido dentro de grupos y entre ellos con otros métodos como el análisis discriminante canónico (Núñez y Escobedo, 2011).

Chavarry (2014), realizó una caracterización morfológica de una muestra de 118 accesiones de maíces peruanos del Banco de Germoplasma de la UNALM. Para ello utilizó el método de análisis de componentes principales (ACP) y el análisis de conglomerados para 18 caracteres. En el primer caso determinó los descriptores que contribuyen más en la formación de sus cuatro componentes principales, estos fueron: altura de planta, altura de mazorca, nudo de inserción de la mazorca, número total de hojas, número de hojas sobre la mazorca, área foliar, color de tallo, longitud de mazorca, diámetro superior de mazorca, diámetro inferior de mazorca, diámetro medio de mazorca y número de hileras por mazorca; además los que contribuyeron menos fueron: longitud de panoja, porcentaje de conicidad de mazorca y disposición de hilera. En el análisis de conglomerados, los grupos formados no coinciden con la clasificación racial de la observación, debido a que la raza a la que pertenece cada accesión se determinó usando pocos caracteres altamente heredables. El autor recomienda usar otros descriptores de mazorca como color de mazorca, textura de grano y color de grano.

Por otro lado, Vega (2003), realizó una caracterización de la mazorca y seleccionó la variedad de maíz PMS-636 en la sierra central del Perú. En este trabajo tomo algunos caracteres de la mazorca de los cuales el número de granos por hilera y longitud de mazorca resultaron más variables a diferencia del número de hileras que fue más estable.

Además Ruiz de Galarreta (1999), agrupó 100 muestras de diferentes poblaciones locales de maíz del Banco de Germoplasma en Zaragoza mediante caracteres morfológicos y parámetros ambientales, obteniendo como resultado con el método de Análisis de Componentes Principales caracteres que discriminan en su formación: para el primer componente contribuyeron los caracteres vegetativos de planta: altura, número de hojas, altura y nudo de inserción de la mazorca, área de la hoja, longitud y número de ramificaciones del pendón (panoja) y los caracteres de ciclo: floración femenina y unidades térmicas. Los diámetros de mazorca, el número de filas y la proporción de zuro (marlo) tuvieron también un efecto importante en este componente. En el segundo componente principal predominaron los efectos relacionados con caracteres de mazorca como conicidad, longitud de mazorca y número de granos por fila. Los caracteres morfológicos que han tenido una mayor importancia en la clasificación fueron algunos vegetativos como área de la hoja, ramificaciones del pendón (panoja) y altura de planta; y caracteres de mazorca como conicidad, número de filas (hileras), proporción de zuro (tusa) y longitud.

Para Ortiz (1985) las características morfológicas, usadas en la clasificación racial de la sierra del Perú, con mayor valor como descriptor son los caracteres de grano y mazorca principalmente, y para Vega (1972) las características de mazorca fueron las que más discriminaron las colecciones de maíz.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA EXPERIMENTAL

3.1.1. Ubicación geográfica

El ensayo se realizó en el fundo Santa Teresa del Instituto Regional de Desarrollo (IRD) - Selva de la Universidad Nacional Agraria La Molina en el distrito de Río Negro de la provincia de Satipo – Junín. De coordenadas geográficas 10°39'35" y 12°43'11" de latitud sur y 73°23'32" y 76°30'01" de longitud oeste a una altitud de 810 m.s.n.m.

3.1.2. Características climatológicas

En la tabla 2 se presentan los datos meteorológicos de toda la campaña de maíz entre los meses de junio a noviembre del 2014. Los requerimientos hídricos fueron oportunos para las diferentes etapas del cultivo, así como también la temperatura fue adecuada para el normal desarrollo. Los datos fueron obtenidos de la estación experimental Davis del fundo Santa Teresa - Satipo.

Tabla 2: Datos meteorológicos registrados durante el manejo del maíz en campo.

Periodo (2014)	Temperatura (°C)			Porcentaje de humedad (%)	Precipitación (mm)	ET (mm)
	Promedio	Alta	Baja			
Junio	22.51	28.48	19.02	81.50	42.60	80.44
Julio	21.84	28.25	17.89	82.39	160.80	88.66
Agosto	22.46	29.79	17.62	78.16	33.80	104.76
Setiembre	22.82	29.97	18.67	81.42	174.60	95.63
Octubre	23.24	30.45	19.31	80.86	70.00	102.63
Noviembre	23.55	29.84	19.87	81.96	121.20	102.33

Fuente: Elaboración propia.

ET: Evapotranspiración.

3.1.3. Características del suelo

El suelo del campo experimental, según el análisis realizado en el Laboratorio del Análisis de Suelo y Aguas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, tiene una textura franca – arenosa, presenta un pH de 5.82, es decir un suelo moderadamente ácido, su conductividad eléctrica de 0.05 dS/m, muestra que es un suelo sin problemas salinos. El contenido de carbonato de calcio es de 0.00%.

El porcentaje de materia orgánica es medio: 3.21%, el fósforo disponible es bajo, de 4.8 ppm, y el potasio disponible es alto de 225 ppm. El CIC es medio de 12.74 meq/100g y el porcentaje de saturación de bases es medio con 44%.

Tabla 3: Características del suelo del área experimental ubicado en Rio Negro – Satipo (Junín).

pH (1:1)		5.82
CE (1:1) dS/m		0.05
CaCO₃ %		0.00
M.O. %		3.21
P ppm		4.8
K ppm		225
Clase textural		Franco arenoso
CIC		12.74
Cationes Cambiables	Ca⁺²	4.18
	Mg⁺²	1.12
	K⁺	0.29
	Na⁺	0.04
	Al⁺³ + H⁺	0.20
Suma de Cationes		5.83
Suma de Bases		5.63
% de Saturación de Bases		44

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 Material genético:

El material genético pertenece al Banco de Germoplasma del Programa de Investigación y Proyección Social en Maíz de la Universidad Nacional Agraria de La Molina. Las muestras de semilla de todas las variedades de maíz del Perú han sido recogidas del campo de agricultores y se guardan en condiciones controladas de humedad y temperatura.

Las accesiones provienen de diferentes zonas de la selva: San Martín (122), Madre de Dios (39), Loreto (34), Cuzco (29), Ucayali (24), Junín (23), Cajamarca (20), Pasco (21), Huánuco (16), Amazonas (14) y Ancash (3). En total son 345 muestras, esto se puede observar en el anexo.

3.2.2. Materiales de campo

- Tractor y herramientas de laboreo.
- Fertilizantes e insecticidas.
- Cal.
- Cordel sembrador.
- Estacas y etiquetas.
- Sacos de tela.
- Regla graduada en centímetros de tres metros.
- Cámara fotográfica.
- Tablero
- Lápiz
- Jilote
- Grapas
- Bolsas kraft
- Clips
- Engrapador

3.2.3. Materiales de gabinete

- Pie de rey
- Balanza digital
- Manual de evaluación.

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Preparación de terreno

El suelo debe estar bien preparado para que la semilla pueda tener una adecuada germinación y emergencia, luego el desarrollo radicular con facilidad, para ello el suelo debe estar bien mullido con el propósito de que tenga buena aireación y humedad.

Para la preparación del terreno se llevó a cabo un arado del suelo hasta 35 cm de profundidad para voltear el terreno, luego se pasó la rastra pesada con el fin de desterronar y nivelar el suelo. Por último, se realizó el surcado del campo cuyas dimensiones de cada surco fueron 0.80 m de ancho y luego se realizaron cortes del surco cada 10 m de largo para sus calles.

3.3.2. Siembra

La siembra se efectuó el 21 de junio del 2014, en el fondo de surco con un distanciamiento entre golpe de 0.40 m, cada golpe fue de tres semillas y cada accesión estaba constituida por un surco de 10 m de largo distanciados a 0.80 m entre surcos, quedando 25 golpes/hilera.

3.3.3. Manejo agronómico

El manejo agronómico y control fitosanitario se realizó de acuerdo al requerimiento del cultivo.

a. Fertilización: La fertilización edáfica se realizó una sola vez el 8 de julio del 2014 para ello se utilizó 100 kg de urea, 100 kg de fosfato diamónico y 50 kg de cloruro de potasio para un área de aproximadamente 3000 m². Es decir, 210 kg/ha N, 150 kg/ha P₂O₅, 100 kg/ha CIK.

b. Control de malezas: Se realizó control mecánico mediante el deshierbo manual con el uso de lampas en dos ocasiones.

c. Control de insectos: Se realizó nueve controles químicos debido a la alta incidencia de *Spodoptera* (cogollero). La primera aplicación se realizó el 30 de junio del 2014 y las siguientes con una frecuencia de una vez por semana hasta su última aplicación el 28 de agosto del 2014. El primer control químico fue de Clorpirifos 0.25 L/200L. La segunda aplicación fue de Metomil 0.1kg/200L. La tercera aplicación fue de Cipermetrina

0.25kg/200L. La cuarta y quinta aplicación se realizó con Metomil 0.3kg/200L cada una y las últimas cuatro aplicaciones consistieron en Metomil 0.6kg/200L más Cipermetrina 0.5 L/200L.

d. Riego: Se realizó un riego dirigido con mochila agrícola luego de la siembra el 4 de julio del 2014. Las siguientes etapas del cultivo fueron en secano, pues las precipitaciones aumentaron a partir del mes de setiembre.

e. Manejo cultural: Se realizó un desahije el primero de agosto del 2014, manteniendo dos plantas por golpe, las más vigorosas, dejando 50 plantas por surco. Además, se realizó un aporque el 8 de agosto del 2014 para evitar el tumbado de las plantas (acame) en su posterior fructificación.

f. Cosecha: La cosecha se realizó el 27 de noviembre del 2014 cuando todas las plantas llegaron a la etapa de madurez fisiológica. La recolección fue manual y de forma individual, cosechando solo aquellas mazorcas que habían sido cruzadas planta a planta (hermanos completos) y que estaban cubiertas con bolsas de papel kraft, las cuales fueron colocadas en sacos de tela con su respectivo número que representa la parcela.

3.3.4. Parcela experimental

El área experimental estuvo constituida por 346 surcos de 10 m de largo y 0.80 m de ancho, el distanciamiento entre golpe de 0.40 m con cada golpe de dos plantas y cada accesión estuvo constituida por un surco con 25 golpes/hilera. El número de accesiones fue de 345, un surco para cada accesión, excepto el surco número 335 que fue eliminada por no tener ninguna accesión en ella, por eso las parcelas fueron enumeradas hasta el 346. El área total del experimento fue de 2 760 m².

3.3.5. Caracteres morfológicos evaluados

Se seleccionaron 14 caracteres del manual de descriptores propuesto por el CIMMYT – IBPGR (1991), de los cuales nueve fueron cuantitativos y cinco fueron cualitativos. Los caracteres evaluados en campo fueron cuatro cuantitativos: días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta y de mazorca, las evaluaciones se realizaron en 10 plantas tomadas al azar.

Además, la evaluación de las características morfológicas de las mazorcas y granos del maíz, se realizaron en las instalaciones del Programa de Investigación y Proyección Social (PIPS)

en maíz de la UNALM, cinco cualitativos y cinco cuantitativos, se evaluaron aquellas mazorcas cruzadas manualmente para conservar las características de la accesión.

Los caracteres morfológicos o descriptores utilizados en el presente estudio se presentan a continuación:

a. Descriptores cuantitativos:

- **Floración masculina**, se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 por ciento de las plantas de la parcela emitieran el polen (floración).
- **Floración Femenina**, se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 por ciento de las plantas de una parcela tuvieron estigmas de 2 a 3 cm de largo.
- **Altura de planta**, se tomó al azar 10 plantas y se midió la distancia desde la base de la planta (superficie del suelo) hasta el punto donde nace la primera espiga de la panoja.
- **Altura de mazorca**, para las mismas 10 plantas evaluadas en altura se midió la distancia desde la base de la planta (superficie del suelo) al nudo donde nace la mazorca superior.
- **Longitud de la mazorca**, en 10 mazorcas se midió desde la base hasta el ápice de la mazorca.
- **Diámetro de la mazorca**, en 10 mazorcas se midió la parte central de la mazorca.
- **Número de hileras**, en cada una de las 10 mazorcas se contó el número de hileras.
- **Número de granos por hilera**, en 10 mazorcas se contó los granos de dos hileras de cada mazorca y se tomó el promedio de las dos hileras.
- **Peso de grano**, se pesaron 1000 granos con un 14 por ciento de humedad. Luego se promedia a un aproximado el valor del peso de cada grano.

b. Descriptores cualitativos:

- **Tipo de grano o textura:** Harinoso (HR), dentado (DE), semi dentado (SD), duro o corneo (FT), semi duro (SF), reventón (PP), dulce (SW), harinoso duro (HF).

- **Color del grano:** Amarillo (AM), blanco (BL), anaranjado (NA), rojo (RO), rojo variagado (RV), rojo mosaico (RM), marrón (MA), marrón mosaico (MM), marrón variagado (MV), purpura (PR), naranja capablanca (NB), amarillo limón (AL), marrón rojo (MR), marrón claro (MC), morado (MO), púrpura moteado (PM), granate (GR), negro (NE), salmón (SL), salmón capablanca (SB), rojo capablanca (RB), salmón moteado (SM), crema (CR).

- **Disposición de hileras,** se evaluó la forma en la que están dispuestos los granos en la mazorca, estas fueron: (1) Regular, (2) Irregular, (3) Recta, (4) Espiral.

- **Color de marlo,** también llamado tusa o coronta, en cada una de las 10 mazorcas se determinó el color del marlo: blanco (BL), rojo (RO), marrón (MA), morado (MO), negro (NE), rojo claro (RC), marrón claro (MC), amarillo (AM), anaranjado (NA).

- **Sanidad de mazorca,** Se evaluó su estado físico en base a observación: (1) Mazorcas fuertemente afectadas, (2) Mazorcas con daño moderado, (3) Mazorcas con daño regular, (4) Mazorcas con daños mínimos, (5) Mazorcas sin daño aparente.

3.4. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

El primer paso en cualquier proceso clasificatorio consiste en elegir las unidades a clasificar, es decir las UBC. La elección de la unidad de estudio entre esas entidades dependerá en gran medida, de la estrategia y los objetivos del trabajo taxonómico (Crisci y López, 1983), esta última afirmación coincide mucho con González – Andrés (2001) que posteriormente definieron la Unidad Básica de Caracterización (UBC) como la unidad básica del objeto (planta, animal o entidad) que se va a describir y que a su vez será empleada para lograr el objetivo de la caracterización, en este caso accesiones de maíz. Luego se eligieron los caracteres, estos caracteres ya sean observados o medidos son atributos diferenciales, en los cuales cada individuo de cualquier clase debe diferir al menos en un atributo, con cada

individuo de cualquier otra clase (Sevilla y Holle, 2004). Se espera que las características visibles de una especie sean más o menos homogéneas. Por tanto, los descriptores se pueden diferenciar de acuerdo con el estado que presentan, lo cual es conocido como ‘estados del descriptor’ y se registran mediante escalas de valor (Franco e Hidalgo, 2003). En esta investigación los datos cualitativos son nominales, es decir sin secuencia, mientras los datos cuantitativos se presentan en dos tipos: discretos (discontinuos) y continuos.

La matriz básica de datos (MBD) se construye a partir de la información que se obtiene en la caracterización y evaluación de especies. Consiste en un arreglo en forma de cuadrícula con tantas filas como accesiones existentes (**n**) y una columna para cada variable (**p**). La construcción de la MBD es fundamental porque constituye el punto de partida o materia prima para la aplicación de las herramientas estadísticas (Franco e Hidalgo, 2003).

3.4.1. Análisis estadísticos básicos

El análisis de datos tiene el propósito de reducir el volumen de información característico en trabajos de esta naturaleza. Mediante la aplicación de estos métodos sobre la MBD es posible obtener conclusiones acerca de la variabilidad y la utilidad del germoplasma, por tanto, los datos deben representar fielmente las características y el comportamiento de las accesiones (Franco e Hidalgo, 2003)

Los análisis estadísticos simples permiten estimar y describir el comportamiento de las diferentes accesiones en relación con cada carácter con sus respectivas unidades como lo son el promedio, la media aritmética, máximos, mínimos, además de otros análisis sin unidades como desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV) y se utilizan en el análisis de datos cuantitativos, estos se aplicaron a partir de la matriz básica de datos, usando Excel como herramienta para calcular con las fórmulas del programa. Para el análisis cualitativo se utilizó la moda, es decir la característica de mayor frecuencia.

3.4.2. Análisis de componentes principales (ACP)

Para este método de ordenación se utilizó el programa MINITAB 17 se construyó una matriz básica de datos de tamaño 332 x 14, es decir 332 accesiones x 14 descriptores. Inicialmente el número de entradas fue de 345, pero en el proceso de evaluación se desestimaron algunas muestras.

El análisis de componentes principales se realizó mediante correlaciones, debido a que las unidades de cada variable son distintas.

Según González-Andrés (2001), en un ACP las UBC se representan en un espacio bi- o tri-dimensional sobre unos ejes de coordenadas que son los componentes principales (CP). Estos recogen un determinado porcentaje de variabilidad total y son una combinación lineal de los diferentes caracteres utilizados en el estudio, de tal manera que cada uno de esos caracteres contribuyó en diferente proporción a cada uno de los componentes.

La contribución de las variables a cada componente principal se expresó en valores y vectores propios. El valor propio representa la varianza asociada con el componente principal y decrece a medida que se generan estos componentes. En cambio, el vector propio contiene los coeficientes de las combinaciones lineales de las p variables originales (Franco e Hidalgo, 2003)

Para calcular el número de factores a ser extraídos se tomó en cuenta tres criterios descritos por (Hair *et al.*, 2001): primero, el criterio de raíz latente donde cualquier factor individual debería justificar la varianza de por lo menos una única variable. Por tanto, solo se consideran los factores que tienen raíces latentes o autovalores mayores que 1, también conocido por el criterio de Kaiser en 1960 citado por López e Hidalgo (1994) el cual consiste en la selección de componentes cuyo valor propio sea ≥ 1 . El segundo es el criterio de porcentaje de varianza es una aproximación que se basa en obtener un porcentaje acumulado especificado de la varianza total extraída. El propósito es asegurar una significación práctica de los factores derivados, asegurando que explican por lo menos una cantidad especificada de la varianza. Cliff en 1987 citado por López e Hidalgo (1994), indicó que se deben considerar como aceptables los componentes cuyos valores propios expliquen un 70 por ciento o más de la varianza total. Y por último el criterio de contraste de caída, se utiliza para identificar el número óptimo de factores que pueden ser extraídos antes de que la cantidad de la varianza única empiece a dominar la estructura de la varianza común. Se estima el contraste de caída con el trazo de raíces latentes en función del número de factores en su orden de extracción y se utiliza la forma de la curva consiguiente para evaluar el punto de corte.

3.4.3. Análisis de conglomerados

Los componentes principales extraídos funcionan como base para el análisis de conglomerados, el método para el cálculo de la similitud entre las UBC es el UPGMA o “Media aritmética no ponderada”

Para este método de agrupamiento se utilizó el programa NTSYS (Numerical Taxonomy System) versión 2.1. El primer paso fue estandarizar las variables, la conversión de cada variable a unas puntuaciones estándar, restando la media y dividiendo por la desviación típica de cada variable, así es mucho más fácil comparar entre las variables en la medida que están en la misma escala, además no existe diferencia entre los valores estandarizados cuando solo cambia la escala (Hair *et al.*, 2001). Este método es principalmente utilizado para la formación de grupos de Unidad Básica de Caracterización (UBC) con características similares a partir de las similitudes o disimilitudes que se presentan entre pares de estas UBC en n características evaluadas (Johnson, 1998). Se realizó un examen de la matriz de similitud para localizar el valor de similitud más alto lo que conduce a la formación del primer núcleo (González-Andrés, 2001) y se combinan las características en una medida de similitud calculada para todos los pares de objetos. Se utilizó como medida de distancia, la distancia euclidiana, se utiliza para calcular medidas específicas tales como la distancia simple Euclidea, es la longitud de la hipotenusa de un triángulo rectángulo (Hair *et al.*, 2001).

Luego se utilizó un método jerárquico para agrupar las UBC, los que consisten en la construcción de una estructura en forma de árbol, en la aglomeración cada objeto u observación empieza dentro de su propio conglomerado, los dos conglomerados más cercanos se combinan en un nuevo conglomerado agregado. Eventualmente, todos los individuos se agrupan en un único conglomerado (Hair *et al.*, 2001). Para desarrollar conglomerados el método más habitual es la media aritmética no ponderada UPGMA (“Unweight Pair Group Method Using Arithmetic Average”), según González-Andrés (2001), en este método las UBC se incorporan a grupos o núcleos ya formados, teniendo en cuenta que el valor de la similitud entre las UBC candidatos a incorporarse y el grupo o núcleo, es igual a una similitud promedio resultante de los valores de similitud entre el candidato y cada uno de los integrantes del grupo o núcleo.

La representación se denomina dendrograma o gráfica en forma de árbol (Hair *et al.*, 2001). Se trazó un corte lineal perpendicular a la distancia genética en un eje en las abscisas que empieza desde cero, la distancia representa la proximidad de las accesiones con respecto a las demás, este corte determina el número de grupos o conglomerados formados. Se trazó una línea recta imaginaria aproximadamente a la mitad del dendrograma, luego se contabilizaron el número de grupos que se obtuvieron y se fueron corroborando su parecido dentro de grupos, la línea recta se trasladaba hasta quedar conforme según el número de grupos y la similitud de las accesiones. Se debe asegurar una alta semejanza de las

características morfológicas de las accesiones contenidas en los grupos (Núñez y Escobedo, 2011). También Chavarry (2014) tomó el valor de la distancia en donde se ha trazado la línea de manera que las accesiones agrupadas dentro de un mismo *cluster* guarden algunas características en común.

3.4.4. Clasificación racial

Se realizó la clasificación racial de cada accesión por medio de la observación fenotípica de la mazorca, es decir, a las mazorcas de cada accesión se le asignó su raza, esta asignación es empírica, pues se basó en la experiencia y conocimiento del personal capacitado del Programa de Maíz de la UNALM.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS BÁSICOS

Se observan los nueve caracteres cuantitativos (tabla 4) con sus valores de la media, desviación estándar, valores mínimos y máximos, y su coeficiente de variabilidad de 332 accesiones de maíz. Los días a floración masculina variaron entre 48 y 81 días después de la siembra, con un promedio de 71 ± 6.05 días. Los días a floración femenina variaron entre 56 y 85 días después de la siembra, con un promedio de 75 ± 5.21 días. La altura de planta en centímetros fue entre 191 y 355, su promedio de 278 ± 26.17 cm. La altura de mazorca fue entre 116 y 263 cm, con un promedio de 188 ± 28.48 cm. La longitud de mazorca varió entre 11 y 34 cm, con un promedio de 18.7 ± 3.41 cm. El ancho de mazorca varió entre 3.0 y 7.0 cm, con un promedio de 4.55 ± 0.54 cm. Los valores mínimos y máximo del número de hileras por mazorca fueron entre 7 y 18 respectivamente, con un promedio de 14 ± 1.71 hileras. El número de granos por hilera fluctuó entre 21 y 52, con un promedio de 33 ± 4 granos, además el peso de cada grano varió entre 0.16 y 0.6 gramos, con un promedio de 0.32 ± 0.05 gramos. El coeficiente de variabilidad va entre 7-18 por ciento, es decir menor a 50 por ciento, por lo tanto, tienen baja dispersión. Presenta mayor porcentaje en longitud de mazorca con 18 por ciento de variabilidad, seguido de la altura de mazorca con 15 por ciento, además el número de granos por hilera y peso de cada grano con 14 por ciento respectivamente, ancho de mazorca y número de hileras con la misma variación del 12 por ciento, días de floración masculina y altura de planta con cada uno 9 por ciento y días de floración femenina con 7 por ciento. Por tanto, el carácter días a floración femenina tiene más observaciones homogéneas.

Tabla 4: Caracteres cuantitativos y sus respectivas medias, desviación estándar, valores máximos y mínimos, y porcentaje de coeficiente de variabilidad de 332 accesiones de maíz.

Caracteres	Media	Desviación Estándar	Valor mínimo	Valor máximo	CV (%)
Días a floración masculina	71	6.05	48	81	9
Días a floración femenina	75	5.21	56	85	7
Altura de planta (cm)	278	26.17	191	355	9
Altura de mazorca (cm)	188	28.48	116	263	15
Longitud de mazorca (cm)	18.7	3.41	11	34	18
Ancho de mazorca (cm)	4.55	0.54	3	7	12
Número de hileras	14	1.71	7	18	12
Número de granos por hilera	32	4.39	21	52	14
Peso de cada grano (g)	0.32	0.045	0.16	0.6	14

CV (%): Coeficiente de variación en porcentaje.

Los descriptores cualitativos (Tabla 5) se analizaron por medio de la moda, siendo las características con mayor frecuencia las más representativas. Además, para poder ser analizadas en el programa, las características tuvieron que ser codificadas con números. El color de grano con mayor predominancia fue el naranja (NA) en 192 accesiones. La textura de los granos más representativa fue el semidentado (SD) en 158 accesiones. La disposición de hileras en la mayoría de accesiones fue del tipo regular con ciertas irregularidades (RI) en 114 accesiones. El color de tusa (marlo) en casi todas las entradas fue el color blanco (BL) en 299 accesiones. En cuanto a sanidad en las mazorcas evaluadas se observaron con daño mínimo en su mayoría, 197 accesiones, seguido de 106 accesiones con daño regular.

Tabla 5: Estado más frecuente de cada uno de los descriptores de 332 accesiones de maíz.

Caracteres	Estados del Descriptor	Código	Frecuencia
Color de grano	Naranja (NA)	13	192
Textura	Semidentado (SD)	4	158
Disposición de hileras	Regular/Irregular (RI)	6	114
Color de tusa (marlo)	Blanco (BL)	1	299
Sanidad	Daño mínimo	4	197

Los datos obtenidos en las evaluaciones se colocan en una matriz básica de datos (MBD) con la finalidad de ordenar en filas las accesiones y en columnas las variables, como punto de partida a los análisis posteriores; para ello se utilizó el programa Excel 2013.

4.2. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

El análisis de componentes principales reduce una serie de variables por un número mucho menor. Por esta razón este tipo de análisis puede utilizarse previo a otros que exijan la no correlación de las variables originales (Dunn y Everitt, 1982). El ACP forma un nuevo grupo de variables a partir de las variables originalmente usadas, estas nuevas variables (componentes principales) son totalmente independientes entre sí. El ACP genera tantos componentes principales como número de caracteres o descriptores, en este caso 14 (tabla 6). El primer componente principal explica el mayor porcentaje de varianza, luego el segundo y así sucesivamente hasta el último componente. Como se observa en la siguiente tabla (6), el primer componente principal tiene un valor propio de 2.67, el segundo de 2.12, el tercero con valor propio de 1.74, el cuarto componente con 1.55, el quinto componente con valor propio o varianza de 1.00, bajo el criterio de Kaiser, la extracción de factores es hasta este punto, ya que luego a partir del sexto componente los valores decrecen y son menores a 1. La varianza puede también ser descrita en porcentaje tanto absoluto como acumulado, el primer componente explica una varianza del 19 por ciento, el segundo componente, del 15.1 por ciento, el tercer componente de 12.4 por ciento, el cuarto componente de 11 por ciento, el quinto componente con un porcentaje del 7.2, el sexto justifica una varianza del 6.9, el séptimo componente principal aporta una varianza de 6.6 por ciento, los siguientes componentes principales tienen menos del 5.2 por ciento. La varianza acumulada hasta después del sexto componente es del 71.6 por ciento. Según Cliff en 1987, citado por López e Hidalgo (1994) se considera como aceptables los componentes cuyos valores propios expliquen un 70 por ciento o más de la varianza total.

Tabla 6: Componentes principales con sus respectivos valores propios y su varianza absoluta y acumulada.

Componente principal	Valor propio	Varianza	
		Absoluta (%)	Acumulada (%)
PRN1	2.67	19	19
PRN2	2.12	15.1	34.2
PRN3	1.74	12.4	46.6
PRN4	1.55	11	57.6
PRN5	1.00	7.2	64.8
PRN6	0.96	6.9	71.6
PRN7	0.92	6.6	78.2
PRN8	0.72	5.2	83.4
PRN9	0.70	5	88.4
PRN10	0.62	4.4	92.8
PRN11	0.37	2.6	95.4
PRN12	0.32	2.3	97.7
PRN13	0.24	1.7	99.4
PRN14	0.08	0.6	100
TOTAL	14.00	100	100

En el diagrama de sedimentación (Figura 1) se puede observar la representación del valor propio en el eje de las ordenadas y de los 14 componentes principales en el eje de las abscisas. En esta figura se muestra los valores propios asociados con un componente en orden descendiente en función del número del componente.

Para la extracción de componentes se descartan los siete últimos pues a partir del componente 8 el descenso de valores propios empieza a estabilizarse. Otro criterio a tomar en cuenta es el criterio de Kaiser, aquí se toman los valores mayores a la unidad o cercanos, este criterio toma los valores a partir del quinto componente, con una varianza acumulada de 64.8 por ciento. Aplicando otro criterio, el porcentaje de varianza, Cliff (1987) considera como aceptables los valores mayores a 70 por ciento, esto se da a partir del sexto componente con 71.8 por ciento, pero se toma desde el séptimo componente por poseer mayor varianza acumulada (78.2 por ciento) y un valor propio cercano a la unidad (0.92).

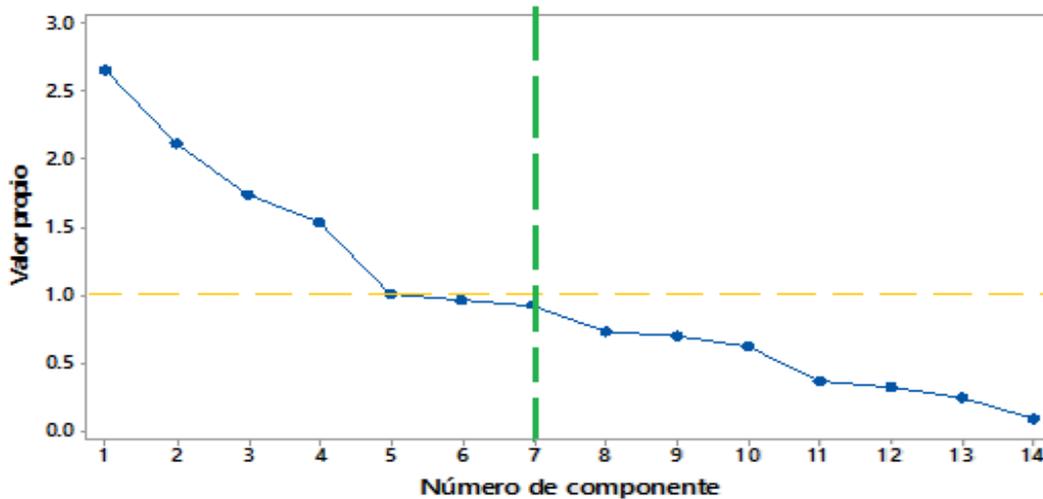


Figura 1: Diagrama de Sedimentación, representa los valores propios y los 14 componentes principales.

En la tabla (7) se muestra las correlaciones de los primeros siete componentes principales extraídos por cada carácter evaluado. Los valores de cada carácter con valor absoluto mayor son los que más contribuyen para formar cada componente. Los coeficientes de correlación con signos positivo (+) o negativo (-) solo indican ser opuestos o ser inversos, los valores altos con signos opuestos estiman alta contribución, pero en sentido contrario. Fue Ferreira (1987) quien sugirió que las cargas o correlaciones que se distribuyen en los componentes indican el peso de cada variable asociada o el grado de contribución al componente, por tanto, recomienda tomar en cuenta el comportamiento observado en las accesiones durante el trabajo de caracterización en relación con cada variable considerada en el estudio. Además, Hair *et al.* (2001) considera importantes las correlaciones con mayor carga de cada variable sobre cada factor. Otra forma de asegurar la significación es tomando las cargas mayores a ± 0.4 como más importantes y las mayores a ± 0.5 se consideran significativas.

Cabe resaltar que se deben seleccionar las correlaciones de mayor valor, pues indican las contribuciones de cada variable, a mayor factor de correlación la contribución de la variable es mayor para la formación de cada componente principal. Entonces consideramos los factores de correlación mayores a ± 0.4 por ser importantes. Para el primer componente las variables que más contribuyeron a su formación de manera positiva son número de hileras (0.458) y diámetro de mazorca (0.405) y al contrario, en negativo, longitud de mazorca (-0.467), demostrando que en este componente las accesiones se diferencian por mayor número de hileras y ancho de mazorca, pero con menor longitud o viceversa. Para el segundo

componente los caracteres que contribuyeron son floración masculina (-0.518) y floración femenina (-0.507), además en sentido contrario altura de planta (0.402) lo que indica que se conforma de floraciones tempranas en plantas de porte alto o tardías en plantas de menor tamaño. Para el tercer componente las características que contribuyeron son altura de planta (-0.524) y altura de mazorca (-0.525), aquí se distinguen las accesiones con mayor altura de planta y mazorca, además de accesiones con menor altura de planta y mazorca, o viceversa. Para el cuarto componente los descriptores que contribuyeron son número de hileras por grano (-0.458) y sanidad (-0.508), es decir se distinguen las accesiones con mayor número de hileras y daño mínimo, o menor número de hileras en mazorcas con daño regular. En el quinto componente las variables que contribuyeron para su formación son peso de cada grano (0.559) y disposición de hilera (0.433), este componente representa las accesiones con mayor peso por grano y mazorcas regulares e irregulares o mazorcas con menor peso de grano y disposiciones de hileras menos frecuentes. En el sexto componente las características que más contribuyeron son peso de cada grano (0.459) y disposición de hilera (-0.695), aquí se distinguen las accesiones con mayor peso por grano y disposición de hileras regulares, irregulares, irregular recto y regular espiral, o también menor peso e hileras regulares con irregulares. Para el último componente elegido las variables que más contribuyeron a su formación son color de grano (0.653) y color de tusa (marlo) con (0.527), las accesiones que mejor representan este componente tienen el color de grano naranja y el color de tusa (marlo) blanco o color de grano variado entre amarillo rojo y bronce con color de marlo morado o marrón.

Tabla 7: Correlaciones de caracteres con los componentes principales seleccionados.

CARÁCTER	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
Floración masculina	0.126	-0.518	-0.359	-0.255	-0.096	-0.095	-0.029
Floración femenina	0.149	-0.507	-0.381	-0.204	-0.145	-0.104	-0.022
Altura de planta	-0.059	0.402	-0.524	-0.026	-0.152	0.077	0.128
Altura de mazorca	0.044	0.382	-0.525	0.088	-0.254	0.042	0.052
Longitud de mazorca	-0.467	0.038	-0.132	-0.2	0.187	-0.104	-0.191
Diámetro de mazorca	0.405	0.172	0.016	-0.343	0.212	0.061	-0.027
Número de hileras	0.458	0.162	0.002	-0.111	-0.001	-0.179	0.011
Número de granos por hilera	-0.247	0.247	-0.033	-0.458	0.109	-0.201	-0.357
Color de grano	-0.129	-0.011	0.23	-0.33	-0.261	0.088	0.653
Textura de grano	0.332	0.165	0.155	-0.021	-0.387	-0.157	0.044
Disposición de hilera	0.195	0.07	-0.07	0.189	0.433	-0.695	0.187
Color de tusa (marlo)	-0.324	-0.018	-0.094	-0.06	0.09	-0.316	0.527
Sanidad	-0.009	0.119	0.234	-0.508	-0.253	-0.244	-0.126
Peso de cada grano	0.182	0.048	-0.107	-0.313	0.559	0.459	0.24

Los descriptores que más contribuyeron en cada componente considerando valores mayores a ± 0.4 son: para el primer componente, longitud de mazorca (LMAZ), número de hileras (NHIL) y diámetro de mazorca (DMAZ); para el segundo componente, floración masculina (FMAS), floración femenina (FFEM) y altura de planta (APLT); para el tercer componente, altura de planta (APLT) y altura de mazorca (AMAZ); para el cuarto componente, sanidad (SAN) y número de granos por hilera (NGHIL); para el quinto componente, peso de cada grano (PGRAN) y disposición de hilera (DHIL); para el sexto componente, disposición de hilera (DHIL) y para el séptimo componente, color de grano (CGRANO) y color de tusa o marlo (CTUSA).

En la figura 2 se puede observar la distribución de las variables originales sobre el primer y segundo componente principal, es decir en las dos primeras dimensiones. Dado a que el análisis es estandarizado, es posible representar las proyecciones de las variables originales sobre los dos primeros componentes principales. Los caracteres que contribuyeron más para el primer componente en forma positiva (+) son número de hileras y diámetro de mazorca y en forma negativa (-) longitud de mazorca. Para el segundo componente los que contribuyeron en forma positiva (+) son altura de planta y altura de mazorca, además de la

forma negativa (-) floración masculina y floración femenina. Las variables más vinculadas según el ángulo de separación, textura de grano, diámetro de mazorca, número de hileras, disposición de hileras y peso de grano están muy relacionadas. Por otro lado, la floración masculina y la floración femenina están relacionadas, además color de tusa (marlo), longitud de mazorca y color de grano están estrechamente asociadas. Altura de planta y sanidad están bastante relacionados.

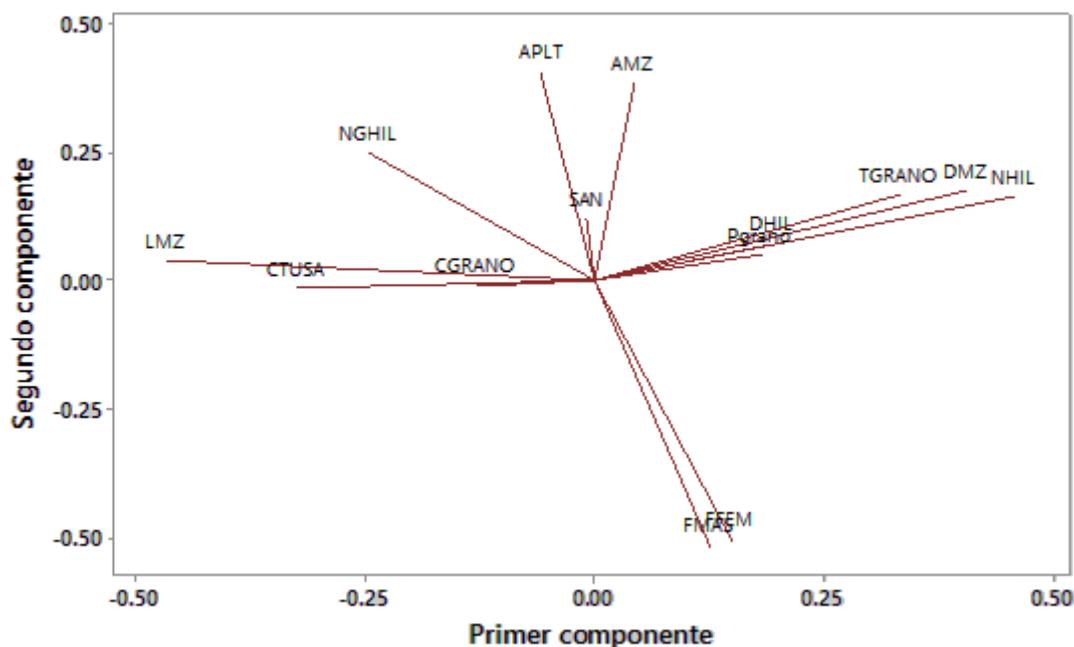


Figura 2: Distribución de las variables originales de las accesiones sobre el primero y segundo componente principal.

Los caracteres que contribuyen entre el primer y segundo componente, comparados con algunos resultados de Ruiz de Galarreta (1999) son similares en cuanto diámetro y longitud de mazorca; y el número de hileras, además incluye altura de planta y mazorca; y floración femenina.

Por el grado de ángulo se puede prescindir de algunos caracteres muy asociados y se toma en cuenta aquellos que tienen mayor distancia al punto de origen, pues estos tienen mayor valor, como: longitud de mazorca (LMAZ), número de hileras (NHIL), floración masculina (FMAS), altura de planta (APLT), altura de mazorca (AMAZ) y número de granos por hilera (NGHIL).

Se desprende de los resultados del ACP, que los primeros siete componentes principales poseen una varianza acumulada de 78.2 por ciento, con un valor absoluto para el primer

componente de 19 por ciento, para el segundo componente 15.1 por ciento, para el tercer componente 12.4 por ciento, para el cuarto componente 11 por ciento, para el quinto componente 7.2 por ciento, para el sexto componente 6.9 por ciento y para el séptimo 6.6 por ciento.

La distribución de las variables en las dos primeras dimensiones considera más relevantes en el primer componente a longitud de mazorca (LMAZ), número de hileras (NHIL) y diámetro de mazorca (DMAZ), además para el segundo componente, floración masculina (FMAS), floración femenina (FFEM), altura de planta (APLT) y altura de mazorca (AMAZ).

4.3. CLASIFICACIÓN RACIAL

En el transcurso del procesamiento de datos, la clasificación racial se basó en observaciones fenotípicas de las mazorcas, en total se distinguieron 12 razas de las accesiones evaluadas como se observa en la tabla (8). Algunas razas presentan cruzamiento (X), similares (S) y mezcla (M), también otras muestras no típicas.

Las razas encontradas son: Cubano amarillo es la raza que se presentó en mayor número, encontrándose en 193 accesiones pero bajo diferentes matices; se lo encontró como raza no típica en 154 accesiones, con cruzamiento en 25 accesiones, se presentaron dos accesiones en mezcla, una mezcla con Piricinco, tres accesiones similares, otros dos cruzamientos específicos con las razas Alemán y Tuxpeño respectivamente, también seis cruzamientos con Piricinco. La raza Piricinco es la segunda con mayor número de accesiones (un total de 103 accesiones) de las cuales 67 son no típicas o normales, 31 son cruzadas, cuatro cruzadas con la raza Cubano amarillo y una cruzada con Cubano amarillo mezclado). Se muestra la raza Perlilla (con 10 accesiones de las cuales una es similar, siete son cruzadas y un cruzamiento con Piricinco). Cinco accesiones de Shajatu con cruzamiento. Chuncho (tres accesiones de las cuales una es similar y otra con cruzamiento). La raza Morocho (tres accesiones similares y una cruzada). Cuatro accesiones de la raza Tuzón (tres similares y una cruzada). Además, la raza Sabanero presente en tres accesiones (como no típico, similar y cruzado). Alemán (dos accesiones que presentan cruzamiento). Una única accesión de la raza Chimlos (con cruzamiento), la raza Sarco y raza Tuxpeño (S) respectivamente.

De las 12 de razas observadas (tabla 8) del total de 332 accesiones, la raza Cubano amarillo ocupa un 58.1 por ciento con 193 accesiones, la raza Piricinco es el segundo con mayor

cantidad de accesiones, con un total de 31 por ciento. Perlilla con 3 por ciento. Shajatu y Chuncho con 1.5 por ciento respectivamente, también las razas Morocho y Tuzón con 1.2 por ciento cada uno, la raza Sabanero con 0.9 por ciento, Alemán con 0.6 y con menor porcentaje las razas Sarco, Chimlos y Tuxpeño con solo 0.3 por ciento respectivamente. Estos resultados son similares a los preliminares por Collado *et al* (2003) donde por medio de comunicación personal cita a Sevilla (2003) que afirma que, en la Amazonía central peruana, de las muestras colectadas el 56 por ciento corresponde a los que fueron agrupados como Cubano amarillo, el 29.3 por ciento fue agrupado en la raza Pirinco, el resto, 14.7 por ciento pertenece a los maíces canchas, donde se presumía que serían Canilla y Pipoca. Por otro lado, se observa que aproximadamente el 31 por ciento de las accesiones se presentan en cruzamiento, mezcla o similar.

Tabla 8: Razas identificadas con su proporción en las 332 accesiones de maíz.

Raza	N° Accesiones	Porcentaje (%)
Cubano amarillo	193	58.1
Piricinco	103	31.0
Perlilla	10	3.0
Shajatu	5	1.5
Chuncho	5	1.5
Morocho	4	1.2
Tuzon	4	1.2
Sabanero	3	0.9
Alemán	2	0.6
Sarco	1	0.3
Chimlos	1	0.3
Tuxpeño	1	0.3

4.4. ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS

La formación de grupos para la clasificación de las 332 accesiones de maíz, se representa en un dendrograma, donde las accesiones están agrupadas en base a las distancias medidas según sus características morfológicas. Las escalas del coeficiente de distancia van desde los 0.10 hasta el valor de 4.00. Se trazó una línea a una distancia de aproximadamente 2.9, formando ocho grupos que contienen las 332 accesiones evaluadas (Figura 3 y Figura 4), la decisión del trazo fue en base al criterio de Núñez y Escobedo (2011), es decir asegurando una alta semejanza de las características morfológicas de las accesiones contenidas en los grupos.

DENDROGRAMA O GRÁFICA DE ÁRBOL (PARTE 1)

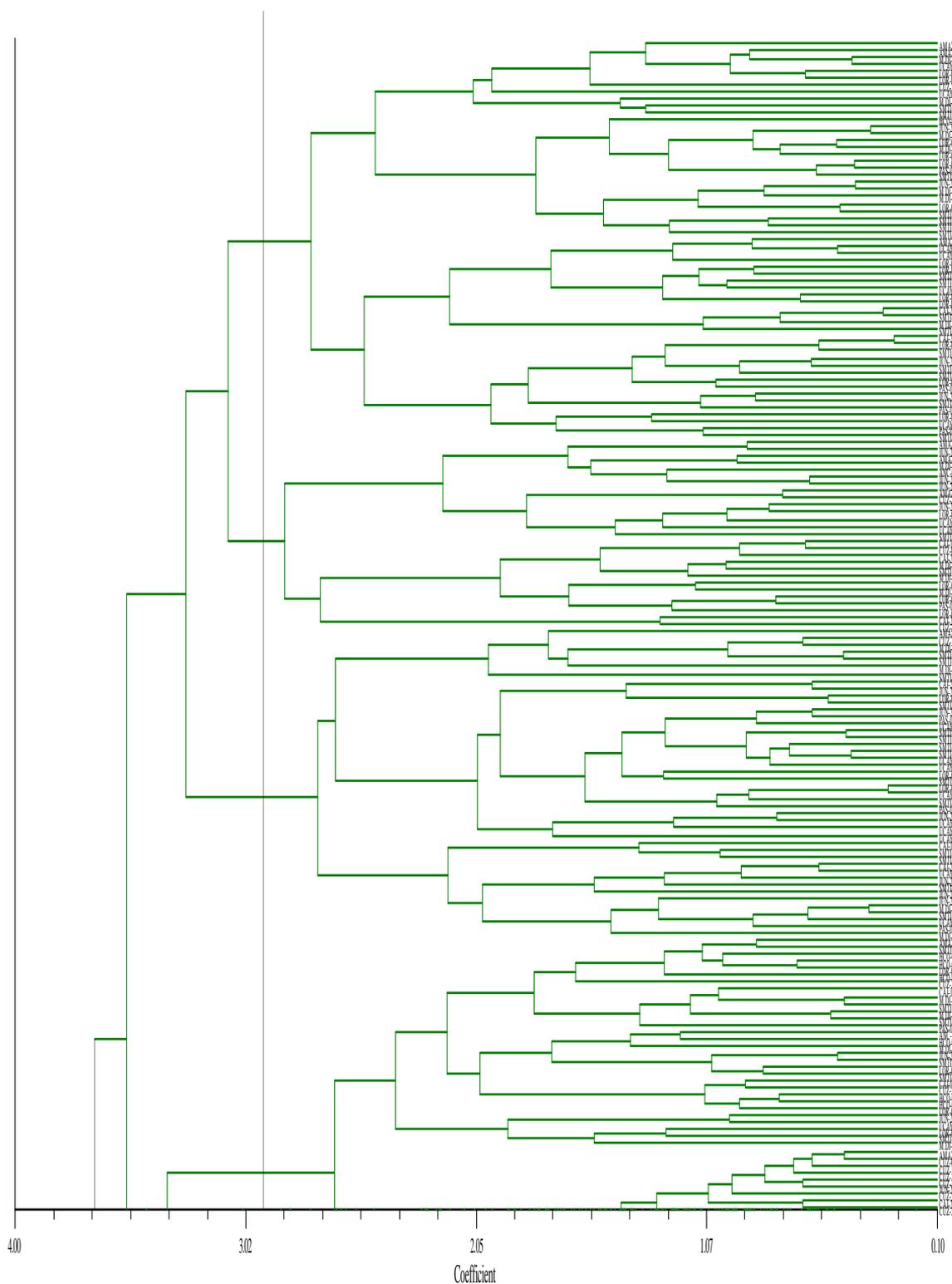


Figura 3: Dendrograma de las 332 accesiones evaluadas de maíz (*Zea mays* L.) en la Selva peruana (Parte 1).

Los ocho grupos formados (tabla 9) se describen a continuación, el grupo I está formado por 71 accesiones en total por las siguientes razas: Piricinco con 59 accesiones, de las cuales seis son cruzadas, también una cruce de Piricinco con Cubano amarillo. Hay cinco accesiones de la raza Cubano amarillo, de las cuales hay una mezcla con Piricinco, uno cruzado. También una accesión de Alemán cruzado y similar. Hay dos accesiones de Morocho de las cuales una es similar y la otra cruzada. Por último, cuatro accesiones de Perlilla de las cuales tres son cruzadas. Este grupo se caracteriza por tener entradas de procedencia en su mayoría (55) de la región de San Martín, además se caracteriza por tener accesiones con floración masculina en promedio aproximadamente a los 68 días, la altura de planta en promedio 279 centímetros, la altura de mazorca son próximos a 189 centímetros, las mazorcas son grandes con promedio de 22 centímetros, además con 12 hileras en promedio cada una de ellas con 33 granos en promedio, su peso por grano en promedio es el más lejano a la media general con 0.295 g, con un diámetro también bajo con 3.37 centímetros en promedio.

El grupo II está conformado por 27 accesiones. La raza Cubano amarillo presente en 13 accesiones de las cuales una es similar, tres presentan cruzamiento y una cruzada con Piricinco. Cinco accesiones de Perlilla de las cuales una es similar y las otras cuatro presentan cruzamiento. Hay cuatro Piricinco, de las cuales tres presentan cruzamiento, hay dos accesiones de Sabanero, en similar y cruzada, y tres accesiones con Chunchó (S), Shajatu (X) y Tuzón (S), una de cada accesión respectivamente. Se caracteriza por accesiones con floración masculina en promedio de 66 días, siendo el grupo más precoz, la altura de planta en promedio 291 centímetros, la altura de mazorca en promedio 210 centímetros, las mazorcas tienen un promedio de 18 centímetros, además con 15 hileras en promedio cada una de ellas con 31 granos en promedio, por otro lado, el color de grano predominante en este grupo es el amarillo, siendo diferente al color frecuente naranja.

El grupo III consta de 32 accesiones en total. Está formado por 20 accesiones de la raza Cubano amarillo de las cuales cuatro son cruzamientos y otras tres con cruzamiento con Piricinco. Además, hay 11 accesiones de Piricinco de las cuales seis presentan cruzamiento, por último una accesión de Tuzón (S). Este grupo presenta accesiones con floración masculina en promedio de 70 días, además la mayor altura de planta en promedio, cuenta con 300 centímetros, la altura de mazorca son en promedio 210 centímetros, las mazorcas son grandes con promedio de 22 centímetros, además con 15 hileras en promedio cada una de ellas con 34 granos aproximadamente, siendo el máximo en promedio por número de granos.

El grupo IV está conformado por 24 accesiones en total, teniendo a 15 accesiones de Cubano amarillo, de las cuales cinco presentan cruzamiento y una accesión similar. Además, nueve accesiones de la raza Piricinco de las cuales cuatro presentan cruzamiento y un cruzamiento específico con cubano amarillo. Este grupo presenta accesiones con floración masculina en promedio 71 días, la altura de planta en promedio con 262 centímetros, la altura de mazorca son en promedio 168 centímetros, las mazorcas tiene en promedio 19 centímetros, además con 14 hileras cada una de ellas en promedio con 33 granos aproximadamente, por otro lado, el color de grano con mayor frecuencia en este grupo es el amarillo.

El grupo V tiene un total de 50 accesiones, muchas de los cuales pertenecen a la raza Cubano amarillo con 31 accesiones, de las cuales tres son cruzadas y una se muestra en mezcla. Se encuentra ocho accesiones de Piricinco de las cuales seis presentan cruzamiento. Además, se presenta dos accesiones de Morocho (S), también tres accesiones de Shajatu (X), hay dos accesiones de Chuncho, siendo una cruzada, y una accesión de cada una de las siguientes razas: Sabanero, Sarco, Alemán (X) y Tuzón. Este grupo presenta accesiones con floración masculina en promedio de 78 días, siendo la más tardía. Por otro lado, la altura de planta es de 277 centímetros en promedio, la altura de mazorca en promedio es de 192 centímetros, las mazorcas tienen una longitud en promedio de 17 centímetros, además con 14 hileras cada una de ellas en promedio con 28 granos en promedio. Se ha observado que en este conjunto de accesiones las mazorcas en su mayoría (31), tienen un daño regular.

El grupo VI está formado por 44 accesiones en total, teniendo 41 accesiones de la raza Cubano amarillo, con un cruzamiento y otra cruzada con la raza Alemán. También dos accesiones de la raza Piricinco (X) y otra accesión de la raza Tuxpeño (S). Este grupo presenta accesiones con floración masculina en promedio de 69 días. Por otro lado, la altura de planta es de 294 centímetros en promedio, la altura de mazorca en promedio es de 199 centímetros, las mazorcas tienen una longitud en promedio de 18 centímetros, además con 15 hileras cada una de ellas en promedio con 33 granos en promedio.

El grupo VII está conformado por 27 accesiones en total, muchas de ellas pertenecen a la raza Cubano amarillo con 21 accesiones, de las cuales seis presentan cruzamiento, una es similar y otra se muestra en mezcla, además hay un cruzamiento con la raza Tuxpeño. Por otro lado, hay dos accesiones de Chuncho (S). Una accesión cruzada de Chimlos. Una accesión cruzada de Perlilla con Piricinco, también una accesión de Piricinco (X) y una raza de Shajatu (X). Este grupo presenta accesiones con floración masculina en promedio de 68

días. Aparte la altura de planta es de 262 centímetros en promedio, la altura de mazorca en promedio es de 168 centímetros, las mazorcas son las más pequeñas tienen una longitud en promedio de 16 centímetros, además con 15 hileras cada una de ellas con 31 granos en promedio. Difiere en los demás grupos por tener una mayor frecuencia en textura del tipo semidentado con cierta variación a semicristalino.

El grupo VIII contiene 57 accesiones en total, siendo 47 accesiones pertenecientes a la raza Cubano amarillo, de los cuales hay un cruzamiento no específico y dos accesiones cruzados con la raza Piricincó. Además, nueve accesiones de Piricincó, de las cuales hay tres cruzamientos, dos cruzamientos con Cubano amarillo y otro cruzamiento con Cubano amarillo (M) y una accesión de la raza Tuzón (S). Esta agrupación presenta accesiones con floración masculina en promedio de 68 días, pero en especial se distingue por presentar las alturas más bajas, tanto de planta, como de mazorca, en el primer caso con 253 centímetros en promedio y para la mazorca en promedio de 162 centímetros, en añadidura, las mazorcas tienen una longitud en promedio de 17 centímetros con 15 hileras en promedio y con 33 granos como media.

Los ocho grupos formados se distinguen por ciertas características: el grupo I contiene en su mayoría accesiones de la raza Piricincó (83 por ciento), además presentan en promedio mayor longitud de mazorca, menor número de hileras y menor diámetro de mazorca, el grupo II se caracterizan por tener un ciclo reproductivo en su mayoría precoces, y mayor altura de mazorca, por otro lado es heterogéneo y predomina la raza cubano amarillo (48 por ciento); el grupo III tienen un promedio de mayor altura de planta y de mazorca, además mayor número de granos, en su mayoría lo conforma la raza cubano amarillo (62.5 por ciento); el grupo IV así como el segundo grupo tienen en su mayoría granos de color amarillo, no se distingue alguna característica cuantitativa en particular, la raza cubano amarillo ocupa un 62.5 por ciento; el grupo V se caracteriza por ser plantas con floración tanto masculina como femenina tardías y tener en promedio menor número de granos por hilera, además es bastante heterogéneo, pero predomina la raza cubano amarillo con 62 por ciento; el grupo VI presenta mayor número de granos por hilera con mayor peso por grano, también es el más homogéneo con cubano amarillo en un 93 por ciento; el grupo VII al contrario del primer grupo se distingue por longitud de mazorca menor, número de hileras y diámetro de mazorca altos, además presenta la raza cubano amarillo en un 78 por ciento; por último el grupo VIII a diferencia del tercer grupo presentan una altura de planta y mazorca mínimos, además en su mayoría la raza cubano amarillo (82 por ciento).

Tabla 9: Relación de los ocho grupos formados a partir del dendrograma.

GRUPO	ACCESION	RAZA	GRUPO	ACCESION	RAZA
I	SMTI - 130	PIRICINCO	I	MDI - 040	PIRICINCO x CUB. AMARILLO
	SMTI - 095	PIRICINCO		UCAY - 024	PIRICINCO
	SMTI - 045	PIRICINCO		MDI - 034	PIRICINCO (X)
	SMTI - 026	PIRICINCO		SMTI - 079	PIRICINCO
	SMTI - 022	PIRICINCO		SMTI - 072	PIRICINCO
	SMTI - 116	PIRICINCO		SMTI - 075	PIRICINCO (X)
	SMTI - 040	CUBANO AMARILLO (X)		PAS - 030	PIRICINCO
	SMTI - 020	PIRICINCO		SMTI - 073	PIRICINCO
	SMTI - 110	PIRICINCO		LOR - 006	PIRICINCO
	SMTI - 077	PIRICINCO		CUZ - 237	PERLILLA (X)
	SMTI - 070	PIRICINCO		SMTI - 078	PIRICINCO
	SMTI - 019	PIRICINCO		SMTI - 012	PIRICINCO
	SMTI - 017	PIRICINCO		CUZ - 189	PIRICINCO (X)
	SMTI - 064	PIRICINCO		ANC - 355	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 013	PIRICINCO (X)		SMTI - 032	PIRICINCO
	SMTI - 068	PIRICINCO		AMAZ - 047	PERLILLA (X)
	SMTI - 010	PIRICINCO		SMTI - 099	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 005	PIRICINCO		PAS - 013	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 002	PIRICINCO		MDI - 035	PIRICINCO
	SMTI - 061	CUBANO AMARILLO, PIRICINCO		SMTI - 006	CUBANO AMARILLO (X)
	SMTI - 041	PIRICINCO	JUN - 228	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 009	PIRICINCO	HCO - 029	CUBANO X PIRICINCO	
	SMTI - 122	PIRICINCO	MDI - 033	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 136	PIRICINCO	LOR - 035	TUZON (S)	
	SMTI - 069	PIRICINCO	CUZ - 113	CHUNCHO (S)	
	SMTI - 104	PIRICINCO	SMTI - 021	PIRICINCO (X)	
	SMTI - 001	PIRICINCO	SMTI - 038	CUBANO AMARILLO (X)	
	SMTI - 054	PIRICINCO (X)	MDI - 031	PIRICINCO (X)	
	SMTI - 097	PIRICINCO	SMTI - 036	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 029	PIRICINCO	CUZ - 328	CUBANO AMARILLO (S)	
	LOR - 008	PIRICINCO	CAJ - 193	SABANERO (S)	
	SMTI - 113	CUBANO AMARILLO	MDI - 004	PERLILLA (S)	
	SMTI - 052	PIRICINCO	MDI - 002	PERLILLA (X)	
	SMTI - 037	PIRICINCO	MDI - 005	PERLILLA (x)	
	SMTI - 137	CUBANO AMARILLO	CUZ - 242	PERLILLA (X)	
	SMTI - 134	PIRICINCO	CUZ - 241	SHAJATU (X)	
	SMTI - 008	PIRICINCO	PAS - 018	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 063	PIRICINCO	MDI - 006	PERLILLA (X)	
	SMTI - 056	PIRICINCO	CUZ - 114	PIRICINCO (X)	
	SMTI - 081	PIRICINCO	AMAZ - 039	SABANERO (X)	
	SMTI - 100	PIRICINCO	MDI - 007	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 003	PIRICINCO	MDI - 017	CUBANO AMARILLO (X)	
	LOR - 022	PIRICINCO (X)	AMAZ - 022	CUBANO AMARILLO	
	JUN - 216	ALEMAN (X) (S)	III	UCAY - 001	PIRICINCO (X)
	CUZ - 119	MOROCHO (S)		SMTI - 050	CUBANO X PIRICINCO
	UCAY - 027	PERLILLA (X)		SMTI - 053	PIRICINCO (X)
JUN - 218	MOROCHO (X)	SMTI - 023		PIRICINCO	
CAJ - 206	PERLILLA	SMTI - 082		PIRICINCO	
SMTI - 121	PIRICINCO	SMTI - 028		PIRICINCO	
SMTI - 101	PIRICINCO	SMTI - 044		PIRICINCO (X)	
SMTI - 096	PIRICINCO	MDI - 027		PIRICINCO (X)	
SMTI - 092	PIRICINCO	MDI - 011		CUB. AMARILLO X PIRICINCO	
SMTI - 139	PIRICINCO	UCAY - 009		CUBANO AMARILLO	
SMTI - 090	PIRICINCO	SMTI - 120		CUBANO AMARILLO	
SMTI - 076	PIRICINCO	SMTI - 117		TUZON (S)	

Tabla 9: Continuación.

GRUPO	ACCESION	RAZA	GRUPO	ACCESION	RAZA
III	SMTI - 118	CUBANO AMARILLO	V	CUZ - 329	MOROCHO (S)
	PAS - 028	PIRICINCO		CAJ - 200	ALEMAN (X)
	PAS - 016	CUBANO AMARILLO		CUZ - 331	PIRICINCO (X)
	CAJ - 219	CUBANO AMARILLO		JUN - 219	CUBANO AMARILLO (X)
	LOR - 017	CUBANO AMARILLO		CUZ - 324	CUBANO AMARILLO
	CAJ - 202	CUBANO AMARILLO		CUZ - 118	TUZON (X)
	SMTI - 086	PIRICINCO		CUZ - 120	CUBANO AMARILLO (X)
	MDI - 046	CUBANO AMARILLO		CUZ - 022	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 131	CUBANO AMARILLO		AMAZ - 049	SABANERO
	SMTI - 127	CUBANO AMARILLO		MDI - 047	CUBANO AMARILLO
	PAS - 039	CUBANO AMARILLO (X)		SMTI - 046	PIRICINCO (X)
	PAS - 012	CUBANO AMARILLO (X)		LOR - 014	CUBANO AMARILLO
	CUZ - 111	PIRICINCO (X)		UCAY - 021	CUBANO AMARILLO
	MDI - 042	CUBANO x PIRICINCO		JUN - 243	MOROCHO (S)
	MDI - 015	CUBANO AMARILLO (X)		LOR - 041	PIRICINCO (X)
	CUZ - 115	CUBANO AMARILLO		HCO - 086	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 039	CUBANO AMARILLO (X)		HCO - 074	SARCO
	MDI - 044	PIRICINCO (X)		CUZ - 330	SHAJATU (X)
	MDI - 029	CUBANO AMARILLO		CAJ - 015	CUBANO AMARILLO
	AMAZ - 014	CUBANO AMARILLO		SMTI - 065	PIRICINCO (X)
IV	UCAY - 015	CUBANO AMARILLO (X)	LOR - 031	PIRICINCO	
	SMTI - 107	CUBANO AMARILLO	SMTI - 047	PIRICINCO	
	PAS - 017	CUBANO AMARILLO	JUN - 217	PIRICINCO (X)	
	SMTI - 048	PIRICINCO (X)	MDI - 048	PIRICINCO (X)	
	SMTI - 030	PIRICINCO	HCO - 085	CUBANO AMARILLO	
	MDI - 025	PIRICINCO	ANC - 354	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 132	CUBANO AMARILLO	PAS - 010	CUBANO AMARILLO	
	JUN - 221	CUBANO AMARILLO	SMTI - 088	CUBANO AMARILLO	
	PAS - 031	CUBANO AMARILLO (X)	MDI - 037	CUBANO AMARILLO	
	HCO - 038	CUBANO AMARILLO	SMTI - 059	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 067	PIRICINCO	MDI - 028	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 066	PIRICINCO (X)	CAJ - 199	CUBANO AMARILLO	
	HCO - 050	CUBANO AMARILLO (X)	CUZ - 255	CHUNCHO	
	SMTI - 043	PIRICINCO (X)	HCO - 072	CUBANO AMARILLO	
	HCO - 055	CUBANO AMARILLO	LOR - 018	CUBANO AMARILLO	
	HCO - 049	CUBANO AMARILLO (S)	HCO - 054	CUBANO AMARILLO	
	HCO - 032	CUBANO AMARILLO (X)	HCO - 052	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 119	PIRICINCO	SMTI - 060	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 091	PIRICINCO (X)	AMAZ - 009	CUBANO AMARILLO	
	HCO - 070	CUBANO AMARILLO (X)	VI	MDI - 019	CUB. AMARILLO X ALEMAN
LOR - 010	CUBANO AMARILLO	PAS - 034		CUBANO AMARILLO	
LOR - 024	CUBANO AMARILLO	UCAY - 002		CUBANO AMARILLO	
LOR - 004	PIRICINCO X CUBANO AMARILLO	SMTI - 133		CUBANO AMARILLO	
CUZ - 245	CUBANO AMARILLO	MDI - 010		CUBANO AMARILLO	
V	JUN - 244	CUBANO AMARILLO		JUN - 233	CUBANO AMARILLO
	JUN - 223	CUBANO AMARILLO		JUN - 242	CUBANO AMARILLO
	CUZ - 112	CUBANO AMARILLO (M)		SMTI - 128	CUBANO AMARILLO
	CAJ - 216	CUBANO AMARILLO		JUN - 236	CUBANO AMARILLO
	CAJ - 197	SHAJATU (X)		UCAY - 006	CUBANO AMARILLO
	AMAZ - 053	CUBANO AMARILLO	CAJ - 203	CUBANO AMARILLO	
	PAS - 009	CUBANO AMARILLO (X)	SMTI - 140	CUBANO AMARILLO	
	CUZ - 332	SHAJATU (X)	SMTI - 035	CUBANO AMARILLO	
	PAS - 011	CUBANO AMARILLO	CAJ - 195	TUXPEÑO (S)	
	CAJ - 215	CUBANO AMARILLO	UCAY - 022	CUBANO AMARILLO	
CUZ - 116	CHUNCHO (X)	UCAY - 010	CUBANO AMARILLO		

Tabla 9: Continuación.

GRUPO	ACCESION	RAZA	
VI	UCAY - 029	CUBANO AMARILLO	
	JUN - 227	CUBANO AMARILLO	
	PAS - 015	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 112	CUBANO AMARILLO	
	UCAY - 019	CUBANO AMARILLO	
	LOR - 019	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 138	CUBANO AMARILLO	
	LOR - 015	CUBANO AMARILLO	
	UCAY - 020	CUBANO AMARILLO	
	UCAY - 011	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 115	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 089	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 083	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 074	CUBANO AMARILLO	
	UCAY - 003	CUBANO AMARILLO	
	PAS - 020	CUBANO AMARILLO	
	JUN - 226	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 123	CUBANO AMARILLO	
	LOR - 042	CUBANO AMARILLO	
	JUN - 235	CUBANO AMARILLO	
	CAJ - 208	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 033	PIRICINCO (X)	
	MDI - 024	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 135	CUBANO AMARILLO	
	SMTI - 031	CUBANO AMARILLO	
	MDI - 043	CUBANO AMARILLO	
	CUZ - 326	PIRICINCO (X)	
	AMAZ - 033	CUBANO AMARILLO (X)	
	VII	CUZ - 254	CHUNCHO (S)
		CAJ - 211	CUBANO AMARILLO (X)
LOR - 044		CUBANO AMARILLO (X)	
PAS - 038		CUBANO AMARILLO (X)	
LOR - 043		CUBANO AMARILLO (S)	
MDI - 032		CUBANO AMARILLO	
LOR - 001		CUBANO x TUXPEÑO	
MDI - 039		CUBANO AMARILLO (X)	
SMTI - 025		CUBANO AMARILLO (M)	
MDI - 003		PERLILLA X PIRICINCO	
CAJ - 212		CUBANO AMARILLO (X)	
CUZ - 028		CHUNCHO (S)	
CAJ - 196		SHAJATU	
SMTI - 126		CUBANO AMARILLO	
UCAY - 005		CUBANO AMARILLO	
UCAY - 008		CUBANO AMARILLO	
LOR - 045		CUBANO AMARILLO	
JUN - 239		CUBANO AMARILLO	
CUZ - 239		CHIMLOS (X)	
AMAZ - 051		CUBANO AMARILLO	
JUN - 230		CUBANO AMARILLO	
JUN - 229		CUBANO AMARILLO	
ANC - 020		CUBANO AMARILLO	
MDI - 023		PIRICINCO (X)	
AMAZ - 028		CUBANO AMARILLO	
JUN - 232		CUBANO AMARILLO	
AMAZ - 018		CUBANO AMARILLO (X)	

GRUPO	ACCESION	RAZA
VIII	SMTI - 080	CUBANO X PIRICINCO
	PAS - 035	PIRIC. X CUB. AMARILLO (M)
	UCAY - 007	PIRICINCO
	LOR - 002	CUBANO AMARILLO
	PAS - 014	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 049	TUZON (S)
	JUN - 238	CUBANO AMARILLO
	PAS - 033	CUBANO AMARILLO
	LOR - 046	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 111	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 102	PIRICINCO X CU. AMARILLO
	JUN - 222	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 124	CUBANO AMARILLO
	LOR - 034	CUBANO AMARILLO
	CAJ - 217	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 109	PIRICINCO (X)
	MDI - 030	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 093	CUB. AMARILLO X PIRICINCO
	CAJ - 220	CUBANO AMARILLO
	LOR - 021	CUBANO AMARILLO
	LOR - 016	CUBANO AMARILLO
	UCAY - 031	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 034	PIRICINCO (X)
	SMTI - 108	PIRICINCO
	LOR - 011	PIRICINCO
	LOR - 027	CUBANO AMARILLO
	UCAY - 035	CUBANO AMARILLO
	UCAY - 034	CUBANO AMARILLO
	AMAZ - 054	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 114	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 129	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 085	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 058	CUBANO AMARILLO
	LOR - 028	CUBANO AMARILLO
	MDI - 022	CUBANO AMARILLO
	MDI - 041	CUBANO AMARILLO
	JUN - 240	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 057	CUBANO AMARILLO
	PAS - 036	CUBANO AMARILLO
	LOR - 038	CUBANO AMARILLO
	LOR - 029	CUBANO AMARILLO
	MDI - 036	CUBANO AMARILLO
	LOR - 026	CUBANO AMARILLO
	MDI - 049	CUBANO AMARILLO
	JUN - 241	CUBANO AMARILLO
	HCO - 073	CUBANO AMARILLO
	SMTI - 106	CUBANO AMARILLO
SMTI - 098	CUBANO AMARILLO	
MDI - 026	CUBANO AMARILLO	
UCAY - 017	CUBANO AMARILLO	
CUZ - 327	CUBANO AMARILLO (X)	
LOR - 040	PIRICINCO (X)	
LOR - 007	PIRICINCO X CUB. AMARILLO	
UCAY - 030	CUBANO AMARILLO	
MDI - 038	CUBANO AMARILLO	
AMAZ - 040	CUBANO AMARILLO	
AMAZ - 001	CUBANO AMARILLO (X)	

Los grupos se forman según su coeficiente de distancia como se muestra en el dendrograma, las accesiones que mostraron mayor cercanía pertenecen al grupo I con un coeficiente de 0.19, estas accesiones son SMTI – 020 (figura 5) y SMTI – 040, la primera pertenece a la raza Piricincó y el segundo a Cubano amarillo (X) tienen características similares en la mitad de descriptores. Hay otras accesiones que también presentan alta proximidad: LOR – 034 (figura 6) y CAJ – 217 (figura 7), ambos del grupo VIII y pertenecientes a la raza Cubano amarillo, sus características morfológicas son idénticas e incluso iguales en varios caracteres, su distancia es de 0.28. Por otro lado, la distancia más lejana entre accesiones se originó entre las accesiones SMTI – 130 (figura 8) y AMAZ – 001 (figura 9), con un coeficiente de distancia de 3.67. Para Collado *et al.* (2004) en su trabajo de diversidad de maíz en el Amazonas las colecciones no se presentaron en combinaciones de granos entre Cubano amarillo y Piricincó, en el dendrograma los grupos concuerdan con las razas.

Según Chavarry (2014) en su investigación, la falta de coincidencia en las razas Cubano amarillo y Perla a pesar de ser morfológicamente parecidas es por ser genéticamente distintas, esto se debería a que la raza a la que pertenece cada accesión se determinó usando pocos caracteres, esto da a entender la posibilidad de semejanza en características morfológicas a pesar de tener origen distinto, además sostiene que en el trópico la selección natural ha creado razas morfológicamente parecidas. Además, Sevilla (2003) destacó que las razas generalmente son mantenidas por los agricultores cuando tienen algún valor y no necesariamente económico; lo que podría suponer que a pesar de ser de razas distintas fueron tratadas como igual, de allí que las colecciones presenten mezclas, similares y cruces. Sin embargo, Hallauer y Miranda (1988) señalaron, que las razas se distinguen por diferentes caracteres cuantitativos y cualitativos, que son frecuentemente variables dentro de una misma raza y los niveles de diferenciación entre ellas no son siempre los mismos y a veces son sutiles, pero las razas parecen mantenerse por sí mismas por muchas generaciones sin perder su identidad.



Figura 5: Mazorcas de la accesión SMTI – 020.

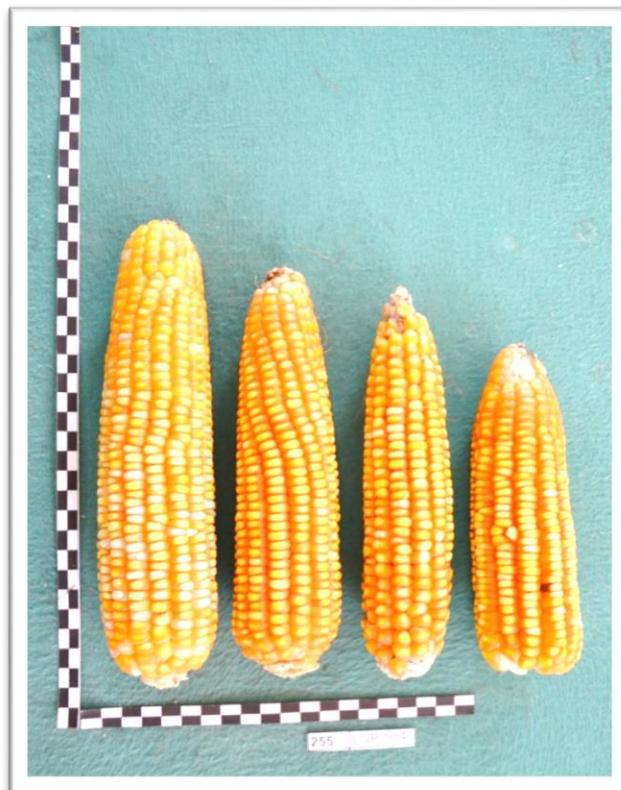


Figura 6: Mazorcas de la accesión LOR – 034.



Figura 7: Mazorcas de la accesión CAJ – 217.



Figura 8: Mazorcas de la accesión SMTI – 130.



Figura 9: Mazorcas de la accesión AMAZ – 001.

Se observa en la tabla (9) que el primer grupo está formado en su mayoría por la raza Piricinco, prácticamente en un 83%, pero a partir del segundo grupo su cantidad decrece. El grupo II tiene en mayor número la raza Cubano amarillo, un total de 13 accesiones de 27 que lo conforman (48%), seguido de Shajatu, Piricinco, Perlilla, Chuncho, Tuzón. El tercer y cuarto grupo tienen en su mayoría la raza Cubano amarillo (63%). El grupo V conforma 31 (62%) accesiones de la raza Cubano amarillo de las 50 del total, los demás son de diferentes razas como, Sabanero, Sarco, Alemán, Tuzón, Morocho, Shajatu, Chuncho y ocho accesiones de Piricinco. Los últimos tres grupos están conformados predominantemente por la raza Cubano amarillo por más de 80%.

V. CONCLUSIONES

- Las 332 accesiones se conformaron en ocho grupos con las variables estudiadas según la taxonomía numérica.
- Hay una falta de coincidencia entre los grupos y la clasificación racial realizada por el fenotipo de la mazorca, además por la clasificación hecha con la taxonomía numérica.
- Las razas Cubano amarillo y Piricinco están distribuidas en todos los grupos, el primero predomina en siete grupos.
- De acuerdo al Análisis de Componentes Principales, los descriptores que más contribuyeron en cada componente principal por presentar un alto coeficiente de correlación fueron en orden de importancia: Longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, diámetro de mazorca, días a la floración masculina, días a la floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, número de granos por hilera, sanidad, peso de cada grano, disposición de hilera y color de grano.

VI. RECOMENDACIONES

- Para una mejor caracterización de las accesiones de maíz se debe realizar trabajos holísticos donde se distingan otros métodos de clasificación y otros descriptores morfológicos, moleculares. Además, considerarse componentes ecológicos y culturales.
- Realizar la caracterización morfológica con distintas metodologías dentro de la taxonomía numérica.
- Utilizar descriptores altamente heredables.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDERBERG, M. 1973. Cluster analysis for applications. New York, Academic Press. 361 p.
2. ANDERSON, E.; CUTLER, H. 1942. Races of *Zea mays* L. Their recognition and classification. Ann. Mo. Bot. Gard. 29: 69-88. USA.
3. BEINGOLEA, L.; NAKAHODO, J.; CHURA, J. 2008. Acción génica en la heterosis de un grupo de variedades de libre polinización de maíces amarillos duros. En 13° Congreso Latinoamericano de Genética. VI Congreso peruano de Genética. Lima-Perú. 216 p.
4. BEWLEY, J.; BLACK, M. 1994. Seeds: germination, structure and composition. In Seeds: physiology of development and germination. 2. ed. New York, Plenum. p. 1-3.
5. BLAS, R. 1999. Caracterización y evaluación Arracachas cultivadas (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) del Perú. Tesis para optar el grado de Mg. Sc. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 123 p.
6. BONAMICO, N.; AIASSA J.; IBAÑEZ M.; DI RENZO M.; DÍAZ D.; SALERNO J. 2004. Caracterización y clasificación de híbridos simples de maíz con marcadores SSR. Revista de Investigaciones Agropecuarias 33 (2): 129-144. Argentina.
7. BRAMARDI, S. 2002. Análisis multivariado: Su aplicación en la caracterización de recursos genéticos. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Conahue, Estación Experimental INTA, Argentina. (manuscrito). Argentina. 60 p.
8. CEA, M. 2002. Análisis multivariable. Teoría y práctica en la investigación social. Madrid – España. 638 p.
9. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). 2002. Geneic diversity analysis by NTSYS. Curso-taller. Aplicación de marcadores moleculares en la conservación y manejo de la agrobiodiversidad. Lima, Perú. P 1-10.
10. CHAVARRY, B. 2014. Caracterización morfológica de una muestra de accesiones de maíces peruanos del banco de germoplasma de maíz (*Zea mays* L.) de la UNALM. Tesis Mg. Sc. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 101 p.
11. CHURA, J.; SEVILLA R. 2002. Mejoramiento Genético del Maíz en el Perú. En SIMPOSIUM: El Mejoramiento Genético de las Plantas en el Perú. Lima-Perú. 335 p.

12. CHURA, J.; ORTIZ, E. 2008. Comportamiento de híbridos experimentales y comerciales de maíz (*Zea mays* L.) amarillo duro en condiciones de la costa central. En 13° Congreso Latinoamericano de Genética. VI Congreso peruano de Genética. Lima-Perú. 215 pp.
13. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO (CIMMYT). 1986. Conservación y distribución de semilla: La doble función del Banco de Germoplasma de Maíz del CIMMYT. México. 18 p.
14. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO (CIMMYT) – INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES (IBPGR). 1991. Descriptores para Maíz. Roma. 100 pp.
15. CLIFF, N. 1987. Analyzing multivariate data. California – USA. 235 p.
16. COLLADO, L.; ARROYO, M.; RIESCO, A.; CHÁVEZ, J. 2003. Conservación *in situ* de la agrobiodiversidad Central peruana: resultados preliminares. En: Fundamentos genéticos y socioeconómicos para analizar la agrobiodiversidad en la región de Ucayali. Perú.
17. COLLADO, L.; PINEDO, R.; CHÁVEZ, J.; SEVILLA, R. 2004. Diversidad genética en el maíz en el Amazonas central peruano. En: XX Reunión Latinoamericana del Maíz. Editores: Barandian, M., Chávez, A., Sevilla, R., Narro, T. Lima-Perú. 616 p.
18. CRISCI, J.; LOPEZ, M. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Serie de biología N° 26, secretaria general de la Organización de los Estados Americanos (OEA). Programa regional de Desarrollo científico y tecnológico. Washington. 102 p.
19. CUADRAS, C. 1982. Métodos de Análisis Multivariante. Ed. Universidad de Barcelona. España. 642p.
20. DAGNELIE, P. 1975. Analyse statistique `a plusieurs variables. Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux. Bélgica. 362 p.
21. DALLAS, E. 2000. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Thomson. México. pp. 93-396.
22. DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (22a ed.). 2001. Consultado 25 jul 2015. Disponible en <http://www.rae.es/rae.html>.
23. DUNN, G.; EVERITT, B. 1982. An introduction to mathematical taxonomy. Cambridge. University Press. UK. 152 p.
24. ESCOFIER, B.; PAGÈS, J. 1992. Análisis factoriales simples y múltiples. Objetivos, métodos de interpretación. Ed. Universidad del País Vasco. Bilbao – España. 285 p.

25. EUBANKS, M. 2001. An interdisciplinary perspective on the origin of maize. *Latin American Antiquity*. 12(1): 91-98p.
26. FASSIO, A.; CARRIQUIRY, A.; TOJO C.; ROMERO, R. 1998. Maíz: Aspectos sobre fenología. Uruguay. 51 p.
27. FERNÁNDEZ, L. 2009. Identificación de razas de maíz (*Zea mays* L) presentes en el germoplasma cubano. Tesis Doctor en Ciencias Biológicas. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” INIFAT. República de Cuba. 172 p.
28. FERNÁNDEZ, L.; CROSSA, J.; FUNDORA-MAYOR, Z.; CASTIÑEIRAS, L.; GÁLVEZ, G.; GARCÍA, M.; GIRAUDY, C. 2010. Identificación y caracterización de razas de maíz en sistemas campesinos tradicionales de dos áreas rurales de Cuba. INIFAT. *Revista Biociencias*. Cuba. 1(1): 4-18.
29. FERREIRA, P. 1987. Análisis multivariado aplicado a problemas de clasificación y tipificación. En: Taller sobre aplicaciones del análisis multivariado. Instituto de Educación Continuada (IDEC). Antigua. 12 p.
30. FRANCO, T.; HIDALGO, R. 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
31. FRANKHAM, R.; BALLOU, J.; BRISCOE, D. 2002. *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University Press. United Kindom. USA.
32. FUNDORA, Z.; DÍAZ, M.; BAEZ, M.; SOTO, J. 1988. Análisis de los componentes principales de la variación en siete cultivares de cebolla. *Ciencias de la Agricultura* 33:70-81. La Habana – Cuba.
33. GNANADESIKAN, R. 1977. *Methods of statistical data analysis of multivariate observations*. New York – USA: Wiley. 6 p.
34. GÓMEZ, R. 2006. Descriptores y procedimientos: guía para las caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papas nativas. En: *Manual para la caracterización In Situ de Cultivos Nativos: conceptos y procedimientos*. Editores: Estrada, R., Medina, T., Roldan, A. Lima-Perú. 167p.
35. GONZÁLEZ-ANDRÉS, F. 2001. Caracterización morfológica. En: *Conservación y caracterización de recursos fitogenéticos*. Valladolid- España. 279 p.
36. GOODMAN M. 1976. Maize. En Simmonds N.W. (ed.). *Evolution of crop plants*. Longman Group Ltd. London, UK. p. 128-136.

37. GOODMAN, M.; BIRD, R. 1977. Races of maize IV: tentative groupings of 219 Latin American races. *Econ. Bot.* 31:204 - 221. USA.
38. GROBMAN, A.; SALHUANA, W.; SEVILLA, R. and collaboration with MANGELSDORF, P. 1961. The races of maize in Peru. National Academy of Sciences – National Research Council. Publication N° 915. Washington, D.C. USA. 374 p.
39. GROBMAN, A.; BONAVIA, T.; DILLEHAY, D.; PIPERNO, J.; IRIARTE, J.; HOLST, I. 2012. Preceramic maize from Paredones and Huaca Prieta, Perú. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 109 (5): 1755-1759.
40. GUTIÉRREZ-ROSATI, A. 2006. Maíz: riqueza genética. Lima-Perú. 56p.
41. HAIR, J.; ANDERSON, R.; TATHAM, R.; BLACK, W. 1992. *Multivariate data analysis.* MacMillan Publ. Co. Nueva York - USA. 544 p.
42. HAIR, J.; TATHAM, R.; BLACK, W.; ANDERSON, R. 2001. *Análisis multivariante.* 5ta. Edición. 799 p. Traducido por Editorial: PRENTICE-HALL. México.
43. HALLAUER A., MIRANDA J. (1988). *Quantitative Genetics in Maize Breeding.* The IOWA State University Press, Ames IOWA1988; 468.
44. ILTIS, H. 2006. Origin of Polystychy in maize: In: *Histories of maize. Multidisciplinary Approaches to the Prehistory, Linguistics, Biogeography, Domestication and Evolution of maize.* Jhon Staller, Robert Tykot, Bruce Benz editors. Academic Press is a imprente of Elsevier. San Diego, London, 21-53 pp.
45. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA. 2009. Perú: Perfil del Productor Agropecuario, 2008. Lima-Perú. 159 p.
46. JOHNSON, D. 1998. *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos.* Traducido por H. Pérez Castellanos. International Thomson Editores. México. 566 p.
47. KIESSELBACH, T. 1949. *The structure and reproduction of corn.* ed. Agricultural Experiment Station, University of Nebraska. USA. 101 p.
48. KULESHOV, N. 1933. World's diversity of phenotypes of maize. *J. Am. Soc. Agron.* 25:688-700.
49. LEÓN, J.; MARÍA, F.; FERNÁNDEZ, G.; ZOPPOLO, J. 1981. Evaluation and classification of native maize. In *Plant Breeding Abstracts* 53:123-124.
50. LINDGREN, B. 1968. *Statistical Theory.* 2nd. edition McMillan. Toronto. 635 p.
51. LÓPEZ, J.; HIDALGO, M. 1994. Análisis de componentes principales y análisis factorial. En: Ato, M. y López, J. J. (eds.). *Fundamentos de estadística con Systat.* Addison Wesley Iberoamericana. p. 457-503.

52. MANGELSDORF, P. 1974. Corn: Its origin, evolution, and improvement. Harvard Univ. Cambridge. USA. 262 p.
53. MANRIQUE, A. 1997. El maíz en el Perú. Segunda edición. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima. 362p.
54. MAROTO, J. 1998. Horticultura herbácea especial. 4ta. Edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid-España. 589-593 pp.
55. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. 2014. Base de Datos de cultivos agrícolas: Series históricas de producción agrícola. Lima-Perú. Disponible en <http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/>
56. MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2011. Razas de maíz en el Perú. Lima - Perú.
57. NÚÑEZ, C; D, ESCOBEDO. 2011. Uso correcto del análisis *cluster* en la caracterización de germoplasma vegetal. Agronomía Mesoamericana. México. 22(2). p. 415-427.
58. ORTÍZ, R. 1985. Efecto ambiental, interacción genotipo medioambiente y heredabilidad de las características morfológicas usadas en la clasificación racial de maíz en la sierra alta del Perú. Tesis Mg. Sc. UNALM. Lima-Perú. 87 p.
59. OSCANOVA, C.; SEVILLA, R. 2010. Diversidad de razas de maíz en sierra central del Perú. En: Primer congreso peruano de mejoramiento genético y biotecnología agrícola. Lima – Perú. p 99 – 101.
60. PEÑA, D. 2002. Análisis de datos multivariados. Mac Graw Hill. Madrid – España. p. 133-158.
61. PITA, J.; MARTÍNEZ, J. 2001. Banco de semillas. En: Conservación y caracterización de recursos fitogenéticos. Valladolid- España. 279 p.
62. POEHLMAN, J. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. México. 453p
63. RAMOS, A.; HERNÁNDEZ, E. 1972. Variación morfológica de los maíces de la zona oriental del estado de México y Centro de Puebla, México. En: Xolocotzia. Tomo II. 1987. Universidad Autónoma Chapingo. Subdirección de Centros Regionales. Dirección de Difusión Cultural. Revista de Geografía Agrícola. México.
64. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. 2001. Diccionario de la lengua española. España. 2da edición, 2448 p. Consultado el 10 de marzo del 2017. Disponible en <http://www.rae.es/diccionario-de-la-lengua-espanola/sobre-la-22a-edicion-2001>.
65. RITCHIE, S.; HANWAY, J.; BENSON, G. 1986. How a corn plant develops. Ames, Iowa State University. Special report no. 48. USA. 21 p.
66. ROSEN, W. 1986. Biodiversity. In 1st. National Forum on Biological Diversity. USA.

67. RUIZ DE GALARRETA, J. 1999. Agrupación de poblaciones locales de maíz (*Zea mays* L.) mediante caracteres morfológicos y parámetros ambientales. Tesis Doctoral. Universidad de Lleida. España. 161 p.
68. SALAZAR, E.; LEÓN, P.; ROSAS, M.; MUÑOZ, C. 2006. Estado de la conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos cultivados y silvestres en Chile. Boletín INIA N°156. Santiago. 181 p.
69. SALHUANA, W. 2004. Diversidad y Descripción de las Razas de Maíz en el Perú. (2004) Cincuenta años del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM) 1953-2003. Editado por Wilfredo Salhuana M, Américo Valdez M, Federico Scheuch H. y José Davelouis M. UNALM. Lima-Perú. 537p.
70. SÁNCHEZ, H. 2004. Mejoramiento genético en Costa y Selva. En: Cincuenta años del Programa Cooperativo de Investigación en Maíz (PCIM) 1953 – 2003. UNALM. Perú. 100-157 p.
71. SEVILLA, R. 1991. Genética del maíz. En: Mejoramiento genético del maíz. 13avo. curso corto. Lima – Perú. 1-41 p.
72. SEVILLA, R. 2003. Colecta y clasificación para programar la conservación *in situ* de la diversidad de maíz en la Amazonía peruana. En: Fundamentos genéticos y socioeconómicos para analizar la agrobiodiversidad en la región de Ucayali. Perú. p 33-49.
73. SEVILLA, R. 2006. Definiciones conceptuales básicas. En: Manual para la caracterización *In Situ* de Cultivos Nativos: conceptos y procedimientos. Editores: Estrada, R., Medina, T., Roldan, A. Lima-Perú. 167p.
74. SEVILLA, R.; CHURA, J. 1998. La colección de germoplasma de maíz del Perú. Lima-Perú. 23 p.
75. SEVILLA, R.; HOLLE, M. 2004. Recursos genéticos vegetales. Edic. Luis León Asoc. Lima – Perú. p. 445.
76. SEVILLA, R; W, SALHUANA; J, CHURA. 2004. La colección de germoplasma de maíz del Perú. En: Cincuenta años del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM). UNALM. Lima-Perú. p. 188-203.
77. SMITH, I.; SMITH, O. 1989. The description and assessment of distance between inbred lines of maize: I. the use of morphological traits as descriptors. *Maydica*. USA. p 141-150.
78. SNEATH, P.; SOKAL, R. 1973. Numerical Taxonomy. The Principles and Practices of Numerical Classification, W. H. Freeman and Company. San Francisco, California. USA. 573 p

79. SOKAL, R.; MICHENER, C. 1958. A Statistical Method for Evaluating Systematics Relationships. Univ. Kansas Sci. Bull. 38:1409-1438.
80. SOKAL, R.; SNEATH, P. 1963. Principles of numerical taxonomy. San Francisco CA. 359 p.
81. STURTEVANT, E. 1899. Varieties of corn. USDA Off. Exp. Stn. Bull. 57:1-108.
82. TABA, S. 1995. Maize Germplasm: Its Spread, use and strategies for conservation
83. TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2006. Plant Physiology. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts-USA. 764 p.
84. VAVILOV, N. 1926. Studies on the Origin of Cultivated Plants. Leningrad-Rusia. 248 p.
85. VEGA, J. 2003. Caracterización de la mazorca y selección de la variedad de maíz PMS-636 en la sierra central del Perú. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú. 73 p.
86. VEGA, M. 1972. Análisis Discriminante para la Diferenciación de Razas de Maíz. Tesis Ingeniero Estadístico. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 99 p.
87. VILLERS, L.; ARIZPE, N.; ORELLANA, R., CONDE, C.; HERNÁNDEZ, J. 2009. Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz. México. Interciencia 34(5):322-329.
88. WILKES, H.G. 1977. The origin of corn; Studies of the last hundred years. In Crop Resources, New York, Academy Press, Inc., pp. 211-223.
89. WILKES, H.G. 1979. Mexico and Central America as a centre for the origin of agriculture and the evolution of maize. Crop Improv., 6(1): 1-18.
90. WILKES, H.G. 1985. Teosinte: the closest relative of maize revisited Maydica, XXX. p 209-223.
91. WILKES, H.G. 1989. Maize: domestication, racial evolution and spread. In D.R. Harris & G.C. Hillman, eds. Forage and farming. London. p. 440-454.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Matriz básica de datos (MBD).

ACCESIÓN	FMAS	FFEM	APLT	AMZ	LMZ	DMZ	NHILE	NGRAN	CGRANO	TEXT	DHILE	CTUSA	SANID	PESO
AMAZ-001	70	73	233	126	13	4.20	14	27	13	4	6	1	4	0.313
AMAZ-009	81	85	191	116	12	4.30	11	21	13	6	10	1	3	0.413
AMAZ-014	68	73	286	224	18	5.00	16	31	13	4	6	1	3	0.312
AMAZ-018	68	73	290	230	16	4.25	13	29	13	17	1	1	3	0.281
AMAZ-022	68	73	306	249	18	3.67	12	27	1	20	10	1	3	0.306
AMAZ-028	68	73	285	190	14	5.00	14	27	13	4	1	1	4	0.205
AMAZ-033	75	79	321	208	18	5.00	14	29	1	4	1	1	3	0.551
AMAZ-039	65	70	273	212	14	4.67	13	26	1	4	6	1	3	0.320
AMAZ-040	64	68	251	151	14	4.67	13	29	13	17	6	1	4	0.338
AMAZ-047	68	73	278	180	17	3.60	14	30	1	4	1	1	3	0.259
AMAZ-049	81	85	299	227	18	5.00	15	29	3	4	6	1	3	0.320
AMAZ-051	68	73	290	217	17	4.38	14	33	13	4	6	1	5	0.297
AMAZ-053	81	85	298	216	17	5.00	15	30	13	17	6	1	3	0.366
AMAZ-054	68	73	233	164	16	5.40	14	30	13	4	6	1	3	0.328
ANC-020	68	73	280	192	15	4.33	14	25	13	20	1	1	4	0.340
ANC-354	81	85	243	188	17	4.40	14	31	13	17	1	1	3	0.264
ANC-355	64	68	283	188	20	3.60	11	32	1	4	6	1	3	0.243
CAJ-015	75	79	272	166	15	4.75	14	22	1	4	6	1	3	0.373
CAJ-193	68	73	279	213	19	5.33	15	27	1	4	10	1	3	0.374
CAJ-195	68	73	292	224	16	4.80	13	31	3	4	1	1	4	0.377
CAJ-196	68	73	286	225	17	5.10	16	31	3	4	6	1	4	0.302
CAJ-197	81	85	278	210	17	5.80	16	33	3	4	6	1	4	0.215
CAJ-199	75	79	266	169	17	5.11	16	28	13	4	6	1	4	0.362
CAJ-200	81	85	303	244	16	4.60	14	23	3	4	6	1	4	0.324
CAJ-202	75	79	291	198	17	4.88	14	35	13	4	6	1	4	0.363
CAJ-203	68	73	283	220	17	4.78	15	29	13	4	1	1	3	0.318
CAJ-206	68	73	253	175	17	3.67	13	30	13	6	1	1	4	0.186
CAJ-208	68	73	276	154	19	5.00	15	39	13	4	1	1	4	0.396
CAJ-211	70	73	261	182	16	5.11	15	31	1	4	1	1	4	0.304
CAJ-212	68	73	282	215	16	4.80	16	31	1	17	6	1	4	0.340
CAJ-215	81	85	304	245	17	4.67	14	34	1	4	1	1	4	0.336
CAJ-216	81	85	294	217	18	5.20	15	31	1	17	6	1	4	0.325
CAJ-217	70	73	243	167	17	4.80	14	36	13	4	6	1	4	0.337
CAJ-219	75	79	318	214	17	5.60	15	37	13	4	6	1	4	0.292
CAJ-220	75	79	246	157	17	5.11	16	32	13	4	6	1	4	0.439
CUZ-022	81	85	288	221	16	5.00	14	29	1	4	6	1	3	0.359
CUZ-028	68	73	298	226	18	4.80	15	33	1	17	10	1	4	0.354
CUZ-111	68	73	303	238	20	4.44	15	31	1	11	6	1	3	0.320
CUZ-112	68	73	313	247	17	4.40	14	21	1	4	6	1	3	0.424
CUZ-113	68	73	255	200	16	4.71	15	31	1	4	10	1	3	0.295

Anexo 1: continuación.

ACCESIÓN	FMAS	FFEM	APLT	AMZ	LMZ	DMZ	NHILE	NGRAN	CGRANO	TEXT	DHILE	CTUSA	SANID	PESO
JUN-221	70	73	247	169	17	4.88	15	31	1	4	1	1	3	0.372
JUN-222	68	73	285	160	18	4.75	14	34	13	20	6	1	4	0.358
JUN-223	68	73	299	212	17	4.88	14	29	13	4	6	1	3	0.359
JUN-226	68	73	289	210	19	5.10	15	36	13	4	1	1	4	0.347
JUN-227	68	73	271	180	17	4.90	15	33	13	17	1	1	5	0.324
JUN-228	68	73	294	217	18	5.00	16	36	1	4	6	1	4	0.339
JUN-229	68	73	291	203	16	4.80	14	30	13	20	1	1	4	0.340
JUN-230	68	73	293	212	16	4.56	14	33	13	17	1	1	4	0.306
JUN-232	68	73	287	203	16	4.50	14	25	13	4	1	1	4	0.281
JUN-233	64	68	298	220	16	4.50	15	31	13	4	1	1	4	0.310
JUN-235	68	73	263	146	18	6.00	14	37	13	4	1	1	4	0.360
JUN-236	68	73	316	235	15	4.75	14	31	13	4	1	1	3	0.314
JUN-238	64	68	267	187	14	4.80	14	30	13	4	6	1	4	0.351
JUN-239	68	73	283	185	17	4.67	15	35	13	17	6	1	3	0.309
JUN-240	81	85	272	203	15	4.50	14	31	13	17	1	1	4	0.340
JUN-241	75	79	251	175	15	4.86	15	31	13	20	1	1	4	0.352
JUN-242	75	79	309	214	11	3.00	14	28	13	4	1	1	4	0.358
JUN-243	70	75	285	173	13	4.14	11	22	1	1	6	3	2	0.354
JUN-244	75	79	303	229	20	4.60	14	25	13	4	6	1	3	0.294
LOR-001	72	75	263	180	19	5.60	16	36	1	16	6	1	5	0.351
LOR-002	64	68	286	162	20	4.75	15	36	13	4	6	1	4	0.381
LOR-004	64	68	257	172	21	4.10	13	34	1	4	10	1	4	0.376
LOR-006	64	68	268	206	22	3.80	11	27	13	1	2	1	4	0.241
LOR-007	64	68	224	135	15	4.60	17	26	13	5	2	1	4	0.305
LOR-008	75	79	254	145	22	4.50	13	29	13	1	2	4	4	0.227
LOR-010	64	68	268	149	18	4.56	16	29	1	4	6	1	4	0.293
LOR-011	75	79	213	127	23	4.10	13	34	13	1	2	1	4	0.292
LOR-014	81	85	283	180	16	4.50	13	30	1	4	10	1	3	0.299
LOR-015	75	79	302	179	17	4.75	14	37	13	4	1	1	5	0.335
LOR-016	75	79	232	138	16	4.40	13	32	13	4	1	1	4	0.362
LOR-017	75	79	313	173	17	4.67	14	35	13	4	6	1	4	0.336
LOR-018	70	75	288	150	17	4.89	15	26	13	4	6	1	3	0.348
LOR-019	68	73	283	207	23	5.00	15	35	13	17	1	1	4	0.336
LOR-021	75	79	200	119	16	4.56	13	32	13	4	1	1	3	0.344
LOR-022	75	79	257	158	19	3.78	13	30	1	12	2	1	3	0.261
LOR-024	68	73	280	165	20	5.00	14	33	1	4	10	1	4	0.319
LOR-026	75	79	258	156	16	5.00	16	33	13	20	1	1	5	0.288
LOR-027	75	79	256	169	19	4.83	15	32	13	4	6	1	4	0.307
LOR-028	75	79	293	189	17	5.11	14	32	13	17	1	1	4	0.371
LOR-029	70	75	266	178	17	5.00	15	28	13	17	1	1	4	0.344

Anexo 1: continuación.

ACCESIÓN	FMAS	FFEM	APLT	AMZ	LMZ	DMZ	NHILE	NGRAN	CGRANO	TEXT	DHILE	CTUSA	SANID	PESO
CUZ-114	65	70	292	212	16	4.00	15	27	1	1	2	1	4	0.305
CUZ-115	75	79	310	219	17	4.11	15	32	1	17	10	1	4	0.333
CUZ-116	81	85	278	204	16	6.00	15	32	1	4	6	1	3	0.317
CUZ-118	81	85	298	232	17	5.17	16	28	1	4	10	1	3	0.351
CUZ-119	64	68	240	168	13	4.00	14	26	3	5	6	1	3	0.204
CUZ-120	81	85	298	222	16	4.70	15	29	1	4	6	1	4	0.358
CUZ-189	48	73	267	210	22	4.30	13	34	1	1	2	1	3	0.297
CUZ-237	48	73	246	190	16	4.00	13	27	18	4	6	1	3	0.291
CUZ-239	48	73	275	217	18	5.40	15	28	18	17	6	1	4	0.277
CUZ-241	48	73	290	238	14	4.40	14	26	1	19	6	1	3	0.276
CUZ-242	48	73	287	224	16	4.50	16	30	1	17	6	1	3	0.269
CUZ-245	68	73	277	188	20	4.30	13	38	1	4	6	1	4	0.309
CUZ-254	68	73	260	199	17	4.80	15	27	1	4	1	1	4	0.302
CUZ-255	81	85	267	207	17	4.60	13	24	18	4	6	1	3	0.405
CUZ-324	81	85	298	222	19	4.67	15	32	1	19	6	1	3	0.328
CUZ-326	81	85	281	185	19	5.13	15	32	13	4	1	1	4	0.409
CUZ-327	68	73	275	163	19	4.40	16	28	18	4	6	1	4	0.293
CUZ-328	68	73	293	191	18	4.44	14	31	1	4	6	1	3	0.335
CUZ-329	81	85	299	254	17	4.90	15	25	3	4	6	1	4	0.262
CUZ-330	81	85	246	187	20	4.25	14	28	1	1	2	1	2	0.345
CUZ-331	81	85	318	246	15	4.90	15	27	3	4	10	1	2	0.320
CUZ-332	81	85	310	204	20	4.63	16	32	1	1	2	1	3	0.340
HCO-029	65	69	298	215	17	4.50	14	33	1	4	6	1	5	0.304
HCO-032	68	73	259	166	16	4.57	14	31	1	4	6	1	3	0.322
HCO-038	70	75	264	168	16	4.78	14	30	1	4	6	1	4	0.350
HCO-049	68	73	260	158	15	4.75	13	29	1	4	6	1	3	0.298
HCO-050	68	73	225	152	17	4.86	13	30	1	4	1	1	3	0.290
HCO-052	81	85	253	148	14	4.50	13	29	13	4	6	1	2	0.319
HCO-054	81	85	265	169	19	4.50	15	28	13	4	6	1	3	0.379
HCO-055	81	85	244	160	21	3.50	12	34	1	11	6	1	3	0.320
HCO-070	68	73	242	144	17	4.57	14	36	1	4	1	1	4	0.317
HCO-072	81	85	233	144	15	4.60	13	30	1	4	6	1	3	0.341
HCO-073	68	73	213	147	18	5.00	15	31	13	20	1	1	4	0.379
HCO-074	81	85	269	182	14	4.50	15	25	3	1	1	1	2	0.350
HCO-085	81	85	274	162	17	4.57	13	26	13	6	1	1	3	0.267
HCO-086	81	85	288	183	18	4.78	14	30	1	4	1	1	3	0.270
JUN-216	53	56	225	117	11	3.80	12	23	3	5	6	1	2	0.227
JUN-217	81	85	239	153	19	4.00	12	24	1	1	2	1	3	0.296
JUN-218	56	58	230	151	12	4.00	13	21	3	11	1	1	3	0.254
JUN-219	75	79	305	227	15	5.00	15	29	1	4	6	1	3	0.345

Anexo 1: continuación.

ACCESIÓN	FMAS	FFEM	APLT	AMZ	LMZ	DMZ	NHILE	NGRAN	CGRANO	TEXT	DHILE	CTUSA	SANID	PESO
LOR-031	81	85	259	153	24	3.75	12	25	13	1	2	1	3	0.278
LOR-034	68	73	261	145	17	4.80	14	35	13	4	6	1	4	0.353
LOR-035	68	73	277	180	16	4.78	14	33	1	4	6	1	3	0.307
LOR-038	75	79	240	161	18	4.44	13	30	13	17	1	1	4	0.333
LOR-040	75	79	244	159	20	4.44	16	32	13	5	2	1	4	0.246
LOR-041	81	85	298	189	20	4.20	16	31	1	1	2	1	3	0.314
LOR-042	64	68	280	169	18	4.60	14	33	13	4	1	1	4	0.388
LOR-043	68	73	252	189	16	6.00	15	33	13	4	6	1	3	0.281
LOR-044	70	73	259	167	17	4.90	15	37	13	17	10	1	4	0.326
LOR-045	68	73	282	183	14	4.63	16	29	13	17	6	1	4	0.291
LOR-046	68	73	261	163	17	4.89	14	32	13	4	6	1	4	0.313
M.DI-002	68	73	266	196	18	4.20	17	30	1	6	6	1	3	0.220
M.DI-003	68	73	290	194	16	5.40	15	33	1	17	6	1	5	0.306
M.DI-004	68	73	289	187	17	4.20	17	29	3	6	6	1	4	0.221
M.DI-005	68	73	302	192	18	3.70	15	34	1	6	6	1	4	0.232
M.DI-006	68	73	282	230	16	4.30	15	34	1	17	1	1	2	0.263
M.DI-007	68	73	301	202	19	4.00	14	34	13	17	6	1	2	0.260
M.DI-010	68	73	318	219	18	4.80	15	31	13	4	1	1	4	0.324
M.DI-011	68	73	264	199	19	4.50	16	34	13	4	10	1	4	0.312
M.DI-015	68	73	299	201	18	4.56	16	33	13	17	10	1	3	0.331
M.DI-017	68	73	335	220	15	4.75	13	25	1	4	6	1	3	0.262
M.DI-019	68	73	319	235	17	4.30	14	31	1	20	1	1	4	0.325
M.DI-022	75	79	274	194	18	5.00	15	30	13	4	1	1	4	0.323
M.DI-023	68	73	273	179	19	4.17	15	30	13	19	2	1	4	0.274
M.DI-024	75	79	320	213	17	4.90	15	34	13	4	1	1	4	0.362
M.DI-025	75	79	284	202	20	4.50	13	35	1	1	2	1	4	0.351
M.DI-026	75	79	280	180	15	4.60	14	30	13	4	6	1	4	0.277
M.DI-027	70	75	275	203	20	4.00	15	35	13	1	10	1	4	0.340
M.DI-028	75	79	277	184	18	5.00	15	25	13	4	6	1	4	0.352
M.DI-029	75	79	316	213	18	4.67	15	34	13	4	6	1	4	0.276
M.DI-030	75	79	257	159	17	5.00	15	33	13	4	6	1	4	0.356
M.DI-031	68	73	328	228	27	4.10	16	31	1	5	10	1	3	0.342
M.DI-032	75	79	256	187	18	5.80	15	35	1	17	1	1	5	0.305
M.DI-033	68	73	276	200	18	4.40	17	32	1	4	6	1	3	0.282
M.DI-034	68	73	238	186	30	4.33	14	32	13	4	6	1	3	0.284
M.DI-035	64	68	300	233	22	4.30	15	35	1	1	2	1	4	0.335
M.DI-036	75	79	254	168	17	4.70	14	31	13	20	1	1	5	0.330
M.DI-037	75	79	274	181	15	5.00	16	26	13	4	6	1	4	0.321
M.DI-038	65	68	234	142	12	4.70	15	21	13	17	6	1	4	0.331
M.DI-039	68	73	262	208	19	4.50	16	38	1	20	6	1	4	0.267

Anexo 1: continuación.

ACCESIÓN	FMAS	FFEM	APLT	AMZ	LMZ	DMZ	NHILE	NGRAN	CGRANO	TEXT	DHILE	CTUSA	SANID	PESO
M.DI-040	70	73	232	149	19	3.60	13	30	13	1	10	1	4	0.262
M.DI-041	75	79	284	181	17	4.90	16	27	13	4	1	1	4	0.321
M.DI-042	70	75	271	240	16	4.30	17	28	13	4	10	1	4	0.267
M.DI-043	75	79	275	183	21	6.00	16	32	13	4	1	1	3	0.356
M.DI-044	70	75	289	229	20	4.70	16	31	13	4	10	1	4	0.343
M.DI-046	64	68	298	211	18	4.78	15	32	13	4	6	1	3	0.309
M.DI-047	81	85	275	189	14	3.33	15	28	1	4	10	1	3	0.216
M.DI-048	81	85	246	147	18	4.25	14	27	13	1	2	1	4	0.278
M.DI-049	75	79	253	161	15	5.00	15	30	13	17	1	1	4	0.333
PAS-009	81	85	288	238	18	4.78	14	29	3	4	6	1	3	0.398
PAS-010	81	85	261	169	14	4.67	17	29	13	4	1	1	3	0.339
PAS-011	81	85	304	231	16	4.75	14	30	1	4	1	1	4	0.357
PAS-012	68	73	355	263	19	5.00	15	34	1	20	6	1	3	0.366
PAS-013	68	73	291	228	19	4.83	14	36	1	4	1	1	4	0.354
PAS-014	68	73	253	192	17	4.67	14	36	13	19	6	1	4	0.326
PAS-015	68	73	308	181	18	5.20	17	33	13	4	1	1	4	0.323
PAS-016	75	79	304	203	16	4.90	14	34	13	4	6	1	4	0.325
PAS-017	68	73	245	187	18	5.14	14	37	1	4	1	1	4	0.387
PAS-018	75	79	303	211	19	3.67	14	32	1	4	1	1	4	0.161
PAS-020	68	73	319	208	18	5.00	15	38	13	4	1	1	4	0.384
PAS-028	68	73	338	228	24	4.25	11	52	13	1	2	1	4	0.411
PAS-030	68	73	284	205	22	3.80	11	36	13	1	2	1	4	0.268
PAS-031	70	75	263	169	20	5.00	16	37	13	4	6	1	2	0.324
PAS-033	64	68	254	144	17	4.75	15	33	13	4	10	1	4	0.333
PAS-034	68	73	323	232	17	4.56	16	33	13	4	1	1	4	0.283
PAS-035	64	68	291	172	22	6.67	15	39	1	18	10	1	4	0.360
PAS-036	75	79	239	155	16	4.67	14	27	13	17	1	1	4	0.326
PAS-038	70	75	263	164	17	4.78	15	31	1	17	10	1	4	0.371
PAS-039	64	68	328	255	17	5.00	16	32	1	17	6	1	3	0.309
SMTI-001	64	68	289	196	24	4.00	12	37	13	1	2	1	4	0.310
SMTI-002	68	73	318	214	25	4.20	12	33	1	1	2	4	4	0.345
SMTI-003	68	73	293	223	26	4.22	12	31	1	1	2	1	3	0.348
SMTI-005	68	73	326	231	22	4.33	13	34	1	1	2	3	4	0.294
SMTI-006	64	68	307	216	19	5.80	14	36	1	4	6	1	3	0.300
SMTI-008	68	73	336	215	22	3.50	9	27	13	1	2	1	2	0.281
SMTI-009	64	68	329	212	28	3.80	10	41	13	1	2	3	4	0.300
SMTI-010	64	68	292	222	21	4.00	13	36	25	1	2	4	4	0.276
SMTI-012	64	68	280	188	22	3.50	10	35	1	1	2	1	4	0.272
SMTI-013	68	73	295	178	21	3.88	13	33	13	1	2	3	4	0.287
SMTI-017	68	73	300	223	27	4.44	11	33	13	1	2	4	4	0.256

Anexo 1: continuación.

ACCESIÓN	FMAS	FFEM	APLT	AMZ	LMZ	DMZ	NHILE	NGRAN	CGRANO	TEXT	DHILE	CTUSA	SANID	PESO
SMTI-019	68	73	308	190	25	4.00	11	34	13	1	2	3	4	0.304
SMTI-020	68	73	292	177	21	4.25	11	41	25	1	10	3	4	0.301
SMTI-021	68	73	306	179	24	4.20	13	34	1	1	10	1	3	0.330
SMTI-022	75	79	294	215	20	3.89	12	30	13	1	2	4	3	0.239
SMTI-023	75	79	282	207	19	4.20	14	32	13	1	10	1	4	0.328
SMTI-025	68	73	264	181	18	4.70	16	34	1	17	6	1	4	0.347
SMTI-026	75	79	287	179	23	4.10	12	30	1	1	2	3	4	0.300
SMTI-028	64	68	280	176	25	4.50	13	36	1	9	10	3	4	0.337
SMTI-029	75	79	261	182	20	4.22	11	26	13	1	2	4	4	0.378
SMTI-030	75	79	298	183	25	4.33	13	36	1	1	2	1	4	0.325
SMTI-031	75	79	299	173	17	4.67	14	32	13	4	1	1	4	0.375
SMTI-032	68	73	269	182	20	3.88	11	27	1	1	2	1	3	0.261
SMTI-033	75	79	265	186	20	4.30	14	31	13	1	2	1	4	0.358
SMTI-034	70	73	221	163	19	4.40	15	29	13	5	2	1	4	0.325
SMTI-035	68	73	290	207	18	4.60	14	36	13	4	1	1	3	0.355
SMTI-036	68	73	277	212	19	4.60	15	32	1	4	6	1	3	0.374
SMTI-037	75	79	303	207	21	3.90	11	28	1	1	2	1	3	0.315
SMTI-038	68	73	280	214	19	4.89	14	37	1	4	10	1	3	0.328
SMTI-039	68	73	294	220	20	4.75	14	27	13	17	10	1	4	0.384
SMTI-040	64	68	295	168	17	4.50	13	32	13	4	6	3	4	0.362
SMTI-041	64	68	305	177	27	4.25	13	45	13	1	2	3	4	0.314
SMTI-043	81	85	242	171	23	4.00	12	30	1	1	10	1	3	0.296
SMTI-044	64	68	326	211	20	4.71	18	32	13	9	10	4	4	0.309
SMTI-045	81	85	300	191	23	4.10	13	35	1	1	2	4	4	0.290
SMTI-046	75	79	288	181	19	4.50	15	33	13	5	6	1	3	0.300
SMTI-047	81	85	249	174	19	3.67	11	30	1	1	2	1	4	0.281
SMTI-048	75	79	288	183	23	4.40	14	34	1	1	2	1	3	0.336
SMTI-049	70	73	266	185	17	4.70	14	34	13	4	6	1	4	0.305
SMTI-050	75	79	261	190	15	4.20	17	27	1	1	10	3	5	0.350
SMTI-052	75	79	278	174	21	3.80	12	27	13	1	2	1	3	0.284
SMTI-053	75	79	264	178	18	4.40	16	30	13	9	10	3	3	0.345
SMTI-054	75	79	245	182	22	5.00	16	32	1	1	1	4	3	0.337
SMTI-056	75	79	279	172	25	4.00	11	34	1	1	2	1	3	0.337
SMTI-057	75	79	228	160	15	4.50	15	30	13	17	1	1	4	0.293
SMTI-058	75	79	289	191	16	4.86	15	32	13	17	1	1	4	0.353
SMTI-059	81	85	266	186	16	5.11	15	28	18	4	6	1	3	0.350
SMTI-060	75	79	246	159	18	4.57	15	30	13	4	6	1	3	0.371
SMTI-061	64	68	297	203	19	4.38	13	37	19	4	6	1	4	0.317
SMTI-063	75	79	270	167	22	3.90	10	35	1	1	2	1	4	0.311
SMTI-064	64	68	290	189	23	3.90	11	31	13	1	2	4	3	0.282

Anexo 1: continuación.

ACCESIÓN	FMAS	FFEM	APLT	AMZ	LMZ	DMZ	NHILE	NGRAN	CGRANO	TEXT	DHILE	CTUSA	SANID	PESO
SMTI-065	81	85	275	140	21	4.00	15	29	13	1	2	1	3	0.260
SMTI-066	75	79	241	158	17	3.89	13	31	1	1	2	1	4	0.296
SMTI-067	81	85	253	155	22	3.78	11	37	1	1	2	1	4	0.286
SMTI-068	64	68	313	225	25	3.80	11	38	25	1	2	3	4	0.262
SMTI-069	70	75	284	252	28	3.80	11	49	13	1	2	1	4	0.319
SMTI-070	70	75	260	156	25	3.56	10	32	13	1	2	3	4	0.356
SMTI-072	68	73	267	181	25	3.44	10	35	18	1	2	1	3	0.275
SMTI-073	68	73	270	202	20	3.80	11	30	13	1	2	1	4	0.247
SMTI-074	68	73	279	202	19	5.00	14	34	13	4	1	1	4	0.315
SMTI-075	64	68	300	183	21	4.20	16	31	13	1	2	1	3	0.285
SMTI-076	70	75	256	176	21	3.80	10	37	25	1	2	1	4	0.294
SMTI-077	70	75	279	172	25	4.00	10	31	25	1	2	3	4	0.276
SMTI-078	64	68	297	162	25	3.70	11	29	1	1	2	1	4	0.325
SMTI-079	68	73	280	195	26	3.50	9	29	13	1	2	1	4	0.295
SMTI-080	64	68	259	163	23	5.80	14	36	1	4	10	1	5	0.330
SMTI-081	75	79	302	181	26	3.90	9	38	13	1	2	1	4	0.327
SMTI-082	75	79	304	185	26	3.80	12	43	13	1	10	1	4	0.287
SMTI-083	68	73	277	198	19	4.40	16	37	13	4	1	1	4	0.340
SMTI-085	75	79	270	177	16	4.75	15	28	13	4	1	1	4	0.337
SMTI-086	64	68	311	197	23	4.75	16	35	13	12	2	1	2	0.269
SMTI-088	75	79	277	182	18	4.88	14	23	13	17	6	1	4	0.374
SMTI-089	64	68	290	182	19	5.00	15	36	13	4	1	1	4	0.376
SMTI-090	68	73	248	183	22	4.10	14	32	13	1	2	1	4	0.290
SMTI-091	64	68	249	163	22	4.30	15	32	1	1	2	1	4	0.322
SMTI-092	75	79	255	167	34	4.00	15	27	13	1	2	1	4	0.301
SMTI-093	75	79	266	156	20	5.40	13	32	13	9	6	1	4	0.399
SMTI-095	75	79	304	192	25	4.00	12	33	18	1	2	3	3	0.335
SMTI-096	75	79	215	136	26	3.20	9	36	13	1	2	3	3	0.266
SMTI-097	81	85	289	170	22	3.90	13	31	25	1	10	3	4	0.343
SMTI-098	75	79	281	173	14	4.67	15	34	13	17	10	1	4	0.283
SMTI-099	64	68	302	210	21	5.00	15	37	1	4	1	1	4	0.362
SMTI-100	64	68	305	192	24	3.33	10	30	1	1	2	1	3	0.479
SMTI-101	70	75	262	149	22	3.50	9	36	13	1	2	1	3	0.289
SMTI-102	75	79	252	176	24	5.00	15	36	13	1	6	1	5	0.303
SMTI-104	58	62	313	185	24	4.30	14	32	13	1	2	1	3	0.333
SMTI-106	75	79	259	151	17	5.00	15	32	13	17	6	1	4	0.304
SMTI-107	70	75	271	165	21	6.00	15	37	1	4	1	1	3	0.348
SMTI-108	75	79	247	151	23	3.80	11	33	13	1	2	1	5	0.299
SMTI-109	75	79	259	148	24	5.00	16	33	13	4	2	1	4	0.355
SMTI-110	68	73	266	204	21	3.60	10	31	18	1	2	3	3	0.334

Anexo 1: continuación.

ACCESIÓN	FMAS	FFEM	APLT	AMZ	LMZ	DMZ	NHILE	NGRAN	CGRANO	TEXT	DHILE	CTUSA	SANID	PESO
SMTI-111	68	73	253	195	18	4.60	14	34	13	4	6	1	4	0.343
SMTI-112	68	73	332	221	17	4.80	14	37	13	20	1	1	5	0.310
SMTI-113	64	68	271	164	17	4.67	13	27	13	4	1	1	2	0.400
SMTI-114	75	79	264	176	19	4.90	15	34	18	4	1	1	4	0.350
SMTI-115	68	73	277	198	19	5.00	14	35	13	4	1	1	4	0.338
SMTI-116	75	79	271	165	26	4.25	13	51	13	1	2	4	4	0.292
SMTI-117	68	73	306	218	18	5.00	16	36	19	4	6	1	4	0.346
SMTI-118	68	73	318	212	18	4.00	14	35	13	4	6	1	4	0.443
SMTI-119	64	68	275	158	21	4.10	14	29	1	1	2	1	4	0.325
SMTI-120	68	73	307	208	18	4.70	15	37	13	4	6	1	4	0.358
SMTI-121	75	79	256	135	25	3.56	10	33	13	1	2	1	4	0.270
SMTI-122	64	68	293	190	27	4.50	12	47	13	1	2	1	4	0.280
SMTI-123	64	68	272	165	18	4.70	14	30	13	4	1	1	4	0.389
SMTI-124	70	73	220	148	18	4.80	14	35	13	4	6	1	4	0.365
SMTI-126	70	73	275	197	16	5.00	15	30	13	19	6	1	4	0.353
SMTI-127	68	73	304	221	16	4.50	13	32	13	4	6	1	4	0.323
SMTI-128	68	73	322	223	18	4.80	14	28	13	4	1	1	3	0.381
SMTI-129	75	79	259	167	16	5.00	15	29	19	4	1	1	4	0.347
SMTI-130	68	73	320	200	24	4.00	13	31	13	1	2	4	3	0.339
SMTI-131	68	73	318	198	19	4.80	15	35	13	4	6	1	3	0.313
SMTI-132	70	73	284	169	18	5.00	15	31	1	4	1	1	3	0.343
SMTI-133	68	73	312	237	19	4.70	16	33	13	4	1	1	4	0.330
SMTI-134	68	73	310	220	21	4.00	12	31	18	1	2	1	3	0.267
SMTI-135	75	79	284	191	22	5.00	16	30	13	4	1	1	4	0.336
SMTI-136	68	73	304	189	27	4.50	13	40	13	1	2	1	3	0.292
SMTI-137	68	73	270	250	19	4.00	12	30	13	6	2	1	3	0.331
SMTI-138	68	73	294	184	17	5.00	14	30	13	4	1	1	4	0.332
SMTI-139	75	79	259	166	25	4.00	11	38	13	1	2	1	4	0.260
SMTI-140	68	73	284	193	19	5.00	15	33	13	4	1	1	3	0.349
UCAY-001	70	75	290	166	19	4.50	17	34	13	11	10	3	3	0.394
UCAY-002	70	75	304	216	18	4.40	15	33	13	4	1	1	4	0.323
UCAY-003	70	75	307	200	18	6.00	14	34	13	4	1	1	4	0.346
UCAY-005	70	75	303	206	14	4.60	15	26	13	17	6	1	4	0.318
UCAY-006	70	75	304	196	18	4.50	15	30	13	4	1	1	3	0.315
UCAY-007	70	75	256	146	23	5.00	16	48	13	1	2	1	4	0.237
UCAY-008	68	73	303	209	15	4.75	15	31	13	17	6	1	4	0.294
UCAY-009	68	73	286	218	18	4.67	14	35	13	4	6	1	4	0.332
UCAY-010	68	73	283	196	17	4.60	14	32	13	4	1	1	5	0.315
UCAY-011	68	73	281	203	18	4.80	14	36	13	4	1	1	4	0.366
UCAY-015	68	73	271	179	19	5.80	15	32	1	4	5	1	4	0.397

Anexo 1: continuación.

ACCESIÓN	FMAS	FFEM	APLT	AMZ	LMZ	DMZ	NHILE	NGRAN	CGRANO	TEXT	DHILE	CTUSA	SANID	PESO
UCAY-017	68	73	260	161	18	4.57	15	31	13	4	10	1	4	0.268
UCAY-019	68	73	285	205	19	4.89	14	39	13	17	1	1	4	0.324
UCAY-020	70	75	277	198	20	5.10	14	37	13	4	1	1	4	0.355
UCAY-021	70	75	269	184	17	4.56	14	31	13	4	6	1	2	0.290
UCAY-022	70	75	270	183	17	4.60	14	32	13	4	1	1	4	0.326
UCAY-024	70	75	235	136	21	4.00	13	33	1	1	2	3	4	0.274
UCAY-027	70	75	253	148	16	4.00	12	32	1	17	1	1	4	0.272
UCAY-029	68	73	259	149	18	5.00	14	32	13	20	1	1	5	0.352
UCAY-030	68	73	230	150	18	4.67	15	26	13	17	6	1	4	0.308
UCAY-031	68	73	241	138	19	4.67	14	29	13	4	1	1	4	0.366
UCAY-034	68	73	246	151	16	5.00	14	28	13	4	6	1	4	0.348
UCAY-035	68	73	247	147	19	4.75	14	26	13	4	6	1	4	0.376

Anexo 2: Datos estadísticos básicos de los caracteres cuantitativos.

Grupo	Razas	Estadísticas	Floración masculina	Floración femenina	Altura planta	Altura mazorca	Longitud mazorca	Diámetro mazorca	Número hileras	Número de granos por hilera	Peso grano
I	Piricincó (59)	Mediana	68	73	279.5	182.5	22.1	4	11.71	31.86	0.290
	Cubano (5)	Promedio	68.2	73.2	278.5	184.4	22.3	4.0	11.74	32.78	0.295
71 accesiones	Aleman (1)	Rango	33	29	121	135	22.475	1.8	8	30	0.293
	Morocho (2)	Mínimo	48	56	215	117	11.4	3.2	9	21	0.186
	Perilla (4)	Máximo	81	85	336	252	33.875	5	16	51	0.479
		Desviación	6.26	5.33	26.59	26.56	4.01	0.33	1.62	5.39	0.04
		Variancia	9.17	7.28	9.54	14.40	17.98	8.33	13.79	16.45	15.22
II	Cubano(13)	Mediana	68	73	291	212	18	4.4	14.8	32	0.304
	Piricincó(4)	Promedio	66	72.30	291.30	210	18.22	4.48	14.71	31.46	0.297
27 accesiones	Sabanero (2)	Rango	27	11	80	87	13	2.13	5	12	0.213
	Perilla (5)	Mínimo	48	68	255	163	14	3.67	12	25	0.161
	Tuzón (1)	Máximo	75	79	335	249	27	5.8	17	37	0.374
	Chuncho (1)	Desviación	5.60	2.25	17.71	19.42	2.90	0.50	1.34	3.67	0.05
	Shajatu (1)	Variancia	8.49	3.11	6.08	9.24	15.93	11.10	9.12	11.66	17.11
III	Cubano (20)	Mediana	68	73	303.25	210.75	18.16	4.67	14.96	34.08	0.332
	Piricincó (11)	Promedio	69.81	74.34	300.04	210	18.79	4.59	14.89	33.93	0.333
32 accesiones	Tuzón (1)	Rango	11	11	94	97	11	1.8	7	25	0.176
		Mínimo	64	68	261	166	15	3.8	11	27	0.267
		Máximo	75	79	355	263	26	5.6	18	52	0.443
		Desviación	3.94	3.78	21.82	22.14	2.56	0.37	1.50	4.51	0.04
		Variancia	6.03	5.39	7.94	11.65	12.85	8.67	11.49	14.22	7.13
IV	Cubano (15)	Mediana	69	73	261.43	166.75	19.5	4.56	13.89	32.5	0.323
	Piricincó (9)	Promedio	70.54	74.92	261.69	167.79	19.36	4.59	13.84	33.01	0.329
24 accesiones		Rango	17	17	72.5	58	10	2.5	5	9.3	0.11
		Mínimo	64	68	225	144	15	3.5	11	28.5	0.286
		Máximo	81	85	298	202	25	6	16	37.8	0.40
		Desviación	5.24	5.11	18.11	13.67	2.58	0.59	1.21	2.91	0.03
		Variancia	7.43	6.82	6.92	8.15	13.34	12.79	8.77	8.82	9.44
V	Cubano (31)	Mediana	81	85	277.75	186.19	16.87	4.63	14.42	28.59	0.336
	Piricincó (8)	Promedio	78.48	82.60	277.37	192.41	16.88	4.65	14.24	27.82	0.328
50 accesiones	Shajatu (3)	Rango	13	12	127	138	12	2.67	6	13.0	0.209
	Morocho (2)	Mínimo	68	73	191	116	12	3.33	11	21	0.215
	Chuncho (2)	Máximo	81	85	318	254	24	6	17	34	0.424
	Tuzón (1)	Desviación	4.23	3.96	24.15	33.42	2.11	0.47	1.26	3.22	0.05
	Sarco (1)	Variancia	5.39	4.79	8.71	17.37	12.48	10.10	8.87	11.57	14.09
	Sabanero (1)										
	Aleman (1)										
VI	Cubano (41)	Mediana	68.00	73.00	289.75	200.75	17.90	4.80	14.40	32.83	0.345
	Piricincó (2)	Promedio	69.43	74.14	293.55	198.58	18.00	4.83	14.55	33.19	0.340
44 accesiones	Tuxpeño (1)	Rango	17	17	73.14	91	12	3	4	11	0.268
		Mínimo	64	68	259	146	11	3	13	28	0.283
		Máximo	81	85	332	237	23	6	17	39	0.551
		Desviación	3.59	3.39	19.15	22.47	1.85	0.47	0.85	2.90	0.04
		Variancia	5.17	4.58	6.52	11.32	10.25	9.80	5.85	8.74	11.62
VII	Cubano (21)	Mediana	68	73	281.5	196.5	16.4	4.8	14.89	31	0.305
	Piricincó (1)	Promedio	68.04	73.44	277.67	197.49	16.50	4.86	14.85	31.12	0.308
27 accesiones	Chuncho (2)	Rango	27	6	51	66	6	1.83	3	13.2	0.166
	Shajatu (1)	Mínimo	48	73	252	164	14	4.17	13	25	0.205
	Chimlos (1)	Máximo	75	79	303	230	19	6	16	38.2	0.371
	Perilla (1)	Desviación	4.32	1.28	14.90	17.65	1.43	0.46	0.81	3.48	0.04
		Variancia	6.35	1.74	5.37	8.94	8.64	9.38	5.43	11.19	11.43
VIII	Cubano (47)	Mediana	75	79	254.3	160.71	17	4.8	14.5	31.7	0.333
	Piricincó (9)	Promedio	71.60	75.74	253.38	161.93	17.49	4.82	14.48	31.56	0.333
57 accesiones	Tuzón (1)	Rango	17	17	94	84	12	2.87	6	26.8	0.202
		Mínimo	64	68	200	119	12	3.8	11	21.2	0.237
		Máximo	81	85	293	203	24	6.67	17	48	0.439
		Desviación	4.48	4.39	21.01	18.49	2.63	0.40	1.01	3.90	0.04
		Variancia	6.25	5.79	8.29	11.42	15.06	8.31	6.98	12.35	11.07

Anexo 3: Relación de grupos formados por análisis de conglomerados con sus respectivas razas por medio de la observación fenotípica.

RAZAS	GRUPOS FORMADOS								TOTAL
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
	71 acciones	27 acciones	32 acciones	24 acciones	50 acciones	44 acciones	27 acciones	57 acciones	
Cubano	5	13	20	15	31	41	21	47	193
Piricinco	59	4	11	9	8	2	1	9	103
Perilla	4	5					1		10
Shajatu		1			3		1		5
Chuncho		1			2		2		5
Morocho	2				2				4
Tuzon		1	1		1			1	4
Sabanero		2			1				3
Alemán	1				1				2
Sarco					1				1
Chimlos							1		1
Tuxpeño						1			1

Anexo 4: Accesoión SMTI – 063 (raza: Piricinco) perteneciente al GRUPO I.



Anexo 5: Accesoión M.DI – 002 de la raza Perlilla (X) perteneciente al GRUPO II.



Anexo 6: Accesoión SMTI - 117 de la raza Tuzón (S) perteneciente al GRUPO III.



Anexo 7: Accesoión SMTI-107 de la raza Cubano amarillo perteneciente al GRUPO IV.



Anexo 8: Accesoión HCO-086 de la raza Cubano amarillo perteneciente al GRUPO V.



Anexo 9: Accesoión UCAY-022 de la raza Cubano amarillo perteneciente al GRUPO VI.



Anexo 10: Accesoión SMTI-126 de la raza Cubano amarillo perteneciente al GRUPO VII.



Anexo 11: Accesoión M.DI - 030 de la raza Cubano amarillo perteneciente al GRUPO VIII.



Anexo 12: Distribución de las accesiones de maíz en campo.

1	48	49	129	130	239	240	
2	47	50	128	131	238	241	
3	46	51	127	132	237	242	
4	45	52	126	133	236	243	
5	44	53	125	134	235	244	346
6	43	54	124	135	234	245	345
7	42	55	123	136	233	246	344
8	41	56	122	137	232	247	343
9	40	57	121	138	231	248	342
10	39	58	120	139	230	249	341
11	38	59	119	140	229	250	340
12	37	60	118	141	228	251	339
13	36	61	117	142	227	252	338
14	35	62	116	143	226	253	337
15	34	63	115	144	225	254	336
16	33	64	114	145	224	255	335
17	32	65	113	146	223	256	334
18	31	66	112	147	222	257	333
19	30	67	111	148	221	258	332
20	29	68	110	149	220	259	331
21	28	69	109	150	219	260	330
22	27	70	108	151	218	261	329
23	26	71	107	152	217	262	328
24	25	72	106	153	216	263	327
		73	105	154	215	264	326
		74	104	155	214	265	325
		75	103	156	213	266	324
		76	102	157	212	267	323
		77	101	158	211	268	322
		78	100	159	210	269	321
		79	99	160	209	270	320
		80	98	161	208	271	319
		81	97	162	207	272	318
		82	96	163	206	273	317
			95	164	205	274	316
			94	165	204	275	315
			93	166	203	276	314
			92	167	202	277	313
			91	168	201	278	312
			90	169	200	279	311
			89	170	199	280	310
			88	171	198	281	309
			87	172	197	282	308
							307
			86	173	196	283	306
			85	174	195	284	305
			84	175	194	285	304
			83	176	193	286	303
				177	192	287	302
				178	191	288	301
				179	190	289	300
				180	189	290	299
				181	188	291	298
				182	187	292	297
				183	186	293	296
				184	185	294	295