



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

Trabajo de Graduación

Caracterización y evaluación preliminar de 33
accesiones de maíz (*Zea mays* L.) colectadas en
Nicaragua, Tisma, Masaya, Postrera 2011

Autores

Br. César Antonio Mendoza Pacheco
Br. Juan Pablo Gaitán Mendoza

Asesores

Ing. José Vidal Marín Fernández, M.Sc.
Ing. Digno Marvin Fornos Reyes, M.Sc.

Managua Nicaragua
Julio, 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

Trabajo de Graduación

Caracterización y evaluación preliminar de 33
accesiones de maíz (*Zea mays* L.) colectadas en
Nicaragua, Tisma, Masaya, Postrera 2011

Autores

Br. César Antonio Mendoza Pacheco
Br. Juan Pablo Gaitán Mendoza

Asesores

Ing. José Vidal Marín Fernández, M.Sc.
Ing. Digno Marvin Fornos Reyes, M.Sc.

Presentado a la consideración del Honorable Tribunal Examinador como requisito
para optar al grado de INGENIERO AGRÓNOMO.

Managua Nicaragua
Julio, 2013

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO	III
INDICE DE CUADROS.....	IV
INDICE DE FIGURAS.....	V
INDICE DE ANEXOS.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3.1 Ubicación del experimento.....	4
3.2 Material biológico	5
3.3 Variables a evaluar	6
3.4 Diseño experimental.....	7
3.5 Análisis de la información.....	7
3.6 Manejo agronómico	7
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4.1 Caracterización y evaluación preliminar de 33 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.).....	8
4.1.1 Caracteres de tallo.....	8
4.1.2 Caracteres de hoja.....	11
4.1.3 Caracteres de Espiga.....	15
4.1.4 Caracteres de mazorca	18

4.1.5 Caracteres de grano.....	24
4.1.6 Rendimiento de 33 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Nicaragua.....	28
4.1.7 Análisis multivariado.....	31
V. CONCLUSIONES	37
VI. RECOMENDACIONES	38
VII. LITERATURA CITADA	39
VIII. ANEXOS	42

DEDICATORIA

A mis padres

Diego César Mendoza Andino
Salvadora del Rosario Pacheco Mora
A quienes les debo todo lo que he logrado

A mis hermanos

César Domingo, Cristhian Adán, Jilma del Pilar, Pablo Emilio

A mi tía

Aurora Mendoza

A todas las personas que me contagiaron de optimismo en la ejecución de mi tesis

Mi novia Katherine González López
Mis estimados compañeros de carrera

César Antonio Mendoza Pacheco

DEDICATORIA

Ante todo a Dios nuestro señor por haberme dado vida, sabiduría, por guiarme en cada uno de mis pasos, por darme la fuerza y perseverancia en las dificultades que atravesé a lo largo de mi carrera, por permitirme estudiar esta carrera que tanto anhelé y lograr mis objetivos en culminarla.

A mi familia que aprendió a entender mis ausencias, a compartir mis alegrías y a comprender que el mito de Sísifus “empujando la roca a la cima de la montaña” refleja una opción de vida más que un castigo.

A mi Madrecita, **Valeriana Espinoza** por ser mi guía en todo el trayecto de mi vida, hasta ser de mí un hombre con principios morales y humanistas capas de servir a mi prójimo.

A mis padres, Juan Gaitán y Alejandra Mendoza, a quienes les debo todo lo que soy, tanto en mi formación como persona como profesional.

A Mi compañera, Danelia Calero, por su infinita paciencia e irrestrictas muestras de amor, por su contagiosa alegría de vivir y sus siempre atinadas opiniones.

A Mi Hijito, Juan Daniel, quien con su llegada inspiro aún más en mí el deseo de superación y las ganas de triunfar contra todas mis dificultades que día a día se me presentaron.

Juan Pablo Gaitán Mendoza

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios, Por permitirnos llegar a esta etapa de vida estudiantil y profesional. Por los triunfos y los momentos difíciles que nos enseñan a valorarle cada día más y sobre todo el regalo de la salud y su infinito amor para alcanzar nuestros objetivos.

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Asesores:

Ing. José Vidal Marín Fernández, M.Sc.
Ing. Digno Marvin Fornos Reyes, M.Sc.

Los excelentes docentes de la UNA que nos brindaron su apoyo incondicional:

Ing. M.Sc. Álvaro Nicolás Benavides González
Dr. Oscar Gómez Gutiérrez

Que con sus colaboraciones en las diferentes necesidades científicas de este trabajo hicieron posible su culminación

César Antonio Mendoza Pacheco

Juan Pablo Gaitán Mendoza

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Datos de pasaporte de 33 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) colectadas en Nicaragua.....	5
2. Caracteres evaluados en la caracterización y evaluación de 33 accesiones de maíz (<i>Z. mays</i>) en época de postrera del 2011	6
3. Caracteres cuantitativos del tallo en 33 accesiones de maíz (<i>Z. mays</i>) en Tisma, Masaya Postrera 2011	10
4. Carácter cualitativo de tallo en 33 accesiones de maíz (<i>Z. mays</i>) en Tisma, Masaya Postrera 2011.....	11
5. Caracteres cuantitativos de la hoja en 33 accesiones de maíz (<i>Z. mays</i>) en Tisma, Masaya Postrera 2011	13
6. Caracteres cualitativos de la hoja en 33 accesiones de maíz (<i>Z. mays</i>) en Tisma, Masaya Postrera 2011	14
7. Caracteres cuantitativos de la espiga en 33 accesiones de maíz (<i>Z. mays</i>) en Tisma, Masaya Postrera 2011	17
8. Caracteres cuantitativos de la mazorca en 33 accesiones de maíz (<i>Z. mays</i>) en Tisma, Masaya Postrera 2011	20
9. Caracteres cuantitativos de la mazorca en 33 accesiones de maíz (<i>Z. mays</i>) en Tisma, Masaya Postrera 2011	22
10. Caracteres cualitativos de la mazorca en 33 accesiones de maíz (<i>Z. mays</i>) en Tisma, Masaya Postrera 2011	24
11. Caracteres cuantitativos de grano en 33 accesiones de maíz (<i>Z. mays</i>) en Tisma, Masaya Postrera 2011	26
12. Caracteres cualitativos de grano en 33 accesiones de maíz (<i>Z. mays</i>) en Tisma, Masaya Postrera 2011	28
13. Rendimiento de 33 accesiones de maíz (<i>Z. mays</i> L.) en Nicaragua, Tisma, Masaya	30
14. Autovectores para componentes principales del análisis de 33 accesiones de maíz (<i>Z. mays</i>) en Tisma, Masaya, Postrera 2011	34

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Condiciones climatológicas de la Finca El Plantel en pentadas del 27 de Julio al 30 de noviembre del año 2011.....	4
2. Biplot de Análisis de Componentes Principales para 33 accesiones de maíz en Nicaragua.	33
3. Dendrograma del análisis de conglomerado de 33 accesiones de maíz en Nicaragua utilizando el método Ward y la distancia Euclídea.	36
4. Medición de estructuras de la planta de maíz.....	43
5. Determinación de la longitud y anchura de la hoja de maíz.....	44
6. Mediciones de la espiga de maíz	45
7. Mediciones de la mazorca de la planta de maíz	46
8. Formas de la mazorca de la planta de maíz	47
9. Disposición de hileras de grano en la mazorca de la planta de maíz.....	48
10. Mediciones del grano de la planta del maíz	49
11. Formas del grano de la planta del maíz.....	50

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Guía de descriptores de maíz (<i>Zea mays</i> L.)	43

RESUMEN

Con el objetivo de describir la diversidad de maíces cultivados en Nicaragua se establecieron, en época de postrera del año 2011, 33 accesiones en parcelas diseñadas como un ensayo preliminar sin repeticiones, en la localidad de Tisma, Masaya, Finca el Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria. Se registraron datos de 20 descriptores cuantitativos y 11 cualitativos, de acuerdo a un compendio obtenido del IBPGR y el CIAT: 9 referentes a descripción de tallo y hojas, 4 de espiga, 12 de mazorca y 7 de grano; se calculó media, desviación estándar y coeficiente de variación, además se realizó un análisis multivariado de conglomerado y componentes principales. Hubo variabilidad fenotípica entre y dentro de las accesiones, en la cual dos componentes principales aislaron el 73 % de la misma, y conforme a sus características las accesiones se aglomeran en 4 grupos bien definidos. Se presentaron valores de rendimientos altos para las accesiones 6010 con 4405.86 kg ha⁻¹, 4676 con 4052.51 kg ha⁻¹, 6169 con 3951.83 kg ha⁻¹ y 6005 con 3926.66 kg ha⁻¹.

Palabras clave: *Zea mays*, caracterización, evaluación preliminar, accesión, descriptor.

ABSTRACT

In order to describe the diversity of maize in Nicaragua were established, in-season period of 2011, 33 accessions in plots designed as a preliminary test without repetition, in the town of Tisma, Masaya, the Campus Farm “El Plantel”, owned by the Universidad Nacional Agraria. Data were collected from 20 quantitative and 11 qualitative traits, according to a compilation by the IBPGR and CIAT: 9 characters of description of stem and leaves, 4 pin, 12 of cob and 7 grain ear, they were obtain average, standard deviation and coefficient of variation, and multivariate analysis was performed cluster analysis and principal components. There phenotypic variability between and within genotypes, which two principals components private the 73 % of this, and according to their characteristics accessions crowd into four distinct groups. The yield ranged between 0.37 kg and 4.23 kg / plots, there were high yields values for accessions 6010 with 4405.86 kg ha⁻¹, 4676 with 4052.51 kg ha⁻¹, 6169 with 3951.83 kg ha⁻¹ and 6005with 3926.66 kg ha⁻¹.

Keywords: *Zea mays*, characterization, preliminary assessment, accessions, descriptor.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es una planta herbácea que pertenece a la familia Poaceae y es el tercer cereal más importante del mundo después del trigo y el arroz (Poehlman & Sleper, 2005), además ha acompañado a las más antiguas civilizaciones del continente Americano en su desarrollo (Serratos, 2012).

En más de 70 años de confrontación e intercambio de ideas con relación al origen del maíz, sólo se ha producido un consenso entre la comunidad científica: el teocintle es el ancestro del maíz (Serratos, 2012). El “centro de origen” de plantas cultivadas es la zona geográfica en donde se encuentra un máximo de diversidad del cultivo y en el que coexisten o coexistieron sus parientes silvestres, por lo tanto, se tienen dos posibles centros de origen para este cereal: Centroamérica y sur de México o los altiplanos de Perú, Bolivia y Ecuador (Poehlman & Sleper, 2005).

Este cultivo ha sido objeto del estudio genético y citogenético más intenso que cualquier otra especie cultivada debido a que la planta es fácil de cultivar, capaz de adaptarse a diversos ambientes y posee gran número de variaciones hereditarias (Jugenheimer, 1990).

Nicaragua tiene una larga tradición en el cultivo y consumo de maíz. El 71% de los productores agrícolas registrados en el III Censo Agrario (CENAGRO,) incluyen la siembra de maíz en sus sistemas de producción, siendo la mayoría pequeños productores de bajos ingresos. La superficie que representa es 39,4% del área agrícola total, siendo un bien para el consumo interno (Lacayo, 2012).

Para disponer de un material que exprese mayores niveles de rendimiento, calidad y tolerancia a condiciones de estrés se necesita desarrollar mejores variedades, para lo cual la caracterización y evaluación preliminar puede ofrecer resultados útiles, ya que es necesario conocer el grupo de individuos que podrían ser los progenitores de la generación mejorada (Cortamira, 2006).

La caracterización consiste en el registro de aquellos caracteres que son altamente heredables, visibles al ojo y que se expresan en todos los ambientes, mientras que la evaluación preliminar

responde al registro de ciertos caracteres adicionales que son deseables según el consenso de los usuarios de un cultivo en particular (CIMMYT, 1985).

El CIMMYT (2010) propone que es urgente generar documentación apropiada de todas las colecciones del continente Americano considerada como diversidad primaria del maíz, por ser el centro de origen del cereal; para facilitar el uso de información a los investigadores y mejoradores.

En Nicaragua ya se han dado precedentes de caracterización y evaluación preliminar de variedades locales de maíz, pues existen registros que datan hasta 1990 donde Loáisiga y Benavides llevaron a cabo investigaciones pertinentes al tema [caracterización y evaluación preliminar] con diferentes materiales. Viera (2004), López (1997) y Morales *et al.*, (1993), realizaron caracterizaciones de genotipos de maíz existentes en nuestro país, incluyendo variedades locales y mejoradas encontrando que existe germoplasma criollo con variabilidad genética significativa para la mayoría de los caracteres de interés agronómico.

Actualmente la caracterización y evaluación preliminar se hace necesaria, pues la diversidad genotípica del maíz en Nicaragua y América asegura su permanencia por el excesivo flujo de semillas dentro y entre las comunidades (Serratos, 2012). Nicaragua, principalmente por servir de puente entre las dos grandes masas continentales cuenta con una gran variedad de material genético de esta especie tan importante para el mundo, por lo tanto, es una región de acervo genético (Flores & Kuan, 2012).

Con el presente trabajo se espera ampliar la información existente de los maíces que permanecen en los campos cultivados de Nicaragua, y de esta manera contribuir al posible interés de investigadores que deseen emprender estudios con el germoplasma nacional de maíz.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Generar información respecto a accesiones locales de maíz (*Zea mays* L.) colectadas en diversos departamentos de Nicaragua que conlleve a su preservación por parte de investigadores y fitomejoradores.

2.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar y evaluar preliminarmente 33 cultivares locales de maíz (*Z. mays*) utilizando estadística descriptiva para 21 caracteres cuantitativos y 11 cualitativos.
2. Describir la variabilidad encontrada en las accesiones, con respecto a los descriptores cuantitativos estudiados, por medio del uso de análisis de componentes principales.
3. Establecer similitudes y diferencias de las accesiones sometidas a estudio mediante el uso de análisis de conglomerado.
4. Identificar germoplasma promisorio para futuros trabajos de investigación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del experimento

El estudio se estableció en la finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, localizada en el kilómetro 43 ½ de la Carretera Tipitapa – Masaya.

La finca está ubicada entre las coordenadas 12°06'24" y los 12°07'30" de Latitud Norte y entre los 86°04'46" y 86°05'27" de Longitud Oeste (Matamoros, 2011). La finca se encuentra a una altura de 65 metros sobre el nivel del mar, con temperatura promedio de 28° C, la precipitación promedio anual oscila entre los 796 – 800 mm, con humedad relativa de 71% y viento con velocidad de 3.5 m/s. En la figura 1 se presenta en pentadas la fluctuación de precipitación, humedad relativa y temperatura media durante los meses en que se realizó el estudio.

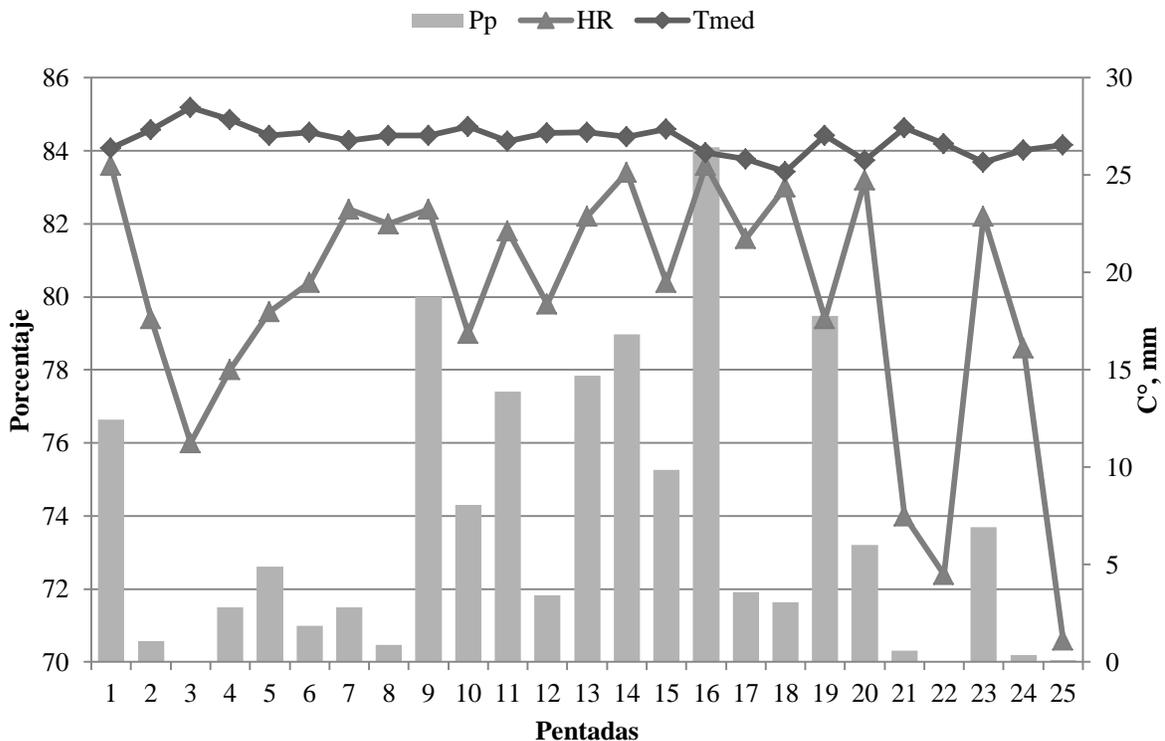


Figura 1. Condiciones climatológicas de la Finca El Plantel en pentadas del 27 de Julio al 30 de noviembre del año 2011.

3.2 Material biológico

El material biológico está constituido por 33 variedades locales colectadas en diferentes zonas de Nicaragua. En el Cuadro 1 se presentan los datos de pasaporte de los materiales sometidos a estudio. A cada variedad se le asigna un número de identificación cuando entra al Banco de Germoplasma al que se le conoce como accesión.

Cuadro 1. Datos de pasaporte de 33 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) colectadas en Nicaragua

#	Accesión	Nombre local	Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud
1	6230	Tuza blanca	Matagalpa	La Dalia	-	-	-
2	6169	Criollo mezclado	Matagalpa	San Ramón	12°54'55"	85°47'15"	800
3	6165	Maíz pinolero	Matagalpa	Esquipulas	12°41'03"	85°46'24"	460
4	6215	Maízón tuza morada	Jinotega	Wiwilí	13°31'53"	85°46'29"	365
5	6060	Enano	Masaya	Masaya	11°00'17"	86°00'44"	90
6	6005	Maíz	Matagalpa	Esquipulas	12°43'20"	85°44'50"	350
7	6217	Maíz amarillo	Jinotega	Wiwilí	13°31'19"	85°47'19"	326
8	6225	Amarillo tuza morada	Jinotega	Yalí	13°17'34"	86°06'22"	1095
9	6010	Criollo	Matagalpa	Esquipulas	12°45'08"	85°45'29"	305
10	6221	Máquina olote colorado	Jinotega	Pantasma	13°29'06"	85°51'03"	461
11	4676	Maíz criollo	Carazo	Santa Teresa	11°43'36"	86°07'54"	143
12	6227	Maíz catacama	Estelí	Condega	13°24'09"	86°17'45"	711
13	6222	Maíz de pinol	Jinotega	Pantasma	13°29'06"	85°51'03"	462
14	6175	Olotillo	Matagalpa	Matiguás	12°55'05"	85°34'14"	540
15	6223	Maíz de pinol	Jinotega	Pantasma	13°24'41"	85°53'21"	480
16	6036	Olotillo	Jinotega	El Cuá	13°21'19"	85°38'52"	430
17	6228	Pujagua blanco	Rivas	Belén	-	-	-
18	6185	Maíz mejorado	Matagalpa	La Dalia	13°09'00"	85°35'19"	431
19	4673	Maízón	Carazo	Santa Teresa	11°43'36"	86°07'54"	140
20	6210	Pujagua	Jinotega	Jinotega	13°11'25"	85°48'12"	772
21	6169	Criollo mezclado	Matagalpa	San Ramón	12°54'55"	85°47'15"	800
22	6067	Amarillo criollo	Masaya	Masaya	11°58'53"	86°04'00"	215
23	6186	Nicaragua blanco	Matagalpa	La Dalia	13°07'43"	85°33'32"	570
24	6084	Olotillo	Matagalpa	Rancho Grande	13°15'17"	85°35'27"	610
25	6058	De tres meses	Masaya	Masaya	11°58'52"	86°03'48"	185
26	6090	Maízón tuza blanca	Jinotega	Wiwilí	13°35'00"	85°48'12"	365
26	6161	Pujagua	Masaya	Masaya	11°58'52"	86°03'48"	190
28	6081	H - 5	Matagalpa	La Dalia	13°13'40"	85°37'52"	585
29	6212	Maíz Salco	Jinotega	El Cuá	13°21'30"	85°47'12"	645
30	6057	Cuarenteño	Masaya	Masaya	11°59'55"	86°01'35"	105
31	6051	Tuza blanca	Matagalpa	La Dalia	13°05'47"	85°40'16"	335
32	6163	Maíz criollo	Boaco	San José Remates	12°37'05"	85°46'37"	616
33	6206	Maíz Masaya	Jinotega	Jinotega	13°09'02"	85°55'05"	935

3.3 Variables evaluadas

Para la caracterización y evaluación preliminar de las accesiones de maíz se registraron datos de 9 caracteres para descripción del tallo y hojas, 4 de espiga, 12 de mazorca y 7 de grano tomados de los descriptores propuestos por el IBPGR (1991) y el CIAT (1993), los que se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Caracteres evaluados en la caracterización y evaluación de 33 accesiones de maíz (*Z. mays*) en época de postrera del 2011

Caracteres Cuantitativos	Caracteres Cualitativos
Tallo	
Número de nudos por planta (NUMNUDOS)	Color del tallo (COLTALLO)
Altura de la planta (cm) (ALTURAPLTA)	
Altura de la mazorca (cm) (ALTURAMAZ)	
Hoja	
Longitud de la hoja (cm) (LONGHOJA)	Presencia de la lígula foliar (LIGULAFOL)
Ancho de la hoja (cm) (ANCHOHOJA)	Pubescencia de la vaina foliar (PUBVAINAFOL)
Número de hojas arriba de la mazorca (NUMHOJAMAZ)	
Espiga	
Distancia entre la primera y última rama primaria (cm) (DISRAPRIM)	
Número de ramificaciones primarias en la espiga (inflorescencia masculina) (NUMRAESP)	
Longitud del pedúnculo (cm) (LONGPEDUN)	
Longitud de la espiga (LONGESPIGA)	
Mazorca	
Longitud de la mazorca (cm) (LONMAZORCA)	Cobertura de la mazorca (COBMAZORCA)
Longitud del pedúnculo de la inflorescencia femenina (cm) (LONPEDMASCU)	Forma de la mazorca más alta en la planta (FORMAZORCA)
Diámetro de mazorca (cm) (DIAMAZORCA)	Daños a la mazorca (DAÑMAZORCA)
Diámetro del olote (cm) (DIAMOLOTE)	Color del olote o raquis (COLOLOTE)
Número de brácteas (NUMBRAC)	Disposición de hileras de granos (DISHILGRANO)
Número de hileras de granos (NUMHILGRANO)	
Número de granos por hilera (NUMGRANOHIL)	
Grano	
Longitud del grano (mm) (LONGRANO)	Forma de la superficie del grano (FORSUPGRANO)
Ancho del grano (mm) (ANCHOGRANO)	Color del pericarpio (COLPERICAR)
Grosor del grano (mm) (GROSORGRANO)	Color del grano (COLGRANO)
Peso de 100 granos (g) (PESO100S)	

3.4 Diseño experimental

El experimento se estableció en un diseño preliminar sin repeticiones, evaluado en una sola localidad debido a que en esta etapa se dispone de muchos materiales y de poca semilla, en surcos de 12 m de longitud y distancia de 20 cm entre planta y 80 cm entre surcos, enumerados de Sur a Norte. Entre cada diez accesiones se sembró un surco testigo de la variedad sintética NB-S.

3.5 Análisis de la información

Los datos obtenidos se capturaron en una base de datos donde se obtuvo la Media, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación, además se realizó análisis multivariado de Componentes Principales y de conglomerado (cluster).

Para la determinación del material promisorio se relacionaron los rendimientos de las accesiones con el rendimiento promediado de los testigos más cercanos. Con la fórmula:

$$RR = \frac{RA}{XRT}$$

Donde,

RR= Rendimiento relativo

RA= Rendimiento de la accesión

XRT= Promedio de testigo (los dos más cercanos)

3.6 Manejo agronómico

La siembra se realizó el 27 de julio de 2011 en forma manual colocando dos semillas por golpe a una distancia entre planta y surco de 20 y 80 cm, respectivamente. El área utilizada recibió un pase de arado, uno de grada y el surcado.

La fertilización se efectuó a razón de 90 kg ha⁻¹ con la fórmula completa 18-46-0 al momento de la siembra y 90 kg ha⁻¹ de urea 46% a los 45 días después de la siembra.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización y evaluación preliminar de 33 accesiones de maíz (*Zea mays* L.)

La caracterización consiste en el registro de aquellos rasgos que son altamente heredables, visibles al ojo y que se expresan en todo ambiente y la evaluación preliminar es el registro de caracteres de valor agronómico deseables según el consenso de los usuarios (CIMMYT, 1985). Los caracteres cualitativos son aquellos que están regulados por uno o pocos genes y generalmente son poco modificados por el ambiente (Muñoz *et al.*, 1993). Los caracteres cuantitativos están determinados por algunos o muchos pares de genes y su fenotipo está determinado por el genotipo, el ambiente y la integración de éstos (Benavides, 1990).

4.1.1 Caracteres de tallo

Caracteres cuantitativos de tallo

El tallo es un eje central cilíndrico en la base y ovalado hacia el ápice, su longitud se considera una característica varietal (Loáisiga, 2001).

En el presente estudio se registraron datos de tres caracteres cuantitativos presentes en el tallo y se obtuvo que el más variable fue la altura de la mazorca con un coeficiente de variación de 26.04 % y de menor variabilidad el número de nudos con 13.00 %. Kuan y Flores (2012), caracterizando 33 accesiones de maíz colectadas en Nicaragua, obtuvieron resultados similares en cuanto a carácter más variable y menos variable, pues su estudio registró un 28.91% de coeficiente de variación en altura de mazorca y 15.34 % en número de nudos. Lo que demuestra que el ambiente influye en la variación de la altura de la mazorca y ésta a su vez modifica el número de nudos.

Altura de planta

Para altura de planta la media general fue de 257.65 cm con una desviación estándar de 48.99 cm y un rango de 76 a 408 cm. La accesión en promedio más alta registrada fue la 6175 con 351.20 cm y la más baja fue la 6163 con 154.60 cm. Para el coeficiente de variación tenemos que la accesión con mayor variación fue la 6163 con 22.73 % y de menor variación la 6067 con 5.53 % (Cuadro 3).

La altura de la planta es un carácter de importancia agronómica porque de ésta depende la fortaleza del tallo, que es un elemento considerado por los mejoradores en la selección, pues afecta el método de cosecha y el rendimiento (Morales, 1993). Las mayores alturas son registradas en los materiales originarios de Matagalpa y Jinotega, zonas de alta precipitación, y van desde 261.30 cm hasta 351.20 cm, este resultado coincide con el de Loáisiga (1990) que evaluó cultivares nicaragüenses de maíz.

Altura de la mazorca

En la variable altura de mazorca la media general fue de 153.26 cm con desviación estándar de 39.91 cm, oscilando el rango entre 55 y 285 cm. La accesión con mazorca más alta fue la 6175 con 223.30 cm y la más baja fue la 6163 con 77.40 cm. La accesión con mayor coeficiente de variación fue la 6161 con 30.43 % y menor la 6212 con 6.47 % (Cuadro 3).

Loáisiga (1990) menciona que los materiales provenientes de zonas con alta radiación solar, moderada precipitación y bajas alturas sobre el nivel del mar presentan las mayores alturas de mazorca. La presente investigación no sustenta la aseveración de Loáisiga, ya que las accesiones oriundas de los departamentos de Matagalpa y Jinotega, donde un conjunto de condiciones son contrarias a las descritas en su experimento, son las que registran las mayores alturas de mazorca.

Número de nudos

El número de nudos presentó media general de 14.11 nudos y desviación estándar de 1.83 cm con un rango de 6 a 19 nudos. La accesión con mayor número de nudos promedio fue la 6175 con 17 nudos por planta y la menor con 10 nudos fue la 6161. El coeficiente de variación mayor lo registró la accesión 6081 con 24.97 % y el menor la 6097 con 3.90 % (Cuadro 3).

El número de nudos es un carácter que está relacionado con la altura de la planta y de la mazorca, ya que las accesiones que presentaron las mayores magnitudes de altura, en ambas partes de la planta, registraron también la mayor cantidad de nudos.

Cuadro 3. Caracteres cuantitativos del tallo en 33 accesiones de maíz (*Z. mays*) en Tisma, Masaya Postrera 2011

Accesión	Altura de planta (cm)			Altura de la mazorca (cm)			Número de nudos		
	MED	DEST	CV	MED	DEST	CV	MED	DEST	CV
6230	294.30	54.29	18.45	188.30	19.88	10.56	16.50	1.72	10.40
6169	230.50	44.51	19.31	124.30	34.82	28.01	13.60	2.07	15.19
6165	268.20	32.54	12.13	159.80	26.08	16.32	15.40	1.51	9.78
6215	307.10	20.84	6.79	188.50	39.23	20.81	15.70	0.95	6.04
6060	235.60	24.70	10.49	131.50	15.65	11.90	13.60	1.71	12.59
6005	259.80	19.30	7.43	140.50	34.26	24.39	13.10	2.33	17.79
6217	261.30	25.14	9.62	166.00	26.51	15.97	16.20	1.23	7.59
6225	260.00	19.07	7.34	156.00	27.03	17.33	13.20	1.03	7.82
6010	235.20	38.00	16.16	128.40	31.64	24.65	13.60	1.43	10.51
6221	279.00	26.43	9.47	154.40	28.45	18.43	14.60	1.43	9.79
4676	225.70	17.24	7.64	115.80	21.00	18.13	13.90	1.20	8.61
6227	232.20	44.15	19.01	132.50	23.59	17.80	13.10	0.99	7.59
6222	298.80	16.80	5.62	197.30	34.96	17.72	13.00	0.82	6.28
6175	351.20	40.04	11.40	223.30	32.97	14.76	17.30	1.57	9.06
6223	286.00	20.59	7.20	171.50	42.30	24.67	14.30	1.34	9.35
6036	267.20	37.90	14.19	156.20	23.14	14.82	13.70	1.25	9.14
6228	196.80	17.92	9.11	109.00	21.47	19.70	12.60	1.17	9.32
6185	298.40	54.65	18.31	181.60	28.40	15.64	14.00	1.56	11.17
4673	237.50	25.21	10.62	150.70	33.86	22.47	14.30	1.16	8.11
6210	267.30	25.12	9.40	181.80	18.09	9.95	12.90	0.74	5.72
6169	261.40	20.32	7.77	138.20	14.71	10.64	14.00	1.05	7.53
6067	251.70	13.91	5.53	152.20	14.53	9.55	13.50	0.53	3.90
6186	248.30	21.65	8.72	137.30	23.48	17.10	13.40	0.84	6.29
6084	303.60	24.27	7.99	187.20	24.60	13.14	14.50	0.85	5.86
6058	260.70	33.11	12.70	151.30	22.76	15.05	13.80	1.03	7.48
6090	297.00	30.75	10.35	184.60	22.90	12.40	14.60	0.84	5.78
6161	183.90	18.78	10.21	106.30	32.35	30.43	10.70	1.06	9.90
6081	295.40	35.88	12.15	175.40	25.93	14.78	14.00	3.50	24.97
6212	295.50	24.09	8.15	196.50	12.70	6.47	15.90	1.20	7.53
6057	200.90	17.63	8.77	114.40	14.46	12.64	14.50	0.97	6.70
6051	220.70	34.52	15.64	124.80	35.65	28.56	15.40	1.71	11.12
6163	154.60	35.14	22.73	77.40	9.25	11.95	13.10	0.88	6.68
6206	237.14	37.84	15.96	152.43	15.37	10.08	14.57	0.98	6.70
General	257.65	48.99	19.01	153.26	39.91	26.04	14.11	1.83	13.00

Nota: MED: Promedio; DEST: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación

Caracteres cualitativos de tallo

Color de tallo

En el descriptor color de tallo no hay mucha variabilidad ya que el 76 % de las accesiones presentaron color verde intermedio, en un 24 % se encontraron más de un tipo de colores y solamente la accesión 6222 se caracterizó con el color verde claro (Cuadro 4). Kuan y Flores (2012) obtienen como resultado que color de tallo es un descriptor de poca variabilidad, pues registran el 91 % de los materiales con un mismo color.

Cuadro 4. Carácter cualitativo de tallo en 33 accesiones de maíz (*Z. mays*) en Tisma, Masaya Postrera 2011

Accesión	Color de tallo	Accesión	Color de tallo
6230	2	6185	2
6169	2, 3	4673	1, 2
6165	2	6210	1, 2
6215	2	6169	2
6060	1, 2	6067	2
6005	2	6186	2
6217	1, 3	6084	2
6225	2	6058	2
6010	2	6090	2
6221	2	6161	2
4676	2	6081	2
6227	2	6212	2
6222	3	6057	1, 2
6175	2	6051	2
6223	2	6163	2
6036	2	6206	1, 2
6228	1, 2		

4.1.2 Caracteres de hoja

Caracteres cuantitativos de hoja

La hoja es el órgano que surge y envuelve al tallo, la compone la vaina que rodea el entrenudo, lígula que lo protege y la lámina que es la parte verde y que comprende la zona donde se da la mayor actividad fotosintética de la planta (Loáisiga, 2002).

El carácter ancho de la hoja se muestra como el más variable con un coeficiente de variación de 15.63 % y el menos variable con apenas 14.27 % es el número de hojas por encima de la mazorca.

Longitud y ancho de hoja

La media general para longitud de hoja fue de 100.68 cm con desviación estándar de 15.64 cm y un rango dentro de las accesiones de 36.6 cm a 135.2 cm.

La accesión que presentó la mayor longitud de hoja fue la 6175 con 121.70 cm y la menor con 75.91 cm fue la accesión 6161. Respecto al coeficiente de variación el mayor lo registró la accesión 6051 con 35.39 % de variación y la 6175 con 4.10 % como menor (Cuadro 5).

Para ancho de la hoja la media general fue de 8.5 cm con desviación estándar de 1.33 cm, fluctuando un rango de 5.4 cm y 12 cm. El mayor ancho de hoja lo registró la accesión 6217 con 9.91 cm y de menor ancho la 6161 con 6.34 cm. La accesión con mayor coeficiente de variación fue la 6212 con 18.81 %, y la menor con 5.46 % la accesión 6228 (Cuadro 5).

Según Loáisiga (1990) las plantas con mejor porte son aquellas que presentan longitud de hoja entre 85 – 100 cm y un ancho de 7 – 9 cm, ya que sus conclusiones estadísticas demuestran que las accesiones comprendidas en dichos rangos cuentan con buena cobertura de sol respecto al suelo y solidez de la hoja en cuanto al enrollamiento de la misma. En la presente investigación el 36 % de las accesiones presentaron estas características de hoja (Cuadro 5).

Número de hojas arriba de la mazorca

El número de hojas por encima de la mazorca mostró media general de 6 hojas, desviación estándar de 0.92 hojas y un rango dentro de las accesiones de 3 a 9 hojas. Viera (2004) experimentando una caracterización de seis híbridos y seis variedades de polinización libre obtiene en el ANDEVA que este carácter presenta diferencias altamente significativas.

En la presente investigación se registró un rango que va desde la accesión 6225 con 5.20 hojas arriba de la mazorca hasta la 6215 con 8.30 hojas promedio. El mayor coeficiente de variación obtenido corresponde a la accesión 6230 con el 22.34 % y la 6215 con 5.82 % la de menor variación (Cuadro 5).

En el cuadro 5 se reflejan los estadísticos básicos para tres caracteres cuantitativos de hoja en 33 accesiones de maíz.

Cuadro 5. Caracteres cuantitativos de la hoja en 33 accesiones de maíz (*Z. mays*) en Tisma, Masaya Postrera 2011

Accesión	Longitud de hoja (cm)			Ancho de hoja (cm)			NUMHOJAMAZ		
	MED	DEST	CV	MED	DEST	CV	MED	DEST	CV
6230	93.90	16.02	17.06	9.53	1.36	14.23	6.40	1.43	22.34
6169	93.80	17.18	18.32	9.05	1.43	15.81	6.40	0.70	10.93
6165	96.80	8.95	9.25	9.10	1.41	15.53	6.40	0.70	10.93
6215	107.90	11.39	10.55	8.55	0.77	9.06	8.30	0.48	5.82
6060	91.86	8.56	9.32	9.27	1.07	11.54	6.10	0.88	14.35
6005	106.65	9.31	8.73	9.31	0.84	9.01	6.90	0.99	14.41
6217	89.19	19.97	22.39	9.91	1.08	10.92	6.80	0.79	11.60
6225	98.40	7.26	7.38	8.66	0.98	11.29	5.20	0.92	17.67
6010	97.10	11.20	11.53	9.02	1.54	17.08	6.40	0.97	15.10
6221	105.53	9.68	9.17	8.57	1.53	17.87	6.30	0.95	15.06
4676	92.40	7.86	8.51	8.97	0.94	10.52	6.40	0.52	8.07
6227	105.31	8.00	7.60	8.74	1.24	14.21	6.50	0.85	13.07
6222	109.38	8.80	8.05	7.75	0.98	12.60	6.30	0.82	13.07
6175	121.70	4.99	4.10	8.54	1.04	12.15	6.80	0.79	11.60
6223	108.10	4.88	4.52	7.99	1.23	15.41	6.30	0.48	7.67
6036	103.76	9.76	9.41	8.49	1.22	14.37	6.50	0.85	13.07
6228	85.90	8.39	9.76	7.53	0.41	5.46	5.90	0.57	9.62
6185	117.05	11.85	10.13	9.64	1.33	13.81	6.90	0.99	14.41
4673	95.15	10.15	10.67	8.28	1.40	16.88	6.20	0.42	6.80
6210	111.59	8.31	7.45	7.98	0.81	10.21	5.40	0.52	9.56
6169	103.53	9.83	9.49	8.57	0.80	9.35	6.90	0.57	8.23
6067	107.71	7.66	7.11	8.32	1.05	12.68	6.00	0.47	7.86
6186	102.55	9.52	9.28	9.55	0.79	8.26	6.50	0.53	8.11
6084	114.92	10.16	8.84	8.32	1.30	15.60	6.30	0.48	7.67
6058	97.44	4.48	4.59	8.21	1.22	14.88	6.30	0.48	7.67
6090	107.00	13.97	13.05	7.28	0.79	10.83	6.60	0.97	14.64
6161	75.91	8.67	11.42	6.34	0.87	13.77	5.40	0.70	12.95
6081	110.16	6.78	6.15	8.84	1.19	13.43	7.30	0.67	9.25
6212	120.70	9.57	7.93	7.58	1.43	18.81	7.10	0.88	12.33
6057	82.10	9.39	11.43	7.66	1.05	13.76	5.80	0.63	10.90
6051	92.80	13.81	14.88	9.12	1.24	13.59	6.50	0.71	10.88
6163	79.50	6.22	7.83	7.45	1.12	14.99	6.20	0.79	12.72
6206	104.43	17.86	17.10	8.77	1.29	14.68	6.86	0.90	13.12
General	100.68	15.64	15.53	8.50	1.33	15.63	6.42	0.92	14.27

Nota: MED: Promedio; DEST: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación; NUMHOJAMAZ: Número de hojas arriba de la mazorca.

Caracteres cualitativos de hoja

Pubescencia de la vaina foliar

La pubescencia de vaina foliar en el ensayo se presentó ligera en el 52 % de los materiales, un 39 % de pubescencia intermedia y solamente las accesiones 6175, 6223 y 6058 se caracterizaron por presentar pubescencia espesa. Loáisiga (1990) obtuvo mucha variabilidad en este descriptor, pues logró clasificar en cuatro grupos el material en estudio, y afirma que esta característica es importante ya que crea una especie de microclima posibilitando mayor retención de humedad.

Lígula foliar

La lígula foliar es una estructura en forma de collar y ejerce una función de protección sobre el tallo, por lo que es un rasgo positivo, ésta se encuentra situada entre la vaina y la lámina (Loáisiga, 2002). En el experimento el 100 % de las accesiones presentaron lígula como se observa en el Cuadro 6, al igual que Kuan y Flores (2012) en evaluación con materiales nicaragüenses, por lo tanto, los materiales locales se caracterizan por la presencia de lígula y no es necesario registrarlo como descriptor ya que no ayuda a diferenciar poblaciones locales.

Cuadro 6. Caracteres cualitativos de la hoja en 33 accesiones de maíz (*Z. mays*) en Tisma, Masaya Postrera 2011

Accesión	Pubescencia de la vaina foliar	Presencia de lígula foliar	Accesión	Pubescencia de la vaina foliar	Presencia de lígula foliar
6230	5	1	6185	3	1
6169	3	1	4673	5	1
6165	5	1	6210	3	1
6215	5	1	6169	3	1
6060	5	1	6067	3	1
6005	5	1	6186	3	1
6217	3	1	6084	5	1
6225	3	1	6058	7	1
6010	3	1	6090	5	1
6221	3	1	6161	3	1
4676	3	1	6081	5	1
6227	3	1	6212	3	1
6222	5	1	6057	3	1
6175	7	1	6051	5	1
6223	7	1	6163	5	1
6036	5	1	6206	3	1
6228	3	1			

4.1.3 Caracteres de espiga

Caracteres cuantitativos de espiga

Este órgano se encuentra ubicado en la parte superior del tallo y aparece antes que las flores femeninas, su apariencia depende de la variedad, presenta un raquis central y ramificaciones donde están dispuestas en pares espiguillas, las cuales pueden producir generalmente entre 2 – 5 millones de granos de polen (Loáisiga, 2002).

En el presente estudio la Longitud del pedúnculo se registra como el carácter más variable con coeficiente de variación de 53.59 % coincidiendo con Kuan y Flores (2012) que obtuvieron la mayor variabilidad con un coeficiente de 87.69 %, y Morales (1993) donde el descriptor demostró alta significancia entre las accesiones. Sin embargo Loáisiga en 1990 al igual que López (1997) obtuvieron menor grado de variación, a pesar de que el ambiente es un factor importante en la expresión de esta variable. Longitud de la espiga se presentó como menos variable con coeficiente de variación de 21.72 % (Cuadro 7).

Longitud de pedúnculo

La longitud de pedúnculo mostró media general de 8.17 cm con desviación estándar de 4.38 cm y un rango entre 1.5 a 46.5 cm.

En la accesión 6163 se registró la mayor longitud de pedúnculo con 12.76 cm, la 6206 con 5.21 cm es la de menor promedio en cuanto a la expresión de este carácter. La mayor variabilidad se expresa en la accesión 6161 con 98.32 % de coeficiente de variación y con apenas 24.33 % de coeficiente se registra la accesión 6057 como menor (Cuadro 7).

Comparando la presente investigación con la realizada por López (1997) y Loáisiga (1990), los cuales en la caracterización de cultivares nicaragüenses de maíz no registraron variación alguna, se deduce que hubo mucha interacción genotipo-ambiente.

Longitud de la espiga

Para longitud de la espiga la media general fue de 39.64 cm con desviación estándar de 8.61 cm y presentando un rango dentro las accesiones de 13.5 cm a 93 cm. La espiga en promedio más larga se registró en la accesión 6227 con 45.40 cm y la 6163 obtuvo apenas 29.40 cm

siendo la más pequeña. La variación que se consiguió como más alta con 42.05 % de coeficiente fue en la accesión 6225 y con el menor la 4676 que alcanzó el 4.25 % (Cuadro 7).

López (1997) caracterizando 33 cultivares nicaragüenses de maíz escribe que este rasgo es afectado en gran medida por la interacción genotipo-ambiente, razón por la cual tiende a ser muy variable. Por la amplitud del rango registrado en la presente investigación y su coeficiente de variación del 21.72 % se confirma lo propuesto por López.

Número de ramificaciones de la espiga

El número de ramificaciones de la espiga se manifestó con media general de 16 ramificaciones con desviación estándar de 4.23 ramas y dentro de las accesiones el rango fue de 5 a 27 ramificaciones. La accesión 6185 presentó en promedio el mayor número de ramificaciones de la espiga con 20.40 y con 11.20 ramificaciones se registró el menor promedio y lo obtuvo la accesión 6161. El mayor coeficiente de variación se registra en la accesión 6161 con 39.44 % y alcanzando apenas un 13.11 % se obtiene la accesión 6175 como menor (Cuadro 7).

Reyes (1990) registra las espigas más largas y ramificadas en los materiales que provienen de clima seco y caliente, lo que es contrario a lo registrado en el experimento, pues los valores más altos corresponden a las accesiones provenientes de Jinotega y Matagalpa.

Distancia entre la primera y última rama primaria de la espiga

Distancia entre la primera y última rama primaria de la espiga expresó media general de 14.23 cm con desviación estándar de 3.5 cm y un rango de 4.9 a 26.25 cm. El valor más alto se obtuvo en la accesión 6210 con 19.88 cm y el menor la 6227 con 10.53 cm. El mayor coeficiente de variación se presentó en la accesión 6206 con 41.48 % y el menor con 10.61 % en la 6215 (Cuadro 7).

Este descriptor depende de la longitud de la espiga, la importancia de que sea largo radica en que existirá mayor espacio donde se inserten espiguillas, poniendo a disposición mayor cantidad de polen y, por lo tanto, mayor capacidad de fertilizar flores femeninas (López, 1997). En el experimento los materiales que presentan las distancias más largas son 6225, 6222 y 6210.

Cuadro 7. Caracteres cuantitativos de la espiga en 33 accesiones de maíz (*Z. mays*) en Tisma, Masaya Postrera 2011

Accesión	Longitud de la espiga (cm)			Longitud del pedúnculo (cm)			DISRAPRIM (cm)			NUMRAESP		
	MED	DEST	CV	MED	DEST	CV	MED	DEST	CV	MED	DEST	CV
6230	44.05	6.15	13.97	8.13	4.85	59.62	15.56	1.75	11.23	17.50	2.92	16.66
6169	45.30	12.47	27.53	8.95	3.43	38.30	14.70	5.21	35.42	15.60	4.40	28.22
6165	42.40	3.37	7.96	9.18	3.29	35.79	14.98	2.66	17.77	17.60	2.76	15.66
6215	41.15	7.92	19.25	6.76	2.60	38.48	15.92	1.69	10.61	18.50	4.12	22.25
6060	40.05	7.90	19.73	7.60	4.19	55.11	13.49	3.50	25.91	14.50	3.87	26.66
6005	45.31	7.09	15.66	6.32	3.05	48.32	12.43	1.88	15.11	17.40	3.95	22.70
6217	37.95	6.06	15.96	7.77	2.78	35.83	14.12	1.51	10.66	19.90	5.04	25.34
6225	45.00	18.92	42.05	8.31	3.10	37.27	18.05	3.87	21.44	17.10	3.81	22.30
6010	40.65	6.57	16.16	12.17	4.89	40.17	11.55	4.54	39.33	13.70	4.00	29.21
6221	39.77	6.83	17.18	10.69	4.09	38.27	14.05	2.32	16.54	15.30	3.56	23.27
4676	40.00	1.70	4.25	9.81	5.57	56.75	11.58	2.01	17.34	13.40	4.33	32.28
6227	45.40	7.27	16.02	7.88	2.78	35.26	10.53	1.32	12.57	13.20	2.66	20.14
6222	37.33	9.66	25.89	6.89	3.36	48.69	16.78	2.79	16.60	15.70	3.50	22.28
6175	40.60	8.67	21.35	6.75	3.68	54.46	16.31	2.52	15.48	18.70	2.45	13.11
6223	39.36	9.68	24.58	9.09	3.90	42.87	12.98	3.32	25.56	15.70	3.83	24.40
6036	42.25	6.97	16.50	6.74	4.75	70.55	13.49	3.39	25.12	15.30	4.45	29.07
6228	40.85	3.32	8.12	8.65	3.72	43.00	16.10	3.34	20.75	15.30	4.42	28.91
6185	44.65	6.96	15.59	6.79	3.23	47.62	15.77	2.15	13.61	20.40	4.43	21.70
4673	37.55	5.93	15.79	5.63	3.78	67.23	12.33	2.87	23.29	14.90	2.77	18.57
6210	39.72	7.50	18.89	6.08	2.22	36.44	19.88	3.03	15.22	17.50	2.42	13.80
6169	33.58	8.23	24.52	6.47	2.57	39.79	13.94	1.82	13.04	17.20	4.98	28.98
6067	38.76	7.49	19.33	7.00	2.56	36.56	14.05	3.48	24.74	16.70	4.37	26.19
6186	40.64	7.45	18.33	8.58	4.41	51.35	13.65	2.44	17.87	12.00	3.92	32.63
6084	37.80	8.04	21.27	7.26	2.45	33.70	15.03	3.08	20.47	17.40	2.80	16.07
6058	34.07	8.25	24.21	9.02	2.73	30.22	12.01	2.79	23.26	15.40	2.84	18.42
6090	36.30	10.71	29.50	8.20	2.77	33.76	13.72	3.04	22.12	15.10	4.95	32.81
6161	32.27	8.16	25.27	12.58	12.37	98.32	11.15	2.77	24.85	11.20	4.42	39.44
6081	40.78	4.42	10.83	6.89	2.52	36.62	16.44	2.59	15.75	17.70	3.40	19.21
6212	36.60	6.35	17.34	7.17	3.21	44.83	14.50	3.20	22.05	16.70	2.71	16.23
6057	35.65	9.40	26.38	10.41	2.53	24.33	13.77	3.15	22.88	14.20	3.55	25.02
6051	38.75	9.32	24.05	7.78	2.34	30.09	11.87	3.84	32.38	12.80	4.18	32.69
6163	29.40	8.66	29.44	12.76	7.49	58.72	14.53	3.01	20.75	18.10	4.51	24.91
6206	44.43	4.72	10.63	5.21	3.11	59.59	11.35	4.71	41.48	14.10	2.23	15.84
General	39.64	8.61	21.72	8.17	4.38	53.59	14.23	3.50	24.58	16.04	4.23	26.39

Nota: MED: Promedio; DEST: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación; DISRAPRIM: Distancia entre la primera y última rama primaria de la espiga; NUMRAESP: Número de ramificaciones de la espiga.

4.1.4 Caracteres de mazorca

Caracteres cuantitativos de mazorca

La mazorca es una ramificación lateral modificada, compuesta por un raquis central esponjoso donde están insertas las flores femeninas (Loáisiga, 2001).

En el órgano de la mazorca se estudiaron siete descriptores, el de mayor variabilidad fue Longitud del pedúnculo con un coeficiente del 41.28 %, resultados similares registraron Kuan y Flores (2012) y Morales (1993) en la caracterización de genotipos locales de maíz, por lo cual la interacción genotipo-ambiente, en todos los casos, es muy influyente en la expresión fenotípica del pedúnculo. Diámetro de la mazorca presenta la menor variación con 13.35 %.

Número de brácteas

Los materiales presentan 9 brácteas promedio, con desviación estándar de 1.89 brácteas y un rango entre 4 y 15 brácteas. El mayor promedio registrado fue 11.40 brácteas y lo obtiene la accesión 4676, la 6225 presenta el menor con 6.75 brácteas. El mayor coeficiente de variación registrado fue de 33.54 % en la accesión 6175, el menor lo registró la 6225 con 7.41 %.

Loáisiga (1990) concluye que el número de brácteas se correlaciona positivamente con longitud y ancho de mazorca. Mejía *et al.*, (1983) citado por López (1997) señala que este rasgo posee una heredabilidad de 33.96 %, por lo que el fitomejorador lo modifica fácilmente por medio de selección. Benavides (1990) afirma que con mayor cantidad de brácteas hay menos daños por agentes externos, las accesiones con esta característica son la 4676, 6067, 6230 y 6215 y según su origen responden a zonas bajas.

Longitud del pedúnculo de la mazorca

En la longitud del pedúnculo se registró una media general de 8.68 cm, desviación estándar de 3.58 cm con un rango de 1 a 21.5 cm. La accesión 6225 con 11.25 cm obtuvo el mayor valor y el menor lo presentó la 6228 con 3.91 cm, la mayor variación fue de un coeficiente de 64.30 % en la accesión 6169 y la menor con 22.92 % fue la accesión 6217 (Cuadro 8).

Reyes (1990) escribe que este carácter debe ser largo y flexible con el fin de que la mazorca, con el peso del grano, cuelgue y proteja el fruto contra plagas y enfermedades. López (1997) afirma que entre los 6 – 9 cm es lo óptimo para este descriptor, basándose en que la mazorca cuelga lo suficiente aun sin hacer la dobla en el cultivo, y el 30 % del material presenta esta característica. Por lo tanto, son de mucho interés las accesiones 6215 con 9.1 cm promedio, 6051 con 7 cm y con 8 cm de longitud las 6005, 4676, 6222 y 6067.

Longitud de mazorca

Las accesiones presentaron una media general de 17.37 cm, desviación estándar de 3.02 cm y rango de 7 a 28.5 cm. El valor más alto fue de 20.60 cm registrado en la accesión 6084 y la 6058 con 13.35 cm el menor. El mayor coeficiente de variación de 28.58 % lo obtuvo la accesión 6225 y el menor con 8.72 % la 6185 (Cuadro 8).

Morales (1993) evaluando 21 genotipos de maíz en Nicaragua reporta mazorcas con 18 cm de largo, Benavides (1990) en caracterización de materiales locales alcanza los 18.5 cm, en cambio Loáisiga (1990) obtiene longitudes de hasta 25 cm, Rivas *et al.*, (1993) citado por López (1997) escribe que esta variable está determinada por factores ambientales y nutricionales, por lo tanto la máxima longitud dependerá del manejo agronómico brindado.

Diámetro de mazorca

El diámetro de mazorca expresó una media general de 42.37 mm, desviación estándar de 5.66 mm y rango de 4.6 hasta 56.4 mm dentro de las accesiones. El mayor diámetro de mazorca registrado en promedio fue de 48.77 mm y lo obtuvo la accesión 4673, el menor es de 34.38 mm y lo presentó la accesión 6225. El coeficiente de variación mayor en promedio fue de 32.19 % lo obtuvo la accesión 6227 y el menor lo registró la 6060 con 5.27 % de variación (Cuadro 8).

Viera (2004) caracterizando seis híbridos y seis variedades de polinización libre de maíz registra diámetros de 43.8 mm, Loáisiga (1990) obtiene mazorcas con diámetros de 49.4 mm el mayor. El diámetro de la mazorca está relacionado directamente con su longitud (López, 1997), por lo que ambos son determinados por factores ambientales y nutricionales, resultando así que los valores máximos van a depender del mejor manejo agronómico.

Cuadro 8. Caracteres cuantitativos de la mazorca en 33 accesiones de maíz (*Z. mays*) en Tisma, Masaya Postrera 2011

Accesión	NUMBRAC			LONPEDMASCU (cm)			LONMAZORCA (cm)			DIAMAZORCA (mm)		
	MED	DEST	CV	MED	DEST	CV	MED	DEST	CV	MED	DEST	CV
6230	10.60	1.84	17.34	9.90	3.45	34.81	18.65	2.06	11.02	41.77	4.38	10.49
6169	8.00	1.63	20.41	9.45	3.50	37.03	16.00	2.05	12.84	46.80	5.51	11.78
6165	9.60	2.27	23.65	9.65	3.08	31.94	17.15	2.92	17.00	39.62	6.27	15.82
6215	10.80	2.10	19.42	9.10	2.28	25.09	17.60	1.90	10.78	39.06	3.83	9.80
6060	8.90	1.37	15.40	9.25	3.58	38.67	18.05	2.60	14.39	44.15	2.33	5.27
6005	9.70	2.21	22.82	8.95	4.62	51.57	16.80	1.86	11.06	45.23	4.63	10.24
6217	10.00	1.15	11.55	9.68	2.22	22.92	18.50	2.85	15.39	42.91	4.53	10.55
6225	6.75	0.50	7.41	11.25	6.18	54.97	16.75	4.79	28.58	34.38	5.25	15.27
6010	8.30	1.64	19.72	10.59	3.29	31.10	17.75	2.73	15.39	42.28	4.45	10.51
6221	9.80	1.14	11.58	9.35	3.79	40.50	18.50	2.48	13.42	47.63	4.15	8.71
4676	11.40	2.01	17.64	8.99	2.69	29.97	16.92	1.97	11.63	46.26	3.61	7.81
6227	9.40	1.43	15.21	9.20	4.41	47.94	18.10	2.84	15.67	41.24	13.28	32.19
6222	10.10	1.37	13.57	8.37	3.29	39.36	16.97	3.75	22.10	39.41	4.81	12.22
6175	9.00	3.02	33.54	10.40	4.09	39.31	18.80	1.99	10.58	37.70	5.31	14.09
6223	8.40	1.26	15.06	9.10	3.93	43.17	17.70	1.70	9.62	38.00	4.42	11.64
6036	9.10	1.29	14.14	6.60	1.90	28.75	20.40	3.66	17.93	39.00	2.75	7.05
6228	8.40	1.65	19.60	3.91	1.10	28.18	15.68	2.01	12.81	39.61	3.33	8.40
6185	9.10	1.10	12.09	9.90	2.88	29.14	18.35	1.60	8.72	41.40	4.33	10.45
4673	10.40	1.90	18.24	9.75	3.43	35.14	16.53	2.56	15.51	48.77	3.80	7.80
6210	8.40	1.71	20.39	9.51	3.74	39.31	15.60	3.41	21.88	37.99	5.57	14.65
6169	9.00	1.49	16.56	6.35	4.08	64.30	16.90	2.60	15.39	45.27	3.40	7.51
6067	10.90	1.97	18.07	8.73	3.47	39.71	17.70	2.71	15.31	46.52	5.06	10.87
6186	9.30	2.21	23.80	9.45	2.93	31.00	16.50	2.26	13.70	45.54	4.39	9.63
6084	9.10	2.02	22.25	10.43	2.42	23.17	20.60	2.16	10.47	37.40	3.68	9.83
6058	8.50	0.71	8.32	5.67	2.16	38.15	13.35	3.64	27.30	44.60	4.41	9.89
6090	9.30	1.25	13.46	9.40	2.37	25.17	16.30	2.44	14.97	46.01	6.24	13.57
6161	7.40	1.58	21.32	6.21	2.21	35.58	15.73	1.96	12.44	42.53	3.78	8.88
6081	8.50	1.27	14.93	9.85	5.20	52.76	17.80	4.33	24.35	43.33	3.50	8.07
6212	8.90	1.37	15.40	5.20	1.81	34.88	17.90	3.63	20.31	40.40	4.09	10.12
6057	7.30	1.42	19.43	6.90	3.26	47.21	16.33	2.75	16.82	43.59	3.01	6.91
6051	7.50	0.71	9.43	7.10	2.47	34.79	18.20	4.49	24.68	43.00	4.03	9.37
6163	8.33	1.37	16.40	6.50	3.08	47.42	14.42	2.25	15.57	40.17	3.60	8.96
6206	8.50	1.31	15.40	10.50	3.63	34.53	17.38	2.97	17.11	38.00	4.60	12.10
General	9.17	1.89	20.64	8.68	3.58	41.28	17.37	3.02	17.41	42.37	5.66	13.35

Nota: MED: Media; DEST: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación; NUMBRAC: Numero de brácteas; LONPEDMASCU: Longitud del pedúnculo de la inflorescencia femenina; LONMAZORCA: Longitud de mazorca; DIAMAZORCA: Diámetro de la mazorca.

Número de hileras de grano

Las accesiones contaron con 13 hileras de granos promedio, desviación estándar de 1.81 hileras, y un rango entre 8-18 hileras. El mayor número de hileras se obtuvo en la accesión 6223 con 14.40 hileras y el menor de 9.50 hileras en la accesión 6225. El mayor coeficiente de variación es de 19.63 % en la 6175 y el menor con 5.77 % registrado en la 6057 (Cuadro 9).

Este carácter se relaciona con el diámetro de mazorca y depende del ambiente (López, 1997). En la presente investigación los valores más altos corresponden a las mazorcas más anchas con diámetros de 40-46 mm.

Número de granos por hilera

En este descriptor se obtuvo una media general de 30 granos, con una desviación estándar de 8.55 granos y un rango de 7 – 53 granos. El mayor número de granos promedio en una hilera es de 37.30 en la accesión 6036 y 19.50 el menor registrado en la accesión 6206. 40.75% es el coeficiente de variación más alto y lo obtuvo la accesión 6206 y el menor con 13.26 % lo presentó la accesión 4676 (Cuadro 9).

Esta variable está influenciada por factores ambientales (Jugenheimer, 1990), y según López (1993) la longitud de la mazorca se relaciona. En la presente investigación las mazorcas más largas presentaron el mayor número de granos.

Diámetro de raquis

En cuanto a diámetro de raquis los cultivares presentaron una media general de 24.59 mm, desviación estándar de 3.89 cm y un rango de 13 a 39 cm. El diámetro de raquis en promedio mayor fue de 28.50 cm en la accesión 6221 y el menor 16.40 cm en la 6084. El coeficiente de variación mayor fue de 22.53 % en la accesión 6215 y el menor con 5.60 % en la 6169 (Cuadro 9).

Loáisiga (1990) propone que el óptimo para este descriptor es entre 26 – 27.5 cm basándose en que eran las accesiones que presentaban mejores características agronómicas, en el presente estudio se registró que el 33.3 % de los materiales oscilaron dentro de este parámetro.

Cuadro 9. Caracteres cuantitativos de la mazorca en 33 accesiones de maíz (*Z. mays*) en Tisma, Masaya Postrera 2011

Accesión	NUMHILGRANO			NUMGRANOHIL			DIAMOLOTE (mm)		
	MED	DEST	CV	MED	DEST	CV	MED	DEST	CV
6230	12.80	1.93	15.10	29.90	8.76	29.30	26.30	2.26	8.61
6169	13.60	2.07	15.19	30.80	6.80	22.06	26.00	3.80	14.62
6165	12.80	1.69	13.18	25.70	10.19	39.64	23.70	2.91	12.27
6215	12.10	1.10	9.10	27.70	6.70	24.19	24.60	5.54	22.53
6060	12.60	1.65	13.07	31.60	7.11	22.49	24.30	3.62	14.91
6005	12.80	1.93	15.10	33.20	7.15	21.52	26.60	3.44	12.93
6217	12.20	2.20	18.04	34.60	7.40	21.38	24.80	2.44	9.84
6225	9.50	1.00	10.53	21.50	6.61	30.74	24.50	3.42	13.94
6010	13.00	1.94	14.95	32.40	12.31	38.00	23.40	2.01	8.59
6221	12.80	1.69	13.18	32.30	6.40	19.80	28.50	4.28	15.00
4676	13.40	1.35	10.07	28.10	3.73	13.26	26.10	2.88	11.05
6227	12.80	1.40	10.93	33.00	8.87	26.88	26.50	1.65	6.23
6222	11.00	1.05	9.58	26.10	9.53	36.50	21.50	3.47	16.15
6175	12.20	2.39	19.63	28.70	11.26	39.22	22.70	3.40	14.98
6223	14.40	0.84	5.86	35.30	7.54	21.37	21.93	4.20	19.13
6036	13.40	1.90	14.16	37.30	5.40	14.47	17.60	2.22	12.62
6228	12.00	1.89	15.71	21.00	3.74	17.82	22.90	3.07	13.41
6185	13.40	1.90	14.16	30.70	7.70	25.09	25.70	2.11	8.21
4673	14.00	1.89	13.47	30.80	6.20	20.12	27.50	2.07	7.52
6210	11.90	1.66	13.98	25.60	8.37	32.69	25.04	2.69	10.76
6169	12.80	1.40	10.93	33.30	7.01	21.05	26.70	1.49	5.60
6067	14.00	2.11	15.06	30.10	6.24	20.74	28.20	2.44	8.65
6186	12.80	2.15	16.80	31.20	6.84	21.94	22.60	2.46	10.88
6084	12.00	0.94	7.86	35.90	8.84	24.62	16.40	2.76	16.81
6058	12.20	1.14	9.31	25.30	7.97	31.51	26.60	4.17	15.67
6090	13.40	1.90	14.16	31.00	6.78	21.88	24.70	3.50	14.16
6161	10.50	1.08	10.29	19.60	4.50	22.97	26.10	1.85	7.10
6081	12.60	0.97	7.67	32.50	5.21	16.04	25.30	2.98	11.79
6212	12.90	1.79	13.89	30.00	8.89	29.65	21.60	3.57	16.51
6057	11.70	0.67	5.77	24.50	6.04	24.66	26.50	2.32	8.76
6051	13.00	1.05	8.11	33.70	11.54	34.24	26.50	1.78	6.72
6163	12.33	0.82	6.62	24.67	6.62	26.85	24.17	3.37	13.95
6206	11.25	1.49	13.23	19.50	7.95	40.75	25.38	2.67	10.52
General	12.65	1.81	14.34	29.68	8.55	28.80	24.59	3.89	15.82

Nota: MED: Media; DEST: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación; NUMHILGRANO: Numero de hileras de grano; NUMGRANOHIL: Numero de granos por hilera; DIAMOLOTE: Diámetro del olote

Caracteres cualitativos de mazorca

Daño de mazorca

En la presente investigación el 79 % de las accesiones no presentaron daño y un 21 % fueron poco afectadas. Según Benavides (1990) cuando más brácteas la recubren se ve menos afectada por factores externos, por lo tanto éste depende de su cobertura.

Cobertura de mazorca

El 76 % de las accesiones cuentan con buena cobertura de mazorca, 24 % presentan la categoría pobre y solo la 6225 intermedia. En el presente trabajo se reafirma lo escrito por Benavides (1990), pues las mazorcas presentaron el mayor porcentaje con buena cobertura y asimismo el mayor porcentaje en ningún daño (Cuadro 10).

Forma de mazorca

En las mazorcas solo se encontró la forma cilíndrica cónica. Morales (1993) registra, en 33 accesiones de maíz, mazorcas cilíndricas y ligeramente cónicas, Benavides (1990), además de las dos mencionadas encuentra materiales con forma cónica, mientras que genotipos de la misma especie experimentados por López (1997) presentan mazorcas cónicas, cilíndricas y alargadas. En la presente investigación este rasgo no ayudó a diferenciar el material.

Disposición de hileras de grano

El 88 % de los materiales se caracterizaron por disposición irregular, para las accesiones 4673, 6169 la disposición de las hileras de grano es regular y en los materiales: 6206, 4676 es recta (Cuadro 10). Benavides (1990) obtiene materiales con disposición ligeramente curva y rectas; Morales (1993) solo registró mazorcas con arreglos de hileras ligeramente curvas, por el contrario López (1997) clasifica en cuatro grupos su material.

Color de raquis

En color de raquis tenemos que para el 39 % de las accesiones presentaron color blanco, 31 % de los materiales con más de un color y 30 % crema (Cuadro 10). Loáisiga (1990) registro en su experimento un 82 % del material con raquis blanco, coincidiendo con Benavides (1990) que obtuvo con mayor frecuencia el mismo color.

Cuadro 10. Caracteres cualitativos de la mazorca en 33 accesiones de maíz (*Z. mays*) en Tisma, Masaya Postrera 2011

Accesión	Daño	Cobertura	Forma	Disposición de hileras de grano	Color del olote
6230	0	7	2	2	1, 2
6169	0	7	2	2	1, 2
6165	0	7	2	2	1
6215	0	7	2	2	2, 3, 5
6060	0	7	2	2	3, 5
6005	0	7	2	2	1, 4
6217	0	7	2	2	5
6225	3	5	2	2	1
6010	0	3	2	2	1
6221	0	7	2	2	2, 5
4676	0	7	2	3	5
6227	0	3	2	2	1
6222	0	7	2	2	5
6175	0	7	2	2	1, 4
6223	0	3	2	2	5
6036	0	3	2	2	1
6228	0	7	2	2	5
6185	3	3	2	2	5
4673	0	7	2	1	1
6210	3	3	2	2	1
6169	0	3	2	1	2, 5
6067	0	7	2	2	5
6186	0	7	2	2	5
6084	0	7	2	2	1
6058	3	7	2	2	5
6090	3	7	2	2	1
6161	0	7	2	2	5
6081	0	7	2	2	1
6212	0	7	2	2	2, 5
6057	3	7	2	2	1, 2
6051	3	7	2	2	1
6163	0	7	2	2	5
6206	3	7	2	3	1

4.1.5 Caracteres de grano

Caracteres cuantitativos de grano

El grano es el fruto de la planta de maíz y consiste en una cariósida monosperma seca e indehiscente, variable en forma, color y tamaño. Lo conforman el pericarpio, endosperma y embrión (Loáisiga, 2002).

Se estudiaron tres caracteres de grano, el de mayor variación es grosor con coeficiente de variación de 18.40% y longitud es el de menor variación con 10.95% (Cuadro 11). Coincidiendo con Kuan y Flores (2012) en cuanto a rasgo más variable y menos variable. Sin embargo, López S. (1997) obtuvo poca variabilidad para ambos descriptores y alta variación en ancho de grano.

Longitud de grano

Longitud de grano presentó una media general de 10.23 mm, desviación estándar de 1.12 mm, el rango fue de 6 a 13.60 mm. Para esta variable el mayor promedio lo obtuvo la accesión 6221 con 11.60 mm y el menor la 6225 con 8.00 mm. La mayor variabilidad registrada fue de 15.06 % en la accesión 6081 y 3.36 % la menor en la 6058 (Cuadro 11). Morales (1993) y Benavides (1990) registran diferencias significativas en el ANDEVA de este carácter, por el contrario López (1997) no encuentra variabilidad en grosor y longitud de grano.

Ancho de grano

Ancho de grano registró una media general de 8.80 mm, desviación estándar de 0.99 mm y un rango entre 6.4 a 12 mm. En promedio el mayor ancho de grano fue registrado en la accesión 6161 con 10.50 mm y el menor en la 6036 con 7.36 mm. El coeficiente de variación de 12.90 % fue el mayor y lo obtuvo la accesión 6081, apenas con 4.79 % que alcanzó la accesión 6227 se registró como menor promedio (Cuadro 11).

Esta variable ayuda a clasificar el material estudiado por López (1997), presentando diferencias altamente significativas en su ANDEVA, coincidiendo con la alta variabilidad que registró Morales (1993), el cual divide su material en diez grupos.

Grosor de grano

Los cultivares para grosor de grano expresaron una media general de 4.01 mm, con una desviación estándar de 0.74 mm y un rango de 3 a 8 mm. 5 mm fue el promedio mayor registrado en esta variable obteniéndolo la accesión 6225 y el menor con 3.33 mm en la accesión 6165. El mayor coeficiente de variación lo presentó la accesión 6051 con 33.42 % la 6230 y 6227 obtuvieron variación nula (Cuadro 11). López (1997) evaluando 33 genotipos de maíz no registra diferencias significativas en ANDEVA de este rasgo ya que las magnitudes no diferían de 4 mm, similar a la presente investigación, pues es una dimensión que varía posiblemente en centésimas de milímetro.

Los resultados detallados de caracteres en el grano se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Caracteres cuantitativos de grano en 33 accesiones de maíz (*Z. mays*) en Tisma, Masaya Postrera 2011

Accesión	Longitud de grano (mm)			Ancho de grano (mm)			Grosor de grano (mm)		
	MED	DEST	CV	MED	DEST	CV	MED	DEST	CV
6230	10.20	0.79	7.73	7.80	0.79	10.11	4.00	0.00	0.00
6169	10.54	0.78	7.38	8.33	0.47	5.66	3.63	0.52	14.35
6165	9.60	0.84	8.78	8.30	0.95	11.43	3.33	0.47	14.16
6215	10.40	0.70	6.72	9.70	0.67	6.96	4.60	0.70	15.20
6060	10.30	0.48	4.69	8.66	0.59	6.82	3.50	0.45	12.92
6005	11.16	0.62	5.58	9.17	0.72	7.88	3.72	0.41	10.96
6217	9.80	0.63	6.45	8.60	0.70	8.13	3.50	0.53	15.06
6225	8.00	0.82	10.21	9.90	0.57	5.73	5.00	0.94	18.86
6010	10.00	0.47	4.71	8.10	0.57	7.01	3.60	0.52	14.34
6221	11.60	1.35	11.67	9.88	0.57	5.76	3.92	0.50	12.77
4676	11.20	1.03	9.22	9.00	0.67	7.41	3.90	0.57	14.56
6227	10.10	0.74	7.31	8.80	0.42	4.79	4.00	0.00	0.00
6222	9.80	0.79	8.05	9.40	0.84	8.97	4.40	0.52	11.74
6175	10.60	1.07	10.14	7.80	0.63	8.11	4.10	0.57	13.85
6223	10.70	0.95	8.87	7.83	0.45	5.71	3.80	0.42	11.10
6036	10.99	0.72	6.51	7.64	0.60	7.88	4.15	0.82	19.72
6228	9.40	0.70	7.44	8.20	0.63	7.71	3.70	0.48	13.06
6185	10.50	0.53	5.02	9.60	0.97	10.06	3.90	0.32	8.11
4673	11.00	0.47	4.29	9.00	0.47	5.24	4.10	0.57	13.85
6210	8.14	0.74	9.12	8.99	0.72	8.06	4.80	1.48	30.74
6169	10.70	0.48	4.51	8.91	0.63	7.03	4.00	0.47	11.79
6067	11.10	0.74	6.65	8.23	0.50	6.12	3.89	0.53	13.52
6186	11.00	0.94	8.57	9.00	1.15	12.83	4.10	0.74	18.00
6084	10.40	0.70	6.72	8.10	0.57	7.01	3.70	0.48	13.06
6058	10.23	0.34	3.36	9.65	0.75	7.74	4.00	0.47	11.79
6090	11.00	0.82	7.42	8.60	0.52	6.00	3.40	0.52	15.19
6161	8.20	1.14	13.85	10.50	0.97	9.26	4.90	0.57	11.58
6081	9.80	1.48	15.06	8.80	1.14	12.90	4.24	0.92	21.65
6212	11.00	0.67	6.06	8.60	0.84	9.81	4.15	0.47	11.43
6057	9.90	0.74	7.45	9.60	0.97	10.06	4.20	0.42	10.04
6051	9.75	0.42	4.36	8.70	0.87	10.05	4.10	1.37	33.42
6163	10.31	0.49	4.74	8.22	0.58	7.09	3.76	0.58	15.52
6206	9.80	0.79	8.05	10.00	0.94	9.43	4.70	0.67	14.36
General	10.23	1.12	10.95	8.80	0.99	11.29	4.01	0.74	18.40

Nota: MED: Promedio; DEST: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación

Caracteres cualitativos de grano

Forma de los granos

El carácter forma del grano ayudo a diferenciar a las accesiones sometidas a estudio, pues éstas se caracterizaron por presentarse en su mayoría granos contraídos en el 30 % de todo el material, el 27 % fueron granos dentados, otro 27 % planos y el 15 % redondos (Cuadro 12). Kuan y Flores (2012) en la evaluación de cultivares locales de maíz consiguen granos en un 66 % de forma redonda, lo que demuestra que los materiales criollos se diferencian en éste descriptor posiblemente por la permanencia del intercambio de semillas entre pequeños productores lo que altera la constitución genotípica de las variedades criollas.

Color de pericarpio

En color de pericarpio del grano el 67 % de las accesiones en estudio se caracterizaron por el color transparente y 30 % café amarillento, el color café solo se observó en la accesión 6165 (Cuadro 12). Loáisiga (1990) evaluando materiales locales de maíz encuentra pericarpios transparentes en la mayoría de los cultivares, sin embargo un 6 % presentó color rojizo, al igual que Benavides (1990), el cual también registró el tono rojizo, aunque en la mayoría de sus accesiones se observaron colores blanco y blanco amarillento. En estudios actuales como Kuan y Flores (2012) y en la presente investigación no se consigue este tono rojo, por lo tanto se reafirma la alteración de la diversidad genotípica en las variedades que tradicionalmente siembra el campesino nicaragüense.

Color de grano

En color de grano se encontró una gran variabilidad de fenotipos donde el 48 % se caracterizaron por color crema, 12 % de las accesiones de grano Anaranjado, 9 % de color Blanco, 6 % con granos Morados y solamente la 6221 presentó color rosado, en el resto del material se registró más de un color (Cuadro 12). El color de grano depende del tejido de éste y de la presencia de taninos y pigmentos antociánicos (López, 1997).

Cuadro 12. Caracteres cualitativos de grano en 33 accesiones de maíz (*Z. mays*) en Tisma, Masaya Postrera 2011

Accesión	Forma de la superficie del grano	Color del pericarpio	Color del grano
6230	1	2	1, 2
6169	1	1	10
6165	4	3	1, 3
6215	1	2	1, 6
6060	4	1	10
6005	1	1	10
6217	4	1	6
6225	3	1	1, 6
6010	1	2	10
6221	1	2	11
4676	3	1	10
6227	1	1	10
6222	1	1	1
6175	1	1	10
6223	3	1	1
6036	2	1	10
6228	4	1	1
6185	3	1	10
4673	3	2	1, 6, 3
6210	2	2	3
6169	2	2	1, 6
6067	4	1	6
6186	3	2	6
6084	2	1	1, 6
6058	3	1	10
6090	1	2	10
6161	4	1	3
6081	2	1	10
6212	2	1	10
6057	3	1	10
6051	3	1	10
6163	2	1	10
6206	2	1	10

4.1.6 Rendimiento de 33 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Nicaragua

El rendimiento es el resultado del comportamiento de la planta en relación a varios caracteres que actúan sobre él y según Christiansen (1982) la variabilidad de éste depende en un 60-80% de efectos ambientales.

El rendimiento es de vital importancia en los programas de mejoramiento tomando como base el material tradicional y según Urbina (1993) está condicionado por factores genéticos, nutricionales y ambientales.

El diámetro de la mazorca, que está relacionado directamente con su longitud, es un buen parámetro para medir rendimiento. Estos caracteres están determinados por factores genéticos, ambientales y nutricionales (Adetiloye *et al.*, 1984), por lo tanto si el ambiente es adverso el

tamaño de la mazorca en formación disminuye, y por consiguiente se obtendrán menores diámetros de mazorcas, lo que al final repercute en bajos rendimientos (Saldaña & Duarte, 1991).

La altura de inserción de la mazorca, que está en dependencia directa de la altura de la planta, es un factor íntimamente relacionado con el rendimiento, ya que según la investigación de Celiz y Duarte (1996), donde estudia la relación entre la producción y factores ambientales, las accesiones con mazorcas ubicadas a la altura media de la planta, resultaron con los mejores rendimientos.

Por otro lado, Reyes (1990) citado por Viera (2004) considera que las hojas superiores y las centrales son las principales contribuyentes de carbohidratos de la mazorca y llenado de granos.

Para el presente trabajo el cálculo del rendimiento de las 33 accesiones en estudio es un factor decisivo para la determinación de material promisorio, el cual lo representan las accesiones que registraron mayor producción que el testigo.

El testigo con que se relacionaron las accesiones es de la variedad sintética NBS cuyo rendimiento promedio va de 40 – 50 qq (INTA, 2009), sin embargo Urbina y Bird (2002) evaluando cultivares de maíz en primera y postrera del año 2001 en Chinandega obtuvieron un rendimiento en NBS de 78 qq, Morales (2004) caracterizando materiales híbridos y de polinización libre consiguió 61.75 qq en esta misma variedad.

Esta variedad sintética es de grano blanco, con 1.80 – 1.90 m de altura, y 0.90 – 1.10 m de altura de la mazorca, se cosecha en 90 días y es tolerante a la sequía (INTA, 2009). En el Cuadro 13 se presentan resultados de peso de 100 granos, rendimiento y rendimiento relativo de 33 accesiones de maíz.

Cuadro 13. Rendimiento de 33 accesiones de maíz (*Z. mays* L.) en Nicaragua, Tisma, Masaya

Accesión	Nombre local	PES100GR	REND kg ha ⁻¹	Testigo (kg ha ⁻¹)	REND RLTV %
6230	Tuza blanca	33.60	3382.70	3579.38	94.51
6169	Criollo mezclado	29.80	2955.33	3579.38	82.57
6165	Maíz pinolero	27.50	1988.64	3579.38	55.56
6215	Maizón tuza morada	31.50	2923.63	3579.38	81.68
6060	Enano	29.40	3800.12	3579.38	106.17
6005	Maíz	35.50	3926.66	3579.38	109.70
6217	Maíz amarillo	33.50	2642.94	3579.38	73.84
6225	Amarillo tuza morada	31.50	388.89	3579.38	10.86
6010	Criollo	30.40	4405.86	3579.38	123.09
6221	Máquina olote colorado	40.70	3410.40	3579.38	95.28
4676	Maíz criollo	29.10	4052.51	2956.95	137.05
6227	Maíz catacama	33.60	3204.19	2956.95	108.36
6222	Maíz de pinol	31.20	1695.84	2956.95	57.35
6175	Olotillo	27.80	2394.42	2956.95	80.98
6223	Maíz de pinol	25.80	2248.64	2956.95	76.05
6036	Olotillo	28.70	2307.83	2956.95	78.05
6228	Pujagua blanco	25.70	1964.47	2956.95	66.44
6185	Maíz mejorado	30.20	2040.23	2956.95	69.00
4673	Maizón	33.60	3004.18	2956.95	101.60
6210	Pujagua	26.30	1872.06	2956.95	63.31
6169	Criollo mezclado	33.20	3951.83	1918.01	206.04
6067	Amarillo criollo	31.70	3700.80	1918.01	192.95
6186	Nicaragua blanco	32.20	1778.40	1918.01	92.72
6084	Olotillo	30.50	2418.58	1918.01	126.10
6058	De tres meses	31.10	1959.25	1918.01	102.15
6090	Maizón tuza blanca	32.70	1806.45	1918.01	94.18
6161	Pujagua	31.90	1233.24	1918.01	64.30
6081	H - 5	27.70	1167.39	1918.01	60.86
6212	Maíz Salco	37.20	1769.45	1918.01	92.25
6057	Cuarenteño	34.50	3257.79	1700.19	191.61
6051	Tuza blanca	33.20	1370.79	1700.19	80.63
6163	Maíz criollo	32.70	381.16	1700.19	22.42
6206	Maíz Masaya	40.90	430.49	1700.19	25.32

Las accesiones con mejor rendimiento son 6010 (criollo) con 4405.86 kg ha⁻¹, 4676 (maíz criollo) con 4052.51 kg ha⁻¹, 6169 (criollo mezclado) con 3951.83 kg ha⁻¹ y 6005 (maíz) con 3926.66 kg ha⁻¹ (Cuadro 13).

Entre las accesiones que expresaron menor rendimiento están la 6206 (maíz Masaya) con 430.49 kg ha⁻¹, 6225 (amarillo tuza morada) con 388.89 kg ha⁻¹ y 6163 (maíz criollo) con 381.16 kg ha⁻¹ (Cuadro 13).

El cuadro 13 también muestra la relación, entre el rendimiento de las accesiones con el de los testigos, en porcentaje (Rendimiento relativo).

El material promisorio corresponde a las accesiones que presentan rendimiento relativo mayor del 100 %. Es importante señalar que en el testigo, al igual que en las accesiones, los rendimientos pueden ser influenciados por condiciones ambientales (suelo, radiación solar, disponibilidad de agua, etc.), por lo tanto, la adaptabilidad del material es un factor influyente en la determinación de accesiones promisorias.

4.1.7 Análisis multivariado

El análisis multivariado es usado para describir y analizar observaciones multidimensionales obtenidas al relevar información sobre varias variables para cada una de las unidades o casos en estudio (Balzarini *et al.*, 2008). Existen varios métodos de análisis múltiple; uno que permite analizar la interdependencia de variables métricas y encontrar una representación gráfica óptima de la variabilidad de los datos de 33 accesiones y 20 variables cuantitativas es el de Análisis de Componentes Principales (ACP).

Análisis de componentes principales (ACP)

Los CP deben ser interpretados independientemente, ya que contienen una parte de la varianza no expresada en otro CP. Por esto, el ACP agrupa toda la variación presente de datos originales en unos pocos ejes o componentes, estos contienen información en diferentes proporciones de los descriptores originales y su número depende del número que se incorpore en el análisis e indica que la variación aceptable para la interpretación sobre el ACP debe ser aproximado a un 70%, en el que se incluyen al menos los primeros cinco CP (Palacios & Montenegro, 2006).

El análisis de componentes principales y los gráficos conocidos como biplot son técnicas generalmente utilizadas para examinar todos los datos en un espacio de menor dimensión que

el espacio original de las variables. Los gráficos biplots propuestos por Gabriel. K. R. en 1971, muestran las observaciones y las variables en el mismo gráfico, de forma tal que se pueden hacer interpretaciones sobre las relaciones conjuntas entre las mismas (Balzarini *et al.*, 2008).

El resultado del análisis de 33 accesiones de maíz indica que dos componentes principales fueron responsables del 51.80 % de la variación total, en donde el CP1 contribuye con el 32.40 % de la variación total y es proporcionada principalmente por las variables: altura de la planta, altura de la mazorca, longitud de la hoja y número de nudos por planta (Cuadro 14). Por otro lado, el CP2 determina el 19.40 % de la variación; donde el diámetro de la mazorca, número de hileras de grano, distancia entre la primera y la última rama primaria de la espiga y la longitud del grano fueron las variables con mayor importancia en la variación (Cuadro 14).

El Cuadro 14 muestra la distribución de cada uno de los componentes principales utilizados para relacionar las accesiones de maíz tomando en cuenta la variación de los descriptores cuantitativos (designados con la letra X) y su contribución en cada uno de los componentes. Así también, contiene el coeficiente de correlación cofenética, el cual nos garantiza una medida de la calidad de la reducción lograda en el análisis, pues el agrupamiento con coeficiente más próximo a uno es el que mejor describe el agrupamiento natural de los datos.

En la Figura 2 se puede apreciar la distribución del germoplasma e indicios de agrupamiento, en el cual los grupos más definidos y bien diferenciados son dos.

El primero encierra las accesiones 6161, 6163, 6057, 6058 y 6228. Debido a sus semejanzas en las variables de longitud de pedúnculo, diámetro de raquis y ancho de grano.

Un segundo grupo con las accesiones 6206, 6222, 6225 y la 6210. Por sus similitudes en los descriptores de distancia entre la primera y la última rama primaria de la espiga y el grosor de grano.

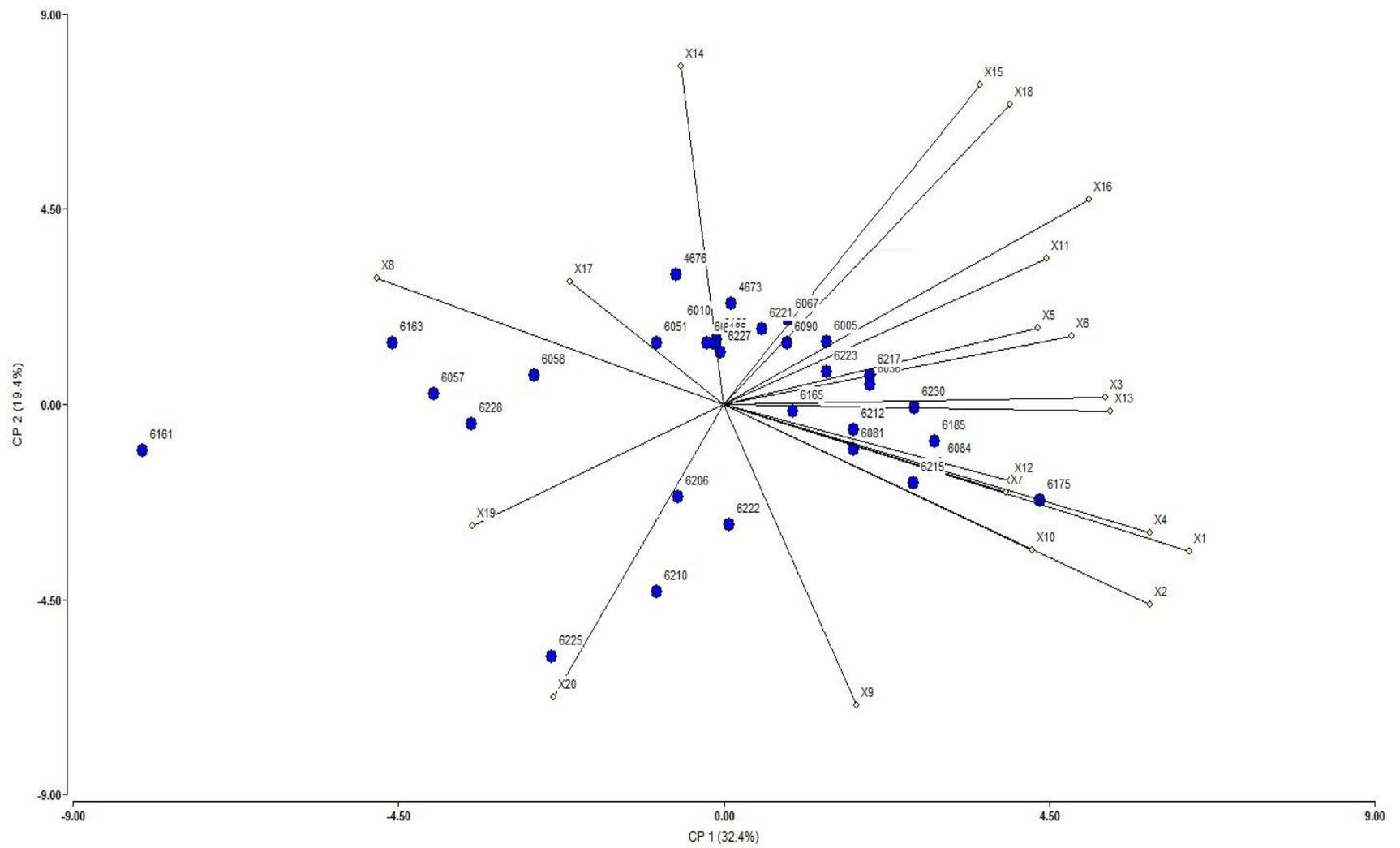


Figura 2. Biplot de Análisis de Componentes Principales para 33 accesiones de maíz en Nicaragua.

Cuadro 14. Autovectores para componentes principales del análisis de 33 accesiones de maíz (*Z. mays*) en Tisma, Masaya, Postrera 2011

No	Variabes	Designación	CP1	CP2
1	Altura de la planta (ALTURAPLTA)	X1	0.33	-0.17
2	Altura de la mazorca (ALTURAMAZ)	X2	0.30	-0.24
3	Numero de nudos por planta (NUMNUDOS)	X3	0.27	0.01
4	Longitud de la hoja (LONGHOJA)	X4	0.30	-0.15
5	Ancho de la hoja (ANCHOHOJA)	X5	0.22	0.09
6	Numero de hojas arriba de la mazorca (NUMHOJAMAZ)	X6	0.25	0.08
7	Longitud de la espiga (LONGESPIGA)	X7	0.20	-0.10
8	Longitud del pedúnculo (LONGPEDUN)	X8	-0.25	0.15
9	Distancia entre la primera y última rama primaria (DISRAMPRI)	X9	0.09	-0.36
10	Numero de ramificaciones primarias en la espiga (NUMRAESP)	X10	0.22	-0.17
11	Numero de brácteas (NUMBRAC)	X11	0.23	0.17
12	Longitud del pedúnculo de inflorescencia femenina (LONPEDMASCU)	X12	0.20	-0.09
13	Longitud de la mazorca (LONMAZORCA)	X13	0.27	-0.01
14	Diámetro de mazorca (DIAMAZORCA)	X14	-0.03	0.40
15	Número de hileras de granos (NUMHILGRANO)	X15	0.18	0.38
16	Número de granos por hilera (NUMGRANOHIL)	X16	0.26	0.24
17	Diámetro del olote (DIAMOLOTE)	X17	-0.11	0.15
18	Longitud del grano (LONGGRANO)	X18	0.20	0.35
19	Ancho del grano (ANCHOGRANO)	X19	-0.18	-0.14
20	Grosor del grano (GROSORGRANO)	X20	-0.12	-0.35
Correlación cofenética: 0.916				

Análisis de conglomerado o cluster

El análisis de conglomerado permite implementar distintos procesos para agrupar objetos descriptos por un conjunto de valores de varias variables. Este tipo de análisis es utilizado como método exploratorio de datos con la finalidad de obtener mayor conocimiento sobre la estructura de las observaciones y/o variables en estudio. Se considera que el proceso de agrupamiento conlleva a una pérdida de información ya que se sitúan en una misma clase unidades que no son idénticas, solo semejantes, sin embargo la síntesis de la información disponible sobre las unidades consideradas puede facilitar la visualización de relaciones multivariadas de naturaleza compleja (Balzarini *et al.*, 2008).

El conglomerado consiste en agrupar, las accesiones que comparten el mayor número permisible de características y las que se encuentran en diferentes grupos tienden a ser distintas.

En la ejecución del análisis clúster del experimento se utilizó el método de agrupamiento jerárquico llamado WARD o método de mínima varianza, propuesto por Ward en 1963; este método toma el promedio de todos los objetos en un conglomerado, pero cuando una conglomerados realiza una ponderación de todos los conglomerados participantes, así en cada unión la pérdida de información es minimizada y se recomienda para datos con distribución normal y matrices de covarianzas esféricas, homogéneas entre grupos (Balzarini *et al.*, 2008).

El análisis de conglomerados requiere medir la similitud entre las entidades a agrupar. La selección de una medida de distancia apropiada depende de la naturaleza de las variables (cualitativa, cuantitativa), de la escala de medición (nominal, ordinal, intervalo, cociente) y del conocimiento del objeto de estudio. Para datos con propiedades métricas (continuos, escala por intervalos y/o cocientes) pueden usarse medidas de distancia como la de Manhattan o la Euclídea (Balzarini, *et al.*, 2008), por lo tanto, en el presente trabajo se utilizó la Euclídea.

El material colectado de maíz se distribuyó, de manera arbitraria en cuatro conglomerados (Figura 3), donde se nota claramente que a una distancia cercana a 13 se delimitaron las siguientes agrupaciones.

En la figura 3 se ilustra el Dendrograma que conglojera las accesiones en estudio utilizando el método Ward y la distancia euclídea en cuatro grupos bien definidos. El grupo uno de color azul, el dos color verde tierno, el tercero con color verde oscuro y el cuarto color rojo. Es un criterio arbitrario frecuentemente utilizado trazar la línea de referencia a una distancia igual al 50% de la distancia máxima para determinar los grupos.

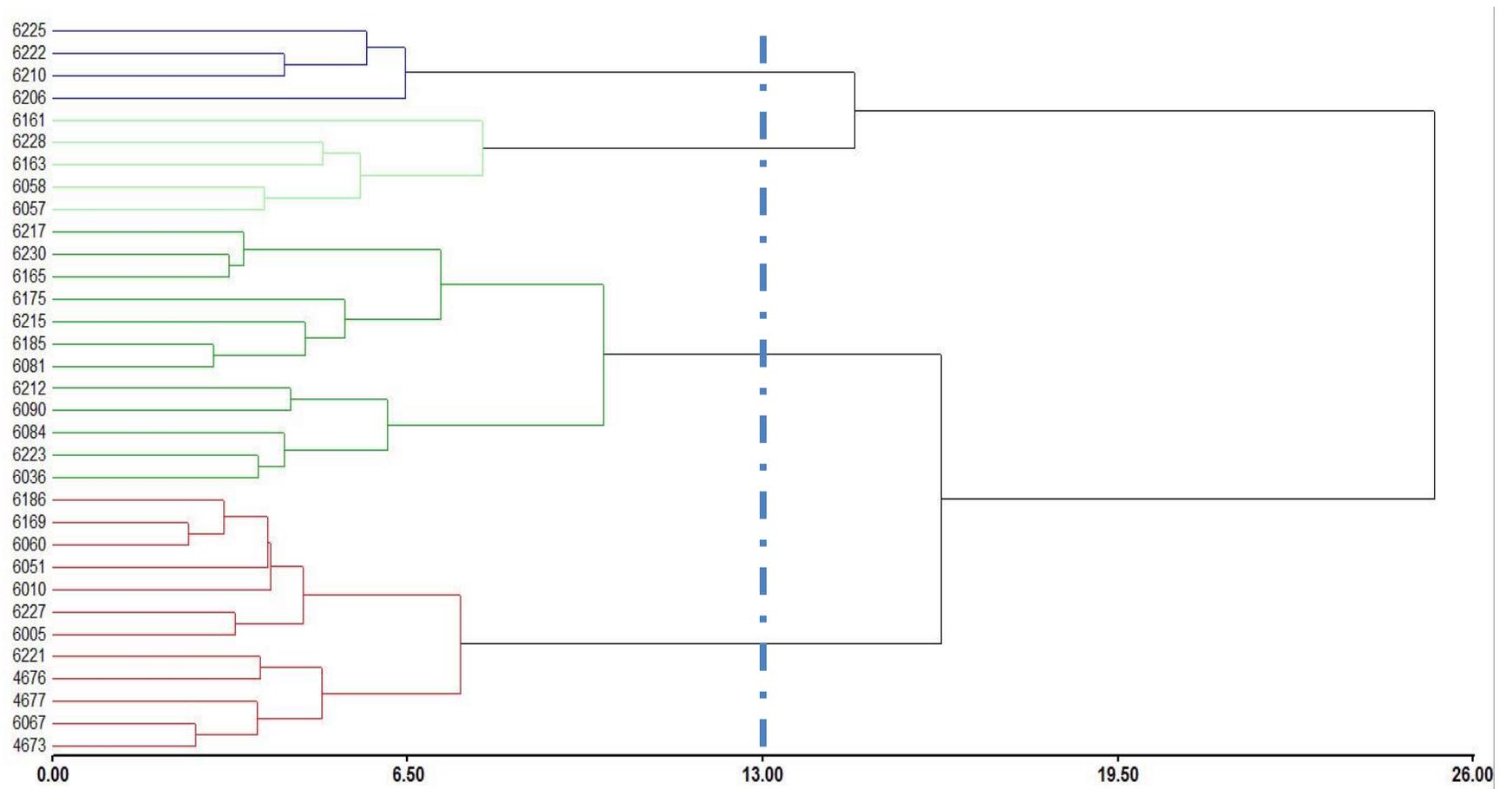


Figura 3. Dendrograma del análisis de conglomerado de 33 accesiones de maíz en Nicaragua utilizando el método Ward y la distancia Euclídea.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados alcanzados en el presente estudio y los objetivos planteados se llega a las siguientes conclusiones:

1. Los resultados del presente estudio indican que existe variabilidad intra e interpoblacional, así como caracteres de interés agronómico en las accesiones. Los descriptores cualitativos como la presencia de lígula foliar y la forma de la mazorca no presentaron variación ya que solo se determinó un grupo en cada uno, por lo tanto no ayudaron a diferenciar el material.
2. Según los resultados del análisis de componentes principales dos componentes fueron responsables del 51.80 % de la variación total, en el CP1 se explica el 32.40 % de la variación y en el CP2 se determina el restante 19.40 %.
3. Mediante el cluster se logró conocer que a una distancia cercana a 13 las accesiones se distribuyen arbitrariamente en cuatro grupos, el grupo I lo compone el 12 % del material sometido a estudio, el grupo II con el 15 % y el III y IV con el 36 % de las accesiones cada uno.
4. De acuerdo a los resultados obtenidos las accesiones consideradas promisorias por superar al testigo en rendimiento son las siguientes: 6060, 6005, 6010, 4676, 6227, 4673, 6169, 6067, 6084, 6058, 6057.

VI. RECOMENDACIONES

Promover investigaciones con las accesiones promisorias del presente estudio, pues éstas demuestran buena capacidad de rendimiento, ya que fueron mayores que el del testigo en las mismas condiciones.

Realizar un catálogo producto de la información generada en los últimos trabajos de caracterización de maíz en Nicaragua.

VII. LITERATURA CITADA

- Adetiloye, O., & Ezedina, E. (1984). Responser by maize plant and ear short character to growth un southern Nigeria. Nskka, NG: Nigeria Univ.
- Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, E., Casanoves, F., Rienzo, J. D., & Robledo, C. (2008). Manual del Usuario - Infostat 2008. Cordoba, AR: Editorial Brujas.
- Celiz, F., & Duarte, R. (1996). Efecto del arreglo topográfico (doble surco) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (*Zea mays* L.), como cultivo principal, en asocio con la leguminosa (*Vigna unguiculata* L. Walp). s.e.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1993). Descriptores varietales: Arroz, Frijol, Maíz y Sorgo. Cali, CO: s.e.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (1985). Guía de Descriptores para caracterizar maíz. México D.F.: s.e.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (2010). Origen y Diversificación de maíz. México D.F.: CIMMYT.
- Christiansen, M. (1982). World enviromental limitations to food and fiber culture in breeding plants for less favorable enviromental. U.S.A.: WILLER-Interscience.
- Cortamira, O. (20 de Diciembre de 2006). Particularidades nutricionales del grano de maiz en la alimentacion de cerdos. Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal, 2, 35-38.
- Eneyda Oviedo Plazaola, e. a. (1993). Atlas Basico Ilustrado Nicaragua y el Mundo. Managua, NI: Campaña Nicaragua Maste Overleva.
- Flores, R., & Kuan, J. (2012). Caracterización y evaluación preliminar de 33 cultivares de maíz (*Zea mays* L.) en la localidad de Sabana grande, Managua, primera 2010. Tesis Ing. Agr. Managua, NI: UNA.
- Fuentes, J. R., Ponce, C. P., & Fuchs, A. (s.f.). Mejora de plantas.
- Gutiérrez, O. G., & Minelli, M. (1990). La Producción de semilla. Texto básico para el desarrollo del curso de producción de semillas en la Universidad de Nicaragua. Managua, NI: ISCA.
- Instituto de Nutricion de Centroamerica y Panama. (1972). Mejoramiento Nutricional del Maiz. Guatemala: INCAP.

- Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria. (2000). Acto de Entrega de 3 Nuevos Cultivares de Maíz - NB-NUTRINTA/H-INTA 991/HQ-INTA 993. Acto de Entrega de 3 Nuevos Cultivares de Maíz - NB-NUTRINTA/H-INTA 991/HQ-INTA 993 (pág. 20?). Managua, NI: INTA.
- INTA (Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria, NI). (2009). Guía Tecnológica para la producción de maíz (*Zea mays* L.). Managua, NI: s.e.
- International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). (1991). Descriptor for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center. México, MX: IBPGR.
- Jugenheimer, R. (1990). Maíz-Variedades mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. Mexico: LIMUSA.
- Lacayo, O. R. (2012). Mapeo de Actores de la Innovación Tecnológica en las Cadenas de Valor del Maíz y Frijol. Managua, NI: IICA.
- Loáisiga, C. H. (1990). Caracterización y evaluación preliminar de 30 cultivares de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Ing. Agr. Managua, NI: UNA.
- Loáisiga, J. L. (2001). Granos básicos: El maíz (*Zea mays*). Managua, NI: UNA.
- Loáisiga, J. L. (2002). Texto básico: Maíz (*Zea Mays* L.). Managua, NI: UNA.
- López, M. (1997). Caracterización y evaluación preliminar de 33 cultivares de maíz (*Zea mays* L.) recolectadas en diferentes localidades de Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Managua, NI: UNA.
- Marquez, S. F. (1976). El Problema de la Interaccion Genetico-Ambiental en Genotecnia Vegetal. Mexico: Chapingo .
- Matamoras, C. (2011). Dinámica poblacional de arvenses en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6 bajo los sistemas orgánico y convencional en la finca El plantel, Tipitapa - Masaya, 2009. Tesis Ing. en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal. Managua, NI: UNA.
- Ministerio Agrícola y Forestal, MAGFOR. (2011). Informe de Producción Agropecuaria Acumulado a Octubre 2011. Managua, NI: MAGFOR.
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA). (1983). Manual de Producción de maíz. Managua, NI: MIDINRA.
- Morales, D. (1993). Caracterización y evaluación preliminar de 21 genotipos de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Ing. Agr. Managua, NI: UNA.

- Muñoz, G., Giraldo, G., & Fernández de Soto, J. (1993). Descriptores varietales: Arroz, Frijol, Maíz y Sorgo. Cali, CO: CIAT.
- Palacios, A., & Montenegro, D. (2006). Efecto de cinco distancias y tres épocas de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers), Ciudad Darío, Matagalpa. Tesis Ing. Agr. Managua, NI: UNA.
- Poehlman, J. M., & Sleper, D. A. (2005). Mejoramiento Genético de las Cosechas. Mexico: LIMUSA Wiley.
- Reyes, C. P. (1990). El maíz y su cultivo. México, DF: AGT Editor.
- Rodriguez, P. N., Perez, P., & Fuchs, A. (1981). Genética y Mejoramiento de las plantas. La habana, CU: Editorial Pueblo y Educación.
- Saldaña, F., & Duarte, R. (1991). Efecto de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de las malezas en los cultivos de maíz (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis Ing. Agr. Managua, NI: UNA.
- Serratos, J. (2012). El origen y la diversidad del maíz en el continente americano (2 ed. ed.). (F. Escalona, Ed.) México, D.F., MX: UNAM.
- Urbina, A., & Bird, N. (2002). Promoción y difusión de cultivares de maíz. Resultados de parcelas demostrativas. Managua, NI: USAID.
- Urbina, R. (1993). Guía tecnológica para la producción del maíz. Managua, NI: DGTA-MAG.
- Viera, L. (2004). Caracterización y evaluación de seis híbridos y seis variedades de polinización libre de maíz (*Zea mays* L.) en El viejo, Chinandega. Tesis Ing. Agr. Managua, NI: UNA.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Guía de descriptores de maíz (*Zea mays* L.)

Datos de la planta

Altura de la planta [cm] (ALTURAPLTA): Se mide sobre el eje principal donde están insertadas las hojas y diversos complejos axilares, desde el punto de inserción de las raíces hasta la base de la espiga.

Altura de la mazorca [cm] (ALTURAMAZ): Se mide sobre el eje principal donde están insertadas las hojas y diversos complejos axilares, desde el punto de inserción de las raíces hasta el punto donde se produce la yema axilar que da lugar a la mazorca superior.

Numero de nudos por planta (NUMNUDOS): El número de nudos es igual al número de hojas, se cuenta en los tallos principales desde el suelo hasta la base de la espiga.

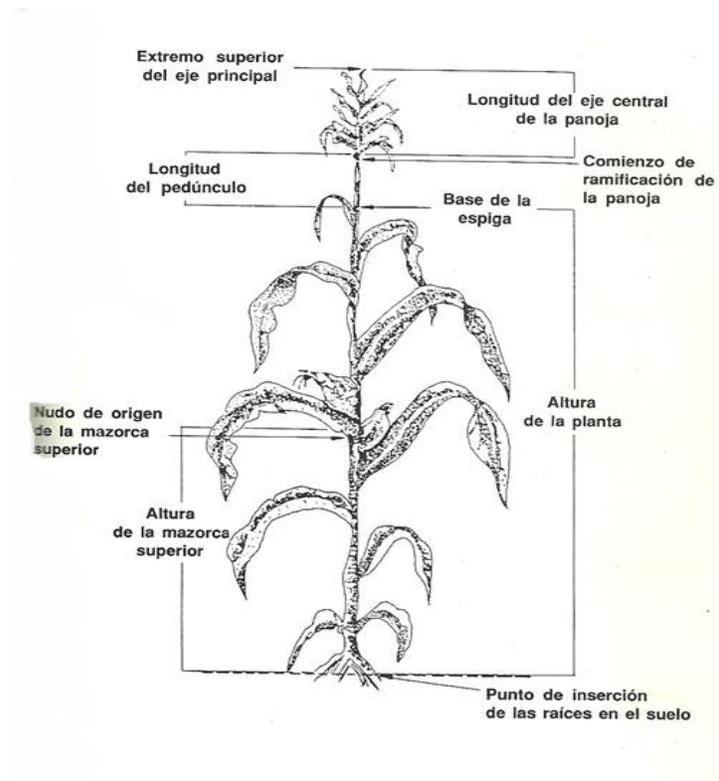


Figura 4. Medición de estructuras de la planta de maíz

Número de hojas arriba de la mazorca (NUMHOJAMAZ): incluyendo la hoja de la mazorca.

Longitud de la hoja [cm] (LONGHOJA): Medida desde el punto de unión de la lámina foliar con la vaina (inserción de la lígula) hasta el ápice de la misma. Se toma la hoja correspondiente al nudo que se encuentra arriba del nudo de la mazorca superior.

Ancho de la hoja [cm] (ANCHOHOJA): Se mide en centímetros de borde a borde. En la parte central de la lámina foliar.



Figura 5. Determinación de la longitud y anchura de la hoja de maíz

Pubescencia de la vaina foliar (PUBVAINAFOL): La vaina que envuelve el tallo, varía en la concentración y longitud de los pelos se clasifica como:

- 3-Ligera
- 5-Intermedia
- 7-Espesa

Orientación de las hojas (ORIENTHOJA): Después de la floración

- 1 Erectas
- 2 Colgantes

Presencia de lígula foliar (LIGULAFOL): Observar la presencia de lígula

- 0 ausente
- 1 presente

Color del tallo (COLTALLO): Indicar hasta tres colores del tallo ordenado por frecuencia en el momento de la floración, observado entre las dos mazorcas más altas.

- 1: Verde Oscuro (40, 42)
- 2: Verde intermedio (41, 44, 45, 43)
- 3: Verde claro (48, 46, 47)

Longitud de la espiga [cm] (LONGESPIGA): Distancia entre el comienzo de la ramificación de la panoja (inserción de su rama secundaria más inferior) y el extremo superior de la panoja.

Longitud del pedúnculo [cm] (LONGPEDUN): Distancia entre el último nudo superior del tallo y la primera ramificación de la espiga.

Longitud de la parte ramificada de la espiga inflorescencia masculina [cm] (LONRAMESP): Distancia entre la primera y la última rama primaria. Después del estado lechoso.

Número de ramificaciones primarias en la espiga o inflorescencia masculina (NUMRAESP).

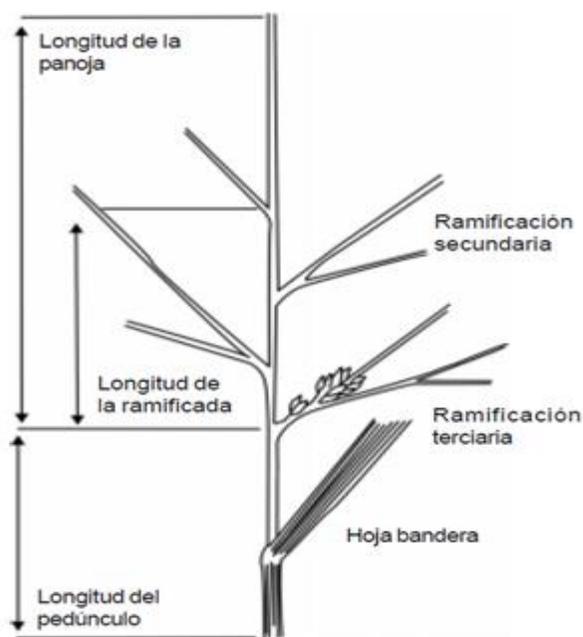


Figura 6. Mediciones de la espiga de maíz

Datos sobre la mazorca

Longitud de la mazorca [cm] (LONMAZORCA): Medición realizada desde la base de su inserción en el pedúnculo hasta su ápice

Diámetro de la mazorca [mm] (DIAMAZORCA): Se parte la mazorca por la mitad para determinar su diámetro en el corte transversal, desde la corona de un grano hasta la corona del grano diametralmente opuesto.

Diámetro del raquis [mm] (DIAMRAQUIS): Medida entre la base de inserción de los dos granos diametralmente opuesto en la sección central del raquis

Longitud del pedúnculo de la inflorescencia femenina [cm] (LONPEDMASCU): El pedúnculo de la mazorca es una rama modificada que separa la mazorca del tallo principal, y se deriva de una yema axilar de aquél. Sus entrenudos se han acortado tanto, que sus brácteas traslapadas cubren la mazorca.

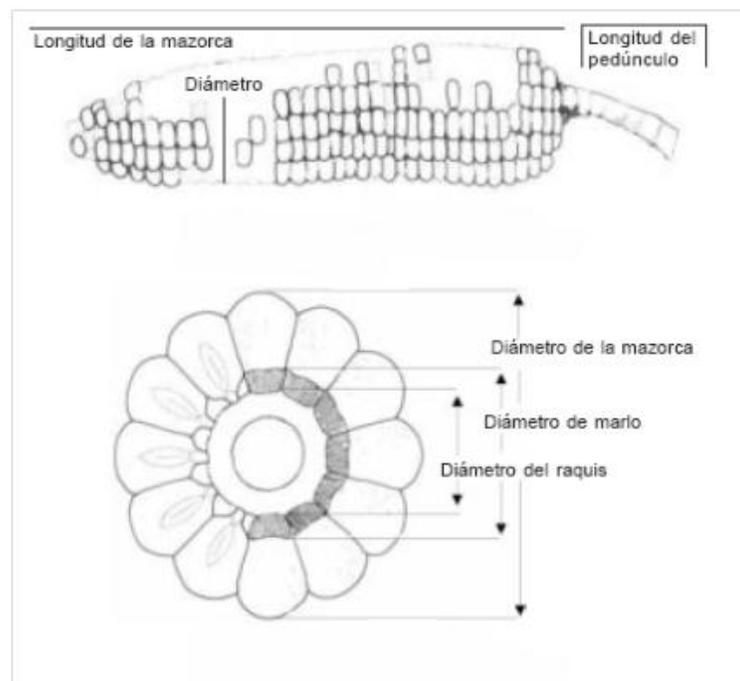


Figura 7. Mediciones de la mazorca de la planta de maíz

Daños a la mazorca (DAÑMAZORCA): Grado de daño en la mazorca pudrición y/o insectos

0 Ninguno

3 Poco

7 Grave

Cobertura de la mazorca (COBMAZORCA)

3 Pobre

5 intermedia

7 Buena

Número de brácteas (NUMBRAC): Para contarlas se corta la mazorca diametralmente en su base y se separan las brácteas sin dañarlas.

Forma de la mazorca más alta en la planta (FORMAZORCA):

1. Cilíndrica
2. Cilíndrica – cónica
3. Cónica
4. Esférica
5. Otros (especifique)

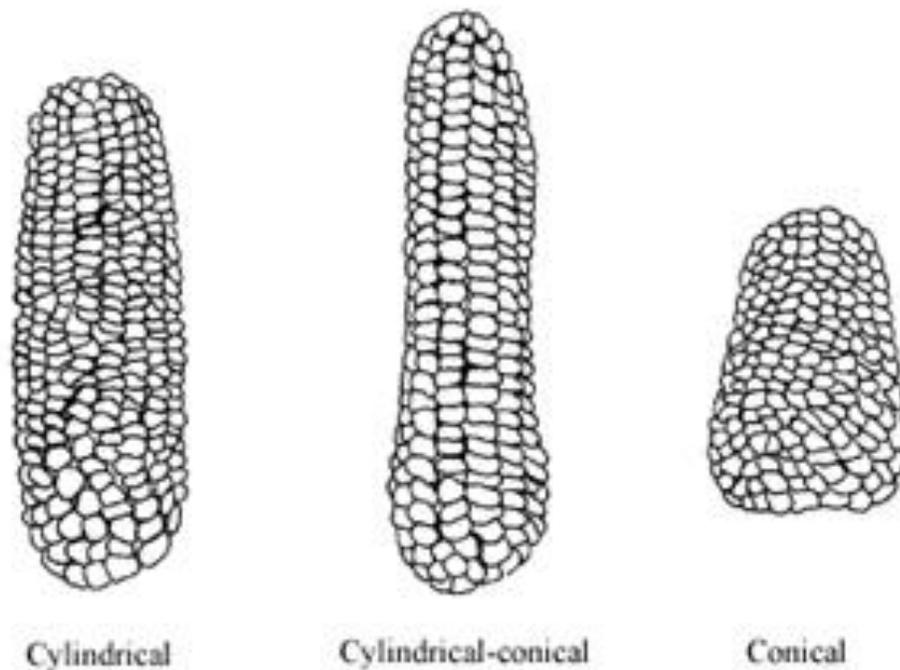


Figura 8. Formas de la mazorca de la planta de maíz

Número de hileras de granos (NUMHILGRANO): Las hileras se deben contar en la parte central de la mazorca, siempre habrá un número par de ellas.

Número de granos por hilera (NUMGRANOHIL): Se cuentan en una hilera desde la base hasta el ápice de la mazorca.

Disposición de hileras de granos (DISHILGRANO)

1. Regular
2. Irregular
3. Recta
4. En espiral

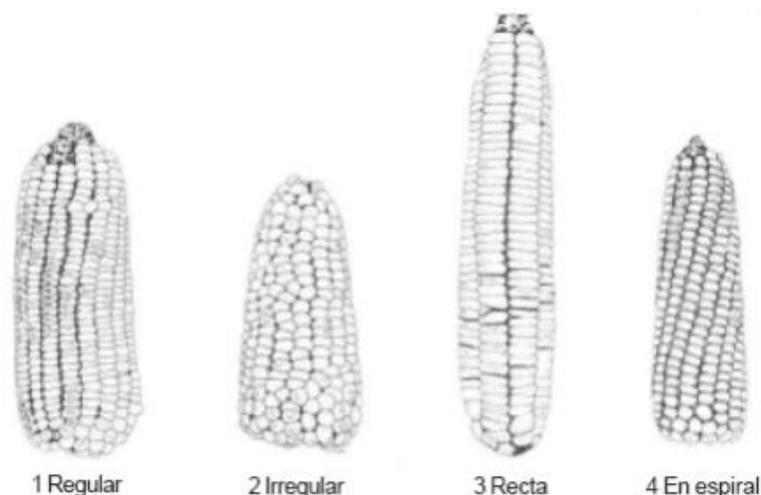


Figura 9. Disposición de hileras de grano en la mazorca de la planta de maíz

Color del olote o raquis (COLOLOTE)

- 1: Blanco (76)
- 2: Rosado (12, 13, 15)
- 3: Rojo (7)
- 4: Morado (4, 5, 10, 11)
- 5: Crema (77, 78)

Datos sobre el grano

Longitud del grano [mm] (LONGRANO): Medición realizada desde el ápice del grano (extremidad que se inserta en la mazorca) hasta la corona del mismo en muestras tomadas de la parte central de la mazorca.

Ancho del grano [mm] (ANCHOGRANO): Medición realizada en la parte más ancha del grano.

Grosor del grano [mm] (GROSGRANO): Distancia medida entre las caras del grano.

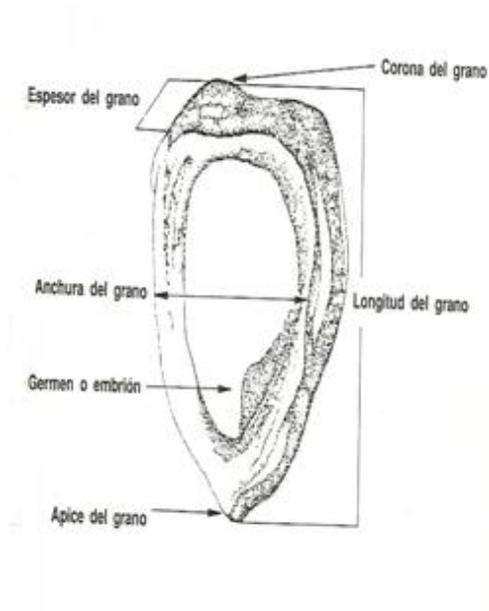


Figura 10. Mediciones del grano de la planta del maíz

Forma de la superficie del grano (FORSUPGRANO)

1. Contraído
2. Dentado
3. Plano
4. Redondo
5. Puntiagudo



Figura 11. Formas del grano de la planta del maíz

Color del pericarpio (COLPERICAR): El pericarpio que recubre al grano está formado por tejido externo de aquél, para calificarlo se desprende con la ayuda de pinzas.

1. Transparente
2. Café amarillento
3. Café
4. Rosado oscuro
5. Rojo
6. Variegado

Color del grano (COLGRANO): Indicar como máximo 3 colores en orden de frecuencia.

- 1: Blanco (76)
- 2: Amarillo (75)
- 3: Morado (10, 4, 11, 3, 2)
- 6: Anaranjado (83, 67, 65, 64)
- 10: Crema (77, 78)
11. Rosado (13)

12. Morado oscuro (20) Peso de 100 granos [g] (PESO100S): Ajustado al contenido del 10% de humedad.