



*“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Caracterización morfológica de 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) procedente del banco nacional de germoplasma del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA)

AUTORES

**Br. Karen Esvelia Durán
Br. Margarita del Socorro López**

ASESORES

**Msc. Jorge Antonio Gómez Martínez
Msc. Gonzalo Brenes Chamorro
Ing. Néstor Cajina Acevedo
Ing. Miguel Jerónimo Ríos**

**Managua, Nicaragua
Noviembre, 2019**



*“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Caracterización morfológica de 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) procedente del banco nacional de germoplasma del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA)

AUTORES

Br. Karen Esvelia Durán
Br. Margarita del Socorro López

ASESORES

Msc. Jorge Antonio Gómez Martínez
Msc. Gonzalo Brenes Chamorro
Ing. Miguel Jerónimo Ríos
Ing. Néstor Cajina Acevedo

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como requisito para optar al grado de ingeniero agrónomo.

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2019

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Tribunal Examinador

Dr. Oscar Gómez Gutiérrez
Presidente

MSc. Mercedes Ordoñez
Secretario

Ing. Arnoldo Rodríguez Polanco
Vocal

Managua, Nicaragua
Diciembre, 2019

SECCIÓN	ÍNDICE DE CONTENIDO	PÁGINAS
DEDICATORIA		i
AGRADECIMIENTOS		iii
INDICE DE CUADROS		iv
INDICE DE FIGURAS		v
INDICE DE ANEXOS		vii
RESUMEN		viii
ABSTRACT		ix
I.	INTRODUCCION	1
II.	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivo general	3
2.2	Objetivos específicos	3
III.	MATERIALES Y METODOS	4
3.1	Ubicación del estudio	4
3.1.1	Descripción del suelo	4
3.1.2	Clima	5
3.2	Material biológico	5
3.3	VARIABLES evaluadas	6
3.4	Diseño experimental	8
3.5	Análisis de la información	8
3.6	Manejo agronómico	8
3.6.1	Preparación de suelo	8
3.6.2	Siembra	8
3.6.3	Manejo de malezas	9
3.6.4	Riego	9
3.6.5	Fertilización	9
3.6.6	Manejo de plagas	9
3.6.7	Cosecha	9
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1	Caracterización y evaluación preliminar de 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L)	10
4.1.1	Caracteres de plántulas	10
4.1.2	Caracteres de tallo	12
4.1.3	Caracteres de hoja	16
4.1.4	Caracteres de espiga	20
4.1.5	Caracteres de floración	22
4.1.6	Caracteres de mazorca	25
4.1.7	Rendimiento de 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L)	31
4.1.8	Análisis conglomerado o clúster	33
V.	CONCLUSIONES	36
VI.	RECOMENDACIONES	37
VII.	LITERATURA CITADA	38
VIII.	ANEXOS	41

DEDICATORIA

“He alcanzado una meta más en mi vida, y ha sido gracias a **Dios**”
Este trabajo de Diploma se lo dedico a:

A **Dios** omnipotente por la fortaleza y valentía que me ha dado para superar los obstáculos que se presentaron en mis años de estudio. Gracias Señor por ser la luz y guía en mi camino y especialmente por haberme dado vida.

A mi querido esposo Byron Gonzales por brindarme todo el apoyo paciencia y confianza para la culminación de mí tesis de grado y a mis hijos Noel y Karol Gonzales Durán que son la luz de mi vida e inspiración de ser mejor cada día.

A mi madre Reina Isabel Durán y tía Juliana Durán por todo su apoyo incondicional

Karen Esvelia Durán

DEDICATORIA

En primer lugar, a mi padre celestial que me dio la fuerza, salud y sabiduría para culminar satisfactoriamente esta prestigiosa carrera.

A mis hijas: Danelia y Raquel Díaz López que me apoyaron brindando sus conocimientos cuando tuve dificultades en alguna de las materias estudiadas.

A mi hijo Jonathan Díaz y mi nieto Sebastián Martínez que entendieron la razón de mi ausencia en los momentos que necesitaron de mi atención.

A mis compañeros de estudio por el apoyo mutuo que hubo entre nosotros.

Margarita del Socorro López

AGRADECIMIENTO

A Dios por la sabiduría.

A la Facultad de Agronomía y al personal docente de la carrera de Ingeniería Agronómica.

A la Dirección de unidades educativas productivas (DUEP) por permitirnos realizar y contribuir a la ejecución del presente trabajo.

Al Ing. Néstor Cajina responsable del Banco nacional de germoplasma (CENIA) por proporcionarnos las semillas criollas utilizadas.

Al Ing. Jorge Antonio Gómez nuestra gratitud y reconocimiento por su paciencia confianza y orientación brindada durante todo el trabajo realizado.

Al Ing. Miguel Jerónimo Ríos nuestro reconocimiento por la orientación y sugerencia valiosas en el presente trabajo.

A nuestras compañeras de tesis por estar siempre apoyando en todo momento.

A nuestros familiares y amigos por habernos dado siempre las mejores condiciones para desenvolvemos como persona y como estudiantes.

A todas las personas que influyeron y fueron parte directa o indirecta de la realización del presente trabajo

Karen Esvelia Duran

Margarita del Socorro López

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1. Propiedades químicas del suelo, Las Mercedes UNA.	5
2. Datos de pasaporte de 20 accesiones de maíces criollos conservado en el Banco Nacional de Germoplasma INTA	6
3. Caracteres evaluados en la caracterización y evaluación de 20 accesiones de maíz (<i>Zea Mays L</i>) en época de postrera del 2019	7
4. Caracteres cualitativos de coleóptilo y color de vaina en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i>) el CEVT, Finca Las Mercedes, postrera 2018	11
5. Caracteres cuantitativos de tallo en 20 accesiones de maíz (<i>Zea Mays L</i>) el CEVT, Finca Las Mercedes, postrera2018.	13
6. Caracteres cuantitativos de tallo en 20 accesiones de maíz (<i>Zea Mays L</i>) el CEVT, Finca Las Mercedes, 2018	15
7. Caracteres cualitativos de nudo en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays L</i>) el CEVT, Finca Las Mercedes, 2018	16
8. Resultados estadísticos básicos de tres caracteres cuantitativos de hoja en 20 accesiones de maíz en centro de validación tecnológica (CEVT, finca las mercedes) postrera 2018	18
9. Caracteres cualitativos de hoja en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays L</i>) el CEVT, Finca Las Mercedes, postrera 2018	19
10. Caracteres cuantitativos de espiga en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays L</i>) el CEVT, Finca Las Mercedes, 2018	21
11. Carácter cuantitativo floración en 20 accesiones de maíz (<i>Zea Mays L</i>) en centro de validación tecnológica (CEVT, Finca las mercedes) postrera 2018	23
12. Caracteres cualitativos de floración en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays L</i>) en el CEVT, Finca Las Mercedes, 2018	25

13. Caracteres cuantitativos de mazorca en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L) en el CEVT, Finca Las Mercedes, postrera 2018	27
14. Caracteres cuantitativos de mazorca en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L) el CEVT, Finca Las Mercedes, postrera 2018	29
15. Caracteres cualitativos de cosecha de 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L) en el CEVT, Finca Las Mercedes, 2018	30
16. Rendimiento de 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L) en el CEVT, Finca Las Mercedes, 2018	33

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación geográfica del Centro de Experimentación y Validación de Tecnología, Las Mercedes.	4
2. Promedios de Temperatura (Temp), Humedad relativa (HR) y Precipitación (Pp). INETER, 2019	5
3. Dendrograma del análisis de conglomerado de 20 accesiones de maíz en Nicaragua utilizando el método Ward y la distancia Euclídea	35
3. Descriptor de Coloración de vaina	42
4. Descriptor longitud de planta	43
5. Descriptor diámetro de la planta	43
6.. Descriptor altura de la mazorca	44
7. descriptor color de nudo	44
8. Descriptor de pubescencia	45
9. Color de la hoja de la mazorca superior	45
10. Descriptor Ancho de lámina de la hoja de la mazorca superior	46
11. Descriptor longitud del eje principal	46
12. Descriptor longitud del pedúnculo de la espiga	47
13. Descriptor número de mazorca por planta	47
14. Forma de la mazorca superior	48
15. Numero de hileras en la mazorca superior	48
16. Numero de hilera de granos en la mazorca superior	47
17. Arreglos de los granos de la mazorca superior	49
18. Longitud de la base al ápice de la mazorca superior	49
19. Diámetro de la mazorca	50
20. Color del grano en la mazorca superior	50

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Guía de descriptores de maíz (<i>Zea mays</i> L.)	42
2. Plano de Campo	51
3. Municipios y sus coordenadas donde fueron colectadas las semillas criollas en estudio.	52
4. Rendimiento por parcela de 20 accesiones de maíz (<i>Z. mays</i> L) en el CEVT, Finca Las Mercedes, 2018	53

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar y evaluar 20 accesiones locales de maíz criollo colectados en diferentes departamentos de Nicaragua. Se estableció un ensayo en la época de postrera de 2018 en el centro de experimentación y validación tecnológica (CEVT) Las Mercedes propiedad de la universidad Nacional Agraria. El experimento se estableció en un diseño preliminar sin repeticiones. Se registraron datos de 28 caracteres 17 cuantitativos y 11 cualitativos, de acuerdo a un compendio obtenido de la Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA) y el Centro internacional de Agricultura internacional (CIAT), 2 referentes a descripción de plántula, 5 tallo, 5 hojas, 2 de espiga, 9 de cosecha y 5 de floración; se calculó media, desviación estándar, coeficiente de variación, además se realizó un análisis multivariado de conglomerado, las accesiones se aglomeran en dos grupos bien definidos. Entre las accesiones que expresaron mayor rendimiento en comparación al testigo fueron las 355 (Solutan) con $2283.33 \text{ kg ha}^{-1}$, 338 (Usulután olote morado) con 2283 kg ha^{-1} y 339 (Quebrachito) con 2200 kg ha^{-1} .

Palabras claves: rendimiento, cuantitativos, cualitativos, conglomerados.

ABSTRACT

With the objective of characterizing and evaluation of 20 local accessions of Creole corn collected in different departments of Nicaragua. An essay was established at the end of 2018 at the center of experimentation and technological validation (CEVT) Las Mercedes owned by the National Agrarian University. The experiment was established in a preliminary design without repetitions. Data of 28 quantitative and 11 qualitative 17 characters were recorded, according to a compendium obtained from the Ministry of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Food (SAGARPA) and the International Center for International Agriculture (CIAT), 2 referring to the description of seedling, 5 stem, 5 leaves, 2 spike, 9 harvest and 5 bloom; mean, standard deviation, coefficient of variation were calculated, in addition a multivariate cluster analysis was performed, the accessions are grouped into two well-defined groups. Among the accessions that expressed greater performance compared to the control were 355 (Solutan) with 2283.33 kg ha⁻¹, 338 (Usulután olote purple) with 2283kg ha⁻¹ and 339 (Quebrachito) with 2200 kg ha⁻¹.

Keywords: performance, quantitative, qualitative, conglomerate

I. INTRODUCCION

El maíz pertenece al grupo de las gramíneas más importantes como alimentos, perteneciente a la especie *Zea Mays*, originaria de América. Se estima que apareció hace más de ocho mil años y una de las hipótesis con mayor fuerza es que comenzó a cultivarse a partir del teosinte, la cual es una maleza Silvestre que tiene Cinco especies en México, Guatemala y Nicaragua. (Ranere , Piperno, Holst, Dickau, & Iriarte Jose , 2009)

El maíz cumple una función importante en la alimentación de más de 400 millones de habitantes. Este grano es el cultivo de mayor relevancia a nivel mundial, tanto por su volumen de producción, diversidad de uso y cantidad de países productores. La mayor producción se destina para forraje, aceites y combustibles. (Castillo & Bird Moreno, 2013)

Este cultivo ha sido objeto del estudio genético y citogenética 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)

En Nicaragua el maíz se cultiva en todo el país y se puede sembrar todo el año en cinco épocas de siembra:

Primera, postreron, postrera, apante y riego entre los departamentos que se destacan se encuentran Chinandega y la Costa Caribe.

(IICA, 2007) señala que en la región Centroamericana Nicaragua es el segundo país productor de maíz, (22.3 %) superado únicamente por Guatemala (39.3 %), asimismo menciona a Nicaragua como el único país del Istmo centroamericano que ha mantenido tendencias para el incremento de sus áreas de siembra, cada año existen considerables áreas de siembra para este rubro.

Las variedades criollas y acriolladas por siglos han sido conservadas y mejoradas por manos indígenas y campesinas de nicaragüenses, adoptándolas a diversas condiciones ambientales de acuerdo al interés productivo y alimentario de las comunidades.

Las semillas criollas son patrimonio campesino e indígena están asociadas a conocimientos ancestrales, experiencias y culturales. Las semillas acriolladas, son variedades mejoradas de forma convencional que a través del tiempo y manejo del campesino se adaptaron a las condiciones propias de la localidad.

Las semillas criollas forman parte de la vida de los pueblos tras el descubrimiento de la agricultura. Las semillas son herencia dejada por los antepasados para preservarlas en las generaciones futuras; es algo de gran valor para nosotros y por eso deben de ser protegidas para el uso futuro de toda la humanidad. (Albarelo, 2009)

Según contamina (2006) 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. Para nuestro estudio el grupo de individuos es el material biológico constituido por 20 variedades de maíz criollo obtenidos del Banco de germoplasma del INTA.

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 criollo (*Zea mays* L.) colectadas en diferentes Departamentos de Nicaragua y que permita a investigadores y fitomejoradores una mejor conservación de estos materiales.

2.2 Objetivos específicos

Caracterizar 20 cultivares de maíz criollo (*Zea Mays* L) utilizando estadística descriptiva para 17 caracteres cuantitativos y 11 cualitativos.

Establecer similitudes y diferencias entre las poblaciones de maíz mediante un análisis de conglomerado.

Comparar el rendimiento relativo de las accesiones en estudio con relación al testigo

Identificar la accesión más promisorio para futuros trabajos de investigación.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del estudio

El presente experimento se realizó en la hacienda, Las Mercedes propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 11 carretera norte, entrada al CARNIC 800 m al Norte. Sus coordenadas geográficas corresponden a: $12^{\circ}10'14''$ a $12^{\circ}08'05''$ de latitud Norte y $86^{\circ}10'22''$ a $86^{\circ}09'44''$ longitud Oeste, a 56 msnm (INETER, 2012). El ensayo se estableció en el mes de noviembre del 2018 y se cosecho en marzo 2019.



Figura 1. Ubicación geográfica del Centro de Experimentación y Validación de Tecnología, Las Mercedes.

3.1.1 Descripción del suelo

El suelo donde se realizó el experimento pertenece a la serie las Mercedes derivados de cenizas volcánicas catalogados como franco arcilloso de orden inceptisol. Son suelos jóvenes pocos evolucionados que presentan capas endurecidas que conduce a lo que se traduce como perfiles con diferentes secuencias texturales, otras subunidades del suelo tienen mal drenaje, pero también existen otros que son adecuadamente drenados, estos suelos contienen alto contenido de potasio.

Las propiedades químicas del mismo se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Propiedades químicas del suelo, Las Mercedes UNA.

Análisis de suelo del campus Las Mercedes					
pH	M.O	N (%)	P (ppm)	K (Meq/100g)	Prof. De muestro (cm)
6.82	3.8	0.19	3.9	4.19	25
	M	M	M	A	

Fuente: Laboratorio de suelos y agua UNA, 2015 A: Alto M: Medio B: Bajo.

3.1.2 Clima

La temperatura durante el período de estudio variaron entre 26.2 y 35.1°C, con una precipitación media mensual de 8.13 mm, humedad relativa de 76.3% (Figuras 2)

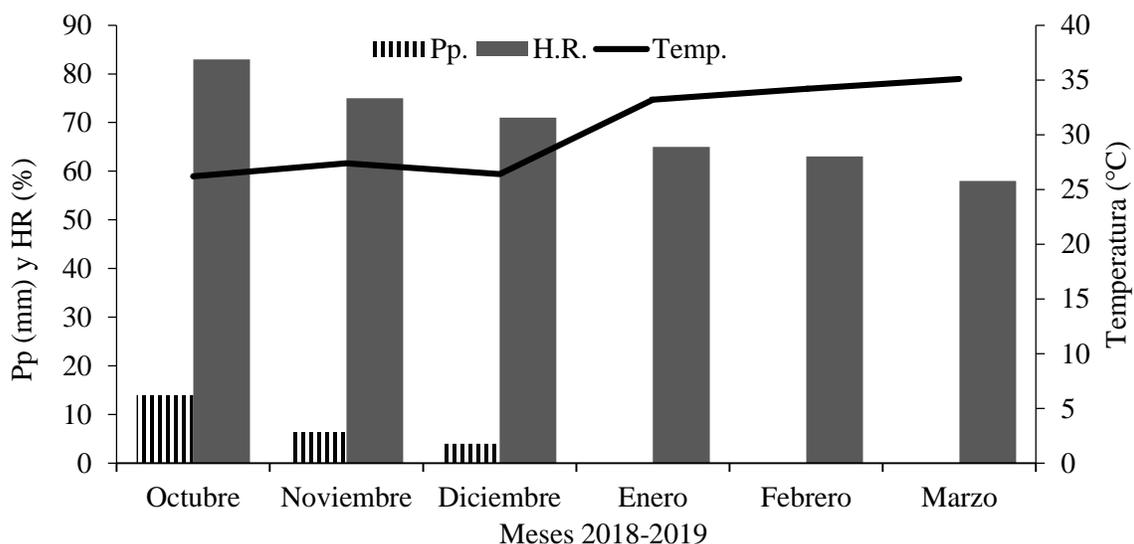


Figura 2. Promedios de Temperatura (Temp), Humedad relativa (HR) y Precipitación (Pp). INETER, 2012.

3.2 Material biológico

El material biológico está constituido por 20 variedades obtenidas del banco germoplasma del INTA. En el cuadro 2 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 2. Datos de pasaporte de 20 accesiones de maíces criollos conservado en el Banco Nacional de Germoplasma INTA

#	Accesión	Nombre local	Departamento	Municipio	Año colectado
1	355	Solutan	Chinandega	Cinco Pinos	2014
2	339	Quebrachito	Estelí	Pueblo Nuevo	2016
3	338	Usulután Olote Morado	Chinandega	Somotillo	2016
4	356	Amarillo Pálido	Chinandega	San Pedro del Norte	2014
5	357	Maizón	Granada	Nandaime	2016
6	358	Rocamel	Zelaya Central	Nueva Guinea	2016
7	359	Olotillo	Zelaya Central	Nueva Guinea	2016
8	102	Olotillo Blanco	Jinotega	La Concordia	2017
9	116	Olotillo	Jinotega	Wiwilí	2017
10	182	Criollo Olotillo Blanco	Granada	Nandaime	2017
11	184	Criollo OloteRosado	Carazo	Santa Teresa	2017
12	185	Maíz Criollo Rosado	Carazo	Santa Teresa	2017
13	188	Maíz Olotillo Blanco	Granada	Nandaime	2017
14	189	Criollo Olote Rosado	Carazo	Santa Teresa	2017
15	233	Pujagua	Nueva Segovia	Macualizo	2017
16	504	Elotillo Rosado	Chinandega	Puerto Morazán	2017
17	505	Elotillo Blanco	Chinandega	Puerto Morazán	2017
18	511	Maicillo Blanco	León	León	2017
19	512	Olotillo Blanco	León	León	2017
20	515	Zulatan Olote Rojo	Chinandega	Somotillo	2017

3.3 Variables evaluadas

Para la caracterización y evaluación preliminar de las accesiones de maíz se registraron datos de 2 caracteres en estado de plántula, 10 caracteres para descripción del tallo y hojas, 5 de floración, 2 de espiga, y 9 de cosecha de mazorca tomados de los descriptores propuestos por el (SAGARPA) y el (CIAT, 1993) los que se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Caracteres evaluados en la caracterización y evaluación de 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L) en época de postrera del 2018

Caracteres Cualitativos	Caracteres Cuantitativos
Plántula	
Coleóptilo Coloración de la vaina por antocianina	
Tallo	
Coloración de nudos	Altura de la planta Diámetro de la planta (cm) Altura de la mazorca Número de nudos por planta
Hojas	
Pubescencia de la vaina en la hoja de la mazorca superior Color de la lámina en la hoja de la mazorca superior	Ancho de lámina de la hoja de la mazorca superior Numero de hojas por plantas Angulo en la hoja de la mazorca superior
Floración	
Coloración de antocianinas de las anteras Coloración de antocianinas de las anteras Coloración antocianinas de los estigmas	Masculina Femenina
Espiga	
	Longitud del pedúnculo Longitud del eje principal
Mazorca	
Forma de la mazorca superior Arreglos Color del grano en la mazorca superior	Numero de mazorcas por planta Numero de hileras de granos en la mazorca superior Numero de granos por hilera en la mazorca superior Longitud de la mazorca (cm) Diámetro de la mazorca (cm) Rendimiento

3.4 Diseño experimental

El experimento se estableció en un diseño sin repeticiones, evaluado en una sola localidad debido a que en esta etapa se dispone de muchos materiales biológico y de poca semilla, en surcos de 6 m de longitud, 20 cm entre planta y 1 m entre surcos, enumerados de Sur a Norte. Entre cada diez accesiones se sembró un surco testigo de la variedad sintética Nutrinta. Las dimensiones del ensayo fueron de 156 m²

3.5 Análisis de la información

Los datos obtenidos se registraron en una base de datos donde se obtuvo la Media, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación, además se realizó análisis de conglomerado (clúster).

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:

$$RR = \frac{RA}{XRT} * 100$$

Donde, RR= Rendimiento relativo

RA= Rendimiento de la accesión

XRT= Promedio de testigo (los dos más cercanos)

3.6 Manejo agronómico

3.6.1 Preparación del suelo

Se realizó un pase de arado, uno de grada y el rayado de siembra, la eliminación de malezas se realizó de forma manual.

3.6.2 Siembra

Se realizó el 30 de noviembre del 2018 de forma manual colocando 3 semillas por golpe y cada golpe a una distancia de 20 cm para una densidad de 5 plantas por metro lineal. En total se obtuvieron 30 plantas por surco a una distancia entre surco de 1 metro y 0.2 metros entre planta para una densidad poblacional 720 plantas en 156m².

3.6.3 Manejo de malezas

El manejo de malezas se realizó de forma mecánica haciendo uso de azadón y machete, periódicamente cada 15 días garantizando que el cultivo permaneciera libre de malezas durante todo el ciclo.

3.6.4 Riego

El riego utilizado, fue por goteo a partir de la siembra y posteriormente se complementó con riego por aspersión.

3.6.5 Fertilización

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.

3.6.6 Manejo de plagas

Para el manejo de plagas se utilizó un insecticida específico de acuerdo al problema que se presentó durante el ciclo vegetativo; en este caso se aplicó Cazador para el control de la chicharrita del maíz y Spintor 20cc/bomba para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) realizándose solamente dos aplicaciones la primera a los 25 días después de germinado el maíz y la segunda a los 45 días.

3.6.7 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual a los 110 días tomando como referencia la madurez fisiológica de cada cultivar en la parcela útil.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización y evaluación preliminar de 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.)

La caracterización consiste en el registro de aquellos rasgos que son altamente heredables, visibles, que se expresan en todo ambiente (Mendoza Pacheco & Gaitán Mendoza, 2013) Los caracteres cualitativos son aquellos que están regulados por uno o pocos genes que determinan una sola característica y no pueden ser medidos numéricamente y generalmente son poco modificados por el ambiente (Muñoz, et al.,1993). Estos caracteres se pueden identificar muy fácilmente (CIAT, 1993).

Los caracteres cuantitativos se pueden medir mediante un sistema de numeración continua, se manifiestan genótipicamente como una distribución normal donde aparece un ámbito de expresión fenotípica estos caracteres son afectados por el medio ambiente (por ejemplo, alturas en plantas en maíz. En contraste con los caracteres cualitativos que no se pueden medir por un sistema de numeración continúa (CIAT, 1993).

4.1.1 Caracteres de plántulas

Coloración del coleóptilo

El coleóptilo es la envoltura que rodea y protege el brote inicial del embrión (plúmula). La concentración de antocianinas produce en el coleóptilo una coloración que varía de verde a morado; es común encontrar plántulas con ambos colores (CIAT, 1993).

En el descriptor color de coleóptilo hay mucha variabilidad ya que el 85 % de las accesiones se encontraron más de un tipo de colores, y un 10% presentaron color verde y solamente la accesión 185 se caracterizó con el color morado (Cuadro 4).

Coloración de la vaina por antocianinas

La presencia de antocianinas se refiere a los diferentes matices del color rojo, violeta o azul, que pueden presentarse en la superficie de la vaina de la primera hoja. La vaina es la parte de la hoja que envuelve al tallo (SAGARPA sf).

En el descriptor color de la vaina hay mucha variabilidad ya que el 30 % de las accesiones presentaron color morado, en un 60 % se encontraron más de un tipo de colores y un 10 % se caracterizó con el color rojo (cuadro 4). Estudios realizados por el instituto de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias encontró colores de vaina entre 50 % verde medio y 50 % verde oscuro (INIFAP, 2010).

Cuadro 4. Caracteres cualitativos de coleóptilo y color de vaina en 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L) el CEVT, Finca Las Mercedes, postrera 2018

Accesión	Coleóptilo	Coloración de la vaina por antocianinas
355	1,2	1,3,5
339	1,2	1,3,5,7
338	1,2	3,5,7
356	1,2	3,5,7
357	1,2	3,5
358	1,2	7
359	1,2	7
102	1,2	7
116	1,2	7
182	1,2	3,5,7
184	1,2	7
185	2	5
188	1,2	3,5
189	1,2	7
233	1,2	5,7
504	1,2	5
505	1,2	1,3,5
511	1,2	3,5
512	1	1,3,5,7
515	1	1,3,5

Nota: códigos del coleóptilo 1(verde), 2 morado. Códigos de coloración de vaina 1 (verde limón),3(verde normal),5(roja),7(morada)

4.1.2 Caracteres 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, 2002).

En el (cuadro 5 y 6) se muestra la media, desviación estándar y coeficiente de variación de cuatro caracteres cuantitativos presentes en el tallo siendo el más variable el diámetro de la planta con un coeficiente de variación de 29.68 % y de menor variabilidad el número de nudos con 4.83 %. Los resultados de este estudio fueron superiores a los encontrados por (Kuan & Flores, 2012), los cuales obtuvieron coeficientes de variación de 28.91% en altura de mazorca y el menos variable el número de nudos con 15.34. 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

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).

Para altura de planta la media general fue 167.89 con una desviación estándar de 29.42 y un rango de 100.45 a 217.60 cm. La accesión en promedio más alta registrada fue la 116 con 218.29 cm y la más baja fue la 357 con 55.77cm. Para el coeficiente de variación tenemos que la accesión con mayor variación fue la 355 con 22.36 % y de menor variación la 356 con 11.68% (cuadro 5).

Las mayores alturas son registradas en los materiales originarios de Zelaya Central y Jinotega con zonas de alta precipitación, y van desde 800 mm a 1205.8 mm (INETER, 2012), este resultado coincide con el de (Loáisiga, 1997) que evaluó cultivares nicaragüenses de maíz.

Diámetro del tallo

El diámetro del tallo es un parámetro de gran importancia en las plantaciones de maíz, ya que influye sobre el doblamiento de los tallos cuando son afectados por fuertes vientos, (García & Watson, 2003).

En la variable diámetro de tallo la media general fue 1.04 cm con una desviación estándar de 0.22. La accesión con los promedios de diámetro de tallo más alta fue la 102 con 1.36 cm y la más baja fue la 185 con 0.80 cm. Para el coeficiente de variación tenemos que la accesión con mayor variación fue la 182 con 29.68 % y de menor variación la 355 con 9.34 % (Cuadro 5)

Cuadro 5. Caracteres cuantitativos de tallo en 20 accesiones de maíz (*Zea Mays* L) el CEVT, Finca Las Mercedes, postrera 2018.

Accesión	Altura de planta cm			Diámetro tallo cm		
	MED	CV%	DEST	MED	CV%	DEST
355	181.69	22.36	40.63	1.03	9.34	0.1
339	186.32	18.91	35.23	0.97	21.33	0.21
338	163.76	20.98	34.35	0.96	29.29	0.28
356	160.67	11.68	18.76	1.06	26.84	0.28
357	55.77	19.79	11.04	1.06	19.47	0.21
358	200.67	20.99	42.13	1.23	22.83	0.28
359	216.83	21.03	45.60	1.29	17.30	0.22
102	186.78	17.17	32.06	1.36	21.15	0.29
116	218.29	19.51	42.58	1.13	24.61	0.28
182	163.28	15.53	25.36	1.14	29.68	0.34
184	149.64	16.63	24.89	0.92	18.90	0.17
185	157.36	16.66	26.21	0.80	20.54	0.16
188	180.97	13.76	24.91	0.94	11.54	0.11
189	141.68	13.28	18.82	0.80	14.88	0.12
233	168.11	20.27	34.08	1.00	23.15	0.23
504	167.12	11.77	19.67	1.08	21.69	0.23
505	161.81	21.59	34.93	0.89	16.41	0.15
511	162.53	12.36	20.09	0.88	15.06	0.13
512	167.20	15.20	25.42	1.25	31.64	0.40
515	167.22	18.91	31.63	1.03	19.09	0.20
General	167.89	17.42	29.42	1.03	20.74	0.22

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

Altura de mazorca

Cantanero & Martínez, 2002, sugieren que la inserción de la espiga es de gran importancia al momento de seleccionar una variedad para la producción de grano, no existe una altura definida para dicho valor, además a mayor altura tendrá más hojas que lo provea de nutrientes y por ende mayor rendimiento del cultivo.

En la variable altura de mazorca la media general fue de 63.09 cm con desviación estándar de 13.27 cm. La accesión con mazorca más alta fue la 504 con 152.17 cm y la más baja fue la 511 con 47 cm. La accesión con mayor coeficiente de variación fue la 102 con 32.34 % y menor la 359 con 13.07 % (cuadro 6).

Loáisiga (1997) 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 sustenta la aseveración de Loáisiga, ya que la accesión originada del departamento de Chinandega, son las que registran las mayores alturas de mazorca.

Número de nudos

Robles, (1990) indica que el número de hojas depende del número de nudos del tallo, al emerger de cada nudo una hoja.

El número de nudos presentó media general de 13.24 nudos y desviación estándar de 1.19. La accesión con mayor número de nudos promedio fue la 359 con 16.50 nudos por planta y la menor con 11.16 nudos fue la 189. El coeficiente de variación mayor lo registró la accesión 505 con 11.35 % y el menor la 359 con 4.83 % (cuadro 6).

El número de nudos es un carácter que está relacionado con la altura de la planta y de la mazorca, las accesiones en estudios tuvieron variabilidad en cuanto en los caracteres de tallos.

Cuadro 6. Caracteres cuantitativos de tallo en 20 accesiones de maíz (*Zea Mays* L) el CEVT, Finca Las Mercedes, postrera 2018.

Accesión	Altura de la mazorca cm			Número de nudos		
	MED	CV%	DEST	MED	CV %	DEST
355	62.93	21.20	13.34	13.24	7.99	1.06
339	51.47	19.57	10.07	12.76	10.19	1.30
338	46.32	24.61	11.40	13.24	9.06	1.20
356	51.67	13.86	7.16	12.33	8.11	1.00
357	55.77	19.79	11.04	14.05	8.36	1.17
358	75.78	27.90	21.14	15.83	8.18	1.29
359	106.92	13.07	13.97	16.50	4.83	0.80
102	57.89	32.34	18.72	13.70	9.20	1.26
116	81.32	20.47	16.64	15.10	11.26	1.70
182	55.00	24.36	13.40	13.83	10.30	1.42
184	51.59	24.01	12.39	12.55	8.78	1.10
185	57.36	17.63	10.11	12.23	10.98	1.34
188	57.82	17.26	9.98	13.10	9.20	1.21
189	37.36	25.40	9.49	11.16	8.45	0.94
233	62.41	26.07	16.27	12.35	9.15	1.13
504	152.17	15.17	23.09	12.19	8.69	1.06
505	51.46	28.27	14.55	11.77	11.35	1.34
511	47.00	24.18	11.37	12.94	8.68	1.12
512	50.84	22.81	11.60	12.74	8.21	1.05
515	48.74	19.64	9.57	13.09	10.02	1.31
General	63.09	21.88	13.27	13.24	9.05	1.19

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

Caracteres cualitativos del tallo

Coloración de nudos

En el descriptor color de nudos hay mucha variabilidad ya que el 95 % de las accesiones se encontraron más de un tipo de colores y solamente la accesión 356 se caracterizó con el color verde normal.

Estudios realizados por (Velásquez, et al., 2005) encontró colores de nudos entre 73% verde normal y 27 % rojo.

Cuadro 7. Caracteres cualitativos de nudo en 20 accesiones de maíz (*Zea Mays L*) el CEVT, Finca Las Mercedes, 2018

Accesión	Coloración de nudos
355	3,5,7,9
339	1,3,5,7
338	3,5,7,9
356	3
357	3,5,7
358	3,5,7,9
359	3,5,7
102	1,3,5,7
116	3,5,7
182	1,3,5,7
184	1,3,7
185	1,3,5
188	1,3,5,7
189	1,3,5
233	3,5,7
504	1,7
505	1,3,5
511	3,5
512	3,5,7
515	1,3,7,9

Nota: códigos de coloración de nudos 1(verde limón), 3(verde), 5(roja), 7(café), 9 (morada)

4.1.3 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).

Ancho de la hoja, número de hojas y ángulo de la hoja en la mazorca superior

Se dice que una mayor área foliar contribuye a un aumento del rendimiento, al incrementarse los niveles de fotosíntesis. (CIMMYT, 1985).

La media general para ancho de la lámina en la mazorca superior fue de 6.81 cm con desviación estándar de 1.13 cm y un rango dentro de las accesiones de 4.38 cm a 8.38 cm.

La accesión que presentó el mayor ancho de hoja fue la 359 con 9.50 cm y la menor con 5 cm fue la accesión 182. Respecto al coeficiente de variación el mayor lo registró la accesión 339 con 27.42 % de variación y la 182 con 0 % con menor variabilidad (Cuadro 8)

Numero de hojas

El promedio de hojas número de hojas por planta oscila entre 13 y 18 y su coloración varía de verde pálido a verde oscuro (Robles, 1990).

Para el carácter número de hojas la media general fue de 15.11 cm con desviación estándar de 1.34 cm.

El mayor número de hoja lo registró la accesión 358 con 17.83 cm y de menor la 185 con 12.88 cm. La accesión con mayor coeficiente de variación fue la 185 con 21.17 %, y la menor con 6.91 % la accesión 512.

Angulo predominante de inserción de la lámina foliar

Es el ángulo formado entre el eje principal del tallo y la lámina foliar inclinada.

Para este carácter superior, la media general registrada fue de 29.45 con una desviación estándar de 9.68, fluctuando un rango 14 y 49.5 grados. El mayor ángulo de mazorca lo registro la accesión 189 con 44.80 grados y el menor ángulo la accesión 339 con 22.20 grados. La accesión con mayor coeficiente de variación fue la 512 con 66.44 y la de menor con 20.75 grados la accesión 356.

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

Cuadro 8. Resultados estadísticos básicos de tres caracteres cuantitativos de hoja en 20 accesiones de maíz en centro de validación tecnológica (CEVT, finca las mercedes) postrera 2018

Accesión	Ancho de lámina de la hoja			N° de hojas por plantas			Angulo en la hoja de la mazorca		
	MED	CV	DEST	MED	CV	DEST	MED	CV	DEST
355	7.12	17.06	1.21	15.24	6.94	1.06	30.00	26.11	7.83
339	6.43	27.42	1.76	14.80	8.72	1.29	22.20	39.59	8.79
338	7.24	10.76	0.78	15.24	7.87	1.20	24.47	24.47	9.50
356	6.11	5.45	0.33	14.33	6.98	1.00	27.22	20.76	5.65
357	6.91	14.06	0.97	16.04	7.32	1.17	32.05	21.89	7.01
358	7.56	17.71	1.34	17.83	7.26	1.29	28.44	34.41	9.78
359	9.50	17.09	1.62	17.75	14.44	2.56	24.58	30.61	7.53
102	8.75	19.66	1.72	15.70	8.03	1.26	32.78	22.94	7.52
116	7.52	14.93	1.12	17.10	9.95	1.70	27.86	36.60	10.19
182	5.00	0	0	15.83	9.00	1.42	28.89	22.65	6.54
184	6.64	24.30	1.61	14.54	7.57	1.10	27.27	20.96	5.72
185	5.91	17.25	1.02	12.88	21.17	2.73	23.33	28.21	6.58
188	7.74	18.16	1.41	15.03	8.05	1.21	34.83	32.21	11.22
189	5.48	15.91	0.87	13.16	7.17	0.94	44.80	43.28	19.39
233	6.62	14.23	0.94	14.30	7.85	1.12	35.00	30.37	10.63
504	6.10	18.99	1.16	14.11	7.04	0.99	24.00	34.02	8.16
505	6.17	21.73	1.34	13.73	9.78	1.34	23.00	24.59	5.66
511	6.06	15.32	0.93	14.93	7.52	1.12	25.71	30.37	7.81
512	6.74	19.69	1.33	14.63	6.91	1.01	45.74	66.44	30.39
515	6.65	16.72	1.11	15.09	8.69	1.31	26.74	29.08	7.78
General	6.81	16.32	1.13	15.11	8.91	1.34	29.45	30.98	9.68

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

Caracteres cualitativos de hoja

Pubescencia de la vaina foliar

La pubescencia se refiere a los pelos que pudiera presentar la vaina, los cuales varían en cantidad y longitud. La calificación se toma de la observación directa del margen de la vaina en la hoja que se encuentra debajo de la mazorca superior (SAGARPA sf).

La pubescencia de vaina foliar en el ensayo se presentó ausente o muy escasa en el 95 % de los materiales, y solamente la accesión 515 se caracterizó por presentar más de un carácter. 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.

Color de la lámina en la hoja

La intensidad del color verde de la lámina foliar varia de pálido a muy oscuro. Debe tenerse cuidado de no confundir la coloración debido a factores ambientales (nitrógeno disponible en el suelo, exceso de humedad, etc.) con aquella producida por causas genéticas (CIAT, 1993).

Los resultados obtenidos en el presente descriptor color de la hoja no hay mucha variabilidad ya que el 80 % de las accesiones presentaron color verde normal, y en un 20 % se encontraron más de un tipo de colores (Cuadro 9).

Cuadro 9. Caracteres cualitativos de hoja en 20 accesiones de maíz (*Zea Mays* L) el CEVT, Finca Las Mercedes, postrera 2018

Accesión	Pubescencia de la vaina foliar	Color de la lámina en la hoja
355	1	2
339	1	2
338	1	1,2
356	1	2
357	1	1,2
358	1	2
359	1	2
102	1	2
116	1	2
182	1	2
184	1	2
185	1	2
188	1	2
189	1	1,2
233	1	2
504	1	2
505	1	2
511	1	2
512	1	2
515	1,3	1,2

Nota: código de pubescencia 1(ausente o muy escasa), 3(escasa). Código de la hoja 1(verde limón, 2(verde normal)

4.1.4 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 49.17 % coincidiendo con Kuan y Flores (2012) que obtuvieron la mayor variabilidad con un coeficiente de 21.22 %, y Morales (1993) donde el descriptor demostró alta significancia entre las accesiones.

(López Sáenz, 1997) Asegura que el ambiente es un factor importante en la expresión de esta variable para el carácter longitud del eje principal (espiga) se presentó con menos variabilidad con un coeficiente de variación de 20.61 % (Cuadro 10).

Longitud de pedúnculo (espiga)

La longitud de pedúnculo mostró media general de 7.35 cm con desviación estándar de 3.61 cm y un rango entre 2.20 a 16.60 cm.

En la accesión 339 se registró la mayor longitud de pedúnculo con 22.20 cm, la 233 es la de menor promedio en cuanto a la expresión de este carácter con 3.06 cm. La mayor variabilidad se expresa en la accesión 359 con 118.16 % de coeficiente de variación y con apenas 29.81 % de coeficiente se registra la accesión 512 como menor (Cuadro 10).

En un estudio realizado por (Mendoza y Gaitán, 2013) los cuales en la caracterizaron 33 de cultivares nicaragüenses de maíz criollo, encontraron resultados a los obtenidos en este estudio similares de este carácter, se deduce que hubo mucha interacción genotipo-ambiente.

Longitud del eje principal (espiga)

Se midió en cm desde el último nudo del tallo hasta el extremo del eje principal de la panoja. Para longitud de la espiga la media general fue de 27.70 cm con desviación estándar de 5.71 cm y presentando un rango dentro las accesiones de 14.55 cm a 34.08 cm.

La espiga en promedio más larga se registró en la accesión 102 con 33.45 cm y la 511 obtuvo apenas 6.66 cm.

La variación que se consiguió como más alta con 42.20 % de coeficiente fue en la accesión 511 y con el menor la 184 que alcanzó el 12.93 % (Cuadro 10).

Mendoza y Gaitán(2013) 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 de 20.61 % se confirma lo propuesto por López (1997).

Cuadro 10. Caracteres cuantitativos de espiga en 20 accesiones de maíz (*Zea Mays* L) el CEVT, Finca Las Mercedes, 2018

Accesión	Longitud del pedúnculo			Longitud del eje principal		
	MED	CV	DEST	MED	CV	DEST
355	10.03	43.40	4.35	24.28	20.51	4.98
339	22.20	39.59	8.79	23.52	24.58	5.78
338	8.20	54.88	4.50	22.64	36.20	8.19
356	8.56	58.18	4.98	23.67	15.09	3.57
357	7.55	61.58	4.65	28.77	16.44	4.73
358	7.78	61.04	4.75	24.78	19.70	4.88
359	4.5	118.16	5.32	26.17	24.97	6.53
102	7.38	45.76	3.38	33.45	20.31	6.79
116	5.95	58.55	3.49	33.29	19.98	6.65
182	9.50	49.41	4.69	27.44	15.32	4.20
184	6.07	38.17	2.32	24.18	12.93	3.13
185	7.45	39.43	2.94	23.77	19.12	4.55
188	5.76	58.27	3.36	28.52	15.27	4.36
189	7.06	43.48	3.07	22.42	21.41	4.80
233	3.06	103.43	3.16	25.59	18.81	4.81
504	8.08	38.67	3.12	24.31	16.36	3.98
505	6.92	51.38	3.56	24.73	26.37	6.52
511	6.66	42.20	2.81	6.66	42.20	2.81
512	9.10	29.81	2.71	25.55	18.20	4.65
515	7.35	49.17	3.61	27.70	20.61	5.71

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

4.1.5 Caracteres de floración

Días a floración masculina y femenina

El maíz es una planta monoica, las flores masculinas se agrupan en una panícula terminal llamada espiga, y las femeninas se encuentran en las mazorcas que nacen de las axilas de las hojas del tercio medio de la planta (Rojas J. G., 2015).

(Morales, 1993) plantea que este descriptor se registra cuando se presentan las primeras inflorescencias masculinas en cada accesión.

Las accesiones en estudio iniciaron la floración masculina entre los 55 y 63 días después de la siembra con desviación estándar de 2.48, y un coeficiente de variación de 4.19. La accesión que se demostró más tardía en floración fue la 359 con 75 días de floración. Y la que se demostró más precoz fue la 189 con 50 días. Con respecto a los días a floración femenina, las accesiones mostraron un rango de 55 y 68 días después de la siembra. Las accesiones se consideran tardías después de los 65 días y precoz entre los 42 y 45 días (Brenes, 2019).

EMPRAPA, 1997, indica que la floración ocurre entre los 50 y 65 días después de la emergencia, donde la floración es afectada principalmente por la temperatura del ambiente, la temperatura ideal para la floración está entre los 30 y 33 °C., ya que la liberación del polen y la emisión de estigmas ocurren en los días más calurosos de la estación de crecimiento, cuando la planta ha alcanzado su máximo desarrollo de hojas y tallos y la actividad metabólica su más alto nivel. Este dato antes expuesto es similar al ensayo realizado.

Cuadro 11. Carácter cuantitativo floración en 20 accesiones de maíz (*Zea Mays L*) en centro de validación tecnológica (CEVT, Finca las mercedes) postrera 2018

Accesión	Días a floración masculina			Días a floración femenina		
	MED	CV	DEST	MED	CV	DEST
355	56.86	3.57	2.03	58.69	11.47	6.73
339	56.83	2.52	1.43	59.58	6.75	4.02
338	56.83	3.35	1.90	58.50	3.90	2.28
356	57.44	2.32	1.33	61.44	2.17	1.33
357	61.95	2.63	1.63	63.29	4.53	2.87
358	62.33	5.04	3.14	67.33	5.22	3.51
359	75.17	6.00	4.51	80.25	5.50	4.41
102	60.79	4.09	2.49	65.42	5.57	3.64
116	64.67	3.77	2.44	69.24	4.33	3.00
182	61.28	5.06	3.10	64.17	5.08	3.26
184	55.27	5.24	2.90	58.27	5.63	3.28
185	54.14	5.11	2.77	58.38	4.80	2.80
188	57.83	4.14	2.39	61.76	5.00	3.09
189	50.56	3.83	1.94	53.04	3.58	1.90
233	59.96	2.74	1.65	65.76	3.75	2.47
504	55.27	5.05	2.79	58.20	5.83	3.39
505	54.42	4.88	2.66	57.60	5.67	3.27
511	56.94	4.46	2.54	60.13	4.82	2.90
512	58.40	4.69	2.74	59.80	6.43	3.85
515	59.00	5.34	3.15	60.86	4.19	2.55
General	58.80	4.19	2.48	62.09	5.21	3.23

Nota: floración masculina; Días hasta la antesis masculina (emisión de polen). Floración femenina, cuando presentan estigmas visibles

Caracteres cualitativos de floración

Las espigas están formadas por glúmulas (un par), estambres (tres fértiles) y un pistilo rudimentario. Cada espiguilla posee dos florecillas funcionales y cada una de estas posee tres anteras productoras de polen. Cuando las condiciones fisiológicas y ambientales lo permiten,

las anteras liberan el polen y se produce la polinización, que ocurre casi siempre dos a tres días antes de la aparición de los estigmas o cabellos de la mazorca (Rojas J. , 2015)

Coloración de antocianinas de las anteras

Corresponde al color que ocupa una mayor proporción de las anteras de las muestras.

Los colores de las anteras en la etapa de floración presentaron variabilidad debido a que el 90% de las accesiones se caracterizaron por color verde tierno, verde normal, rosa, rojo y morado, las accesiones 357 y 359 presentaron 10% menos de variabilidad (Cuadro 12).

Coloración de las glumas

Corresponde al color que exhibe una mayor proporción de las glumas en las plantas de la muestra. La gluma es una vaina estéril externa basal, y membranosa presente en gramíneas. Las glumas es cada una de las dos hojitas escariosas (hipsofilos estériles) que ha modo de brácteas rodean las espiguillas de las gramíneas, suelen hallarse enfrentados en la base de las espículas (Rojas J. G., 2015).

Los colores de las glumas en la etapa de floración presentaron variabilidad debido a que el 85% de las accesiones se caracterizaron por color verde tierno, verde normal, rosa, rojo y morado, las accesiones 359, 116 y 515 presentaron 15% menos de variabilidad (Cuadro 12).

Color de las antocianinas de los estigmas

Corresponde al color que ocupa una mayor proporción de los estigmas observados.

Los colores de los estigmas en la etapa de floración presentaron poca variabilidad debido a que el 70% de las accesiones se caracterizaron por color verde pálido y un 30 % de las accesiones rojo vino (Cuadro 12).

Cuadro 12. Caracteres cualitativos de floración en 20 accesiones de maíz (*Zea Mays* L) en el CEVT, Finca Las Mercedes, 2018

Accesión	Coloración de las anteras	Coloración de las glumas	Coloración de estigmas
355	1,3,5,7,9	1,2,3,4,5	1,9
339	1,3,5,7,9	2,3,4,5	1,9
338	3,5,7,9	2,3,4,5,	1,9
356	1,3,5,7	2,3,4,5	1,9
357	1,3,5	1,2,3,4	1,9
358	1,3,5,7,9	1,2,4,5	1,9
359	1,5,7	1,4	1,9
102	1,3,5,7	1,2,3,4	1,9
116	1,3,5,7	1,4	1,9
182	1,3,5,7,9	1,2,3,4,5	1,9
184	1,3,5,7,9	2,3,4,5	1,9
185	1,3,5,7,9	1,2,3,4,5	1,9
188	1,3,5,7	2,3,5,7,9	1,9
189	1,3,5,7,9	2,3,4,5	1,9
233	1,3,5,7,9	2,3,4,5	1,9
504	1,3,5,7,9	2,3,4,5	1,9
505	1,3,5,7	1,2,3,4	1,9
511	3,5,7,9	1,2,3,4,5	1,9
512	1,3,5,7	1,2,3,4,5	1,9
515	1,3,5,9	2,4,5	1,9

Nota: coloración de anteras; 1 (verde tierno), 3 (verde normal), 5 (rosa), 7 (roja) 9 morada; Coloración de glumas: 1(verde tierno), 2(verde normal), 3 (rosa), 4(rojo), 5 (morado), coloración de estigmas; 1 verde pálido, 9 (rojo vino)

4.1.6 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 (Loasiga, 2001).

En el órgano de la mazorca se estudiaron cinco descriptores, el de mayor variabilidad fue el número de mazorcas con el coeficiente de 47.52 % Y el carácter que presento menor variabilidad fue el número de hileras con 17.10 %.

Numero de mazorcas

(Robles, 1990) Se cuenta en las plantas muestreadas las mazorcas que tenga por lo menos el 50% de los granos formados.

Los materiales presentaron un promedio 1.15, Con desviación estándar de 0.54 y un rango entre 1 y 3 mazorcas. El mayor promedio registrado fue de 1.86 en la accesión 359. El mayor coeficiente de variación fue de 80.23 % en la accesión 515. El menor lo registro la accesión 188 con 0 %.

Estudios realizados por (Castro & Garay, 2005) Encontraron números de mazorca de 1.20 a 1.76 los resultados de estos autores fueron similares registrados a este estudio.

Número de hileras de grano

Las accesiones contaron con 10 hileras de granos promedio, desviación estándar de 1.80 hileras, y un rango entre 7 –14 hileras. El mayor número de hileras se obtuvo en la accesión 357 con 12.45 hileras y el menor de 8.92 hileras en la accesión 355. El mayor coeficiente de variación es de 29.40 % en la 359 y el menor con 8.90 % registrado en la 189 (Cuadro 13).

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 diámetro de 3.36 - 4.14 cm.

Número de granos por hilera

En este descriptor se obtuvo una media general de 24 granos, con una desviación estándar de 7.84 granos y un rango de 9 – 36 granos. El mayor número de granos promedio en una hilera es de 28.53 en la accesión 505 y 16.57 el menor registrado en la accesión 359. Su coeficiente de variación más alto lo obtuvo la accesión 188 con 64.34% y el menor con 19.34 % lo presentó la accesión 339 (Cuadro 13).

Esta variable está influenciada por factores ambientales (Jugenheimer, 1990), y según (López Sáenz, 1997) el número de granos por hilera está relacionada con la longitud de la mazorca. En la presente investigación las mazorcas más largas presentaron el mayor número de granos.

Cuadro 13. Caracteres cuantitativos de mazorca en 20 accesiones de maíz (*Zea Mays* L) en el CEVT, Finca Las Mercedes, postrera 2018

Accesión	N° de mazorca por planta			N° de hileras de grano			N° de granos		
	MED	CV	DEST	MED	CV	DEST	MED	CV	DEST
355	1.29	35.95	0.46	8.92	19.54	1.74	25.21	32.98	8.31
339	1.04	44.57	0.46	10.26	14.76	1.51	26.08	19.34	5.04
338	1.2	34.02	0.41	9.64	17.43	1.68	23.8	38.81	9.24
356	1.11	30.00	0.33	9.00	11.11	1.00	26.00	36.54	9.50
357	1.14	30.91	0.35	12.45	20.54	2.56	26.82	27.49	7.37
358	1.20	34.50	0.41	11.80	15.43	1.82	26.73	33.17	8.87
359	1.86	37.16	0.69	9.00	29.40	2.65	16.57	50.23	8.32
102	1.35	43.49	0.59	12.35	13.41	1.66	24.53	40.90	10.03
116	1.40	42.73	0.60	11.08	24.02	2.66	21.92	43.49	9.53
182	1.24	45.52	0.56	11.35	17.04	1.93	26.41	30.70	8.11
184	1.09	68.77	0.75	10.24	26.87	2.75	23.82	36.63	8.73
185	0.95	40.34	0.38	10.05	14.25	1.43	20.68	29.23	6.05
188	1.00	0.00	0.00	11.08	22.25	2.46	22.38	64.34	14.40
189	1.08	65.03	0.70	9.81	8.90	0.87	17.62	22.09	3.89
233	1.00	80.00	0.80	11.47	21.16	2.43	18.82	29.71	5.59
504	1.12	52.75	0.59	9.96	15.58	1.55	26.30	29.08	7.65
505	1.19	67.18	0.80	9.37	10.80	1.01	28.53	30.72	8.76
511	0.75	59.63	0.45	11.00	18.18	2.00	18.50	29.56	5.47
512	1.05	57.60	0.60	11.31	12.38	1.40	24.44	26.26	6.42
515	0.96	80.23	0.77	10.53	8.96	0.94	26.41	21.00	5.55
General	1.15	47.52	0.54	10.53	17.10	1.80	23.58	33.61	7.84

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

Rodriguez & Solis, 1997 lograron determinar que esta variable esta correlacionada con el diámetro de la mazorca. La longitud de la mazorca es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del maíz y está influenciada por las condiciones ambientales (clima y suelo), y disponibilidad de nutrientes. La máxima longitud de la mazorca esta en dependencia de la humedad del suelo, nitrógeno y radiación solar.

Las accesiones presentaron una media general de 14.02 cm, desviación estándar de 2.92 cm y rango de 9 a 19 cm. El promedio más alto fue de 16.94 cm registrado en la accesión 182 y la

116 con 4.54 cm el menor. El mayor coeficiente de variación de 45.06 % lo obtuvo la accesión 511 y el menor con 10.89 % la 512 (Cuadro 14).

Estudios realizados por (Morales, 1993) evaluando 21 genotipos de maíz en Nicaragua reporta mazorcas con 18 cm. Estos resultados fueron superiores a los registrados en este estudio. López (1997) menciona 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 la mazorca está relacionado con La longitud de la mazorca y es un buen parámetro para medir el rendimiento. El diámetro de la mazorca al igual que su longitud está determinada por factores genéticos y ambientales, si los factores ambientales son adversos afectara el tamaño de la mazorca en formación, y por consiguiente se obtendrá menores diámetro de mazorca que al final repercute en menor rendimiento.

El diámetro de mazorca expresó una media general de 3.22 cm, desviación estándar de 0.85cm y rango de 2 hasta 5 cm dentro de las accesiones. El mayor diámetro de mazorca registrado en promedio fue de 4.14 cm y lo obtuvo la accesión 357, el menor es de 2.85 cm y lo presentó la accesión 189. El coeficiente de variación mayor fue de 41.41 % lo obtuvo la accesión 184 y el menor lo registró la 339 con 15.42 % de variación (Cuadro 14). Estudios realizados por Loáisiga (2001) obtuvo diámetros de mazorcas de 49.4 mm Estos resultados fueron similares a los obtenidos en este estudio. (López, 1997), asegura que esta variable esta por factores ambientales y nutricionales, resultando así que los valores máximos van a depender del mejor manejo agronómico.

Cuadro 14. Caracteres cuantitativos de mazorca en 20 accesiones de maíz (*Zea Mays L*) el CEVT, Finca Las Mercedes, postrera 2018

Accesión	Longitud de la mazorca			Diámetro de la mazorca		
	MED	CV	DEST	MED	CV	DEST
355	13.88	20.28	2.81	3.00	28.93	0.87
339	15.39	14.49	2.23	3.67	15.42	0.57
338	13.6	27.35	3.71	3.24	31.22	1.01
356	16.66	21.42	3.57	2.94	38.88	1.14
357	14.00	19.34	2.71	4.14	19.46	0.81
358	15.80	18.87	2.98	3.34	28.22	0.94
359	16.00	26.76	4.28	2.37	33.53	0.80
102	14.64	21.53	3.15	3.96	23.28	0.92
116	4.54	26.40	1.20	2.93	31.56	0.93
182	16.94	15.54	2.63	3.28	18.80	0.62
184	13.61	19.54	2.66	3.22	41.41	1.33
185	13.58	19.22	2.61	3.16	30.82	0.97
188	16.46	21.09	3.47	2.93	32.66	0.96
189	12.14	16.53	2.01	2.85	18.77	0.54
233	14.41	23.67	3.41	2.95	28.29	0.84
504	14.80	17.48	2.59	3.07	27.86	0.86
505	14.57	19.11	2.79	2.97	25.28	0.75
511	10.04	45.06	4.52	3.63	17.69	0.64
512	14.79	10.89	1.61	3.19	17.59	0.56
515	14.47	23.58	3.41	3.56	26.40	0.94
General	14.02	21.41	2.92	3.22	26.8	0.85

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

Caracteres cualitativos de mazorca

Forma de mazorca

El 65 % de las mazorcas se caracterizaron por presentar mazorcas forma cónica, cónica cilíndrica y cilíndrica y un 25 % cónica cilíndrica y cilíndrica y únicamente en la accesión 511 se observaron mazorcas cilíndricas. 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.

Arreglos (Disposición de hileras de grano)

El 85 % de los materiales se caracterizaron en cuatro grupos recta, ligeramente espiral, en espiral y disposición irregular y uno 15 % en dos grupos rectas e irregular (Cuadro 15). Al igual que López (1997) clasifica en cuatro grupos su material.(Benavides & Marini, 1990) obtiene materiales con disposición ligeramente curva y rectas; Morales (1993) solo registró mazorcas con arreglos de hileras ligeramente curvas.

Color del grano

En color de grano se encontró una gran variabilidad de fenotipos donde el 45 % se caracterizaron por color blanco cremoso, y 55 % en el resto del material se registró más de un color (Cuadro 15). El color de grano depende del tejido de éste y de la presencia de taninos y pigmentos antociánicos (López, 1997).

Cuadro 15. Caracteres cualitativos de cosecha de 20 accesiones de maíz (*Zea Mays* L) el CEVT, Finca Las Mercedes, 2018

Accesion	Forma de la mazorca		
	superior	Arreglos	Color del grano
355	1,2,3	1,2,4	2,3
339	1,2,3	1,2,3	2
338	1,2,3	1,2,3,4	2,7
356	1,2,3	1,2,4	2,3
357	2,3	1,2,3	1,2
358	2,3	1,2,4	2
359	2,3	1,2,3	1,2
102	2,3	1,2,4	1,2
116	1,2,3	1,2,4	2
182	1,2,3	1,2,3,4	2,3
184	1,2,3	1,2,4	2,3
185	1,2,3	1,2,4	1,2
188	1,2,3	1,2,4	2
189	2,3	1,2,4	2
233	1,2,3	1,2,4	2
504	1,2	1,4	1,2
505	1,2,3	1,2,4	2
511	3	1,2	2
512	1,2,3	1,2	1,2
515	2,3	1,2	2

Nota: códigos forma de mazorca; 1(cónica), 2(cónica cilíndrica), 3(cilíndrica); código de arreglos; 1(recta), 2(ligeramente espiral), 3(espiral), 4 (irregular); código de color del grano; 1(blanco), 2(blanco cremoso), 3(amarillo claro), 7(rojo naranja)

4.1.7 Rendimiento de 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.)

El rendimiento determina la eficacia con que la planta hace uso de los recursos que existen en el medio, unido también al potencial genético que éstas tengan e influenciado por factores biológicos y ambientales que se correlacionan entre sí para luego expresarse en producción por hectárea (Moraga y Meza, 2005). El maíz al igual que otras plantas no puede producir altos rendimientos al menos que exista una disponibilidad de nutrientes en cantidades suficientes en el suelo (Somarriba, 1998).

El rol del nitrógeno sobre los rendimientos varía con los cultivos e incluso con la variedad, de acuerdo al potencial genético de estos; en el maíz su influencia la ejerce el número de granos por mazorca, peso y tamaño de los granos. Todos estos componentes del rendimiento dependen de la nutrición nitrogenada durante la etapa de desarrollo vegetativo e inmediatamente antes de la floración (Moraga & Meza, 2005).

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, 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).

Para el presente trabajo el cálculo del rendimiento de las 20 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 que se relacionaron las accesiones es la variedad sintética Nutrinta cuyo rendimiento promedio va de 45 a 60 (qq/mz) (INTA, 2009).

Esta variedad el color del grano es amarillo, con 220 a 230 cm de altura, y 110 a 120 cm de altura de la mazorca, se cosecha en 110 - 115 días y se adapta a suelos francos, franco arenoso y areno arcilloso, con pendientes desde 15 % hasta más de 30%, pH de 6.5-7.0, temperaturas 22-29 °C y precipitaciones durante el ciclo biológico del cultivo de 1 000 a 1 800 mm. (INTA, 2009). En el Cuadro 16 se presentan resultados del rendimiento y rendimiento relativo de 20 accesiones de maíz.

Entre las accesiones que expresaron mayor rendimiento están la 355 (Solutan) con 2283.33 kg ha⁻¹, 338 (Usulután olote morado) con 2283kg ha⁻¹ y 339 (Quebrachito) con 2200 kg ha⁻¹.

El rendimiento relativo (RR) de los genotipos en comparación con el Nutrinta supero en rendimiento a la mayoría de las accesiones. No obstante que las accesiones 355, 339,338, 357, 358, 359, 102, 182, 504, 505, 512 superan en un 87.67, 80.82, 87.87, 13.33, 37.36, 18.31, 57.85, 60.40, 31.57, 12.14 y 38.17 respectivamente.

Cuadro 16. Rendimiento de 20 accesiones de maíz (*Zea Mays* L) en el CEVT, Finca Las Mercedes, 2018

Accesión	Nombre local	Rendimiento	
		kg/ ha ⁻¹	RR Nutrinta %
Testigo	(Nutrinta)	1216.66	100
355	Solutan	2283.33	187.67
339	Quebrachito	2200	180.82
	Usulután olote		
338	morado	2283	187.67
356	Amarillo palido	700	57.10
357	Maizón	1383.3	113.33
358	Rocamel	1666.6	137.36
359	Olotillo	1433.3	118.31
102	Olotillo blanco	1916.6	157.85
116	Olotillo	1100	90.97
	Criollo Olotillo		
182	blanco	1950	160.40
184	Criollo olote Rosado	916.6	74.72
185	Maiz Criollo Rosado	1000	81.88
188	Maiz Olotillo blanco	633.3	51.43
189	Criollo olote Rosado	783.3	64.63
233	Pujagua	450	36.74
504	Elotillo Rosado	1600	131.57
505	Elotillo blanco	1366.6	112.14
511	Maicillo blanco	666.6	55.35
512	Olotillo blanco	1683.3	138.17
515	Zolutan olote rojo	916.6	75.65

Las accesiones que expresaron mayor rendimiento están la 355 (Solutan) con 2283.33 kg ha⁻¹, 338 (Usulután olote morado) con 2283kg ha⁻¹ y 339 (Quebrachito) con 2200kg ha⁻¹. (Cuadro 15)

Análisis de conglomerado o clúster

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.

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) (Balzarini, 2008).

En la figura 3. se ilustra el Dendrograma que conglojera las accesiones en estudio utilizando el método Ward y la distancia euclídea en tres grupos bien definidos. utilizando variables cuantitativas

Conglomerado I, evidencia un cultivar del departamento de Zelaya central municipio de Nueva Guinea es la accesión que se diferencia de las demás considerada como una accesión tardía por sus días a floración diferenciándola al resto de las accesiones, se caracterizó por su resistencia al acame de tallo, altura de planta y mayor número de mazorca por plantas, nudos, diámetro de tallo,. Este conglomerado muestra el 5 % de los cultivares.

Conglomerado II, muestra el grupo más grande con 14 cultivares de las zonas del pacifico y centro de nuestro país de los departamentos de Chinandega, León, Granada, Carazo, Estelí , y Nueva Segovia. Este grupo proviene de las regiones con menor altitud sobre el nivel de mar y son consideradas intermedias en sus días a floración. Mayores rendimiento respecto al otro grupo, conteniendo mayor número de granos por hilera, diámetro y longitud de mazorca. Este conglomerado muestra el 70 % de los cultivares.

Conglomerado III, Agrupa cinco cultivares de las zonas de Jinotega, Zelaya Central y Granada con rendimiento intermedio respecto a los otros grupos, resistentes al acame de tallo, mayor número de hojas por planta, ancho de la lámina de la hoja, longitud del eje principal (espiga). Este conglomerado muestra el 25 % de los cultivares.

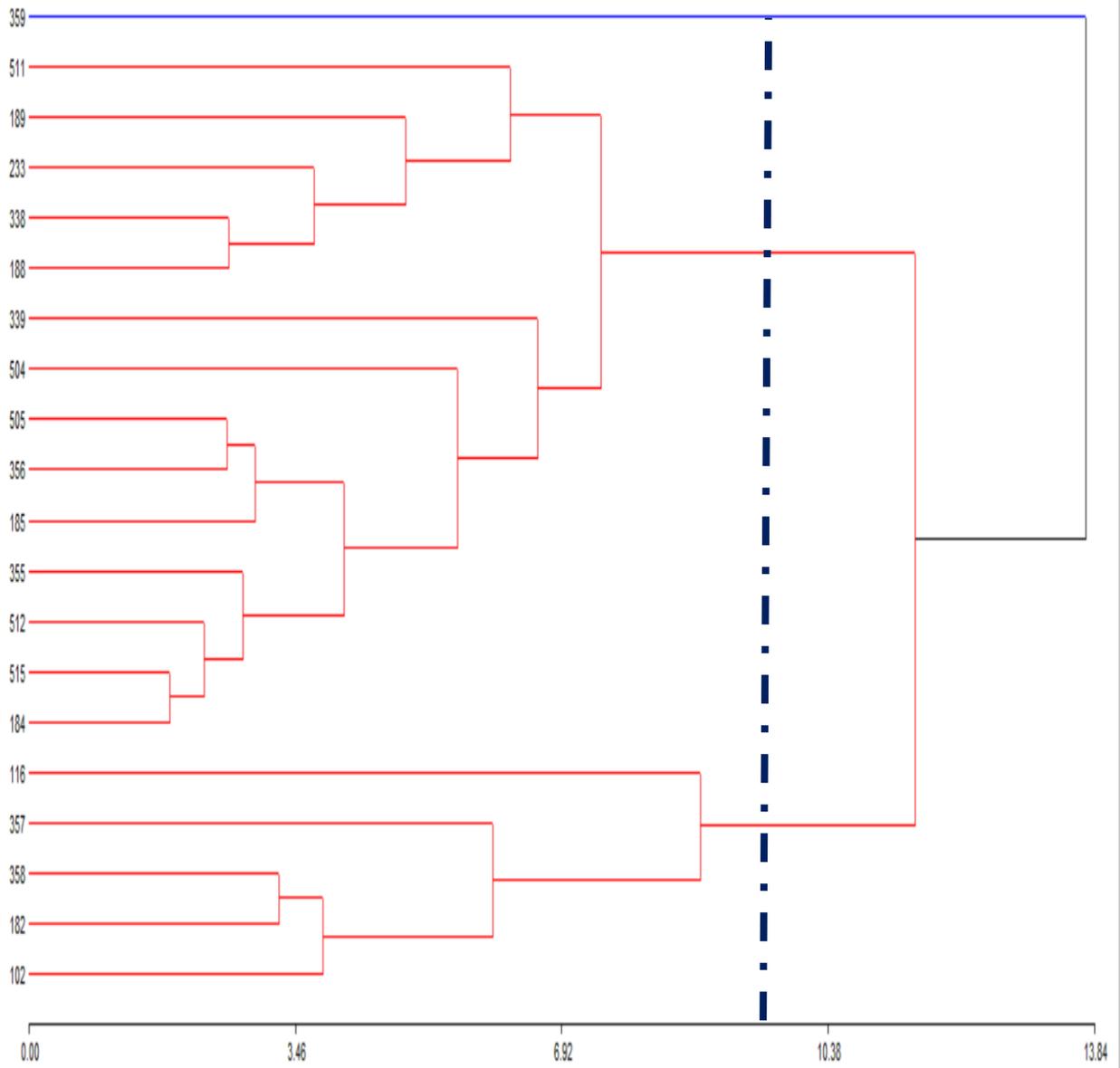


Figura 3. Dendrograma del análisis de conglomerado de 20 accesiones de maíz en Nicaragua utilizando el método Ward y la distancia Euclídea

V. CONCLUSIONES

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

1. Los caracteres que presentaron menor variabilidad en la población sometida a estudio fueron el color del coleóptilo, color de la lámina en la hoja, pubescencia de la vaina en la hoja de la mazorca superior y color de los estigmas.
2. Mediante el análisis de clúster mostro tres grupos, de acuerdo a las características cuantitativas evaluadas el grupo I lo compone el 5 % del material sometido a estudio, el grupo II con el 70 % y el grupo III el 25 % de las accesiones.
3. De acuerdo a los resultados obtenidos las que presentaron mayor rendimiento fueron: la 355 (Solutan) con 2283.33 kg ha⁻¹, 338 (Usulután olote morado) con 2283kg ha⁻¹ y 339 (Quebrachito) con 2200 kg ha⁻¹.
4. Se encontraron un total de 11 cultivares promisorios que superaron al testigo entre ellos las accesiones: 355, 339,338, 357, 358, 359, 102, 182, 504, 505, 512 de acuerdo a las variables días a floración, rendimiento, altura de la planta y resistencia a acame de tallo.

V. RECOMENDACIONES

Evaluar en otras localidades de Nicaragua los cultivares con características promisorias, para observar el comportamiento de dichos cultivares e incorporarlos en futuros programas de mejoramiento por su rendimiento, resistencia al acame, además de darle continuidad a los estudios de caracterización para generar más información de variedades locales en el país.

VII. LITERATURA CITADA

- Albarello, G. (2009). *Soberanía Popular* (Vol. 1ra edición). Cali, Colombia: Editorial SAPRA.
- Balzarini, M. L. (2008). *Manual del Usuario - Infostat 2008*. Cordoba, AR: Editorial Brujas.
- Benavides, A., & Marini, D. (1990). *Caracterización y Evaluación preliminar de 15 cultivares de maíz (Zea Mays L.)*. Managua, Nicaragua: ISCA-UNA.
- Brenes, G. (19 de abril de 2019). *Variedades de Maíz (Zea Mays L.)*. (K. Duran, Entrevistador)
- Cantanero, R., & Martínez, O. (2002). *Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y un mineral) en el cultivo de maíz (Zea Mays L.)*. Managua: Tesis EPV-UNA.
- Castillo, R., & Bird Moreno, R. (Noviembre de 2013). *Caracterización del cultivo de Maíz en Nicaragua*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2018, de BANCO CENTRAL DE NICARAGUA : https://www.bcn.gob.ni/estadisticas/estudios/2014/DT-33_Documento_final_Caracterizacion_del_maiz.pdf
- Castro, C., & Garay, M. (2005). *Evaluación y adaptación de 10 variedades de maíz (Zea mays L.) en la zona de Jalapa*. (Tesis de Pregrado), 53 p. Managua, Nicaragua: UNA.
- CIAT. (1993). *Descriptorios Varietales: Arroz, Frijol, Maíz, sorgo*. Colombia.
- CIMMYT. (1985). *Guía de descriptorios para caracterizar maíz*. México, DF.: CIMMYT.
- Contamira, O. (2006). *Particularidades nutricionales del grano de maíz en la alimentación de cerdos*.
- EMPRAPA. (1997). *Recomendaciones técnicas para el cultivo Zea Mays L*. Brasilia.
- García, M., & Watson, C. (2003). *Herencia de la resistencia al acame de raíces en maíz dulce (Zea Mays L.)*. Revista UDO Agrícola, 24-33.
- IICA. (2007). *Informe Anual 2007*. San José, Costa Rica: IICA, Sede Central.
- INETER. (2012). *Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales*. Obtenido de Datos meteorológicos y geográficos.: <https://servmet.ineter.gob.ni//Meteorologia/climadenicaragua.php>

- INIFAP. (2010). *Guía Técnica para el área de influencia del campo experimental Valle de Culiacán*. México.
- INTA. (2009). *Guía Tecnológica para la producción de maíz. (Zea mays L.)*. Managua, Nicaragua.
- Jugenheimer, R. (1990). *Maíz - Variedad mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semilla*. México: LIMUSA.
- Kuan, J., & Flores, R. (2012). *Caracterización y evaluación preliminar de 33 cultivares de maíz (Zea mays L.) en la localidad de Sabana grande, Managua*. 1era edición. (UNA, Ed.) Managua: (Tesis de Pregrado).
- Loáisiga, C. (1990). *Caracterización y evaluación preliminar de 30 cultivares de maíz (Zea Mays L.)*. Managua, Nicaragua: UNA.
- Loáisiga, J. (1997). *Evaluación de cuatro cultivares de maíz (Zea mays L.) a tres diferentes dosis de fertilización*. UNA (Universidad Nacional Agraria): (Tesis de Pregrado).
- Loáisiga, J. (2002). *Maíz (Zea Mays L.)*. Managua: Texto básico.
- Loáisiga, J. L. (2001). *Granos básicos: El maíz (Zea mays L.)*. Managua, Nicaragua: UNA.
- López Sáenz, M. A. (1997). *Caracterización y evaluación preliminar de treinta y tres cultivares de maíz (Zea mays L.) recolectadas en diferentes localidades de Nicaragua*. UNA.
- Mendoza Pacheco, C., & Gaitán Mendoza, J. P. (2013). *Caracterización y evaluación preliminar de treinta y tres accesiones de maíz (Zea Mays L.) colectadas en Nicaragua, Tisma, Masaya, Postrera 2011*. UNA: (Tesis de Pregrado).
- Moraga, Q., & Meza, R. (2005). *Evaluación de dos dosis de fertilizantes orgánicos (gallinaza, estiércol vacuno y un mineral) sobre la dinámica de crecimiento y rendimiento del maíz (Zea Mays L.)*. Managua: UNA.
- Morales, D. (1993). *Caracterización y evaluación preliminar de 21 genotipos de maíz (Zea mays L.)*. Managua: (Tesis de Pregrado). UNA.
- Muñoz, G., Giraldo, G., & Fernández, J. (1993). *Descriptores varietales: arroz, frijón, maíz, sorgo*. 174p. Cali, Co: Centro Internacional de Agricultura Tropical.

- Ranere , A., Piperno, D., Holst, I., Dickau, R., & Iriarte Jose . (2009). *The Cultural and Chronological context of early Holocene maize an squeash domestication in the Central Balsas River Valley*. México, México.
- Robles, S. (1990). *Producción de granos y forrajes*. México: Editorial Limusa.
- Rodriguez, L., & Solis, T. (1997). *Evaluación de cuatro tipos de biofertilizantes (En Bokashi) sobre crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del maíz (Zea Mays L.)*. Managua: (Tesis de Pregrado)_UNA.
- Rojas, J. (2015). *Medición de la innovación agropecuaria desde los territorios: una propuesta conceptual y metodológica*. 40-48. La Calera.
- Rojas, J. G. (2015). *Manual Técnico de Cultivo de Maíz bajo Buenas Prácticas Agrícolas*. Medellín, Colombia.
- SAGARPA. (s.f.). *Manual Gráfico para la Descripción Varietal del Maíz*. México.
- 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.)*. Managua, Nicaragua: UNA.
- Somarriba, C. (1998). *Texto Grano Básicos*. Managua, Nicaragua: UNA.
- Urbina, R. (1993). *Guía tecnológica para la producción del maíz*. Managua, Nicaragua: DGTA-MAG.
- Velásquez, C. G., Tut, C. C., Lothrop, J., & Virgen, V. J. (2005). *H-40, híbrido de maíz de grano blanco para los Valles Altos de México*. Centro de Investigación Regional del Centro, Campo Experimental Valle de México((*Folleto Técnico No. 21*)), 23p. INIFAP.

VIII. ANEXOS

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

En estado de plantula:

Coleoptilo: la concentración de antocianinas produce en el coleoptilo una coloración que varía de verde a morado.

1= verde

2= morado

Coloración de la vaina por antocianinas: Este carácter se registrar en los primeros 6-7 días después de la emergencia cuando la vaina de la hoja este completamente visible y de acuerdo a los diferentes matices de color rojo, violeta o azul que se presente en la superficie de la vaina de la primera hoja y se especificara como:



Figura 3. Descriptor de Coloración de vaina

Longitud de planta (Incluyendo espiga): Se medirá en centímetros desde la superficie del suelo, hasta la punta de la espiga después que haya pasado la etapa de floración.



Figura 4. Descriptor longitud de planta

Diámetro medio en la parte media del entrenudo de la mazorca superior (cm): Se registrara el diámetro del entrenudo de la mazorca superior en milímetros esta se realizara en la etapa reproductiva



Figura 5. Descriptor diámetro de la planta

Altura de la mazorca(cm): Se medirá desde la superficie del suelo hasta el nudo de inserción de la mazorca superior en centímetros, se tomara después que haya pasado la etapa de floración.



Figura 6. Descriptor altura de la mazorca

Coloración de nudos: Se clasificara los diferentes matices de color rojo, violeta o azul, que puede presentar los nudos esta se realizara en la etapa reproductiva, se tomara en el nudo de la mazorca superior.

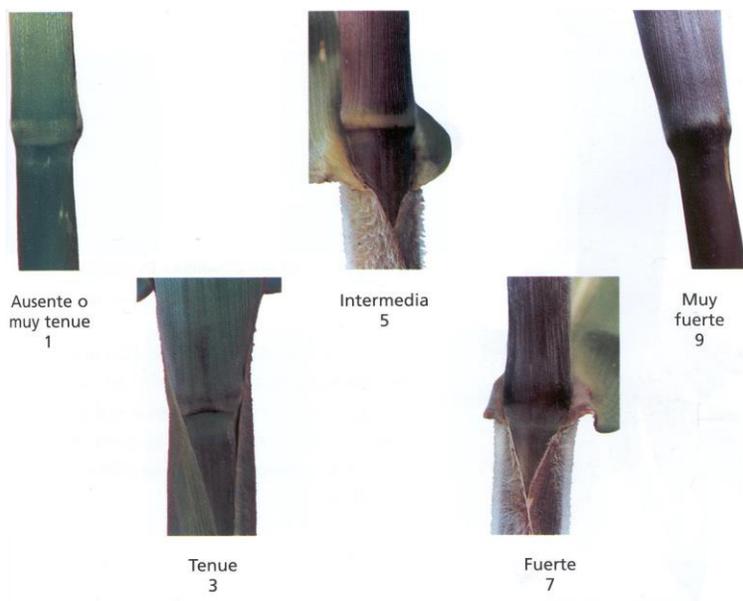


Figura 7. Descriptor color de nudo

Número de nudos por planta: el numero de nudos que es el igual al numero de hojas, se cuenta en el tallo principal desde el suelo hasta la base de la espiga.

Pubescencia sobre el margen de la vaina de la hoja de la mazorca superior: Se refiere a los pelos que pudiera presentar la vaina, se clasificara por un margen bajo observación directa esta se realizara en la etapa de llenado del grano.



Figura 8. Descriptor de pubescencia

Color de la lámina en la hoja de la mazorca superior: Por medio de parámetros se registrara el color que puede presentar la hoja en la superficie, esta se realizara en la etapa de llenado del grano.



Figura 9. Color de la hoja de la mazorca superior

Ancho de lámina de la hoja de la mazorca superior (cm): Se registrara el ancho de la hoja, de borde a borde en la parte media en centímetros, se tomara en la etapa de llenado del grano.

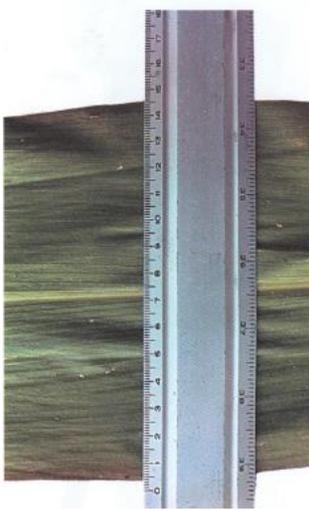


Figura 10. Descriptor Ancho de lámina de la hoja de la mazorca superior

Angulo en la hoja de la mazorca superior (grdos): Se cuantificar el ángulo formado entre el eje principal del tallo y la hoja inclinada, usando una regla o transportador que se colocara en la inserción de la hoja, en forma perpendicular al tallo y así mismo estimar el ángulo, este carácter se evaluara en la etapa de llenado del grano.

Longitud del eje principal (cm): Se medirá por encima de la rama lateral más alta, después que haya pasado la etapa de floración.



Figura 11. Descriptor longitud del eje principal

Longitud del pedúnculo (cm): Se medirá la longitud existente entre el nudo de la hoja bandera y la rama lateral más baja de la espiga después que haya pasado la etapa de floración.



Figura 12. Descriptor longitud del pedúnculo de la espiga

Caracteres Mazorca

Número de mazorcas por planta, expresado como porcentaje: Se registrara el número total de mazorcas en la muestra, entre número de tallos principales y se presentaran en porcentaje, se tomara cuando las mazorcas estén en grano duro.



Figura 13. Descriptor numero de mazorca por planta

Forma de la mazorca superior: Se registra por medio de la observación directa, se tomara después de la cosecha de las mazorcas.

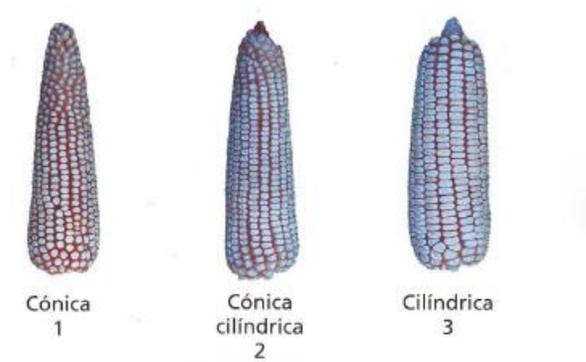


Figura 14. Forma de la mazorca

Numero de hileras de granos en la mazorca superior: Se contarán las hileras y se clasificara, se tomara después de la cosecha de las mazorcas.



Figura 15. Numero de hileras en la mazorca superior

Numero de granos por hilera en la mazorca superior: Se contarán y registraran los granos que contenga la mazorca y se clasificaran se tomara después de la cosecha de las mazorcas.



Figura 16. Numero de hilera de granos en la mazorca superior

Disposición o arreglos de hileras de granos en la mazorca superior: Por medio de la observación directa se registran y clasifican por rectas, espiral, ligeramente espiral, irregular, se tomara después de la cosecha de las mazorcas.

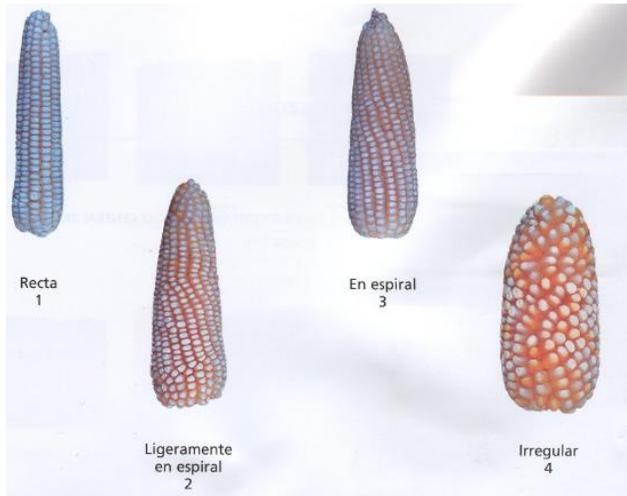


Figura 17. Arreglos de los granos de la mazorca superior

Longitud de la base al ápice (cm): Se medirá la mazorca superior, sin brácteas, de la base al ápice, se tomara al momento de la cosecha de las mazorcas.



Figura 18. Longitud de la base al ápice de la mazorca superior

Diámetro de la mazorca (cm): Se medirá de la parte central de la mazorca en centímetros y se clasificara, se tomara al momento de la cosecha de las mazorcas.



Figura 19. Diámetro de la mazorca

Color del grano en la mazorca superior: Se registrara y clasificara por observación directa se tomara después de la cosecha de las mazorcas.

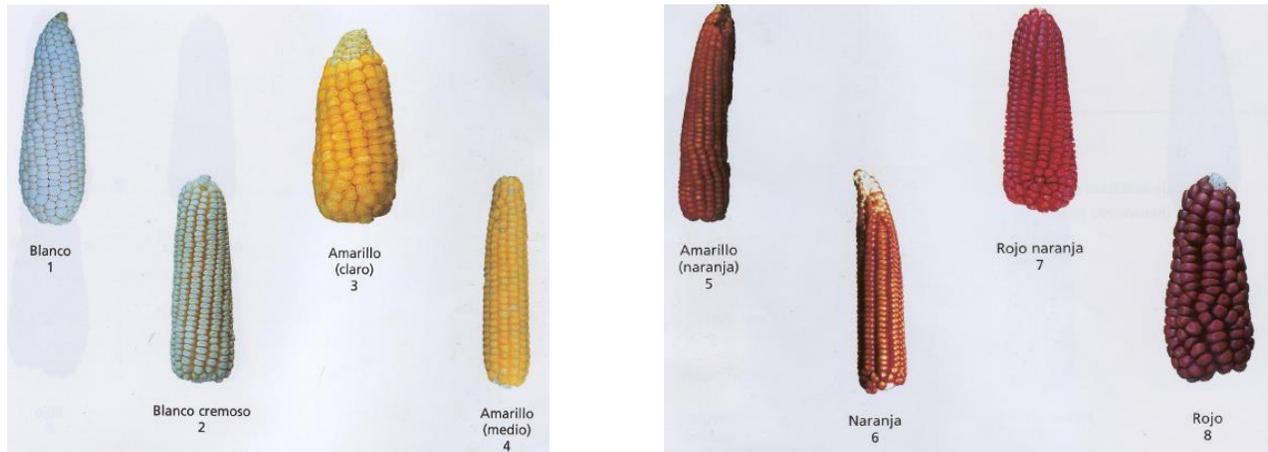
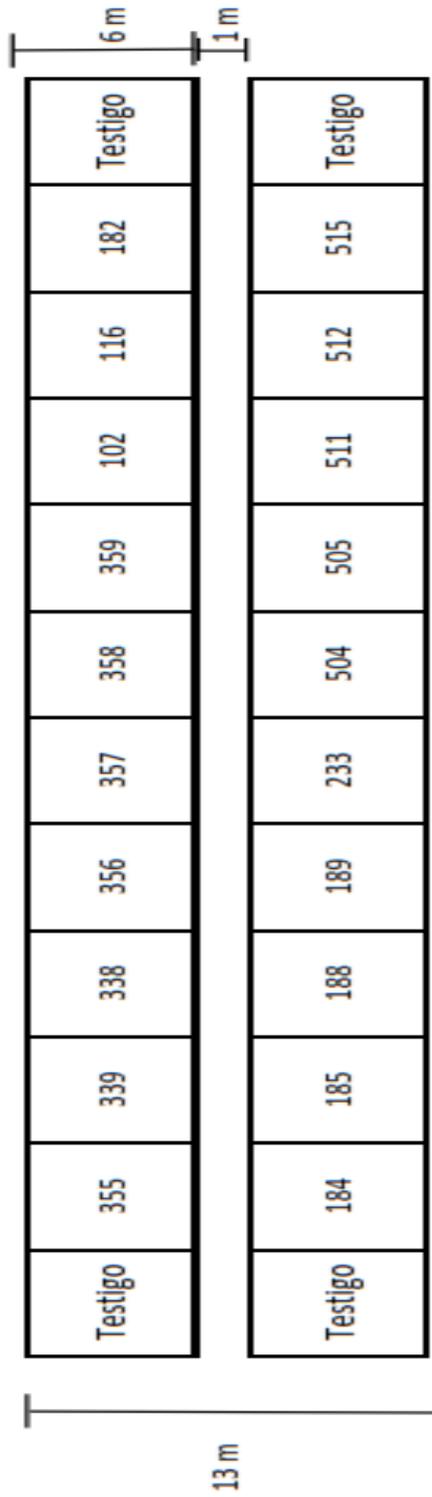


Figura 20. Color del grano en la mazorca superior

Anexo 2. Plano de campo



Plano de Campo



Anexo 3. Municipios y sus coordenadas donde fueron colectadas las semillas criollas en estudio.

Accesión	Nombre local	Municipio	Coordenadas
355	Solutan	Cinco Pinos	0512478 - 1460583
339	Quebrachito	Pueblo Nuevo	0500327 - 1475160
338	Usulután Olote Morado	Somotillo	-
356	Amarillo Pálido	San Pedro del Norte	0514128 - 1465084
357	Maizón	Nandaime	0601261 - 1288746
358	Rocamel	Nueva Guinea	0785970 - 1295477
359	Olotillo	Nueva Guinea	0786130 - 1295390
102	Olotillo Blanco	La Concordia	0591326 - 1406461
116	Olotillo	Wiwilí	0628733 - 1512480
182	Criollo Olotillo Blanco	Nandaime	0598853 - 1295146
184	Criollo Olote Rosado	Santa Teresa	0593035 - 1302890
185	Maíz Criollo Rosado	Santa Teresa	0592821 - 1303791
188	Maíz Olotillo Blanco	Nandaime	0598065 - 1294269
189	Criollo Olote Rosado	Santa Teresa	0591838 - 1302734
233	Pujagua	Macualizo	0580387 - 1500316
504	Elotillo Rosado	Puerto Morazán	0472258 - 1415195
505	Elotillo Blanco	Puerto Morazán	0472258 - 1415195
511	Maicillo Blanco	León	0523478 - 1400670
512	Olotillo Blanco	León	0523478 - 1400670
515	Zulatan Olote Rojo	Somotillo	0517408 - 1440213

Anexo 4. Rendimiento por parcela de 20 accesiones de maíz (*Zea. Mays L*) en el CEVT, Finca Las Mercedes, 2018

Accesión	Nombre local	Rendimiento kg parcela
Testigo	(Nutrinta)	0.73
355	Solutan	1.37
339	Quebrachito	1.32
	Usulután olote	
338	morado	1.37
356	Amarillo palido	0.42
357	Maizón	0.83
358	Rocamel	1
359	Olotillo	0.86
102	Olotillo blanco	1.15
116	Olotillo	0.66
	Criollo Olotillo	
182	blanco	1.17
	Criollo olote	
184	Rosado	0.55
	Maiz Criollo	
185	Rosado	0.6
	Maiz Olotillo	
188	blanco	0.38
	Criollo olote	
189	Rosado	0.47
233	Pujagua	0.27
504	Elotillo Rosado	0.96
505	Elotillo blanco	0.82
511	Maicillo blanco	0.4
512	Olotillo blanco	1.01
515	Zolutan olote rojo	0.55