



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Trabajo de Tesis

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

Autores

Br. Luz María Gutiérrez Núñez
Br. Lidia del Socorro Pérez Briones

Asesores

M.Sc. Jorge Antonio Gómez Martínez
Ing. Miguel Jerónimo Ríos
M.Sc. Gonzalo Brenes
Ing. Néstor Cajina Acevedo

Managua, Nicaragua
Enero, 2020



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Trabajo de Tesis

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

Autores

Br. Luz María Gutiérrez Núñez
Br. Lidia del Socorro Pérez Briones

Asesores

M.Sc. Jorge Antonio Gómez Martínez
Ing. Miguel Jerónimo Ríos
M.Sc. Gonzalo Brenes
Ing. Néstor Cajina Acevedo

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

Managua, Nicaragua
Enero, 2020

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

Arnoldo Rodríguez Polanco
Vocal

Managua, Nicaragua
Diciembre, 2019

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTOS | iii |
| INDICE DE CUADROS | iv |
| INDICE DE FIGURAS | v |
| INDICE DE CONTENIDO | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 Objetivo general | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos | 3 |
| III. MATERIALES Y METODOS | 4 |
| 3.1 Ubicación del ensayo | 4 |
| 3.2 Descripción del suelo | 4 |
| 3.3 Material biológico | 5 |
| 3.4 Variables evaluadas | 7 |
| 3.5 Diseño experimental | 8 |
| 3.6 Análisis de la información | 8 |
| 3.7 Manejo agronómico | 8 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION | 10 |
| 4.1 Caracterización y evaluación preliminar de 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays L.</i>) | 10 |
| 4.1.1 Caracteres cualitativos de la plántula | 10 |
| 4.1.2 Caracteres del tallo | 11 |
| 4.1.3 Caracteres de hoja | 16 |
| 4.1.4 Caracteres de la espiga | 20 |
| 4.1.5 Días a floración masculina y femenina | 21 |
| 4.1.6 Caracteres cuantitativos de mazorca | 24 |
| 4.1.7 Rendimiento de 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays L.</i>) en Nicaragua | 30 |
| 4.1.8 Análisis de multivariado | 32 |
| V. CONCLUSIONES | 35 |
| VI. RECOMENDACIONES | 36 |
| VIII. ANEXOS | 40 |

DEDICATORIA

Ante todo, al REY DE REYES Y SEÑOR DE SEÑORES, que me dio las fuerzas para lograr este gran objetivo, infinitas gracias padre eterno.

A mis hijos, que los he descuidado, pero valió la pena este gran sacrificio, ahora veremos los frutos, seguro que sí gracias mis amores:

ROBERTO CARLOS &

ALEXA JANINE

Especialmente a mi hermano, Franklin Javier, pues él fue quien me motivo a comenzar y culminar, esta tan bella carrera que está llena de mil oportunidades.

A mis amistades, especialmente a la Profesora Aleida López, Cris Mery Quijano y a Carlitos Muñoz

Br: Lidia del Socorro Pérez Briones

DEDICATORIA

Primeramente a Dios por haberme dado vida, sabiduría, por guiarme en cada uno de mis pasos, por darme la fuerza y perseverancia en las dificultades a lo largo de mi carrera, por permitirme lograr mis objetivos en culminarla.

A mis padres, por sus oraciones y por motivarme a seguir siempre adelante.

Milagro Núñez García

Francisco Job Sevilla Mendoza

A mis hijos

Leosky Asbel Meza Gutiérrez

Leonel Ahiezer Meza Gutiérrez

A una persona que está presente en mi vida

José María Guevara Dumas

A mis amigos que siempre me dieron palabras de ánimo, especialmente a

Carlos Heriberto Muñoz

Marco Antonio Mayorga Velásquez

Br. Luz María Gutiérrez Núñez

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios nuestro padre, por habernos dado las fuerzas, para llegar hasta el final, pues él sabe cuántos momentos difíciles pasamos ambas cuantos corre, corre entre otras situaciones.

A nuestra ALMA MATER la universidad nacional agraria y a la facultad de agronomía así como al personal docente de la carrera de Ingeniería Agronómica

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, por el financiamiento de este trabajo y cooperación con los equipos y personal durante la fase de campo

A la dirección de unidades educativas productivas (DUEP) por permitir realizar y contribuir al presente trabajo de tesis, los autores desean hacer llegar su

Agradecimiento a quienes lo hicieron posible:

A nuestros asesores que estuvieron ahí siempre pendientes

Ingeniero. Jorge Antonio Gómez Martínez

Ingeniero. Miguel Jerónimo Ríos

Ingeniero. Néstor Cajina Acevedo

Ingeniero Gonzalo Brenes

A los Ingenieros que estuvieron ahí para cualquier consulta dudas o aclaraciones muchas gracias.

Ing. Henry Duarte Canales

Dr. Oscar Gómez Gutiérrez

Gracias a todos por haber colaborado con nosotras, pues gracias a sus consejos hoy tenemos el placer de dedicarles este pequeño espacio con mucho cariño y muy agradecidas.

Br. Lidia del socorro Pérez Briones

Br. Luz María Gutiérrez Núñez

ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO | PÁGINA |
|---|--------|
| 1. Datos de 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) colectadas en Nicaragua | 6 |
| 2. Caracteres evaluados en la caracterización y evaluación de 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en época de postrera del 2019 | 7 |
| 3. Caracteres cualitativos de la plántula en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019 | 11 |
| 4. Caracteres cuantitativos de tallo en 20 accesiones de maíz (<i>Zea Mays</i> L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019 | 13 |
| 5. Caracteres cuantitativos de tallo en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019 | 15 |
| 6. Caracteres cualitativos de tallo en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019 | 16 |
| 7. Caracteres cuantitativos de la hoja en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019 | 18 |
| 8. Caracteres cualitativos de la hoja de la mazorca superior en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019 | 19 |
| 9. Caracteres cuantitativos de la espiga en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019 | 21 |
| 10. Caracteres cuantitativos de floración en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019 | 22 |
| 11. Caracteres cualitativos de floración en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019 | 24 |
| 12. Caracteres cuantitativos de la mazorca en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019 | 26 |
| 13. Caracteres cuantitativos de la mazorca en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019 | 28 |
| 14. Caracteres cualitativos de la mazorca superior en 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019 | 30 |

15. Rendimiento (Kg ha⁻¹) y rendimiento relativo de 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.)
en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las mercedes) 2019 32

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. Valores medios de duración del día. INETER, 2019 | 5 |
| 4. Dendrograma del análisis de conglomerado de 20 accesiones de maíz en Nicaragua utilizando el método Ward y la distancia Euclídea. | 34 |
| 5 Determinación de color de Coleóptilo | 44 |
| 6. Matices de coloración de vaina | 44 |
| 7. Medición de longitud de planta | 45 |
| 8. Medición de diámetro del tallo | 45 |
| 9. Medición de altura de mazorca | 46 |
| 10. Determinación de color de nudos | 46 |
| 11 Pubescencia de la hoja | 47 |
| 12. Color de la lamina de la hoja | 47 |
| 13. Ancho de la lámina de la hoja | 48 |
| 14. Medición de ángulo entre la hoja y el tallo | 48 |
| 15. Medición de longitud de pedúnculo. (espiga) | 49 |
| 16. Medición de longitud del eje central. (espiga) | 49 |
| 17. Color de anteras | 50 |
| 18. Determinación de color de glumas | 50 |
| 19. Color de estigmas | 51 |
| 20. Determinación de número de mazorcas | 51 |
| 21. Forma de la mazorca | 52 |
| 22. Número de hileras. | 52 |
| 23. Número de granos por hileras | 53 |
| 24. Arreglo de hileras | 53 |
| 25. Medición de longitud de mazorca | 54 |
| 26. Medición de diámetro de mazorca | 54 |
| 27. Determinación de color de grano | 55 |

INDICE DE ANEXOS

| ANEXO | PÁGINA |
|---|---------------|
| 1 Datos de 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) colectadas en Nicaragua | 41 |
| 2 Plano de campo | 42 |
| 3. Rendimiento en kg/parcela de 20 accesiones de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019 | 43 |
| 4 Guía de descriptores de maíz (<i>Zea mays</i> L.) | 43 |
| 5. Cuadro de colores Munsell Book of color, del descriptor (CIAT) Centro Internacional de Agricultura Tropical | 56 |

RESUMEN

El presente trabajo de Investigación, se realizó con la finalidad de estudiar el comportamiento de accesiones de maíz criollo (*Zea mays* L.) colectados en diferentes departamentos del país, el ensayo se estableció en época de postrera del año 2018 en el Centro de Experimentación y Validación de Tecnología Las Mercedes (CEVT), el objetivo del estudio consistió en caracterizar y evaluar preliminarmente 20 accesiones de maíz. (*Zea mays* L.). Se registraron datos de 17 descriptores cuantitativos y 11 cualitativos, de acuerdo a un compendio obtenido del manual gráfico para la descripción varietal de Maíz de la secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA) y del Centro Internacional de Agricultura Tropical, publicación (CIAT) 2 referentes a descriptores de plántula, 5 de tallo, 5 de hojas, 2 de espiga, 5 de floración y 9 en la cosecha; se calculó media, desviación estándar y coeficiente de variación, además se realizó un análisis multivariado de conglomerado, las accesiones se aglomeran en 2 grupos bien definidos. Las accesiones que expresaron mayor rendimiento en comparación al testigo fueron las accesiones 41 con 2050 kg ha⁻¹, 348 con 2116 kg ha⁻¹ y 351 con 1933 kg ha⁻¹.

Palabras claves: cosecha, variedades, descriptor, maíz criollo.

ABSTRACT

The present research work was carried out with the purpose of studying the behavior of accessions of Creole corn (*Zea mays* L.) collected in different departments of the country, the trial was established at the end of 2018 in the Experimentation Center and Technology Validation Las Mercedes (CEVT), the objective of the study was to characterize and preliminary evaluate 20 accessions of corn. (*Zea mays* L.). Data from 17 quantitative and 11 qualitative descriptors were recorded, according to a compendium obtained from the graphic manual for the Maize varietal description of the secretary of agriculture, livestock, rural development, fisheries and food (SAGARPA) and the International Center for Tropical Agriculture , publication (CIAT) 2 referring to seedling, 5 stem, 5 leaf, 2 spike, 5 flowering and 9 in the crop descriptors; mean, standard deviation and coefficient of variation were calculated, in addition a multivariate cluster analysis was performed, the accessions are grouped into 2 well-defined groups. The accessions that expressed greater performance compared to the control were accessions 41 with 2050 kg ha⁻¹, 348 with 2116 kg ha⁻¹ and 351 with 1933 kg ha⁻¹.

Keywords: harvest, varieties, descriptor, Creole corn.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es una planta originaria de América y uno de los alimentos de mayor Consumo popular en el continente. (Reyes C.P, 1990), Juega un papel importante en el ámbito mundial, ocupa el tercer lugar entre los cereales trigo y arroz y se cultiva en muchos países. En Nicaragua, constituye uno de los cultivos básicos, no sólo por la superficie destinada a la producción sino por sus múltiples usos y la capacidad de asociarse con otros cultivos que son utilizados como abono verde, forraje y en muchos casos como alimento, (Juggenheimer, 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, 2004) 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 (Lacayo, 2012)

Los productores nacionales enfrentan diversas problemáticas las cuales no contribuyen a mejorar su situación entre ellas el factor financiero, otro de los problemas a considerarse es el desconocimiento del comportamiento productivo y adaptación de variedades de polinización libre e híbridos por parte de los agricultores que no son atendidos por instituciones oficiales, organismos no gubernamentales empresas privadas o asistencia técnica y cooperativa (INTA, 2001)

En América, se encuentran más del 90% de todas las razas conocidas de maíz. Se han descrito en el continente 260 razas, (Goodman & Brown, 1998).Las razas de maíz fueron descritas después de haber colectado toda la diversidad de cada uno de los países de Latinoamérica y el Caribe en un proceso que duró aproximadamente 20 años, en las décadas de los 40 y 60 (Chavez, 2003)

La diversidad del maíz se ha clasificado en razas, éstas se diferencian por su morfología, fenología y adaptación, además, evolucionan en el contexto de las culturas. La selección artificial juega un papel muy importante en la adaptación de las razas a los ecosistemas y

sistemas de producción y en la especialización para los múltiples usos culturales (Chavez, 2003)

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 (Juggenheimer, 1990)

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.

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, 2009), Con el presente trabajo se espera ampliar la información existente de las accesiones de maíz 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.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar y evaluar preliminarmente 20 accesiones de maíz criollo conservado en el Banco Nacional de Germoplasma INTA, utilizando estadística descriptiva para 17 caracteres cuantitativos y 11 cualitativos.
- Establecer similitudes y diferencias entre las accesiones sometidas a un análisis de conglomerado.
- Comparar el rendimiento relativo de cada una de las accesiones en comparación con el testigo.
- Identificar la accesión más promisoría para futuras investigaciones

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del ensayo

El presente experimento se realizó en el Centro de Experimentación y Validación de Tecnología (C.E.V.T) 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°10'14" a 12°08'05" de latitud Norte y 86°10'22" a 86°09'44" longitud Oeste, a 56 msnm (INETER, 2018) El ensayo se llevó a cabo entre los meses de noviembre 2018 a marzo de 2019.



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

3.2 Descripción del suelo

Según Villanueva (1990) el suelo donde se realizó el experimento pertenece a la serie Las Mercedes derivados de cenizas volcánicas catalogado 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.

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% y un promedio de duración de 8.83 horas luz (Figuras 2 y 3)

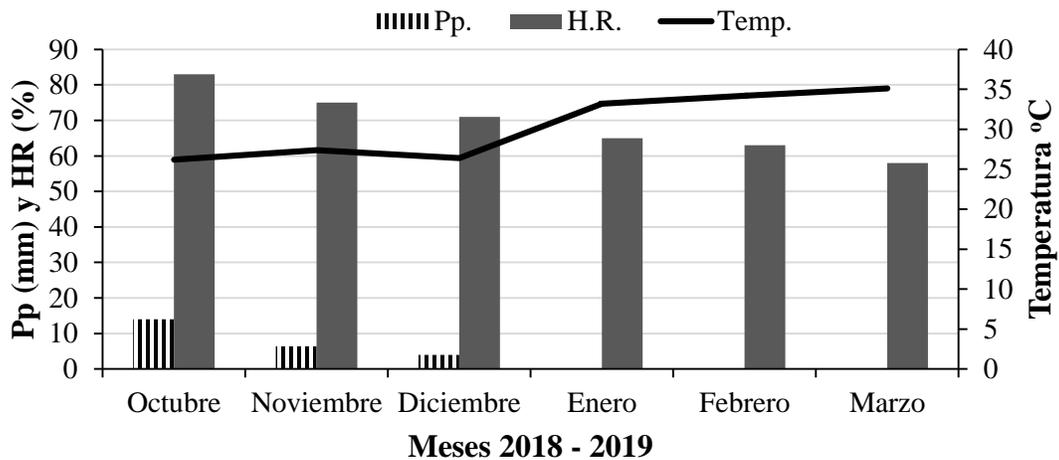


Figura 2. Promedios de Temperatura (Temp), Humedad relativa (HR) y Precipitación (Pp). INETER, 2019.

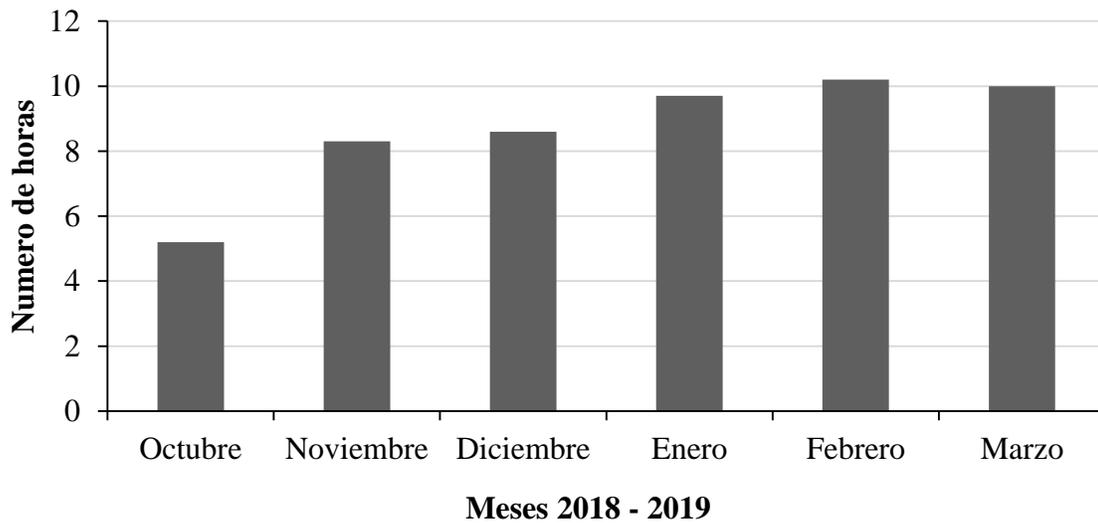


Figura 3. Valores medios de duración del día. INETER, 2019

3.3 Material biológico

El material biológico está constituido por 20 variedades de maíz colectadas en diferentes zonas de Nicaragua, en los años de 2014, 2016 y 2017. En el cuadro 1 se presentan los datos de los materiales sometidos a estudio. A cada accesión se le asigna un número de identificación cuando entra al Banco de Germoplasma.

Cuadro 1. Datos de 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) colectadas en Nicaragua

| # | Accesión | Nombre local | Dpto | Municipio | Altitud (msnm) | Pp anual (mm) |
|----|----------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|---------------|
| 1 | 340 | Elote Rosado | Matagalpa | Esquipulas | 489 | 1400 |
| 2 | 341 | Olotillo Blanco | Matagalpa | Esquipulas | 489 | 1400 |
| 3 | 342 | Maicillo Pujagua | Matagalpa | San Isidro | 483 | 1400 |
| 4 | 336 | Agapeño | Leon | Telica | 144 | 1100 |
| 5 | 343 | Maíz Blanco | Nueva Segovia | Mozonte | 692 | 1100 |
| 6 | 335 | Maquina | Jinotega | Sn Sebastián de yali | 862 | |
| 7 | 344 | Olote Rosado | Esteli | Sn.Juan.de Limay | 50 | 820 |
| 8 | 345 | Amarillo Criollo | Esteli | Sn.Juan de Limay | 350 | 820 |
| 9 | 38 | Chinandega | Esteli | Condega | 588 | 821 |
| 10 | 337 | Catacama Acriollado | Estelí | Condega | 588 | 821 |
| 11 | 41 | Olote Rojo | Estelí | Condega | 588 | 700 |
| 12 | 346 | Olotillo | Estelí | Sn.Juan de Limay | 350 | 820 |
| 13 | 347 | Olotillo | Estelí | Sn.Juan.de.Limay | 350 | 820 |
| 14 | 348 | NB6 Acriollado | León | La paz centro | 267 | 800 |
| 15 | 349 | Amarillo | León | Nagarote | 175 | 800 |
| 16 | 350 | Olotillo amarillo | Rio san Juan | San Carlos | 59 | 2500 |
| 17 | 351 | Maiz Blanco | Zelaya central | Nueva Guinea | 200 | 3500 |
| 18 | 352 | Olotillo Salvadoreño | Chinandega | Sn.Fco.del N | 530 | 900 |
| 19 | 353 | Viejano Cuarenteño | Chinandega | Somotillo | 51 | 900 |
| 20 | 354 | Amarillo | Chinandega | Somotillo | 51 | 900 |

3.4 Variables evaluadas

Para la caracterización y evaluación preliminar de las accesiones de maíz se registraron datos de 2 caracteres para descripción de la plántula, 5 para tallo y hojas, 7 de floración, 9 de cosecha obtenidos del descriptor manual gráfico para la descripción varietal de maíz establecida por la secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA, s.f.) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical, publicación (CIAT) Los que se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Caracteres a evaluar en la caracterización y evaluación de 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en época de postrera de noviembre 2018 a marzo 2019

| Caracteres Cualitativos | Caracteres Cuantitativos |
|---|--|
| Plántula | |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coleóptilo ▪ Coloración de la vaina por antocianina | |
| Tallo | |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coloración de nudos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Altura de la planta (cm) ▪ Diámetro de la planta (cm) ▪ Altura de la mazorca predominante (cm) ▪ Numero de nudos por planta |
| Hoja | |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pubescencia en la vaina de la hoja ▪ Color de la lámina | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ancho de la lámina de la hoja de la mazorca superior (cm) ▪ Numero de hojas por plantas ▪ Angulo de la hoja de la mazorca superior |
| Floración | |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coloración de antocianinas de las anteras ▪ Coloración de antocianinas de las glumas ▪ Coloración de antocianinas de las estigmas | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Longitud del péndulo (cm) ▪ Longitud del eje principal (cm) ▪ Inflorescencia masculina ▪ Inflorescencia femenina |
| Cosecha | |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma de la mazorca superior ▪ arreglo de hileras de granos en la mazorca ▪ Color del grano en la mazorca superior (apariencia, externa, sin desgranar) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de mazorcas por planta ▪ Numero de hileras de grano en la mazorca superior ▪ Número de granos por hilera en la mazorca superior ▪ Longitud de la mazorca (cm) ▪ Diámetro de la mazorca (cm) ▪ Rendimiento. |

3.5 Diseño experimental

El experimento se estableció en un diseño preliminar sin repeticiones, en surcos de 6 m de longitud y distancia de 20 cm entre planta y 1 m entre surcos, enumerados de Oeste a Este. Cada surco estaba conformado por un material y entre cada diez accesiones se sembró un surco testigo de la variedad Nutrinta Amarillo el cual se consideró como testigo. Con un área total del ensayo de.156m².

3.6 Análisis de la información

Los datos a obtener se registraron 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:

Donde,

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

RR= Rendimiento relativo

RA= Rendimiento de la accesión

XRT= Promedio de testigo (los dos más cercanos)

3.7 Manejo agronómico

El ensayo se estableció en el mes de noviembre del 2018 de manera manual colocando tres semillas por golpe, días después se efectuó un raleo dejando una distancia entre planta de 20 cm y 1 m entre surco.

La preparación del suelo consistió en la limpia del terreno con azadón se formaron los surcos para establecer la siembra. Se estableció riego complementario por goteo utilizando una tubería principal de 1^{1/2} pulgada de diámetro, cinta de riego con goteros integrados cada diez centímetros se aplicó dos horas de riego en horas de la mañana y tarde en todo el ciclo.

La fertilización se efectuó a razón de 90 kg ha⁻¹ con la fórmula completa 12-30-10 al momento de la siembra y 90 kg ha⁻¹ de urea 46% a los 25 días después de la siembra y a los 45 días.

El manejo de maleza se realizó semanalmente, de manera manual machete, azadón y aplicando herbicidas sintéticos (una sola aplicación), con Glifosato (*Fosfonometil*) en dosis de 200 cc por bomba de mochila de 20 litros.

Con respecto al manejo de insectos plagas y enfermedades, se realizó un monitoreo semanalmente para identificar cuáles eran los principales insectos y patógenos perjudiciales en este cultivo, para el control de plagas como cogollero (*Spodoptera* sp) se aplicó insecticidas como cazador 35 SC (*Imidacloprid*) y para el manejo de enfermedades se utilizó Spintor 480 SC (*spinosad*.) ambos en dosis de 20 cc por bomba de mochila.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

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

La mayoría de los caracteres de importancia en el maíz son de naturaleza cuantitativa y están controlados por un gran número de genes (Juggenheimer, 1990), los cuales pueden interactuar con el medio ambiente (Maya, 1995)

4.1.1 Caracteres cualitativos de la plántula

Coleóptilo

Este carácter, está referido al color de las hojas durante la emergencia de la semilla a través del suelo, (Abendroth & eat al, 2011) Una adecuada germinación no garantiza la emergencia exitosa del cultivo de maíz, para ello el coleóptilo debe alcanzar la superficie del suelo antes de que las hojas que tiene en su interior se expandan.

En el descriptor color de coleóptilo hay variabilidad ya que el 45% de las accesiones presentaron color verde, el 5% morado y el 50 % presento más de un color (Cuadro 3). Información de coleóptilo, (Lopez B. , 1991) menciona que la emergencia es un proceso biológico y complejo, donde interviene la variedad de la semilla y sus propiedades germinativas y factores ambientales.

Color de la vaina por antocianinas

Las antocianinas son responsables de la gama de colores que abarcan desde el rojo hasta el azul y estas están presentes en diferentes órganos de las plantas (Aguilera, Reza, Chew, &, & Meza, 2011)

En color de la vaina presento variabilidad entre las accesiones ya que el 35 % de las accesiones presentaron color morado, 60 % color verde y el 5% de las accesiones presento colores variables verde y morado. (Cuadro 3).

Estudios realizados por el instituto de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuario encontró colores de vaina entre 50% verde medio y 50% verde oscuro. (INIFAP, 2005).

Cuadro 3. Caracteres cualitativos de la plántula en 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019

| Accesión | Color de Coleóptilo | Accesión | Color de vaina |
|----------|---------------------|----------|----------------|
| 340 | 1,2 | 340 | 2 |
| 341 | 1,2 | 341 | 1 |
| 342 | 1,2 | 342 | 1 |
| 336 | 1,2 | 336 | 1 |
| 343 | 1 | 343 | 1 |
| 335 | 1 | 335 | 2 |
| 344 | 1 | 334 | 2 |
| 345 | 1 | 345 | 2 |
| 38 | 2 | 38 | 2 |
| 337 | 1,2 | 337 | 2 |
| 41 | 1,2 | 41 | 2 |
| 346 | 1 | 346 | 1 |
| 347 | 1,2 | 347 | 1 |
| 348 | 1 | 348 | 2 |
| 349 | 1 | 349 | 1 |
| 350 | 1 | 350 | 1 |
| 351 | 1,2 | 351 | 1 |
| 352 | 1,2 | 352 | 1,2 |
| 353 | 1,2 | 353 | 2 |
| 354 | 1 | 354 | 2 |

Nota: códigos color predominante del coleóptilo, cuadro de colores Munsell Book of color, descriptor (CIAT) 1 (Verde: 45), 2 (Morado: 23)
Códigos de color de vaina: 1 (Verde: 45), 2 (Morado: 23)

4.1.2 Caracteres de tallo

Caracteres cuantitativos del tallo

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

En este estudio se registraron datos de cuatro caracteres cuantitativos presentes en el tallo y se obtuvo que el más variable fue altura de la mazorca con un coeficiente de variación de 35.26 % y de menor variabilidad el carácter altura de la planta con 2.70 %. Los coeficientes de variación de este estudio fueron superiores a los encontrados por (Flores, & Kuan., 2012), los cuales obtuvieron coeficientes de variación de 28.91%. (Cuadro 4,5)

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 (Loaisiga, 1990) que evaluó cultivares nicaragüenses de maíz para el carácter altura de mazorca y altura de planta. Lo que demuestra que el ambiente influyo en la variación de la altura de la mazorca) (oscilando el rango entre 55 y 285 cm altura de la mazorca)

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 E., 1993).

Para altura de planta la media general fue de 158.86 cm con una desviación estándar de 28.05 y un rango de 100. 25cm a 206. 60 cm. La accesión en promedio más alta registrada fue la 351 con 197.04 cm y la más baja fue la 342 con 116.91cm. Para el coeficiente de variación tenemos que la accesión con mayor variación fue la 38 con 26.78 % y de menor variación la 352 con 14.09 % (Cuadro 4)

Las mayores alturas se registraron en los materiales originarios de Nueva guinea y Rio san Juan, zonas de alta precipitación, y van desde, 3500 mm 2500 mm anuales. , este resultado coincide con el de (Loaisiga, 1990) 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, (Garcia & Watson, 2003)

En la variable diámetro de tallo la media general fue de 1.31 cm con desviación estándar de 0.35 La accesión con los promedios de diámetro de tallo más alta fue la 346 con 1.61 cm y la más baja fue la 349 con 1.10 cm. La accesión con mayor coeficiente de variación fue la 336 con 32.73 % y menor la 352 con 14.19 % . (Cuadro 4)

Los resultados de este estudio fueron inferiores a los obtenidos por (Castro & Garay, 2005) quienes obtuvieron promedios de diámetro de tallo entre 3.86 y 2,84.

Cuadro 4. Caracteres cuantitativos del tallo en 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las mercedes) 2019

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

Altura a la mazorca

| Accesión | Altura de planta (cm) | | | Diámetro de planta (cm) | | |
|----------|-----------------------|-------|--------|-------------------------|--------|-------|
| | MED | CV | DEST | MED | CV | DEST |
| 340 | 163.53 | 24.37 | 39.854 | 1.41 | 15.07 | 0.212 |
| 341 | 174.82 | 14.03 | 24.52 | 1.18 | 20.65 | 0.24 |
| 342 | 116.91 | 15.12 | 17.68 | 1.18 | 20.65 | 0.24 |
| 336 | 171.03 | 16.12 | 27.58 | 1.18 | 32.73 | 0.65 |
| 343 | 162.11 | 18.11 | 29.366 | 1.61 | 15.27 | 0.25 |
| 335 | 175.56 | 15.92 | 27.96 | 1.29 | 15.56 | 0.20 |
| 344 | 146.57 | 15.56 | 22.81 | 1.33 | 18.593 | 0.247 |
| 345 | 137.67 | 21.85 | 30.08 | 1.14 | 14.769 | 0.168 |
| 38 | 139.96 | 26.78 | 37.48 | 1.40 | 21.924 | 0.306 |
| 337 | 137.13 | 20.60 | 28.24 | 1.32 | 21.868 | 0.289 |
| 41 | 162.82 | 18.76 | 30.54 | 1.15 | 14.840 | 0.170 |
| 346 | 166.48 | 20.79 | 34.62 | 1.75 | 16.73 | 2.687 |
| 347 | 158.77 | 2.70 | 4.29 | 1.27 | 18.176 | 0.230 |
| 348 | 144.24 | 14.79 | 21.33 | 1.26 | 14.531 | 0.182 |
| 349 | 152.4 | 18.48 | 28.17 | 1.10 | 16.164 | 0.178 |
| 350 | 185.31 | 18.15 | 33.64 | 1.16 | 14.645 | 0.170 |
| 351 | 197.04 | 21.43 | 42.23 | 1.33 | 19.111 | 0.255 |
| 352 | 173.55 | 14.09 | 24.46 | 1.16 | 14.190 | 0.164 |
| 353 | 157.55 | 16.05 | 25.29 | 1.15 | 15.353 | 0.176 |
| 354 | 153.73 | 20.09 | 30.89 | 1.18 | 16.410 | 0.193 |
| General | 158.86 | 17.69 | 28.05 | 1.31 | 23.68 | 0.35 |

(Cantarero & Martinez, 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 49.38 cm con desviación estándar de 11.14 cm. La accesión con mazorca más alta fue la 351 con 83.71 cm y la más baja fue la 342 con 30.45 cm. La accesión con mayor coeficiente de variación fue la 345 con 35.36% y menor variación la 41 con 16.20% (Cuadro 5)

(Loaisiga, 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 sustenta la aseveración mencionada por Loáisiga, ya

que las accesiones originarias del departamento de Estelí donde un conjunto de condiciones son similares a las descritas en su experimento, son las que registran las mayores alturas de mazorca.

Número de nudos

Según (Blessing y Hernandez, 2009) las altas densidades de siembra y la competencia por luz con las malezas provoca entre nudos más largos y plantas más altas, reduciendo el grosor de los tallos y aumentando las posibilidades de acame de las planta.

El número de nudos presentó media general de 17.77 nudos y desviación estándar de 3.06 La accesión con mayor número de nudos promedio fue la 351 con 21.07 nudos por planta y la menor con 13.96 nudos fue la 342. El coeficiente de variación mayor lo registró la accesión 334 con 23.97 % y el menor la 347 con 6.98% (Cuadro 5).

El número de nudos es un carácter que está relacionado con la altura de la planta, ya que las accesiones que presentaron las mayores alturas, también registraron la mayor cantidad de nudos.

Cuadro 5. Caracteres cuantitativos del tallo en 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las mercedes) 2019

| Accesión | Altura a la mazorca (cm) | | | Número de nudos | | |
|----------|--------------------------|-------|-------|-----------------|-------|------|
| | MED | CV | DEST | MED | CV | DEST |
| 340 | 57.73 | 16.62 | 9.60 | 17.81 | 18.13 | 3.23 |
| 341 | 65.86 | 22.29 | 14.68 | 20.59 | 14.96 | 3.08 |
| 342 | 30.45 | 35.26 | 10.74 | 13.96 | 10.47 | 1.46 |
| 336 | 57.79 | 24.62 | 14.23 | 20.10 | 17.80 | 3.58 |
| 343 | 50.78 | 28.48 | 14.46 | 21.00 | 18.60 | 3.91 |
| 335 | 49.07 | 31.03 | 15.22 | 18.25 | 19.96 | 3.64 |
| 344 | 36.57 | 30.18 | 11.04 | 15.50 | 23.97 | 3.72 |
| 345 | 34.13 | 35.36 | 12.07 | 16.20 | 14.23 | 2.31 |
| 38 | 47.41 | 21.55 | 10.22 | 16.50 | 22.25 | 3.67 |
| 337 | 35.70 | 29.77 | 10.63 | 15.04 | 21.43 | 3.22 |
| 41 | 65.71 | 16.20 | 10.64 | 16.96 | 19.42 | 3.29 |
| 346 | 63.87 | 16.31 | 10.42 | 17.13 | 19.06 | 3.27 |
| 347 | 56.38 | 5.57 | 3.14 | 19.00 | 6.98 | 1.33 |
| 348 | 41.86 | 20.54 | 8.60 | 16.93 | 12.42 | 2.10 |
| 349 | 46.13 | 25.22 | 11.64 | 16.27 | 18.36 | 2.99 |
| 350 | 70.68 | 20.95 | 14.81 | 19.93 | 17.89 | 3.57 |
| 351 | 83.71 | 21.02 | 17.60 | 21.07 | 17.60 | 3.71 |
| 352 | 48.64 | 20.53 | 9.98 | 18.73 | 15.31 | 2.87 |
| 353 | 48.93 | 26.52 | 12.98 | 17.28 | 15.46 | 2.67 |
| 354 | 52.04 | 26.19 | 13.63 | 17.12 | 20.86 | 3.57 |
| General | 49.38 | 24.18 | 11.14 | 17.77 | 17.26 | 3.06 |

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

Caracteres cualitativos del tallo

Color predominante (color de nudos)

El tallo está formado por una asociación de nudos y entrenudos pudiendo tener entre 8 y 24, en dirección opuesta se encuentran las yemas. La cantidad total de nudos se forman entre los 30 y 37 días del ciclo, y su número está relacionado con la variedad, la edad y las condiciones ambientales como luz y humedad (Somarriba, Texto granos basicos UNA., 1998)

El color de los nudos es una característica varietal relacionada con la pigmentación del tallo y la planta en general. El 90% de las accesiones presentaron colores variables ya que

registraron más de un color y solamente las accesiones 343 mostro color verde limón y 352 color verde normal. (Cuadro 6)

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

Cuadro.6. Caracteres cualitativos del tallo en 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT) Finca Las mercedes 2019

| Accesión | Color de nudos | Accesión | Color de nudo |
|----------|----------------|----------|---------------|
| 340 | 3,5,7 | 41 | 3,5,7 |
| 341 | 5,3 | 346 | 3,5,7 |
| 342 | 1,3,5 | 347 | 3,5,9 |
| 336 | 5,3,7 | 348 | 3,5 |
| 343 | 1 | 349 | 3,5,7,9 |
| 335 | 3,5 | 350 | 1,3,5 |
| 344 | 3,5 | 351 | 3,5,7 |
| 345 | 3,5 | 352 | 3 |
| 38 | 3,5,9,1,7 | 353 | 3,5,9 |
| 337 | 1,3,5 | 354 | 3,5 |

Nota. Códigos de color de nudos, según descriptor CIAT 1,3(verde, “37, 38”), 5 (Rojo “5”), 7 (Morado “2”), 9 (Café “53”)

4.1.3 Caracteres de hoja

Caracteres cuantitativos de hoja

Las hojas son órgano vegetales que nacen en el 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 (Loasiga, 2002).

El carácter ángulo de hoja de la mazorca superior se mostró como el más variable con un coeficiente de variación de 25.18 % y el menos variable con apenas 18.14 % es el ancho de la lámina de la mazorca superior.

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

La media general para ancho de la hoja en la mazorca superior fue de 6.60 cm con desviación estándar de 1.70 cm y un rango dentro de las accesiones de 4.58 cm a 8.78 cm. (Cuadro 7).

La accesión que presentó el mayor ancho de hoja fue la 340 con 8.27 cm y la menor con 4.86 cm fue la accesión 342. Respecto al coeficiente de variación el mayor lo registró la accesión 353 con 27.96 % de variación y la 350 con 8.23% como menor. (Cuadro 7).

Para el carácter número de hojas por planta la media general fue de 19.26 con desviación estándar de 3.05, fluctuando un rango de 14.25 y 25.20. El mayor número de hojas lo registró la accesión 351 con 23.07 y de menor ancho la 342 con 15.96. La accesión con mayor coeficiente de variación fue la 38 con 19.84 %, y la menor con 6.23 % la accesión 347. (Cuadro 7)

Para el carácter ángulo de la mazorca en la hoja superior, la media general registrada fue de 25.25 con una desviación estándar de 6.15, fluctuando un rango 15.35 y 35.85 grados. El mayor ángulo de mazorca lo registro la accesión 342 con 32.48 y de menor ángulo 347 con 17.85. La accesión con mayor coeficiente de variación fue la 341 con 36.30, y la menor con 13.43 la accesión 352.

Según (Loaisiga, 1990) las plantas con mejor porte son aquellas que presentan un ancho de hoja 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 la presente investigación el 50 % de las accesiones presentaron estas características de hoja.

En la cuadro 7 se reflejan los datos estadísticos básicos para tres caracteres cuantitativos de hoja en 20 accesiones de maíz.

La hoja es el principal órgano para la realización de la fotosíntesis en la planta y la concentración de nutrientes en la misma, influyen en el crecimiento y rendimiento del cultivo (Barahona & Gago, 1996)

Todas las hojas de las plantas se forman durante los primeros 30 a 37 días de edad y se desarrollan antes que otros órganos superficiales como el tallo, las hojas se diferencian por tamaño, color y pilosidad, su número está influenciado por la densidad poblacional. Además, esta variación se encuentra relacionada con la variedad, edad y las condiciones ambientales como luz y humedad (Somarriba, 1998)

Cuadro 7. Caracteres cuantitativos de la hoja en 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019

| Accesión | Ancho de hoja de la mazorca superior | | | Número de hoja | | | Angulo en la hoja de la mazorca superior(g) | | |
|----------|--------------------------------------|-------|------|----------------|-------|------|---|-------|------|
| | MED | CV | DEST | MED | CV | DEST | MED | CV | DEST |
| 340 | 8.27 | 16.46 | 1.36 | 19.81 | 16.30 | 3.23 | 29.33 | 22.71 | 6.66 |
| 341 | 6.86 | 22.84 | 1.57 | 22.50 | 13.63 | 3.07 | 20.59 | 36.30 | 7.47 |
| 342 | 4.86 | 17.14 | 0.83 | 15.96 | 9.16 | 1.46 | 32.48 | 19.78 | 6.42 |
| 336 | 8.05 | 17.67 | 1.42 | 21.86 | 14.96 | 3.27 | 26.44 | 30.58 | 8.09 |
| 343 | 6.06 | 24.92 | 1.51 | 23.00 | 16.98 | 3.91 | 18.33 | 35.03 | 6.42 |
| 335 | 7.63 | 19.41 | 1.48 | 20.38 | 18.70 | 3.81 | 25.31 | 31.13 | 7.88 |
| 344 | 5.71 | 23.20 | 1.33 | 17.50 | 21.23 | 3.72 | 21.67 | 27.92 | 6.05 |
| 345 | 5.20 | 17.73 | 0.92 | 18.20 | 12.67 | 2.31 | 27.87 | 24.75 | 6.90 |
| 38 | 5.68 | 17.50 | 0.99 | 18.50 | 19.84 | 3.67 | 26.43 | 18.53 | 4.90 |
| 337 | 7.28 | 21.59 | 1.57 | 17.04 | 18.91 | 3.22 | 28.36 | 22.15 | 6.28 |
| 41 | 7.16 | 8.72 | 0.62 | 18.96 | 17.37 | 3.29 | 27.14 | 24.84 | 6.74 |
| 346 | 7.04 | 10.90 | 0.77 | 19.05 | 16.95 | 3.23 | 25.04 | 25.67 | 6.43 |
| 347 | 7.27 | 10.70 | 0.78 | 21.04 | 6.23 | 1.31 | 17.85 | 35.36 | 6.31 |
| 348 | 7.59 | 18.48 | 1.40 | 18.93 | 11.11 | 2.10 | 22.07 | 29.51 | 6.51 |
| 349 | 5.67 | 22.78 | 1.29 | 18.27 | 16.35 | 2.99 | 27.13 | 16.06 | 4.36 |
| 350 | 7.29 | 8.23 | 0.60 | 21.93 | 16.26 | 3.57 | 24.85 | 22.59 | 5.61 |
| 351 | 7.58 | 14.51 | 1.10 | 23.07 | 16.08 | 3.71 | 29.46 | 18.18 | 5.36 |
| 352 | 5.73 | 17.62 | 1.01 | 20.73 | 13.83 | 2.87 | 26.82 | 13.43 | 3.60 |
| 353 | 5.34 | 27.96 | 1.49 | 19.28 | 13.86 | 2.67 | 27.90 | 15.78 | 4.40 |
| 354 | 5.72 | 24.48 | 1.40 | 19.12 | 18.68 | 3.57 | 20.00 | 33.33 | 6.67 |
| General | 6.60 | 18.14 | 1.17 | 19.76 | 23.21 | 3.05 | 25.25 | 25.18 | 6.15 |

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

Caracteres cualitativos de la hoja en la mazorca superior

Pubescencia en la vaina de la hoja

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, s.f.).

La pubescencia en la vaina de la hoja mostró variabilidad ya que se observó un promedio de 95% entre ausentes o muy escasas, escasas, intermedias y abundantes, en cambio la accesión 351 se caracterizó por presentar pubescencia totalmente escasa.

(Loaisiga, 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 de la hoja

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes.

En el color de la hoja se encontró variabilidad donde el 90% de las accesiones presentaron color verde limón, verde medio y verde oscuro, las accesiones 341 y 342 presentaron color verde medio.

Cuadro 8. Caracteres cualitativos de la hoja de la mazorca superior en 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019

| Accesión | Pubescencia | Color de lámina |
|----------|-------------|-----------------|
| 340 | 1,3,5 | 2,3 |
| 341 | 1,3,5 | 2 |
| 342 | 3,5,7 | 2 |
| 336 | 1,3,5,7 | 1,2,3 |
| 343 | 1,3,5,7 | 1,2,3 |
| 335 | 3,5 | 1,2,3 |
| 344 | 1,3 | 1,2,3 |
| 345 | 1,3 | 2,3 |
| 38 | 1,3,5,7 | 1,3 |
| 337 | 1,3,5 | 2,3 |
| 41 | 1,3,5,7 | 1,2,3 |
| 346 | 3,5 | 1,2,3 |
| 347 | 3,5,7 | 1,2,3 |
| 348 | 1,3,5 | 1,2,3 |
| 349 | 1,3,5 | 2,3 |
| 350 | 3,5,7 | 2,3 |
| 351 | 3 | 2,3 |
| 352 | 3,5 | 2,3 |
| 353 | 3,5 | 2,3 |
| 354 | 3,5 | 1,2,3 |

Nota. Códigos de la pubescencia en la vaina de la hoja, 1 (Ausente o muy escasa), 3 (Escasa), 5 (Intermedia) 7 (Abundante).

Códigos color de la lámina, 1 (Verde limón), 2 (Verde medio), 3 (Verde oscuro), 4 (Rojiza), 5 (Morada)

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 (Loasiga, 2002).

En el presente estudio la Longitud del pedúnculo se registra como el carácter más variable con coeficiente de variación de 50.8 %, los resultados de este estudio no coincidieron con los obtenidos por (Flores, & Kuan., 2012) que obtuvieron la mayor variabilidad con un coeficiente de 87.69 %. (Lopez, 1997) Asegura que el ambiente es un factor importante en la expresión de esta variable. Para el carácter Longitud de la espiga se presentó como menos variable con coeficiente de variación de 18.99.

Longitud de pedúnculo

La longitud de pedúnculo mostró media general de 7.09 cm con desviación estándar de 3.53 y un rango entre 1.75 y 15.15 cm.

En la accesión 352 se registró la mayor longitud de pedúnculo con 12.45 cm, la 41 con 4.46 cm es la de menor promedio en cuanto a la expresión de este carácter. La mayor variabilidad se expresa en la accesión 337 con 76.32 % de coeficiente de variación y la accesión 344 registro el menor coeficiente de variación con 31.2 % (Cuadro 9).

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

Longitud del eje central (Espiga)

Para longitud de la espiga la media general fue de 25.88 cm con desviación estándar de 4.88 cm y presentando un rango dentro las accesiones de 15.35 cm a 34.35cm. La espiga en promedio más larga se registró en la accesión 352 con 30 cm y la 345 obtuvo 21.64 cm.

La variación que se consiguió como más alta con 31.54 % de coeficiente fue la accesión 343 y con el menor la 349 que alcanzó el 13.19 % (Cuadro 9).

(Mendoza y Gaitan, (2013) Caracterizaron 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 19 % se confirma lo propuesto por Mendoza y Gaitán.

Cuadro 9. Caracteres cuantitativos de la espiga en 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019

| Accesión | Longitud del pedúnculo (cm) | | | Longitud del eje central (cm) | | |
|----------|-----------------------------|-------|------|-------------------------------|-------|------|
| | MED | CV | DEST | MED | CV | DEST |
| 340 | 6.74 | 46.90 | 3.16 | 28.00 | 17.70 | 4.96 |
| 341 | 6.68 | 40.63 | 2.71 | 27.86 | 12.93 | 3.60 |
| 342 | 6.39 | 39.40 | 2.52 | 22.39 | 12.76 | 2.86 |
| 336 | 5.31 | 44.19 | 2.35 | 27.97 | 14.41 | 4.03 |
| 343 | 4.56 | 51.61 | 2.35 | 22.89 | 31.54 | 7.22 |
| 335 | 5.44 | 46.51 | 2.53 | 28.19 | 19.00 | 5.36 |
| 344 | 8.29 | 31.20 | 2.58 | 24.71 | 16.60 | 4.10 |
| 345 | 8.43 | 50.49 | 4.26 | 21.50 | 21.64 | 4.65 |
| 38 | 6.13 | 65.01 | 3.98 | 24.17 | 20.59 | 4.98 |
| 337 | 4.71 | 76.32 | 3.59 | 27.75 | 17.63 | 4.89 |
| 41 | 4.46 | 54.69 | 2.44 | 25.75 | 24.64 | 6.35 |
| 346 | 6.96 | 50.63 | 3.52 | 25.04 | 20.27 | 5.08 |
| 347 | 9.27 | 54.89 | 5.09 | 24.62 | 15.12 | 3.72 |
| 348 | 6.41 | 68.03 | 4.36 | 27.62 | 14.75 | 4.07 |
| 349 | 8.53 | 47.68 | 4.07 | 25.07 | 13.19 | 3.31 |
| 350 | 6.52 | 44.47 | 2.90 | 29.45 | 20.85 | 6.14 |
| 351 | 5.37 | 68.74 | 3.69 | 27.74 | 22.30 | 6.19 |
| 352 | 12.45 | 40.20 | 5.01 | 30.00 | 16.73 | 5.02 |
| 353 | 11.41 | 60.99 | 6.96 | 23.41 | 25.84 | 6.05 |
| 354 | 7.69 | 33.45 | 2.57 | 23.50 | 21.34 | 5.01 |
| General | 7.09 | 50.80 | 3.53 | 25.88 | 18.99 | 4.88 |

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

4.1.5 Días a floración masculina y femenina

(Morales M. , 1998), plantea que este descriptor se registra cuando se presentan las primeras inflorescencias masculinas (panoja) en cada accesión.

Las accesiones en estudio iniciaron la floración masculina entre los 51 y 63 días después de la siembra y con desviación estándar de 2.99 y un coeficiente de variación de 5.20%. La accesión que se mostró más tardía en floración fue la 351 con 67.81 días y la que se mostró más precoz fue la 342 con 45.39 días. Con respecto a los días a floración femenina, las accesiones mostraron un rango de 54 y 64 días después de la siembra. La accesión que se mostró más tardía fue 351 con 69.33 y la más precoz fue la accesión 342 con 47.5 días. Las accesiones se consideran como tardías después de los 65 días y precoz a los entre los 42 y 45 días (Brenes, 2019).

Cuadro 10. Caracteres cuantitativos floración en 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019

| ACCESION | Días a floración masculina | | | Días a floración femenina | | |
|----------|----------------------------|------|------|---------------------------|------|------|
| | MED | CV | DEST | MED | CV | DEST |
| 340 | 63.58 | 5.51 | 3.50 | 65.40 | 6.19 | 4.05 |
| 341 | 59.32 | 3.94 | 2.34 | 60.71 | 4.17 | 2.53 |
| 342 | 45.39 | 4.29 | 1.95 | 47.05 | 4.55 | 2.14 |
| 336 | 57.86 | 9.74 | 5.64 | 60.14 | 4.59 | 2.76 |
| 343 | 60.89 | 4.22 | 2.57 | 62.67 | 4.65 | 2.92 |
| 335 | 61.44 | 4.20 | 2.58 | 63.07 | 4.26 | 2.69 |
| 344 | 54.50 | 6.14 | 3.35 | 56.21 | 5.72 | 3.21 |
| 345 | 52.13 | 4.91 | 2.56 | 54.00 | 4.02 | 2.17 |
| 38 | 54.54 | 8.22 | 4.48 | 56.00 | 7.18 | 4.02 |
| 337 | 56.33 | 5.33 | 3.00 | 58.52 | 4.97 | 2.91 |
| 41 | 60.00 | 3.85 | 2.31 | 62.04 | 3.94 | 2.44 |
| 346 | 59.83 | 4.61 | 2.76 | 61.24 | 3.01 | 1.84 |
| 347 | 56.38 | 4.05 | 2.28 | 58.19 | 4.48 | 2.61 |
| 348 | 57.62 | 4.85 | 2.80 | 59.50 | 4.59 | 2.73 |
| 349 | 54.67 | 4.62 | 2.53 | 56.47 | 4.43 | 2.50 |
| 350 | 61.34 | 3.18 | 1.95 | 63.41 | 3.31 | 2.10 |
| 351 | 67.81 | 6.18 | 4.19 | 69.33 | 5.98 | 4.15 |
| 352 | 56.45 | 3.75 | 2.11 | 58.36 | 3.85 | 2.25 |
| 353 | 55.34 | 6.06 | 3.35 | 57.14 | 6.36 | 3.63 |
| 354 | 55.65 | 6.31 | 3.51 | 57.12 | 5.47 | 3.13 |
| General | 57.55 | 5.20 | 2.99 | 59.33 | 4.79 | 2.84 |

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

Caracteres cualitativos en etapa de floración

Color de anteras

La antera es una estructura floral ubicada en la porción terminal del estambre u órgano reproductor masculino.

El color de las anteras en la etapa de floración presentó gran variabilidad debido a que el 95% de las accesiones mostraron colores entre (Amarillo, verde, rojo, morado y café), y la accesión 349 obtuvo menos variabilidad (Cuadro 11).

Color de glumas

La gluma, es una vaina estéril, externa, basal y membranosa presente en plantas gramíneas o poáceas y ciperáceas.

En el color de las glumas se encontró una gran variabilidad de fenotipos donde el 90 % se caracterizaron por color amarillo, verde, rosa, rojo y morado, las accesiones 352 y 353 presentaron 10% menos de variabilidad (Cuadro11).

Color de los estigmas

Estigma se refiere a la floración femenina, esta fase termina con la maduración del polen.
(Oscanoa & Sevilla, 2010)

En el descriptor color de los estigmas no hay mucha variabilidad ya que el 95 % de las accesiones presentaron color verde claro y rojo, y solamente la accesión 343 se caracterizó con el color rojo. (Cuadro 11).

Cuadro 11. Caracteres cualitativos en etapa de floración en 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019

| Accesión | Color de las anteras | Color de las glumas | Color de los estigmas |
|----------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| 340 | 1,3,5,7,9 | 1,2,3,4,5 | 2,4 |
| 341 | 3,1,5,7,9 | 1,2,3,5,4 | 2,4 |
| 342 | 5,1,3,7,9 | 1,2,3 | 2,4 |
| 336 | 1,3,5,7 | 2,1,3,4,5 | 2,4 |
| 343 | 1,3,5 | 2,3,1 | 4 |
| 335 | 1,3,5,7 | 1,2,3,4 | 2,4 |
| 344 | 1,3,5,7 | 2,3,4,1 | 2,4 |
| 345 | 1,3,5,7 | 2,3,4,1 | 2,4 |
| 38 | 1,3,7,9,5 | 3,4,1,2,5 | 2,4 |
| 337 | 1,5,3 | 2,3,1 | 2,4 |
| 41 | 1,3,5 | 3,2,1 | 2,4 |
| 346 | 1,3,9,5,7 | 2,3,1,4,5 | 2,4 |
| 347 | 1,3,9,5,7, | 3,1,2,4,5 | 2,4 |
| 348 | 1,3,5,7 | 2,3,1,4 | 2,4 |
| 349 | 1,7,5 | 1,3,2,4 | 2,4 |
| 350 | 1,3,5,7 | 1,2,3,4 | 2,4 |
| 351 | 3,5,1,7 | 2,3,1 | 2,4 |
| 352 | 3,5,7 | 2,3,4 | 2,4 |
| 353 | 1,3,9,5,7 | 2,3,4,5 | 2,4 |
| 354 | 3,1,5 | 2,3,1 | 2,4 |

Nota. Códigos color de las anteras, cuadro de colores Munsell Book of color, descriptor (CIAT)

1 (Amarillo “50”), 3 (Verde “45”), 5 (Rojo “6”), 7 (Morado “20”), 9 (Café “52”)

Códigos color de las glumas 1(Amarillo “50”), 2 (Verde “45”), 3 (Rosa “12”), 4 (Rojo “6”), 5 (Morado “20”)

Códigos color de estigmas 2 (Verde claro), 4 (Rojo)

Caracteres de mazorca

4.1.6 Caracteres cuantitativos de mazorca

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

En el órgano de la mazorca se estudiaron cinco descriptores, el de mayor variabilidad fue número de mazorca con un coeficiente del 42.61%, y el carácter que registro la menor variabilidad fue número de hileras con 17.75%.

Número de mazorcas

Los materiales presentaron en promedio 1.40 mazorcas, con desviación estándar de 0.61 mazorcas y un rango entre 1 y 3 mazorcas. El mayor promedio registrado fue de 343 con 1.89 mazorcas, la 334 presenta el menor con 1.07 mazorcas. El mayor coeficiente de variación registrado fue de 60.86% en la accesión 38, el menor lo registró la 344 con 24.94 %.

Estudios realizados por (Castro & Garay, 2005), encontraron número de mazorcas de 1.20 a 1.76, los resultados de estos autores fueron similares a los registrados en este estudio. (Cuadro 12).

Número de hileras

Las accesiones contaron con 10 hileras de granos promedio, desviación estándar de 1.72 hileras, y un rango entre 7-18 hileras. El mayor número de hileras se obtuvo en la accesión 340 con 13 hileras y el menor de 7 hileras en la accesión 343. El mayor coeficiente de variación es de 60% en la accesión 343 y el menor con 9.90 % registrado en la 346 (Cuadro 12).

Este carácter se relaciona con el diámetro de mazorca y depende del ambiente (Lopez, 1997) En la presente investigación los valores más altos corresponden a las mazorcas más anchas con diámetros de 4.11 y 3.63 cm

Número de granos por hilera

En este descriptor se obtuvo una media general de 24 granos, con una desviación estándar de 7.21 granos y un rango de 11 – 30 granos. El mayor número de granos promedio en una hilera es de 29.88 en la accesión 350 y 14.40 el menor registrado en la accesión 342. El coeficiente de variación más alto y lo obtuvo la accesión 345 con 47.41% y el menor con 17.51 % lo presentó la accesión 352 (Cuadro 12).

Esta variable está influenciada por factores ambientales (Juggenheimer, 1990), y según (Lopez eat al, 1993) el número de grano por hileras está relacionada con la longitud de la mazorca. En la presente investigación las mazorcas más largas presentaron el mayor número de granos.

Cuadro 12. Caracteres cuantitativos de la mazorca en 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019

| Accesión | Número de mazorcas/planta | | | Número de hileras | | | Número de granos /hilera | | |
|----------|---------------------------|-------|------|-------------------|-------|------|--------------------------|-------|-------|
| | MED | CV | DEST | MED | CV | DEST | MED | CV | DEST |
| 340 | 1.27 | 46.86 | 0.59 | 12.92 | 13.94 | 1.80 | 20.38 | 43.21 | 8.81 |
| 341 | 1.24 | 43.53 | 0.54 | 10.10 | 16.25 | 1.64 | 22.43 | 33.86 | 7.59 |
| 342 | 1.23 | 34.95 | 0.43 | 9.60 | 13.26 | 1.27 | 14.40 | 25.63 | 3.69 |
| 336 | 1.14 | 31.18 | 0.36 | 12.22 | 15.76 | 1.93 | 29.22 | 23.64 | 6.91 |
| 343 | 1.89 | 49.13 | 0.93 | 7.00 | 60.61 | 4.24 | 27.67 | 38.31 | 10.60 |
| 335 | 1.47 | 43.63 | 0.64 | 11.86 | 10.25 | 1.21 | 21.33 | 37.34 | 7.97 |
| 344 | 1.07 | 24.94 | 0.27 | 8.42 | 26.06 | 2.19 | 20.00 | 36.93 | 7.39 |
| 345 | 1.43 | 35.95 | 0.51 | 8.42 | 34.90 | 2.94 | 21.50 | 47.41 | 10.19 |
| 38 | 1.50 | 60.86 | 0.91 | 9.60 | 15.26 | 1.47 | 18.45 | 35.28 | 6.51 |
| 337 | 1.17 | 33.01 | 0.39 | 12.08 | 14.52 | 1.75 | 24.31 | 17.57 | 4.27 |
| 41 | 1.32 | 47.51 | 0.63 | 11.75 | 13.72 | 1.61 | 23.69 | 29.80 | 7.06 |
| 346 | 1.73 | 54.14 | 0.94 | 9.53 | 9.90 | 0.94 | 23.12 | 26.04 | 6.02 |
| 347 | 1.46 | 52.04 | 0.76 | 9.38 | 14.79 | 1.39 | 23.08 | 32.84 | 7.58 |
| 348 | 1.52 | 41.76 | 0.63 | 12.15 | 14.85 | 1.80 | 25.42 | 34.09 | 8.67 |
| 349 | 1.40 | 36.22 | 0.51 | 10.00 | 16.51 | 1.65 | 23.33 | 35.26 | 8.23 |
| 350 | 1.26 | 41.75 | 0.53 | 10.47 | 12.23 | 1.28 | 29.88 | 24.07 | 7.19 |
| 351 | 1.63 | 53.87 | 0.88 | 11.36 | 13.73 | 1.56 | 26.95 | 28.03 | 7.56 |
| 352 | 1.45 | 35.90 | 0.52 | 9.40 | 13.46 | 1.26 | 24.20 | 17.51 | 4.24 |
| 353 | 1.34 | 41.09 | 0.55 | 9.46 | 14.28 | 1.35 | 25.21 | 27.06 | 6.82 |
| 354 | 1.50 | 43.96 | 0.66 | 10.30 | 10.73 | 1.11 | 26.57 | 26.27 | 6.98 |
| General | 1.40 | 42.61 | 0.61 | 10.30 | 17.75 | 1.72 | 23.56 | 31.01 | 7.21 |

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

Longitud de mazorca

Las accesiones presentaron una media general de 13.78 cm, desviación estándar de 3.23 cm y rango de 8.30 a 19.30 cm. El valor más alto fue de 16.73 cm registrado en la accesión 351 y la 342 con 9.79 cm el menor. El mayor coeficiente de variación de 41.85 lo obtuvo la accesión 343 y el menor con 15.64 % la accesión 41 (Cuadro 13).

Estudios realizados por (Morales E., 1993) evaluando 21 genotipos de maíz en Nicaragua reporta mazorcas con 18 cm de largo. Estos resultados fueron superiores a los obtenidos en este estudio.

(Lopez, 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 es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del maíz y está influenciado por las condiciones ambientales (clima y suelo) y disponibilidad de nutrientes. La máxima longitud de la mazorca está relacionada con el diámetro y está en dependencia de la humedad del suelo, nitrógeno y radiación solar (Castro & Garay, 2005)

El diámetro de mazorca expresó una media general de 3.26 cm, desviación estándar de 1.01 cm y rango de 1.91 hasta 5.36 cm dentro de las accesiones. El mayor diámetro de mazorca registrado en promedio fue de 4.11 cm y lo obtuvo la accesión 336, el menor es de 2.67 cm y lo presentó la accesión 342. El coeficiente de variación mayor fue de 42.36 % lo obtuvo la accesión 343 y el menor lo registró la 352 con 17 % de variación (Cuadro 13).

(Loaisiga, 1990) Obtuvo mazorcas con diámetros de 49.4 mm. Estos resultados fueron similares a los obtenidos en este estudio.

(Lopez, 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 13. Caracteres cuantitativos de la mazorca en 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019

| Accesión | Longitud de la mazorca (cm) | | | Diámetro de mazorca (cm) | | |
|----------|-----------------------------|-------|------|--------------------------|-------|------|
| | MED | CV | DEST | MED | CV | DEST |
| 340 | 14.23 | 21.26 | 3.03 | 3.63 | 22.44 | 0.82 |
| 341 | 13.86 | 18.72 | 2.59 | 3.21 | 31.69 | 1.02 |
| 342 | 9.79 | 23.00 | 2.25 | 2.67 | 18.72 | 0.50 |
| 336 | 15.10 | 26.41 | 3.99 | 4.11 | 22.18 | 0.91 |
| 343 | 12.60 | 41.85 | 5.27 | 3.12 | 42.36 | 1.32 |
| 335 | 15.75 | 28.13 | 4.43 | 3.71 | 23.03 | 0.85 |
| 344 | 13.75 | 17.85 | 2.45 | 3.34 | 29.70 | 0.99 |
| 345 | 13.62 | 39.24 | 5.34 | 2.78 | 40.08 | 1.11 |
| 38 | 13.55 | 21.08 | 2.86 | 2.88 | 33.28 | 0.96 |
| 337 | 13.84 | 22.34 | 3.09 | 3.51 | 28.01 | 0.98 |
| 41 | 13.30 | 15.64 | 2.08 | 3.08 | 30.87 | 0.95 |
| 346 | 13.00 | 21.24 | 2.76 | 2.90 | 30.48 | 0.88 |
| 347 | 12.58 | 23.28 | 2.93 | 3.41 | 22.39 | 0.76 |
| 348 | 12.50 | 25.82 | 3.23 | 3.24 | 29.77 | 0.96 |
| 349 | 13.83 | 17.66 | 2.44 | 3.13 | 18.84 | 0.59 |
| 350 | 16.11 | 18.50 | 2.98 | 2.98 | 20.34 | 0.61 |
| 351 | 16.73 | 22.15 | 3.71 | 3.68 | 25.89 | 0.95 |
| 352 | 14.15 | 16.74 | 2.37 | 3.12 | 17.00 | 0.53 |
| 353 | 13.79 | 27.23 | 3.76 | 13.79 | 27.23 | 3.76 |
| 354 | 13.61 | 22.13 | 3.01 | 3.33 | 24.63 | 0.82 |
| General | 13.78 | 23.51 | 3.23 | 3.26 | 26.95 | 1.01 |

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

4.1. 6 Caracteres cualitativos de la mazorca (Cosecha)

Forma de la mazorca

En la presente investigación el 95% de las accesiones se encontró forma cónica, cónica cilíndrica y cilíndrica y solamente la accesión 343 presentó forma cilíndrica.

Estudios realizados por (Morales E., 1993) en 33 accesiones de maíz registro mazorcas cilíndricas y ligeramente cónicas, sin embargo, (Benavides, 1990) encontró materiales con forma cónica, en genotipos de la misma especie.

Arreglos de las hileras de grano (Disposición)

El 95 % de los materiales se caracterizaron por disposición recta, ligeramente en espiral, en espiral e irregular, la accesión 340 presento un arreglo de hileras de granos recta, (Cuadro 14). (Benavides, 1990) obtiene materiales con disposición ligeramente curva y rectas; (Morales E., 1993) solo registró mazorcas con arreglos de hileras ligeramente curvas, por el contrario (Lopez, 1997) clasifica en cuatro grupos su material.

Color de grano

En color de grano se encontró una gran variabilidad de fenotipos donde el 75% se caracterizaron por color blanco y blanco cremoso, 15% de las accesiones de grano amarillo medio y amarillo claro, y las accesiones 342 presentó color blanco y la 343 color amarillo en el resto del material se registró más de un color (Cuadro 14).

El color de grano depende del tejido de éste y de la presencia de taninos y pigmentos antociánicos (Lopez, 1997)

Cuadro 14. Caracteres cualitativos de la mazorca superior en 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las Mercedes) 2019

| Accesión | Forma | Arreglo de hileras | Color de grano |
|----------|--------|--------------------|----------------|
| 340 | 2,1,3 | 1 | 1,2 |
| 341 | 3,2,1 | 4,1,2 | 1,2,7 |
| 342 | 3,2,1 | 1,2 | 1 |
| 336 | 3,2,1 | 1,4 | 2,1 |
| 343 | 3 | 1,4 | 3 |
| 335 | 3.1.2 | 1,4,3 | 2,1 |
| 344 | 2.1.3 | 4,1,2 | 2,1 |
| 345 | 1,2,3 | 1,2,4 | 3,4 |
| 38 | 1,2,3, | 1,4,2 | 1,2 |
| 337 | 1,2,3 | 1,2,4 | 1,2 |
| 41 | 1,2,3 | 1,2,4 | 1,2 |
| 346 | 1,2,3 | 1,2,4 | 1,2 |
| 347 | 1,2,3 | 1,2,4 | 1,2 |
| 348 | 1,2,3 | 1,2,3,4 | 2,4 |
| 349 | 1,2,3 | 1,2,4 | 3,4 |
| 350 | 1,2,3 | 1,2,3,4 | 4,5 |
| 351 | 1,2,3 | 1,2,4 | 1,2 |
| 352 | 1,2,3 | 1,3 | 1,2 |
| 353 | 1,2,3 | 1,2,3,4 | 1,2,.4 |
| 354 | 1,2,3 | 1,2,4 | 3,4 |

Nota códigos de forma de la mazorca 1 (Cónica), 2 (Cónica cilíndrica), 3 (Cilíndrica), códigos de arreglos de hileras 1 (Recta), 2 (Ligeramente en espiral), 3 (En espiral), 4 (Irregular); códigos de color del grano 1(Blanco), 2 (Blanco Cremoso), 3 (Amarillo claro), 4 (Amarillo medio), 5 (Amarillo naranja), 7 (Rojo naranja)

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

Según (Hernandez & Soto, 2012), el rendimiento de un cultivo viene dado por la capacidad de acumular biomasa en los órganos que se destinan a la cosecha, la productividad de un cultivo está determinada por su potencial genético y el impacto del ambiente sobre su capacidad de crecimiento y partición de materia seca hacia destinos reproductivos, por otro lado, cambios en la fecha de siembra del cultivo de maíz modifican la respuesta del rendimiento en grano.

El rendimiento es de vital importancia en los programas de mejoramiento tomando como base el material tradicional y según Urbina (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 (Adelitoye & Ezedina, 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)

(Cantarero & Martinez, 2002), mencionan que el número de mazorcas por planta está influenciada por la densidad de siembra utilizada y por las características de la variedad además de las condiciones ambientales de la zona. También, se dice que las bajas producciones de maíz en las zonas tropicales son debidas a que éste no aprovecha totalmente los órganos fotosintetizadores (hojas) que dispone, por carecer de suficientes receptáculos (mazorcas) (Peña & Rojas, s.f.)

Entre las accesiones que expresaron mayor rendimiento están 41 (olote rojo), 348 (NB6 Acriollado y 351 (maíz blanco) con 2050, 2116 y 1933 kg ha⁻¹. Sin embargo, estos rendimientos fueron inferiores al testigo Nutrinta

El análisis del rendimiento relativo (RR) de las accesiones muestra que superaron al testigo (Nutrinta) fueron las accesiones 348, 41, 351, 38, 350, 349, 354 y 352 en un 78.81%, 73.24%, 63.38%, 54.17%, 30.99%, 16.90%, 14.08% y 7.04% respectivamente (Cuadro 15)

Cuadro 15. Rendimiento Kg/ha⁻¹ y rendimiento relativo de 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las mercedes) 2019

| Accesión | Rendimiento Kg/ha ⁻¹ | RR Nutrinta % |
|-------------------|---------------------------------|---------------|
| Testigo(Nutrinta) | 4 666 | 100 |
| 340 | 700 | 59.15 |
| 341 | 433 | 36.62 |
| 342 | 533 | 45.07 |
| 336 | 1 083 | 91.55 |
| 343 | 250 | 21.13 |
| 335 | 533 | 49.23 |
| 344 | 400 | 33.80 |
| 345 | 700 | 59.15 |
| 38 | 616 | 154.17 |
| 337 | 433 | 36.62 |
| 41 | 2 050 | 173.24 |
| 346 | 650 | 54.93 |
| 347 | 916 | 77.46 |
| 348 | 2 116 | 178.87 |
| 349 | 1 383 | 116.90 |
| 350 | 1 550 | 130.99 |
| 351 | 1 933 | 163.38 |
| 352 | 1 266 | 107.04 |
| 353 | 1 133 | 58.62 |
| 354 | 1 350 | 114.08 |

4.1.8 Análisis de 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)

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 (Balzarini, et al. /, 2008; 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 dos conglomerados (Figura 2), donde se nota claramente que a una distancia cercana a 8 se delimitaron las siguientes agrupaciones.

En la figura 2 se ilustra el Dendrograma que conglojera las accesiones en estudio utilizando el método Ward y la distancia euclídea en dos grupos bien definidos. El grupo uno de color azul y el grupo dos de 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.

Conglomerado I, muestra el grupo más grande con 14 accesiones estas accesiones se ubicaron en los departamentos de Chinandega, León, Estelí, Nueva Segovia, Zelaya Central, Rio San Juan, Matagalpa y Jinotega. En este grupo se encuentran las accesiones que registraron mejores rendimientos y presentaron caracteres más promisorios como: número de hileras, número de granos, diámetro de mazorca, longitud de mazorca y número de hojas. Este grupo representó el 70 % de las accesiones.

Conglomerado II, Evidencia el grupo más pequeño con 6 accesiones procedentes de la zona norte y pacifico del país de los departamentos de Matagalpa, Estelí y Chinandega, estas accesiones son consideradas intermedias por sus días a floración y registrando menos rendimientos. Este grupo representó el 30% de las accesiones

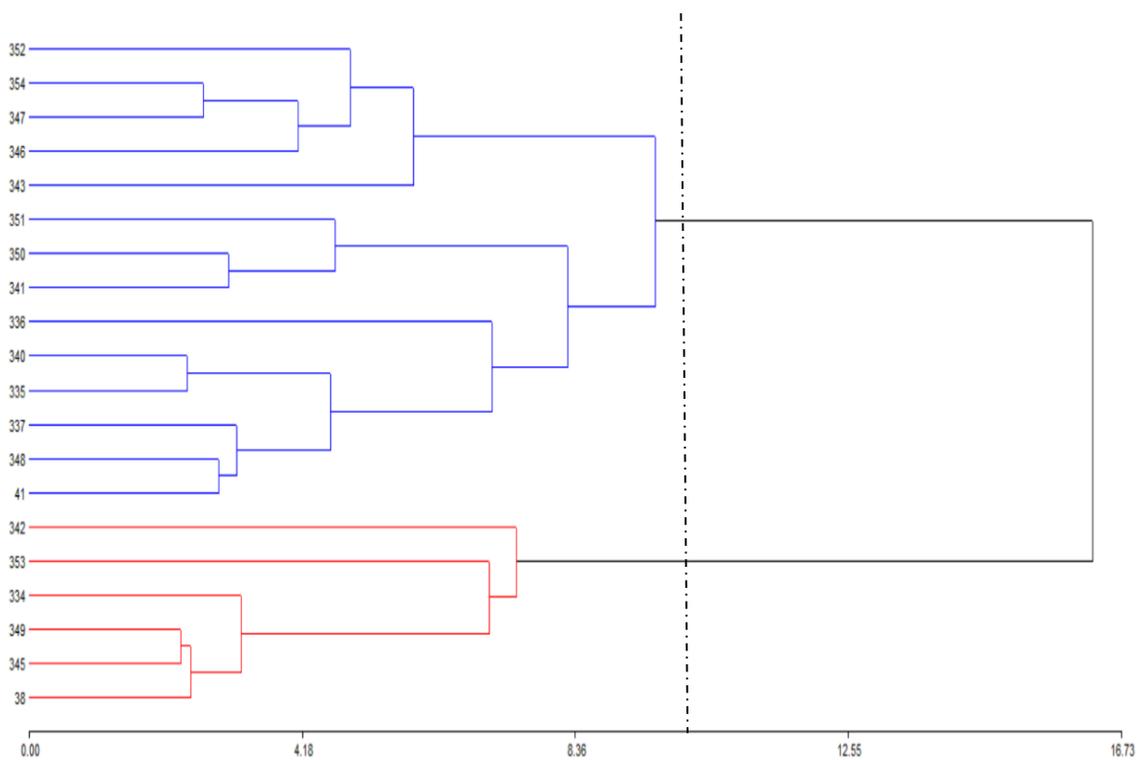


Figura 4. Dendrograma del análisis de conglomerado de 20 accesiones de maíz en Nicaragua utilizando el método Ward y la distancia Euclídea.

V. CONCLUSIONES

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

- Los resultados indican que existe variabilidad intra e interpoblacional, así como caracteres de interés agronómico en las accesiones.
- Mediante el cluster se logró conocer que a una distancia cercana a 8 las accesiones se distribuyen arbitrariamente en 2 grupos, el grupo I lo compone el 70 % del material sometido a estudio, el grupo II con el 30 % de las accesiones.
- De acuerdo a los resultados las accesiones que expresaron mejores rendimiento en comparación al testigo fueron: 41 (Orote rojo) 2 050 kg ha⁻¹ , 348 (NB6 Acriollado) 2 116 kg ha⁻¹ 351, (Maíz blanco) 1 933 kg ha⁻¹
- De acuerdo a los resultados obtenidos las accesiones consideradas promisorias para futuras investigaciones son las siguientes: 351, 336, 343, 335, 340 y 350.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar más investigaciones con las accesiones promisorias obtenidas en el presente estudio en otras zonas climatológicas del país ya que registraron mejores caracteres cualitativos y cuantitativos.

VII. LITERATURA CITADA

- Abendroth, L. J., & eat al. (2011). *Corn Growth and Development*. Iowa State Univ.
- Adelitoye, O., & Ezedina, E. (1984). *Responser by maize plant and ear short character to growth un southern Nigeria*. Nskka, NG: Nigeria Univ. Nigeria.
- Aguilera, Reza, Chew, &, & Meza. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Researchgate*.
- Balzarini, et al. (2008). *Manual Usuario -Infostat 2008*. Cordoba Argentina: Editorial Brujas.
- Barahona, O., & Gago, H. (1996). *Evaluacion de diferentes practicas culturales en soya (Glycinemax L. Merr) y Ajonjoli (Sesamunindicum L.) y su efecto sobre la cenosis de maleza*. Trab ajo de Tesis, Universida Nacional Agraria. 69 p. Managua, Nicaragua.
- Benavides, A. (1990). *Caracterizacion yevaluacion preliminar de 15 cultivares de maiz(Zea mays L.) Instituto superior de ciencias Agropecuarias (ISCA), Tesis de Ing. Agr.* Managua, Nicaragua.
- Blessing y Hernandez. (2009). *Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maiz (Zea mays L.) Var. NB-6 bajo practicas de fertilizacion organica y convencional en la finca el Plantel 2007-2008 (tesis de pregrado)*. Managua, Nicaragua.
- Brenes, G. (19 de Marzo de 2019). variedades de maices. (Briones, Entrevistador)
- Cantarero, H., & Martinez, T. (2002). *Evaluacion de tres tipos de fertilizantes (Gallinaza,estiercol vacuno y un estiercol mineral) en el cultivo de maiz (Zea mays L.) Variedad N-B6*. Tesis Ing.Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 62 p.
- Castro, & Garay. (2005). *Evaluacion y adaptacion de 10 variedades de maiz (Zea mys L.)*, Tesis, Ing. Agr. Jalapa, Nicaragua.
- CENAGRO. (2004). *III Nacional. Volumen I Tomo II*. Managua, Nicaragua.
- Chavez, J. (2003). *Seminario : fundamentos geneticos y socio economicos para analizar la agrobiodiversidad en la region de ucalyali, pucallpa peru : Biodiversity International cali, colombia*.
- CIMMYT. (2010). *Origen y diversificacion de maiz*. Mecico, D.F. :CIM.
- Cortamira, O. (2009). *Particularidades nutricionales swl granos de maiz en la alimentacion de cerdos.Informe sobre los usosy propiedades nutricionales del maiz para la alimentacion humana y a nimal*,. 2, 35-38.
- Flores,, & Kuan. (2012). *Caracterizacion y evaluacion preliminar de 33 cultivares maiz (Zea mays L.) en la localidad de sabana grande, Primera 2010Tesis Ing. agr.* Managua, NI : UNA.

- Garcia, M., & Watson, C. (2003). *Herencia de la resistencia al acame de raíces en maíz dulce (Zea mays L.)* (en linea). Revista UDO Agrícola. 3(1): 24-33.
- Goodman, M., & Brown. (1998). *Races of corn In G.F. sprague & J.W. Dudley, eds. corn and corn improvement*. Madison,WI ,USA: American society of Agonomy.: 3rd ed, p. 33-79.
- Hernandez, C., & Soto, C. (2012). *INFLUENCIA DE TRES FECHAS DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE ESPECIES DE CEREALES CULTIVADAS EN CONDICIONES TROPICALES. PARTE I. CULTIVO DEL MAÍZ (Zea mays L.)*. INICA. 33(2). pp. 44-49.
- INETER. (2018). *Instituto de Estudios Territoriales*. Managua, Nicaragua.
- INIFAP. (2005). *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agricolas y Pecuarias*.
- INTA. (2001). *Informe Tecnico Anual 2001*. . Managua, Nicaragua: Centro Nacional de Investigacion Agropecuaria.
- Juggenheimer. (1990). *Maiz variedades mejoradas, metodos de cultivo y produccion de semillas*. Mexico: Limusa.
- Lacayo, O. (2012). *Mapeo de actores de la innovacion Tecnologica en las cadenas de Maiz y frijol*. Managua, Nicaragua. : IICA.
- Loaisiga, C. (1990). *Caracterizacion y evaluacion de treinta cultivares de maiz (Zea mays L.)* ISCA,. Tesis de Ing. Agr. Managua, Nicaragua.
- Loaisiga., J. L. (2001). *Granos basicos : El maiz (Zea mays)*. Managua, NI : UNA.
- Loasiga, J. (2002). *Texto basico :Maiz (Zea mays)*. Managua, NI : UNA.
- Lopez. (1997). *Caracterizacion y evaluacion preliminar de 33 cultivares de maiz (Zea mays L.) recolectadas en diferentes localidades de Nicaragua, Tesis Ing. Agr.* Managua, NI : UNA.
- Lopez eat al. (1993). *Manual de diagnostico recomendacion para la produccion sustentable de maiz en chiapas. SARH-INIFAP*COAPAS -CAECECH. ocozocoautla de Espinoza, chiapas 46*. Mexico.
- Lopez, B. (1991). *Cultivos herbáceos, cereales. Volumen I. Ediciones Mundi prensa, . España 391 p*.
- Maya, V. (1995). *Evaluacion de siete cultivares de maiz (Zea mays L.) En cuatro localidades de Nicaragua*. REGEN, UNA, MAnagua, Nicaragua.
- Mendoza y Gaitan. (2013). *Caracterización y evaluación preliminar de 33 accesiones de maíz (Zea mays L.) colectadas en Tisma , Postrera 2011*. Masaya, Nicaragua.
- Morales, E. (1993). *Caracterizacion preliminar de veintiun cultivares de maiz (Zea mays L.)* REGEN, UNA, Tesis de Ing. Agr. Managua, Nicaragua.

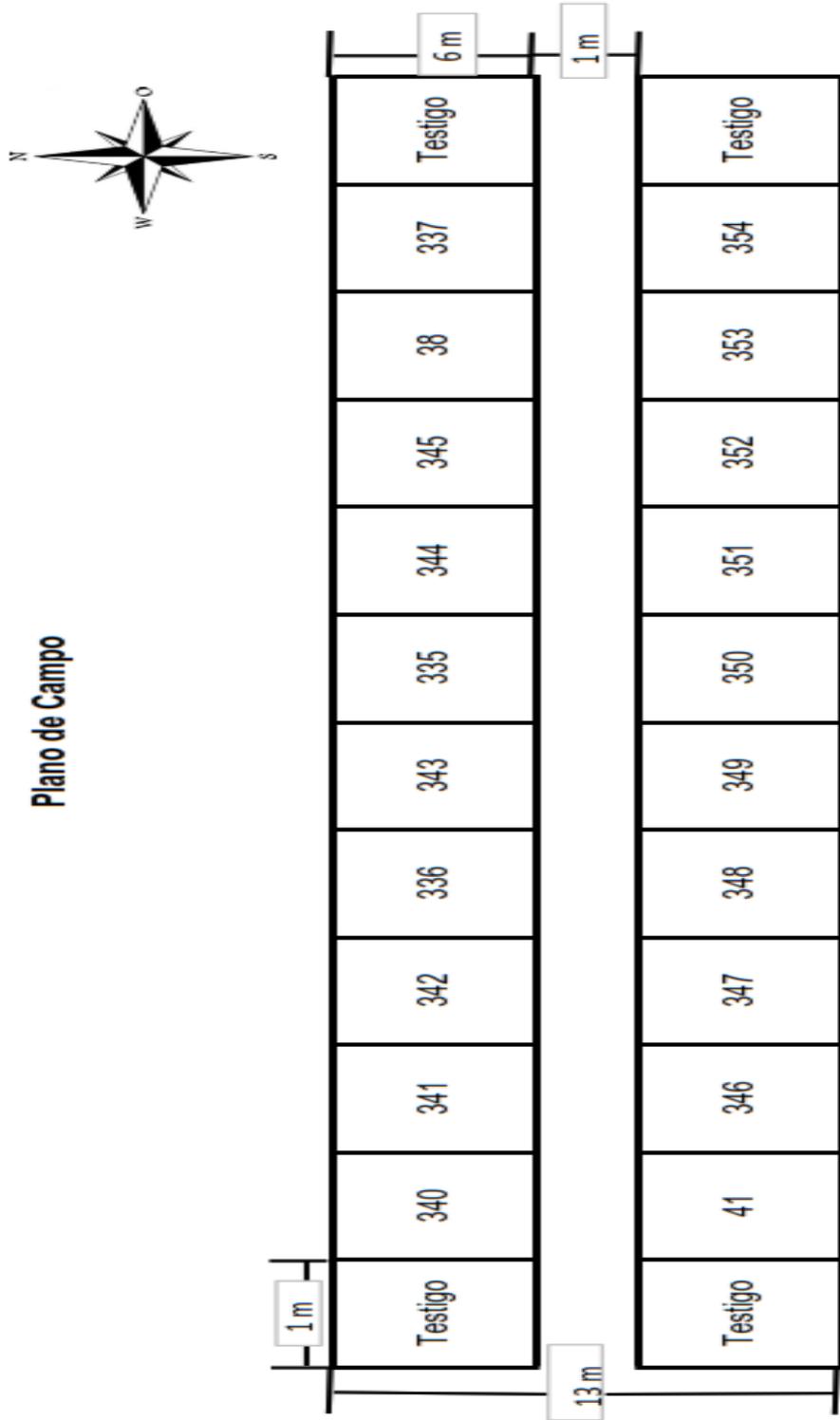
- Morales, M. (1998). *Caracterización y evaluación preliminar de 34 cultivares de maíz (Zea mays L.), Recolectadas en Nicaragua, Universidad Nacional Agraria, (UNA) Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 84 p.*
- Oscanoa, c., & Sevilla, R. (2010). *Resúmenes del Primer Congreso Peruano de Mejoramiento Genético y Biotecnología Agrícola. Pag. 107- 109. Diversidad de razas de maíz en sierra central del Perú (Junin, Huancavelica y Ayacucho) Instituto Nacional de Innovación Agraria-Huancayo. Peru.*
- Peña, L., & Rojas, E. (s.f.). *Formación de mazorcas en diferentes nudos del eje de maíz ICA V- 510.*
- Reyes C, P. (1990). *El maíz y su cultivo A,G,T. Mexico D,F.: Editorial Mexico Tercera Edición, 460 p.*
- Reyes C.P. (1990).
- SAGARPA. (s.f.). *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Mexico.*
- 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.) y pepino (Cucumis sativus L.). Tesis Ing. Agr. Managua, NI : UNA.*
- Somarriba. (1998).
- Somarriba. (1998). *Texto granos básicos UNA. Managua, Nicaragua. 57 p.*
- Urbina, R. (1993). *Guía tecnológica para la producción del maíz. Managua, NI:DGTA-MAG.*
- Velásquez, F., & eat al.,. (2005). *EPISTASIS PARA PRODUCCIÓN DE GRANOS Y CARACTERES DE LA PLANTA EN UNA POBLACIÓN DE MAÍZ TROPICAL Universidad Centroccidental. Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela: Bioagro, vol. 29, núm. 2, 2017, pp. 83-94.*

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Datos de 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) colectadas en Nicaragua

| Acce sión | Nombre local | Municipio | Latitud | Longitud | Altitud(ms nm) | Pp anual (mm) |
|--------------|-------------------------|--------------------------|------------|------------|-------------------|---------------------|
| 340 | Elote Rosado | Esquipulas | 63°17'82'' | 40°16'51'' | 489 | 1400 |
| 341 | Olotillo Blanco | Esquipulas | 57°79'37'' | 48°53'00'' | 489 | 1400 |
| 342 | Maicillo Pujagua | San Isidro | 58°12'00'' | 41°58'89'' | 483 | 1400 |
| 336 | Agapeño | Telica | 0'''' | 0'''' | 144 | 1100 |
| 343 | Maíz Blanco | Mozonte | 56°51'38'' | 50°22'98'' | 692 | 1100 |
| 335 | Maquina | San Sebastián de yali | 59°46'72'' | 47°42'45'' | 862 | |
| 344 | Olote Rosado | San Juan de Limay | 54°64'51'' | 46°27'89'' | 350 | 820 |
| 345 | Amarillo Criollo | San Juan de Limay | 54°42'73'' | 45°46'94'' | 350 | 820 |
| 38 | Chinandega | Condega | 57°58'76'' | 48°17'28'' | 588 | 821 |
| 337 | Catacama Acriollado | Condega | 55°76'94'' | 47°34'07'' | 588 | 821 |
| 41 | Olote Rojo | Condega | 57°97'47'' | 47°95'45'' | 588 | 700 |
| 346 | Olotillo | San Juan de Limay | 54°12'30'' | 45°03'57'' | 350 | 820 |
| 347 | Olotillo | San Juan de Limay | 54°42'73'' | 45°46'94'' | 350 | 820 |
| 348 | NB6 Acriollado | La paz centro | 54°88'33'' | 38°59'19'' | 267 | 800 |
| 349 | Amarillo | Nagarote | 55°38'19'' | 35°14'20'' | 175 | 800 |
| 350 | Olotillo amarillo | San Carlos | 75°03'43'' | 24°86'51'' | 59 | 2500 |
| 351 | Maiz Blanco | Nueva Guinea | 77°63'69'' | 29°57'74'' | 200 | 3500 |
| 352 | Olotillo Salvadoreño | Sn Fran. del Norte | 52°33'49'' | 46°15'36'' | 530 | 900 |
| 353 | Viejano Cuarenteño | Somotillo | 51°21'74'' | 44°69'65'' | 51 | 900 |
| 354 | Amarillo | Somotillo | 51°26'81'' | 45°16'35'' | 51 | 900 |

Anexo.2. Plano de campo



Anexo.3. Rendimiento en kg/parcela de 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Centro de validación tecnológica (CEVT, Finca Las mercedes) 2019

| Accesión | Rendimiento kg/Parcela |
|-------------------|------------------------|
| Testigo(Nutrinta) | 0.71 |
| 340 | 0.42 |
| 341 | 0.26 |
| 342 | 0.32 |
| 336 | 0.65 |
| 343 | 0.15 |
| 335 | 0.32 |
| 344 | 0.24 |
| 345 | 0.42 |
| 38 | 0.37 |
| 337 | 0.26 |
| 41 | 1.23 |
| 346 | 0.39 |
| 347 | 0.55 |
| 348 | 1.27 |
| 349 | 0.83 |
| 350 | 0.93 |
| 351 | 1.16 |
| 352 | 0.76 |
| 353 | 0.68 |
| 354 | 0.81 |

Anexo 4. Guía de descriptores de maíz (*Zea mays* L.)

Datos de la plántula

Color predominante del Coleóptilo

El Coleóptilo es la envoltura que rodea y protege el brote inicial del embrión (Pómula)

La concentración de antocianinas produce en el Coleóptilo una coloración que varía de verde a morado; es común encontrar plántulas con ambos colores, como consecuencia de la segregación genética.

1= Verde 37

2= Morado 23

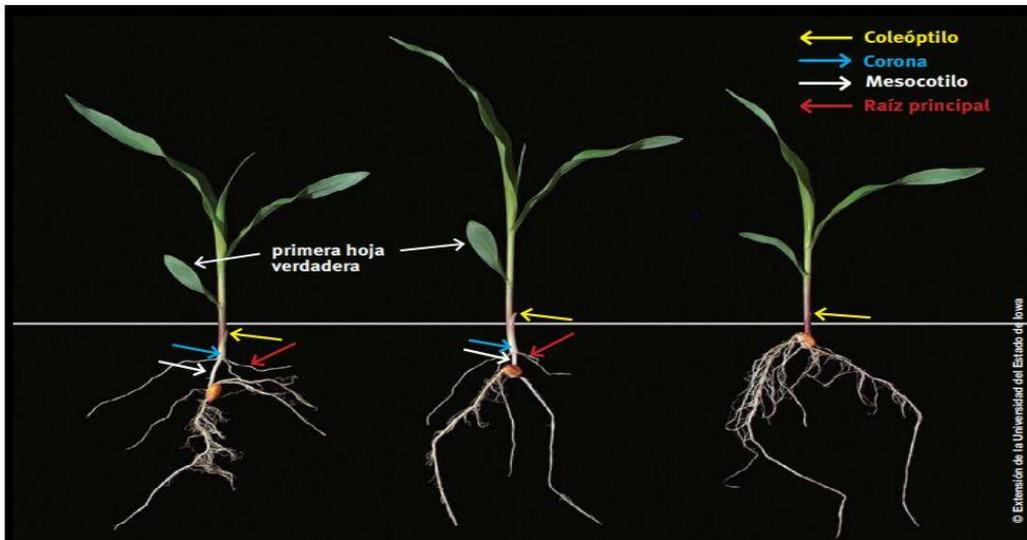


Figura 5. Determinación de color de Coleóptilo.

Coloración de la vaina por antocianinas

Se refiere a los diferentes matices de color rojo, violeta o azul, que pueden presentarse en la superficie de la vaina de la primera hoja



Figura 6. Matices de coloración de vaina.

- | | |
|-----------|----|
| 1= Verde | 37 |
| 2= Morado | 23 |

Datos del tallo

Longitud de planta (Incluyendo espiga): Se mide en centímetros desde la superficie del suelo, hasta la punta de la espiga.



| Carácter | | Nota |
|----------|-----------|------|
| Muy baja | (100-130) | 1 |
| Baja | (161-190) | 3 |
| Media | (191-220) | 4 |
| Alta | (221-250) | 5 |
| Muy alta | (> 300) | 7 |

Figura 7. Medición de longitud de planta. (cm)

Diámetro medio en la parte media del entrenudo de la mazorca superior: Se registra el diámetro del entrenudo de la mazorca superior en centímetros.



| Carácter | | Nota |
|-------------|---------|------|
| Muy delgado | (<10) | 1 |
| Delgado | (10-15) | 3 |
| Mediano | (16-20) | 5 |
| Grueso | (21-25) | 7 |
| Muy grueso | (> 25) | 9 |

Figura 8. Medición de diámetro del tallo. (cm)

Altura de la mazorca: Se mide desde la superficie del suelo hasta el nudo de inserción de la mazorca superior en centímetros.



| Carácter | | Nota |
|----------|---------------|------|
| Muy baja | (≤ 60) | 1 |
| Baja | (81-100) | 3 |
| Media | (101-120) | 5 |
| Alta | (121-140) | 7 |
| Muy alta | (> 161) | 9 |

Figura 9. Medición de altura de mazorca. (cm)

Coloración de nudos: Se clasifican los diferentes matices de color rojo, violeta o azul, que puede presentar los nudos, se tomará en el nudo de la mazorca superior.

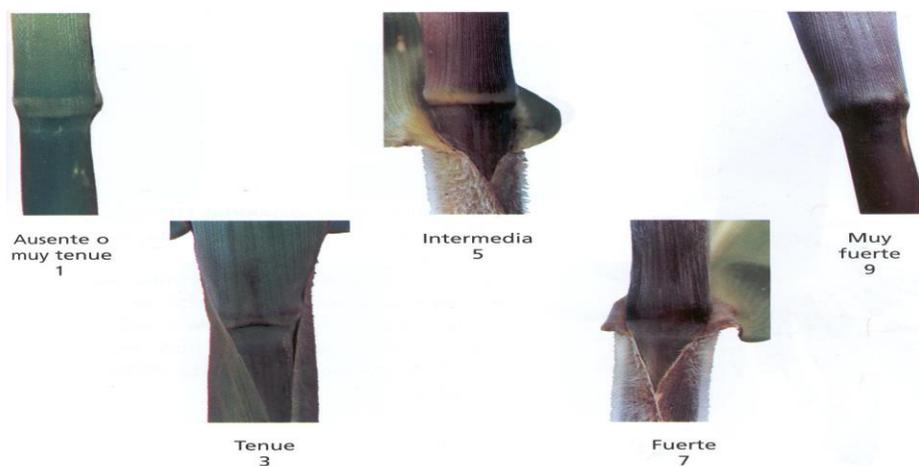


Figura 10. Determinación de color de nudos.

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

Datos de la hoja

Pubescencia sobre el margen de la vaina de la hoja de la mazorca superior: Se refiere a los pelos que presenta la vaina, se clasifica bajo observación directa en la etapa de llenado del grano.

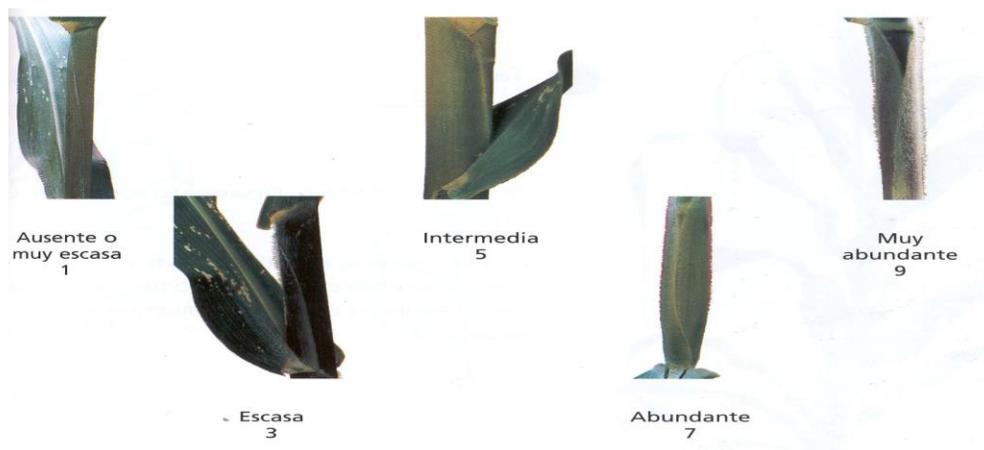


Figura 11. Pubescencia de la hoja.

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

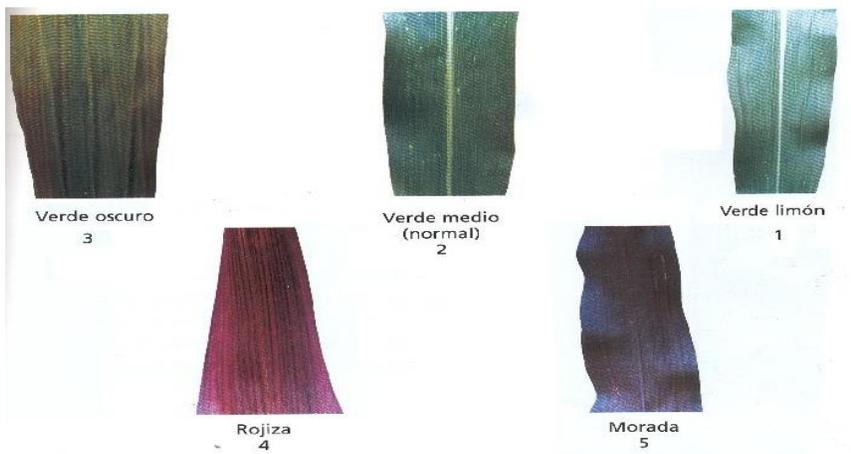
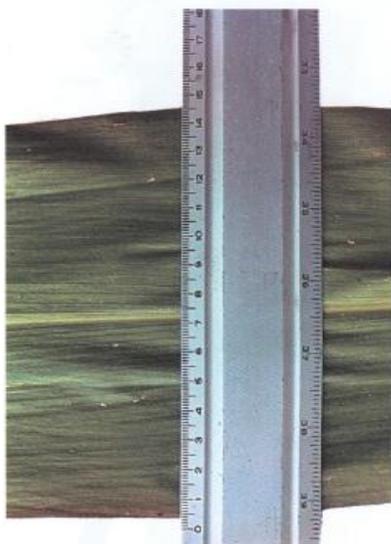


Figura 12. Color de la lámina de la hoja.

Ancho de lámina de la hoja de la mazorca superior: Se registra el ancho de la hoja, de borde a borde en la parte media en centímetros, se toma en la etapa de llenado del grano.



| Carácter | Nota |
|--------------|------|
| Muy estrecha | 1 |
| Estrecha | 3 |
| Media | 5 |
| Ancha | 7 |
| Muy ancha | 9 |

Figura 13. Ancho de la lámina de la hoja. (cm)

Angulo entre la hoja y el tallo

Angulo en la hoja de la mazorca superior: Se cuantifica el ángulo formado entre el eje principal del tallo y la hoja inclinada, usando una regla o transportador que se coloca en la inserción de la hoja, en forma perpendicular al tallo y así mismo estimar el ángulo.

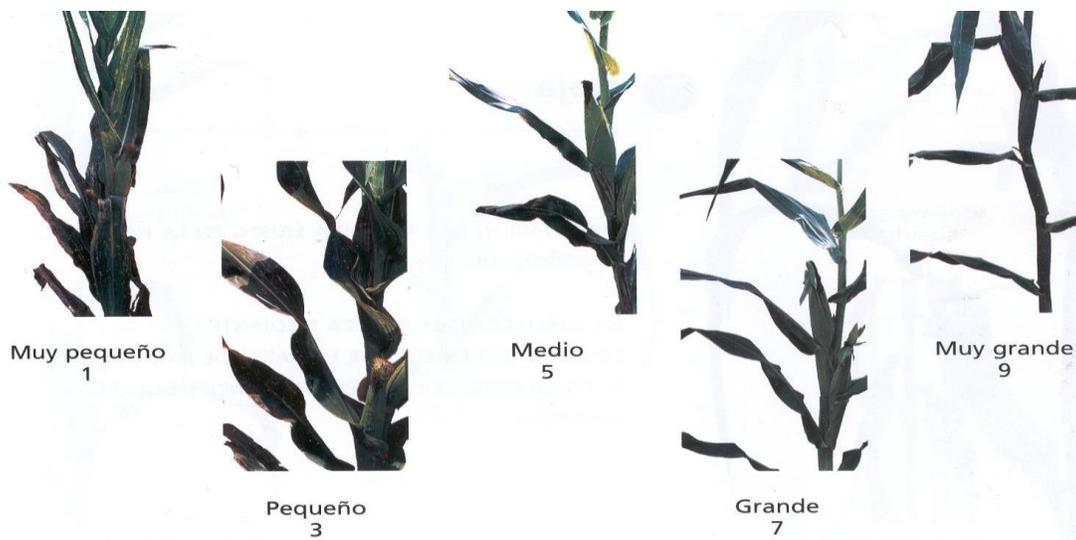


Figura 14. Medición de ángulo entre la hoja y el tallo.

Inflorescencia masculina (Espiga)

Longitud del pedúnculo: Se mide la longitud existente entre el nudo de la hoja bandera y la rama lateral más baja de la espiga.



| Carácter | | Nota |
|-----------|---------|------|
| Muy corta | (<1) | 1 |
| Corta | (5-8) | 3 |
| Media | (13-16) | 5 |
| Larga | (21-24) | 7 |
| Muy larga | (> 28) | 9 |

Figura 15. Medición de longitud de pedúnculo. (cm) (Espiga)

Longitud del eje central: Se mide por encima de la rama lateral más alta, después de la etapa de floración.



| Carácter | | Nota |
|-----------|---------|------|
| Muy corta | (<15) | 1 |
| Corta | (20-23) | 3 |
| Media | (28-31) | 5 |
| Larga | (36-39) | 7 |
| Muy larga | (> 40) | 9 |

Figura 16. Medición de longitud del eje central. (cm) (Espiga)

Datos de la etapa de Floración

Coloración de antocianinas de las anteras: Se observa las anteras frescas, del tercio medio del eje principal.

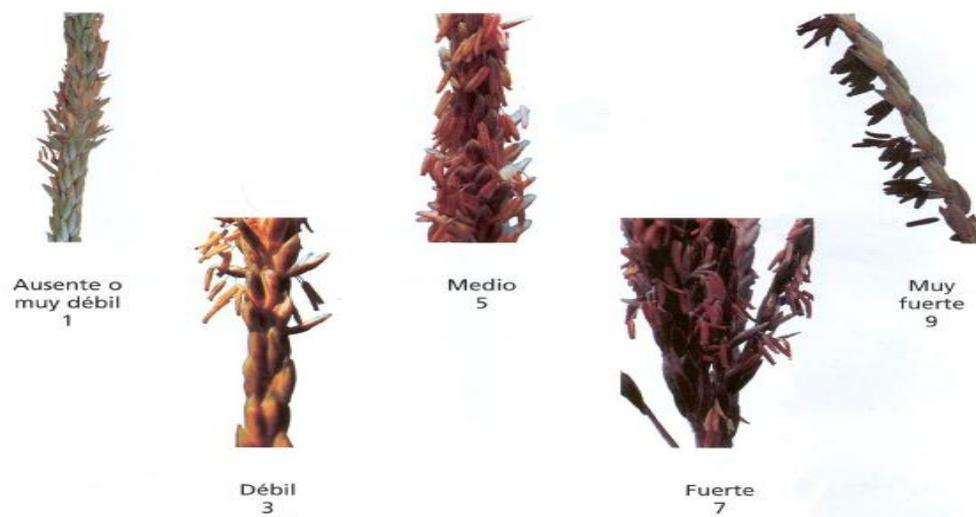


Figura 17. Color de anteras.

Color de las glumas: Se observa el tercio medio del eje principal y se califica, se toma esta variable en la etapa de floración.

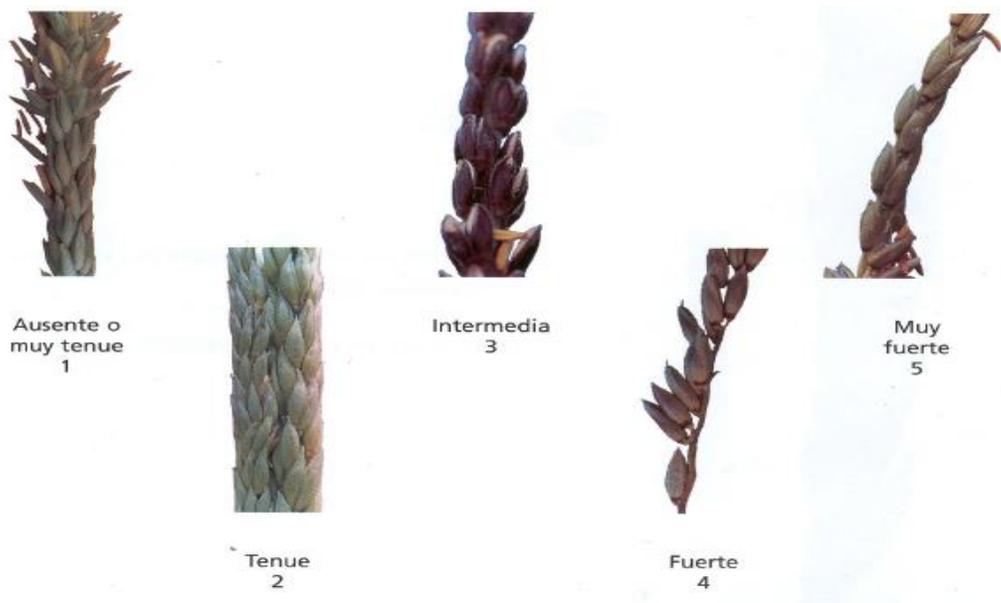


Figura 18 Determinación de color de glumas.

Color de los estigmas: Se registra por clasificación, se toma al momento de la emergencia de la floración femenina (Estigmas).



Figura 19. Color de estigmas.

Datos de la cosecha Número de mazorcas: Se registra el número total de mazorca, se toma cuando las mazorcas estén en grano duro.



| Carácter | | | |
|-------------|---|-------------|---|
| (0-20%) | 1 | (21-40 %) | 2 |
| (41-60 %) | 3 | (61-80 %) | 4 |
| (81-100 %) | 5 | (101-120%) | 6 |
| (121-140 %) | 7 | (141-160 %) | 8 |
| (> 161 %) | 9 | | |

Figura 20. Determinación de número de mazorcas.

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



Figura 21. Forma de la mazorca.

Numero de hileras de granos en la mazorca superior: Se contara las hileras y se clasifica, se toma después de la cosecha de las mazorcas



| Carácter | | Nota |
|---------------|---------|------|
| Muy pocas | (< 12) | 1 |
| Pocas | (16-18) | 3 |
| Intermedia | (24-26) | 5 |
| Numerosas | (32-34) | 7 |
| Muy numerosas | (>38) | 9 |

Figura 22. Número de hileras.

Número de granos por hilera en la mazorca superior: Se contara y registrara los granos que contenga la mazorca y se clasificara se toma después de la cosecha de las mazorcas.



| Carácter | | Nota |
|---------------|---------|------|
| Muy pocos | (< 20) | 1 |
| Pocos | (21-30) | 3 |
| Intermedios | (31-40) | 5 |
| Numerosos | (41-50) | 7 |
| Muy numerosos | (>50) | 9 |

Figura 23. Número de granos por hileras.

Arreglo de hileras de granos en la mazorca superior: Por medio de la observación directa se registra y clasifica por rectas, espiral, ligeramente espiral, irregular, se toma después de la cosecha de las mazorcas.

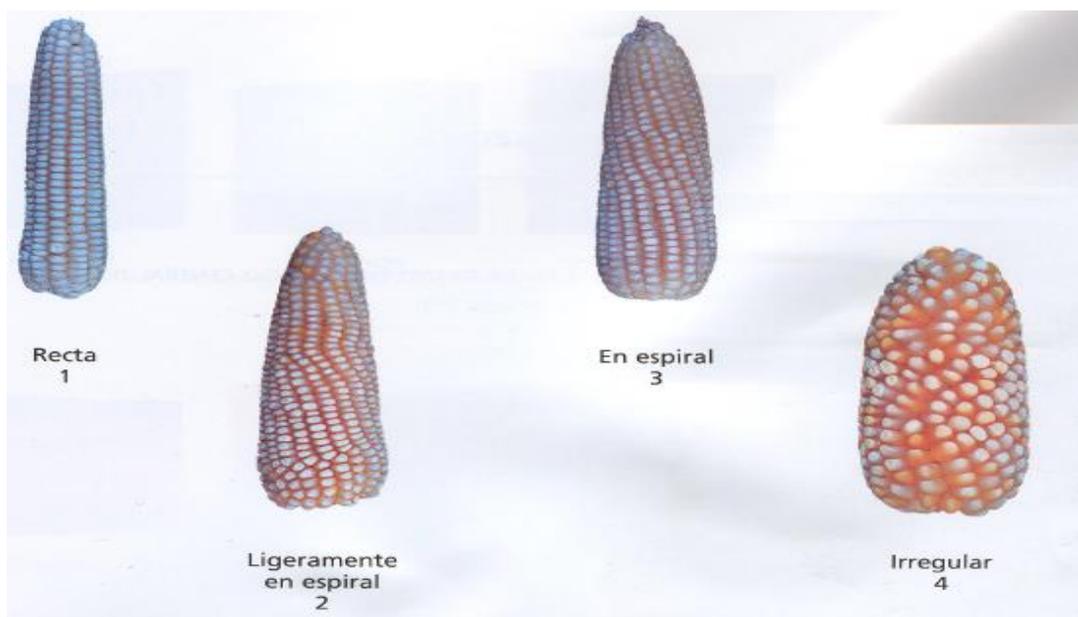


Figura 24. Arreglo de hileras.

Longitud de la mazorca: Se mide la mazorca superior, sin brácteas, de la base al ápice, se toma al momento de la cosecha de las mazorcas.



| Carácter | | Nota |
|-----------|---------|------|
| Muy corta | (< 10) | 1 |
| Corta | (10-15) | 3 |
| Media | (15-20) | 5 |
| Larga | (20-25) | 7 |
| Muy larga | (> 25) | 9 |

Figura 25. Medición de longitud de mazorca. (cm)

Diámetro de la mazorca: Se mide de la parte central de la mazorca en centímetros y se clasifica, se toma al momento de la cosecha de las mazorcas.



| Carácter | | Nota |
|-------------|-----------|------|
| Muy delgada | (< 4.0) | 1 |
| Delgada | (4.1-5.0) | 3 |
| Media | (5.1-6.0) | 5 |
| Gruesa | (6.1-7.0) | 7 |
| Muy gruesa | (> 7.0) | 9 |

Figura 26. Medición de diámetro de mazorca. (cm)

Color del grano en la mazorca superior: Se registra y clasifica por observación directa se toma después de la cosecha de las mazorcas.

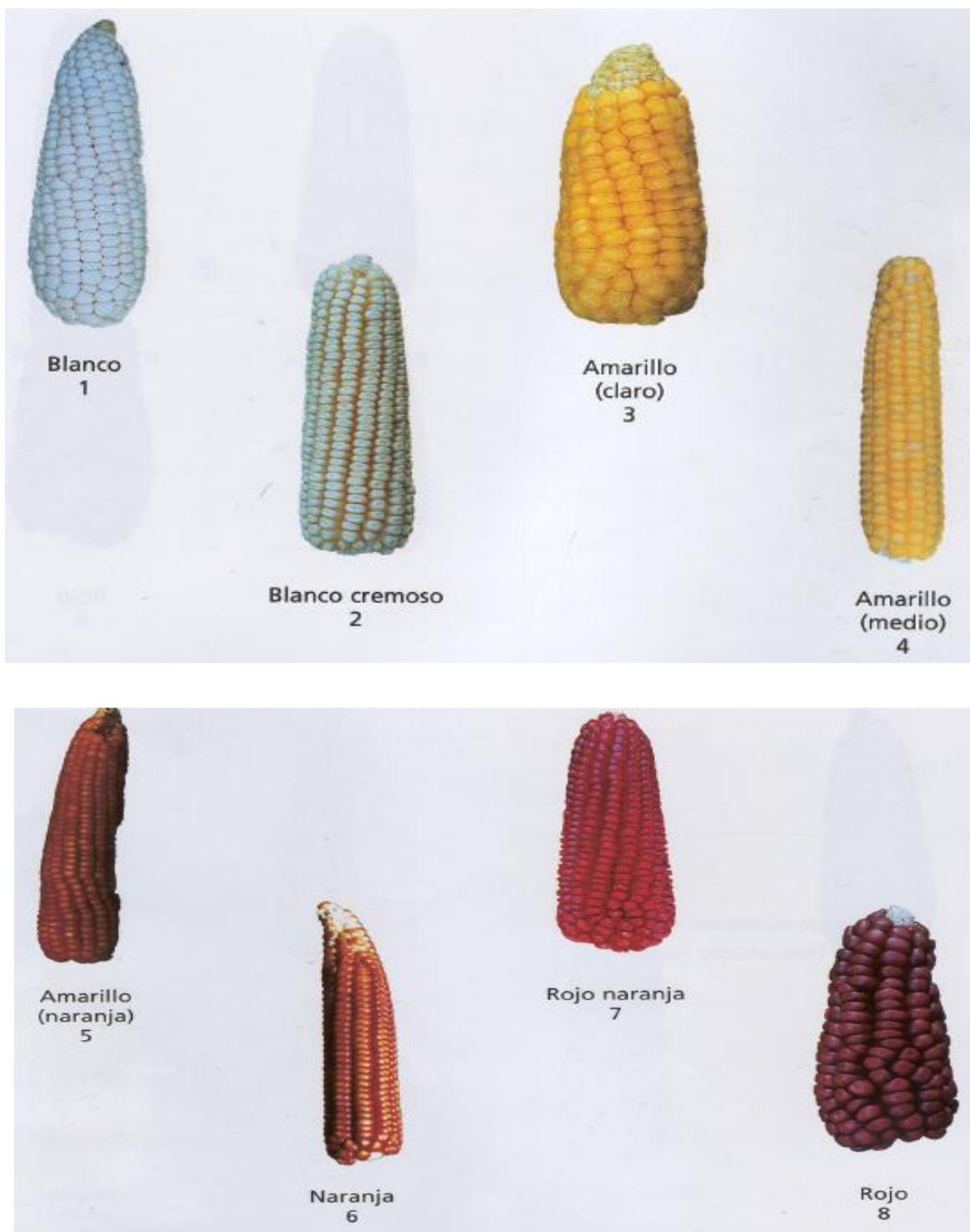


Figura 27. Determinación de color de grano.

Anexo 5. Cuadro de colores Munsell Book of color, del descriptor (CIAT) Centro Internacional de Agricultura Tropical.



