

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA BÁSICA DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE
MAÍZ CRIOLLO QUE SE CULTIVAN EN CINCO MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE
CUSCATLÁN**

POR:

**MANUEL DE JESÚS VÁSQUEZ GUTIÉRREZ
LONY HENRRY MARTÍNEZ FLORES
HENRY JONATAN GONZÁLEZ DÍAZ**

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

SAN VICENTE, 9 DE AGOSTO 2016

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

Lic. José Luis Argueta Antillón

SECRETARIO GENERAL:

Dra. Ana Leticia Zavaleta de Amaya

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL

DECANA:

Lic. Yolanda Cleotilde Jovel Ponce

SECRETARIO DE FACULTAD:

Lic. Elida Consuelo Figueroa de Figueroa

JEFE DE DEPARTAMENTO

Ing. Agr. MSc. René Francisco Vázquez

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

Ing. Agr. Edgard Felipe Rodríguez

DOCENTES DIRECTORES:

Ing. Agr. Edgard Felipe Rodríguez

Ing. Agr. MSc. René Francisco Vázquez

JURADO CALIFICADOR

Ing. Agr. Wilber Samuel Escoto Umaña

Ing. Agr. Ana Liliam Cabrera de Lazo

Ing. Agr. Edgard Felipe Rodriguez

RESUMEN

El maíz es uno de los cereales de mayor importancia en El Salvador, debido al papel que cumple en la alimentación de la población rural y en su cultura en general, nuestro país es uno de los países en proceso de desarrollo y existen miles de campesinos que sobreviven solo con el plato del día, que es frijol con tortilla de maíz, en los últimos años después de la revolución verde, se ha visto en riesgo la agricultura de nuestros productores, debido a que las tierras año tras año se van degradando y ya no producen sin fertilizantes sintéticos, luego con las semillas mejoradas, ya no se tiene la semilla para la siembra de la próximo año, perdiendo la identidad y el deseo de trabajar por los altos costos de las semillas y de los fertilizantes sintéticos.

El presente estudio se realizó en el Departamento de Cuscatlán, el cual se titula Caracterización Agronómica Básica de las Principales Variedades de Maíz Criollo que se cultivan en 5 Municipios en el Departamento de Cuscatlán, en los meses de mayo a octubre del 2014, el ensayo se estableció en el Cantón el Carmen, Municipio de San Pedro Perulapan, Departamento de Cuscatlán. La investigación trata de brindar las características principales de cinco variedades criollas las cuales son: Capulín, Catracho, Lira, Rebolujo y Santa Rosa; estas semillas se obtuvieron con productores que trabajan con la ONG Pastoral de la Tierra. Además, se realizaron talleres participativos para la caracterización de siete variedades aparte de las cinco en estudio.

Las cinco variedades fueron caracterizadas según los descriptores de maíz del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y del Trigo). Las plantas seleccionadas por cada variedad fueron marcadas con listón para su identificación y polinizadas manualmente posteriormente fueron analizadas cualitativa y cuantitativamente. Finalmente, se procesó y analizó la información generada, en el caso de los datos de la caracterización, se hizo un análisis de varianza con el programa estadístico SPSS. La variedad que presento el promedio menor en cuanto a altura fue el criollo capulín con 178 cm, siendo esta característica importante a la hora de la elección de la semilla por el hecho de que la variedad que presente una altura demasiado elevada tiene una alta probabilidad de que sufra acame, pero en cuanto a diámetro del tallo la variedad que mayor diámetro presento fue el criollo Lira con 2.7 cm. Para la variable rendimiento la variedad que mejores resultados presentó fue la variedad Lira con 5 987 kg·ha⁻¹ (92.4 qq/mz) y siendo esta la variedad que se recolecto en ese lugar donde se realizó el ensayo.

AGRADECIMIENTOS

A NUESTRO DIOS TODO PODEROSO

Por habernos dado la oportunidad de alcanzar nuestro sueño y por brindarnos la fuerza necesaria y la sabiduría para culminar nuestra carrera profesional.

A NUESTRAS FAMILIAS

Por darnos todo su amor y apoyo moral y económico.

A NUESTROS ASESORES

Ing. Agr. Edgard Felipe Rodríguez

Ing. Agr. MSc. René Francisco Vázquez

Por su tiempo y colaboración, aparte de compartir sus conocimientos con nosotros, darnos su orientación necesaria para concluir con esta investigación.

A LA ONG PASTORAL DE LA TIERRA

Por su apoyo incondicional durante el proceso que hizo posible la correcta elaboración de este trabajo.

A LOS PRODUCTORES

Por su colaboración en el inicio de nuestro ensayo.

A RENÉ ARTIGA

Por su solidaridad en prestar un espacio de terreno donde se llevó a cabo el ensayo.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL

Por ser facilitadora e impulsadora de esperanza, por preocuparse por la enseñanza y la formación que se nos brindó en toda la carrera profesional.

**MANUEL DE JESÚS VÁSQUEZ GUTIÉRREZ
LONY HENRRY MARTÍNEZ FLORES
HENRY JONATAN GONZÁLEZ DÍAS**

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Por regalarnos la vida y por siempre estar con nosotros en todo momento y por habernos permitido todos los logros obtenidos hasta la fecha.

A MIS PADRES

Andrés Martínez y Leticia Flores que siempre me dieron su apoyo incondicional y que con mucho esfuerzo y sacrificio me han permitido obtener este triunfo.

A MIS HERMANOS

Que siempre me brindaron su apoyo durante todo el proceso y que con su ayuda y colaboración me han demostrado que la familia es ante todo.

A MI ABUELA

Victorina Martínez por su colaboración y apoyo incondicional durante mi formación.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

Henry Jonatán González: porque ha demostrado ser mi mejor amigo y un gran apoyo y a Manuel De Jesús Vázquez Gutiérrez: por su dedicación y esfuerzo para la realización de este trabajo.

A LOS DOCENTES

Por su orientación, enseñanzas y que han sido los mejores guías para salir adelante y obtener este logro.

A TODOS MIS AMIGOS(AS) Y COMPAÑEROS(AS) DE LA FACULTAD

Que de una u otra forma han unido esfuerzos y han brindado su ayuda para la finalización de este trabajo.

LONY HENRRY MARTÍNEZ FLORES

DEDICATORIA

A DIOS: Le doy gracias, por ser el proveedor de todo lo necesario, para cumplir mi sueño profesional

AL REVERENDO: Jesús Octavio Cruz Olmedo, que ha sido el instrumento de Dios, para derramar mis bendiciones a mi persona.

A MIS PADRES: Santos Vásquez y María Crecencia Gutiérrez, porque siempre me dieron su apoyo incondicional, amor, ternura y que con mucho esfuerzo y sacrificio me han permitido alcanzar la meta.

A MIS HERMANOS Y HERMANAS: Que me apoyaron durante todo el proceso, y que con su colaboración me han demostrado que la familia es principal ante todo.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS: Henry Jonatán González, Lony Henry Martínez, por su compañerismo y trabajo en equipo hemos logrado nuestra metas.

A LOS DOCENTES: Por sus enseñanzas y orientación, han sido cada uno de ellos parte fundamental en mi formación profesional para obtener este logro.

MANUEL DE JESÚS VÁSQUEZ GUTIÉRREZ

DEDICATORIA

A MI SEÑOR DIOS: En primer lugar, por haberme dado la oportunidad de vivir estos momentos, reconociendo su grandeza y su amor para con migo, por haber abierto puertas cuando ya agonizaba y pensaba en decaer y abandonar la carrera ya que si no fuese por él no hubiera terminado mis estudios.

A MIS PADRES: Daniel González Quintanilla y Elizabeth Díaz de González, por ser ese ejemplo de esfuerzo, humildad y de sabiduría de Dios, por su gran ayuda quienes se preocuparon por darme todo cuanto ellos podían, demostrando que no hay imposibles para el que cree y quien deposita sus cargas en Dios.

A LA SUB UNIDAD DE PROYECCIÓN SOCIAL: Lic. Yessenia Martínez de Guzmán y a la Lic. Rosa Emma García por la beca que se me otorgo en el camino sin la cual era imposible cumplir la meta propuesta.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS: Lony Henry Martínez Flores y Manuel de Jesús Vásquez Gutiérrez quienes aparte de ser mis compañeros de tesis son mis mejores amigos, con quienes nos hemos sabido comprender y ayudar en todo momento, de verdad muchas gracias por su invaluable amistad y por su ayuda durante toda la carrera.

A MI HERMANO WILFREDO GONZÁLEZ DÍAZ Y SU ESPOSA ROSA HERNÁNDEZ: Por su apoyo incondicional y por todos sus consejos.

A TODOS MIS HERMANOS Y HERMANAS: Que de alguna forma se sacrificaron para que yo estudiara y por todas sus motivaciones.

A MI NOVIA: Yasmín Hernández por ese amor tan incondicional que me ha regalado y por estar a mi lado siempre.

A LOS DOCENTES: Por su orientación, enseñanzas y por todos sus consejos porque han sido los mejores guías para salir adelante y obtener este logro.

HENRY JONATÁN GONZÁLEZ DÍAZ

INDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| RESUMEN..... | v |
| AGRADECIMIENTOS..... | vi |
| DEDICATORIA..... | vii |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | xiii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xv |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 2 |
| 2.1. Generalidades del maíz..... | 2 |
| 2.1.1. Origen..... | 2 |
| 2.1.2. Importancia En El Salvador..... | 2 |
| 2.1.3. Taxonomía..... | 2 |
| 2.2. Morfología..... | 3 |
| 2.2.1. Raíz:..... | 3 |
| 2.2.2. Tallo..... | 3 |
| 2.2.3. Hojas..... | 3 |
| 2.2.4. Floración..... | 3 |
| 2.3. Reproducción del maíz..... | 3 |
| 2.4. Factores edafoclimaticas..... | 4 |
| 2.4.1. Temperatura..... | 4 |
| 2.4.2. Suelo..... | 4 |
| 2.5.1. Preparación de suelo..... | 5 |
| 2.5.2. Siembra..... | 5 |
| 2.5.4. Distanciamiento..... | 6 |
| 2.5.5. Fertilización..... | 6 |
| 2.5.7 Manejo integrado de plagas..... | 7 |
| 2.5.8. Recomendaciones generales para un MIP..... | 7 |
| 2.6. Cosecha..... | 8 |
| 2.7. Maíz criollo..... | 8 |
| 2.7.1. Importancia de la recuperación de las variedades criollas..... | 8 |
| 2.7.2. Uso de las diferentes variedades criollas..... | 9 |
| 2.7.3. Beneficios de los bancos de semilla..... | 9 |
| 2.8. Polinización..... | 10 |

| | |
|--|----|
| 2.8.1. Polinización natural..... | 10 |
| 2.8.2. Polinización artificial..... | 10 |
| 2.9. Selección y mejoramiento de las variedades criollas | 10 |
| 2.10. Uso de descriptores para la caracterización | 12 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 14 |
| 3.1. Localización del experimento | 14 |
| 3.2. Descripción demográfica y edafoclimática de las zonas de estudio..... | 14 |
| 3.3. Fases realizadas en la investigación | 15 |
| 3.3.1. Fase de planificación | 15 |
| 3.3.2. Fase de ejecución de talleres..... | 16 |
| 3.4. Manejo agronómico..... | 16 |
| 3.4.1. Preparación de terreno..... | 16 |
| 3.4.2. Establecimiento de la parcela | 17 |
| 3.4.3. Siembra..... | 17 |
| 3.4.4. Distanciamiento | 17 |
| 3.4.5. Fertilización | 17 |
| 3.4.6. Control de maleza | 17 |
| 3.4.7. Control de plagas | 18 |
| 3.5. Etapa reproductiva | 20 |
| 3.5.1. Polinización artificial..... | 20 |
| 3.5.2. Proceso de la polinización | 20 |
| 3.6. Doble de la planta | 21 |
| 3.7. Cosecha | 22 |
| 3.8. Metodología estadística..... | 22 |
| 3.8.1. Modelo estadístico | 22 |
| 3.8.2. Análisis de varianza | 22 |
| 3.8.3. Distribución de campo | 23 |
| 3.8.4. Toma de datos en maíz criollo..... | 24 |
| 3.8.4.1. Fase vegetativa..... | 24 |
| 3.8.4.2. Fase de floración | 25 |
| 3.8.4.3. Fase de cosecha..... | 27 |
| 3.8.5. Elaboración de la propuesta técnica | 29 |

| | |
|--|----|
| 4. DISCUSIÓN Y RESULTADOS..... | 30 |
| 4.1. Fase vegetativa | 30 |
| 4.1.1. Altura de la planta | 30 |
| 4.1.2. Diámetro del tallo | 32 |
| 4.1.3. Altura hasta la mazorca..... | 34 |
| 4.1.4. Longitud de la hoja..... | 35 |
| 4.1.5. Ancho de la hoja..... | 37 |
| 4.1.6. Número de hojas arriba de la mazorca principal..... | 39 |
| 4.2. Fase de floración..... | 41 |
| 4.2.1. Longitud de la panoja (cm) | 41 |
| 4.2.2. Longitud del pedúnculo | 42 |
| 4.2.3. Ramificación..... | 43 |
| 4.3 Fase de cosecha | 47 |
| 4.3.1 Longitud de la mazorca | 47 |
| 4.3.2. Diámetro de la mazorca | 48 |
| 4.3.3. Número de brácteas por mazorca | 50 |
| 4.3.4. Número de hileras por mazorca..... | 52 |
| 4.3.5. Número de granos por hilera..... | 53 |
| 4.3.6. Longitud del grano..... | 55 |
| 4.3.7. Grosor del grano..... | 56 |
| 4.3.8. Ancho del grano | 57 |
| 4.3.9 Peso del grano (g)..... | 58 |
| 4.4 Rendimiento | 60 |
| 4.5. Propuesta técnica de manejo de variedades criollas de maíz en cinco municipios de Cuscatlán. | 64 |
| Manejo de plagas: | 67 |
| 5. CONCLUSIONES | 68 |
| 6. RECOMENDACIONES | 69 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA..... | 70 |
| 8. ANEXOS..... | 79 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1: Descripción demográfica de las zonas de estudio. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 14 |
| Cuadro 2: Descripción edafoclimática de las zonas de estudio. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz, Cuscatlán, 2014. | 15 |
| Cuadro 3: Modelo recolección de información | 15 |
| Cuadro 4: Fuente de variación, grados de libertad para los tratamientos evaluados..... | 23 |
| Cuadro 5: Análisis de varianza de la altura de la planta. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 31 |
| Cuadro 6: Análisis de varianza diámetro de la planta. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 33 |
| Cuadro 7: Análisis de varianza de la altura hasta la mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 35 |
| Cuadro 8: Altura promedio hasta la mazorca Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 35 |
| Cuadro 9: Análisis de varianza de la longitud de la hoja. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 36 |
| Cuadro 10: Longitud de la hoja. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014..... | 36 |
| Cuadro 11: Análisis de varianza ancho de la hoja. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 38 |
| Cuadro 12: Análisis de varianza del número de hojas por planta. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 40 |
| Cuadro 13: Análisis de Varianza longitud de la panoja. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 41 |
| Cuadro 14: Análisis de varianza longitud del pedúnculo. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 42 |
| Cuadro 15: Análisis de varianza ramificaciones primarias. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 43 |
| Cuadro 16: Análisis de varianza ramificaciones secundarias. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 44 |
| Cuadro 17: Análisis de varianza de ramificación terciaria. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 44 |

| | |
|---|----|
| Cuadro 18: Análisis de varianza ramificación cuaternaria. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014 | 44 |
| Cuadro 19: Análisis de varianza Longitud de la mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014 | 47 |
| Cuadro 20: Análisis de Varianza diámetro de la mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014 | 49 |
| Cuadro 21: Diámetro promedio de la mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014 | 49 |
| Cuadro 22: Análisis de varianza número de brácteas por mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 50 |
| Cuadro 23: Análisis de varianza número de hileras por mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 52 |
| Cuadro 24: Numero promedio de hileras por mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 52 |
| Cuadro 25: Análisis de varianza número de granos por hilera. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 53 |
| Cuadro 26: Análisis de varianza longitud del grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 55 |
| Cuadro 27: Análisis de varianza grosor del grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 56 |
| Cuadro 28: Análisis de varianza ancho del grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 58 |
| Cuadro 29: Análisis de varianza peso del grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 59 |
| Cuadro 30: Caracterización cuantitativa de las variedades evaluadas | 62 |
| Cuadro 31: Caracterización cualitativa de las variedades evaluadas | 63 |
| Cuadro 32: Porcentaje de acame que sufrieron las variedades en estudio. | 63 |
| | |
| Cuadro A - 1: Características de la variedad Rebolujo | 80 |
| Cuadro A - 2: Característica de la variedad Santa Rosa | 81 |
| Cuadro A - 3: Característica de la variedad Catracho | 82 |
| Cuadro A - 4: Característica de la variedad Lira..... | 83 |
| Cuadro A - 5: Característica de la variedad Capulín | 84 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Taller para la recolección de información..... | 16 |
| Figura 2: Participación de los agricultores..... | 16 |
| Figura 3: Chapoda..... | 18 |
| Figura 4: Terreno listo para la siembra..... | 18 |
| Figura 5: Establecimiento de la parcela..... | 18 |
| Figura 6: Siembra..... | 18 |
| Figura 7: Primera fertilización..... | 19 |
| Figura 8: Segunda fertilización..... | 19 |
| Figura 9: Eliminación de maleza..... | 19 |
| Figura 10: Control de cogollero..... | 19 |
| Figura 11: Tapado de la flor femenina..... | 21 |
| Figura 12: Tapado de la flor masculina..... | 21 |
| Figura 13: Flor masculina lista para ser tapada..... | 21 |
| Figura 14: Polen recolectado..... | 21 |
| Figura 15: Distribución de campo..... | 23 |
| Figura 16: Diámetro del tallo..... | 24 |
| Figura 17: Altura de la planta..... | 24 |
| Figura 18: Ancho de lámina foliar..... | 25 |
| Figura 19: Longitud de lámina foliar..... | 25 |
| Figura 20: Color predominante de las anteras..... | 26 |
| Figura 21: Color predominante de las glumas..... | 26 |
| Figura 22: Altura hasta la mazorca..... | 26 |
| Figura 23: Color predominante de las estigma..... | 26 |
| Figura 24: Longitud del pedúnculo de la panoja..... | 27 |
| Figura 25: Longitud de la panoja..... | 27 |
| Figura 26: Longitud de la mazorca..... | 28 |
| Figura 27: Numero de brácteas por mazorca..... | 28 |
| Figura 28: Forma de la mazorca..... | 29 |
| Figura 29: Peso de 100 granos..... | 29 |
| Figura 30: Diámetro de mazorca..... | 29 |
| Figura 31: Longitud del grano..... | 29 |
| Figura 32: Altura promedio de la planta. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 31 |

| | |
|--|----|
| Figura 33: Diámetro promedio de la planta. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 33 |
| Figura 34: Promedio del ancho de hoja de las cinco variedades. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 39 |
| Figura 35: Numero de hojas por planta. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 40 |
| Figura 36: Longitud promedio de la panoja. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 42 |
| Figura 37: Longitud promedio de pedúnculo. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 43 |
| Figura 38: Ramificación primaria. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 45 |
| Figura 39 :Ramificación secundaria. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 45 |
| Figura 40: Numero promedio de ramificaciones terciarias. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 46 |
| Figura 41: Numero promedio de ramificaciones cuaternaria. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 46 |
| Figura 42: Longitud promedio de la mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 48 |
| Figura 43: Numero de Brácteas por mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 51 |
| Figura 44: Numero promedio de granos por hilera. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 54 |
| Figura 45: Longitud del grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 55 |
| Figura 46: Grosor del grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 57 |
| Figura 47: Ancho de grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 58 |
| Figura 48: Peso promedio del grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014. | 59 |

1. INTRODUCCIÓN

El maíz es el principal alimento de El Salvador, del resto de Centroamérica y México. Las familias campesinas han cultivado el maíz por siglos y han logrado mejorarlo gracias a su conocimiento y por el diario vivir con la naturaleza (Rodríguez *et al.* 2006). Su uso para el consumo humano es milenario, por lo que se le considera la planta más evolucionada y domesticada de todo el reino vegetal (FAO, 2012). Actualmente, en la zona rural de El Salvador se concentra el 40% de la población del país, además de la mayor parte de la pobreza, tanto extrema como relativa (Delgado y Salgado, 2009). Añadiéndose que los granos básicos son determinante para la seguridad alimentaria e ingresos de los pequeños productores, el rendimiento es menor en las zonas más pobres (Ángel, 2011). Siendo bastante probable que esos bajos rendimientos estén correlacionados con la calidad de las tierras. Al respecto, se tiene que el 64% del área nacional es suelo clase V, VI, VII u VIII. Pero las zonas rurales más pobres tienden a tener una mayor concentración de estas tierras “malas” (Delgado y Salgado, 2009).

Las semillas criollas forman parte de la vida de los pueblos desde el descubrimiento de la agricultura. De forma colectiva, campesinas y campesinos descubrieron técnicas y prácticas que fueron mejorándose, entre ellas está el manejo de semillas criollas (Rodríguez, 2012). Actualmente algunos productores han adoptado semillas mejoradas, sin embargo han llegado a la conclusión que el maíz criollo no puede ser sustituido, ya que aquellas presentan ciertas desventajas. Por ello, muchos campesinos conservan sus maíces que por años han venido trabajando, pero de alguna forma la introducción de los maíces mejorados han provocado una modificación en la producción campesina propiciando la extinción de algunas variedades criollas.

En este sentido, esta investigación muestra la importancia que tiene la producción del maíz en el país, se describen para ello las caracterización básica que incluye la toma de datos directamente desde los campesinos (información primaria) que siembran las variedades (Lira, Capulín, Santa Rosa, Catracho, Rebolujo), estudiando la fenología de la planta hasta completar su ciclo biológico, así como todas las labores agronómicas, culturales y la producción de cada variedad. El objetivo principal de la investigación fue evaluar la caracterización agronómica básica de las principales variedades criollas de maíz que se cultivan en 5 municipios en el departamento de Cuscatlán.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del maíz

2.1.1. Origen

El maíz (*Zea mays* L.) es originario del Hemisferio Occidental, fue el único cereal cultivado en forma sistemática por los indios americanos. Colon encontró que el maíz se cultivaba en Haití, donde se llamaba maíz (Hernández, 2006).

Hace miles de años el maíz fue descubierto, pero era considerado como un simple zacate, llamado Teocinte. Las tribus mayas y aztecas descubrieron que era un gran alimento (Rodríguez, 2005). Cada tribu fue escogiendo las mejores mazorcas y abonaban con sus propios recursos locales (primeros mejoradores del maíz). Transmitieron a las nuevas generaciones, todo su conocimiento, hasta el maíz criollo que hoy conocemos (González sf).

2.1.2. Importancia En El Salvador

Hoy en día el maíz es el rubro de mayor importancia dentro de la canasta alimenticia básica de la población salvadoreña. Según FAO, el consumo per cápita por año es alrededor de 80.51 kilogramos en el área urbana y 127 kilogramos en el área rural, siendo de los mayores consumos del área centroamericana, pues el 95% de la producción lo utiliza para consumo humano (Deras, sf).

2.1.3. Taxonomía

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Cyperales

Familia: Poáceae (gramíneas)

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays* L. (Cruz, 2012)

2.2. Morfología

2.2.1. Raíz:

El sistema radical está compuesto por una raíz primaria, que tiene origen en la radícula y es de muy corta duración luego de la germinación (Yusmaira, 2011). Aporta alimento, es un perfecto anclaje de la planta que se refuerza con la presencia de raíces adventicias (Ortas, 2008).

2.2.2. Tallo

El tallo es erecto, de estructura carnosa formado por nudos, se convierte en el eje central del sostén de la planta en donde se adhieren las hojas en posición alterna (Yusmaira, 2011) y tiene una escasa capacidad de ahijamiento, de hecho la aparición de algún hijo es un efecto no deseado que perjudica la capacidad productiva (Ortas, 2008).

2.2.3. Hojas

Las hojas son alternas, paralelinervias y provistas de vaina que nace de cada nudo (gramínea). El número de hojas depende de la variedad y del ciclo, de la época de siembra, pero aunque podrían llegar hasta 30, lo normal en nuestras condiciones es que haya un máximo de 15 hojas. Parece que el número de hojas está relacionado con el potencial de producción (Ortas, 2008). Una vez nacido el maíz, aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15-20 días siguientes a la nascencia, la planta debe tener de cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas (Ortiz, 2010).

2.2.4. Floración

El maíz es una especie alógama (de polinización cruzada) y su tipo de inflorescencia ha permitido la producción de híbridos con alto potencial de rendimiento y amplia adaptación (Deras sf).

2.3. Reproducción del maíz

El maíz tiene flores masculinas y femeninas separadas en la misma planta. Las flores masculinas están todas en la parte más alta del tallo y las femeninas se agrupan en panículas (las futuras mazorcas) en medio de éste, de cada flor salen una seda que corresponde a la parte receptiva de un óvulo (RAS, 2013).

2.4. Factores edafoclimaticas

El maíz es un cultivo de crecimiento rápido (5 meses), que proporciona un mayor rendimiento con temperaturas moderadas y un suministro adecuado de agua, con excepción en la zona alta donde su crecimiento llega hasta los 8 meses; su adaptación oscila entre 0 - 2,500 msnm (Cruz, 2013).

2.4.1. Temperatura

El maíz posee buen desarrollo vegetativo que puede alcanzar hasta los 5 metros de altura en altitudes superiores a los 1,000 metros sobre el nivel del mar (msnm). En El Salvador, los mejores rendimientos se obtienen en el rango comprendido entre 0 a 900 msnm, y la planta alcanza una altura de 2 a 2.65 m, por lo que estos germoplasmas son considerados como tropicales (Deras, sf).

Así mismo puede crecer dentro de un rango de temperatura entre los 5 y 45 °C, pero generalmente se comporta mejor entre los 25 y 35 °C. Temperaturas extremadamente altas, especialmente si coinciden con una humedad baja, pueden reducir la viabilidad del polen y causar un mal establecimiento de la semilla (CIMMYT, 2008), y requiere bastante cantidad de luz solar, bajando sus rendimientos en los climas húmedos (Cruz, 2013).

Este cereal es sumamente sensible a la baja fertilidad de suelo y a la escasez de agua. En toda la América Central, la degradación del suelo está reduciendo la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes. Ante un estrés hídrico más severo en el futuro un mejor manejo de los suelos será fundamental para mejorar la resiliencia de los cultivos y minimizar las reducciones en los rendimientos (CIAT, 2013).

2.4.2. Suelo

Los suelos más apropiados para la producción de maíz son los suelos francos o francos arcillosos con buen drenaje. Los factores físicos, químicos y ambientales son los que determinan la capacidad de producción de estos suelos. El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos donde puede producir buenas cosechas, si se emplean los cultivares adecuados y técnicas de cultivo apropiadas, los suelos más idóneos para el cultivo del maíz son de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua (Cruz, 2013). En general, el maíz, crece bien en suelos con pH entre 5.5 y 7.8. Fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia (Deras, sf).

2.5. Manejo agronómico

Son todas las actividades que se le realizan al cultivo, empezando antes de la siembra con la preparación del suelo hasta que termina su ciclo productivo (Cruz, 2013).

2.5.1. Preparación de suelo

La labranza mínima es un método beneficioso para agricultores que tienen terrenos inclinados o con buen drenaje, ya que disminuye la erosión; también permite una mayor retención de humedad al no remover ni exponer el suelo a la acción del viento (Deras, sf).

2.5.2. Siembra

Para sembrar una manzana de terreno en forma manual se utilizan aproximadamente 25 libras (16 kg/ha) de semilla (Deras, sf).

En El Salvador se conocen 3 épocas de siembra:

Primera: para la zona costera, que va desde 0 a 400 msnm (metros sobre el nivel del mar), inicia desde el 15 al 30 de Mayo y para los valles intermedios, de 400 a 900 msnm, del 15 de Mayo hasta el 15 de Junio. Estas fechas pueden variar, según el establecimiento de la época lluviosa. Postrera: para valles intermedios, de 400 a 900 msnm y la región Oriental del país, las siembras se realizan entre el 15 al 31 de agosto. En esta época, puede tenerse el riesgo que la estación lluviosa termine antes que el cultivo haya llegado a su etapa de madurez lo que puede ocasionar una disminución del rendimiento. Apante: se realiza en aquellos terrenos que permanecen inundados durante la época lluviosa y que retienen suficiente humedad hasta que la época lluviosa finalice (MAG, 2014).

Recomendaciones que deben observarse para la siembra:

1. No sembrar en suelos compactos.
2. Sembrar hasta que la época lluviosa esté establecida.
3. Sembrar semilla de buena calidad (germinación y vigor)
4. No sembrar en suelos secos esperando que el maíz germine con la primera lluvia. El riesgo de que la primera lluvia sea insuficiente para la germinación de la semilla es alto. Además, si el período en el cual la semilla permanece en el suelo seco se alarga, las condiciones adversas pueden hacer que la semilla pierda su viabilidad.
5. Sembrar en cuanto el suelo haya acumulado suficiente humedad para que la plantación se pueda establecer y desarrollar normalmente (Cruz, 2013).

2.5.3. Método de siembra

La siembra puede efectuarse en dos métodos o formas:

Manual: Esta se efectúa especialmente en terrenos con pendientes mayores al 20%, utilizando para ello el chuzo (Deras, sf).

Mecanizada o con tracción animal: Este método se utiliza en terrenos de topografía plana a semi plana, donde tanto la preparación del suelo como la siembra pueden ser mecanizadas (Deras, sf).

2.5.4. Distanciamiento

La planta de maíz altas como la variedad Santa Rosa deben sembrarse dos semillas por postura con distancia entre 50 cm entre planta y entre surco 1 metro, si los terrenos son inclinados (Rodríguez *et al.* 2006). Si las plantas son medianas deben sembrarse con 40 cm entre planta y calles de 90 cm, en terrenos planos (Flores, sf).

2.5.5. Fertilización

El maíz es muy exigente en elementos nutritivos, comparado con otros cultivos, por lo que en un plan de fertilización se debe tomar en cuenta los resultados del análisis químico del suelo y su recomendación, esto le garantiza suplir de los elementos nutritivos necesarios a la planta y evitar gastos innecesarios (Deras, sf).

La fertilización se debe realizar cuando el suelo se encuentra húmedo. Si no tiene la humedad suficiente, es preferible no aplicar el fertilizante (Ruíz, 2002).

Realizar dos fertilizaciones, la primera con fórmula (16-20-0) a partir de los 20 días de sembrado, en menor cantidad de lo que se acostumbra a aplicar a las semillas híbridas y la segunda fertilización es cuando empieza a detenerse el crecimiento de la hoja, (masear o candellear) con Sulfato o Urea, siempre en menor cantidad de lo que se aplica a los híbridos. Promover el uso de los abonos orgánicos y la generación de rastrojos, hojarasca de plantas leguminosas como el pito, madrecaño, leucaena, guachipilín, alverja, frijoles de comer, frijoles abonos (Pastoral de la tierra, 2005). Colocar el fertilizante a una distancia de 5–10 cm de la planta y si el terreno está en pendiente debe colocarse en la parte superior (Ruíz, 2002).

2.5.6. Control de malezas

El maíz es un cultivo muy sensible a la presencia de malas hierbas, sobre todo en los primeros estados de desarrollo, que pueden llegar a producir pérdidas de cosecha superiores al 50% (Ortas, 2008).

Una maleza es cualquier planta que constituye un peligro, molestia o causa daños al hombre, animales o en este caso, al cultivo de maíz. El desarrollo del cultivo de maíz en los primeros 30 días es crítico, por lo que se debe asegurar que crezca libre de la competencia de malezas, pues se estima que éstas son causantes del 10 al 84% de la reducción en su rendimiento (Deras, sf.).

2.5.7 Manejo integrado de plagas

MIP se le llama a los diferentes métodos que se utilizan para controlar las plagas

2.5.8. Recomendaciones generales para un MIP

- Planificar todas las labores del cultivo, desde la siembra a la cosecha
- Usar semilla de buena calidad y sembrar variedades tolerantes a plagas
- Usar correctamente la cantidad de semillas por manzana
- Realizar recuentos de plagas
- Utilizar fertilizantes en tiempo y cantidad necesaria
- Cuando las plagas se escapen del control natural y biológico usar plaguicidas en lo mínimo necesario (INTA, 2000).

Desde el momento de la siembra, el maíz está expuesto a los ataques de numerosas plagas, y entre los factores principales que favorecen o dificultan la aparición de plagas y enfermedades en el cultivo están: condiciones de clima, labores preparatorias del terreno, rotación de cultivos y el control de malas hierbas, entre otros (Deras, sf).

La incidencia de plagas puede ser importante sobre todo en plantaciones de siembra directa, fundamentalmente insectos de suelo (gusano blanco) y orugas cortadoras, ya que producen una disminución de la densidad y des uniformidad espacial en la línea de siembra. Es imprescindible el curado con insecticidas aplicados a la semilla (cura semillas) que son de baja toxicidad ambiental y excelente efectividad (Avellaneda, 2006).

2.6. Cosecha

Una vez terminado el período de llenado de grano, llegando a la fase de "madurez fisiológica", el grano comienza a perder humedad. El punto óptimo para cosechar el cultivo es cuando la humedad del grano llega al 14%. Si se cosecha con mayor humedad, los granos deberán ser secados artificialmente para estar en condiciones de ser almacenados (Agribusiness, sf).

El momento oportuno para cosechar es cuando el maíz contiene alrededor de 30 a 35% de humedad; por lo general, esto ocurre cuando las hojas de la planta comienzan a amarillearse, especialmente las del tercio inferior (Arroyo *et al.* 1998).

La mayoría de los casos, el maíz se deja doblado en el campo por más tiempo, especialmente cuando el clima favorece el secado de grano todavía en la planta (Deras, sf).

La cosecha primera, o de invierno, se comienza a recolectar en noviembre. Entonces inicia la cosecha postrera, solo para quienes tienen sistemas de riego. Esta parte de la producción sale hasta la temporada seca. (Quintanilla, 2013).

2.7. Maíz criollo

Las semillas criollas son el producto de la selección por generaciones en condiciones locales, es uno de los elementos más importantes para la producción de los cultivos y para la seguridad alimentaria de nuestros pueblos, por ello muchas empresas transnacionales se están queriendo adueñar de las semillas porque saben bien que teniendo la semilla controlan la alimentación de la población (Pastoral de la tierra, 2005).

Una semilla criolla es un tipo de semillas escogida y producida por los mismos agricultores en sus propios campos. Esto se logra en varios años de siembra (Rodríguez *et al.* 2006).

2.7.1. Importancia de la recuperación de las variedades criollas

- Son baratas, pues salen de las mismas cosechas o las podemos intercambiar con familias amigas.
- Están adaptadas al terreno, pues crecen y se fortalecen ahí mismo.
- Son naturales y no dañan el medio ambiente al no necesitar tanto pesticida.
- Toleran las sequías, dan cosechas abundantes y se enferman menos (Hernández, 2009).

- Para Salazar (2012), la importancia de la recuperación de las semillas criollas radica en:
- Obtener mejores rendimientos.
- Conservar diferentes tipos de maíz adaptadas a las condiciones de clima, suelo y manejo del pequeño agricultor.
- Ir disminuyendo la dependencia e ir ahorrando por la no compra de semillas.

2.7.2. Uso de las diferentes variedades criollas

El maíz está identificado como el único cereal que en sus distintas etapas de desarrollo de la planta, puede ser utilizado como alimento. Las mazorcas jóvenes o “en elotes” cosechadas antes de la floración, son utilizadas como una hortaliza; las mazorcas tiernas y las mazorcas verdes de maíz dulce, son ampliamente utilizadas en formas asadas, hervidas o consumidas en el estado de pasta blanda. La planta de maíz que está aún verde, cuando se cosechan las mazorcas tiernas o maduras, proporciona un buen forraje para el ganado. El grano seco se usa para el consumo humano o animal y para la elaboración de una gran cantidad de productos industriales, incluyendo el etanol (MAGA, 2013).

2.7.3. Beneficios de los bancos de semilla

Los bancos de Semillas han mejorado y mantenido viva la tradición de alimentar la diversidad a través de aspectos como:

- Acceso a la semilla elegida por los agricultores.
- Aumento de la capacidad de los agricultores de producir la semilla deseada de cultivares específicos.
- Provisión de reservas estratégicas de semillas.
- Producción de semillas de buena calidad.
- Garantizar la seguridad de las semillas a nivel doméstico.
- Conservación de germoplasma en campo mediante su utilización.
- Capacitación de agricultores en las modalidades y principios de la producción de semillas.
- Selección de semillas, tratamiento y almacenamiento.
- Establecimiento de vínculos con los sistemas nacionales de semillas.
- Intercambio de germoplasma, Información, innovación y tecnologías dentro y entre agricultores, extensionistas e investigadores (Rodríguez, 2012).

2.8. Polinización

2.8.1. Polinización natural

Una de las características del maíz es la polinización cruzada, la reproducción de este cultivo es incontrolable por definición, preocupa a los productores de las variedades nativas, posibilita la llamada “contaminación transgénica” y sugiere la profusión de la incertidumbre, al no poder calcular las variables de la información genética liberada. Sin embargo, la misma polinización cruzada y el saber vivir con ella son las marcas de la diversificación tecnológica de las numerosas razas y variedades de esta planta (Alamo *et al.* sf).

2.8.2. Polinización artificial

Existen métodos artificiales de polinización empleados para generar materiales con buenas características, uno de los métodos más comunes, es el método de la bolsa para la espiga.

Procedimiento

- ✓ Cubra el jilote de cada planta con una bolsa o sobre de glassine antes de que las fibras sedosas emerjan.
- ✓ Ponga una bolsa de polinización a recoger el polen de las flores masculinas (panículas) el día anterior a la polinización.
- ✓ A la mañana siguiente, flexione y sacuda la planta ligeramente para recoger el polen en la bolsa de la panícula.
- ✓ Retire la cubierta de glassine de las fibras sedosas de la planta femenina y polinice las fibras con el polen de la bolsa de la panícula.
- ✓ Vuelva a cubrir inmediatamente las fibras sedosas con el sobre de glassine y las panículas con la bolsa de polinización y déjelas cubiertas hasta la cosecha. Recuerde que se requiere una buena sincronización entre la formación de las fibras sedosas y la formación de la inflorescencia masculina. Realice la polinización antes de que la temperatura alcance los 36°C (CIMMITY, 2008).

2.9. Selección y mejoramiento de las variedades criollas

Características de la planta de maíz criollo:

- La planta debe ser vigorosa, sana, resistente a plagas y enfermedades, de tamaño mediano.
- La distancia del pie de la planta hasta la mazorca debe de ser menor que la distancia de la mazorca a la parte de la espiga.

- Mazorca bien desarrollada, llena de granos y bien cubierta por la tuza (Salazar, 2012).

Método de selección masal

- Método natural de mejoramiento de semillas criollas más antiguo, simple, fácil y barato; se hace en toda la parcela.
- Se escogen mazorcas basándose en las características de la planta (Salazar, 2012).

Selección de la variedad:

La selección es importante conocer las características de las diferentes planta de maíz o culturas de la zona, y la decisión puede depender de:

- El alto rendimiento para autoabastecerse y el mercado.
- La calidad (uso de platillos típicos).
- Lo liberal de la variedad (CARITAS, 2005).

Selección a nivel de campo:

En este paso se seleccionan las mejores plantas. Estas serán los padres de las semillas, a escoger para la siembra. se debe caminar por toda la milpa escogiendo con cuidado las mejores matas y elotes para su elección (Rodríguez *et al.* 2006).

Para ello, se aconseja que se observen las siguientes características de la mata, al igual que menciona características deseables en el elote (CARITAS, 2005).

En las plantas de maíz:

- Plantas sanas.
- Altura de la planta
- Altura a la que se encuentra el elote en la planta, parte media o abajo.
- Grosor de la tallo, tallo grueso.
- Cantidad de hojas y su ancho.
- La forma de la raíz, buen anclaje (Pastoral de la tierra, 2005).

En los elotes:

- Tamaño del elote
- La tuza, que cubra hasta la punta del elote.
- Apretar el elote con la mano para sentir si está lleno de granos hasta la punta.

- Posición del elote respecto a la mata (no muy abierto) (CARITAS, 2005).

Selección de la semilla

Esto se hace para seleccionar estándar de la mazorca y grano. Este paso de la selección es lo que comúnmente por tradición hacen los campesinos y campesinas, se hace con las mazorcas que salieron de la tapisca de las matas marcadas (Pastoral de la tierra, 2005).

La Mazorca

- Sana
- Con tuza que cubre hasta la punta
- Al destusar la mazorca tenga las carreras o hileras rectas y que lleguen hasta la punta.
- El número de carrera (mayor a 14).
- Grosor del olote.
- Grano refinado, brillante, grande y pesado (CARITAS, 2005)

El Grano

Según Rodríguez *et al.* (2006) se debe:

- ✓ Desgranar las hileras del centro, dejando aproximadamente 5 hileras en cada extremo sin desgranar.
- ✓ Sacar los granos de otro color, quebrados, deformes, podridos, raquíticos.

2.10. Uso de descriptores para la caracterización

Un descriptor es una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión. Los descriptores son aplicados en la caracterización y evaluación de las accesiones debido a que ayudan a su diferenciación y a expresar el atributo de manera precisa y uniforme, lo que simplifica la clasificación, el almacenamiento, la recuperación y el uso de los datos. Estos descriptores han sido definidos para un gran número de especies cultivadas (Tito, 2003).

La caracterización morfológica de recursos fitogenéticos es la determinación de un conjunto de caracteres mediante el uso de descriptores definidos que permiten diferenciar taxonómicamente a las plantas. Algunos caracteres pueden ser altamente heredables, fácilmente observables y expresables en la misma forma en cualquier ambiente. Las

características morfológicas se utilizan para estudiar la variabilidad genética, para identificar plantas y para conservar los recursos genéticos. Por lo tanto la caracterización es el primer paso en el mejoramiento de los cultivos y programas de conservación. Los métodos estadísticos más usados para el análisis de los datos son la varianza, el coeficiente de variación, correlación lineal, selección por pasos y análisis de componentes principales. De esta manera, el objetivo de éste artículo es revisar algunos conceptos básicos sobre caracterización morfológica de recursos fitogenéticos, así como algunos métodos de análisis de datos (Hernández, 2014).

La caracterización y evaluación se utilizan descriptores, que son caracteres considerados importantes y/o útiles en la descripción de una muestra. Los estados de un descriptor son los diferentes valores que puede asumir el descriptor, pudiendo ser un valor numérico, una escala, un código o un adjetivo calificativo (Abadie, 2001).

La caracterización de la variabilidad detectable visualmente hace referencia a las características responsables de la morfología y la arquitectura de la planta llamadas botánicas-taxonómicas; las características relacionadas con aspectos de manejo agronómico y de producción denominadas morfoagronómicas y las evaluativas que son las que se expresan como reacción a estímulos del medio ambiente (Tito, 2003).

La caracterización de las semillas criollas es una práctica muy importante, debido a que por medio de ella podemos conservar las variedades, pues debido a diferentes razones las variedades criollas de maíz especialmente han sufrido degeneramiento genéticos debido a la facilidad de cruzamiento y que no se ha practicado el aislamiento físico y en el tiempo para la siembra o selección de las semillas (FUNDESYRAM, 2014). Al realizar la investigación se utilizó variables morfológicas confiables, las variables ya están establecidas en el descriptor para maíz, El Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del Trigo (CIMMYT).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

El ensayo se realizó en el Cantón El Carmen, Municipio de San Pedro Perulapan, Departamento de Cuscatlán; con ubicación geográfica Latitud 13° 44' 17.5" N y Longitud - 88° 59' 32.2"W. Con una Altitud: 733 msnm.

3.2. Descripción demográfica y edafoclimática de las zonas de estudio

La distribución de la población en general separada por sexo, se pueden observar en el cuadro 1. La zona presenta un clima correspondiente a la sabana tropical, con una precipitación anual 1,760 mm a nivel territorial con una temperatura promedio 25.6 °C y humedad relativa 77 %. Con respecto a las características edáficas, en un suelo clasificado como andisoles, con clase VI. Las características físicas del suelo corresponden a una textura arcillosa, profundidad de 30 cm, estructura granular y una pendiente del 40%.

Cuadro 1. Descripción demográfica de las zonas de estudio. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014

| Municipio | Población | | | Coordenadas | | |
|---------------------|-----------|---------|--------|-------------|----------|--------------|
| | Mujeres | Hombres | Total | Latitud | Longitud | Altitud msnm |
| Cojutepeque | 26,744 | 23,571 | 50,315 | 13.7167 | -88.9333 | 500 – 1000 |
| Monte San Juan | 5,939 | 4,885 | 10,224 | 13.76667 | -88.95 | 657 |
| San Ramón | 3,295 | 2,993 | 6,292 | 13.6833 | -88.9167 | 600 |
| San Pedro Perulapan | 22,365 | 22,365 | 44,730 | 13.7667 | -89 | 640 |
| El Carmen | 6,414 | 6,414 | 23,345 | 13.7333 | -88.9667 | 720 |
| Total | 50,315 | 23,571 | 26,744 | | | |

Cuadro 2. Descripción edafoclimática de la zona de estudio. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| Municipio | Datos edafoclimáticos | | | |
|---------------------|-----------------------|---------------|---------|-----------------------|
| | Precipitación | Temperatura | Humedad | Suelos |
| Cojutepeque | 1800 a 1900 mm | 19° C – 35° C | 67% | Andosoles y latisoles |
| Monte San Juan | 1140 a 1160 mm | 19° C – 35° C | 59% | Andosoles y latisoles |
| San Ramón | 1800 a 1900 mm | 21° C – 35° C | 74% | Andosoles y latisoles |
| San Pedro Perulapán | 900 a 1100 mm | 21° C – 35° C | 74% | Andosoles y latisoles |
| El Carmen | 1900 y 2000 mm | 19° C – 34° C | 50% | Andosoles y latisoles |

3.3. Fases realizadas en la investigación

3.3.1. Fase de planificación

Se realizaron reuniones con miembros de la pastoral de la tierra para la coordinación y comprensión de como recolectar la información, y luego se procedió a la elaboración de un instrumento de estudio (Cuadro 3).

Cuadro 3. Modelo recolección de información. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| Variable crecimiento y desarrollo de la planta | Variable rendimiento |
|--|--------------------------------|
| Días de germinación | Características del grano |
| Inicio de floración | Cuantos qq de maíz por manzana |
| Inicio de formación del fruto | Manejo agronómico |
| Días a estar en elote | Preparación de terreno |
| Altura de la planta | Distanciamiento entre surco |
| Grosor de la planta | Distanciamiento entre planta |
| Variable mazorca | Control de maleza |
| Tamaño de la mazorca | Control de plaga |
| Diámetro de la mazorca | Que abono utiliza |
| Numero de hileras por mazorca | Cuanto abono utiliza |
| Cobertura de la mazorca | Área de maíz que siembra |

3.3.2. Fase de ejecución de talleres

Se recolectaron cinco variedades diferentes de maíz criollo, utilizadas y conservadas por agricultores de la zona de los cinco Municipios, para ello se coordinó con la Pastoral de la Tierra, para el contacto con los productores de las comunidades respectivas.

Durante esta investigación se realizaron talleres (Figura 1), con la participación de veinte productores. Los talleres se efectuaron en el Centro Pastoral en el Municipio de Cojutepeque, en la cual se caracterizaron 12 variedades con los productores, cinco de ellas fueron seleccionados para el ensayo de investigación, una variedad por cada municipio.

En los talleres se utilizaron materiales didáctico como, (papelones, marcadores entre otros), con el fin de facilitar a los productores en una forma dinámica (Figura 2). El objetivo de los talleres fue la recopilación de información sobre las características morfológicas de las variedades (tamaño de la mazorca, tamaño del grano, grosor de la planta, altura de la planta, color del grano, y otros), las condiciones económicas (rendimiento, presupuesto), y por último el manejo agronómico del cultivo (preparación de terreno, fertilización, manejo integrado de plagas y cosecha).



Figura 1: Taller para la recolección de información



Figura 1: Participación de los productores

3.4. Manejo agronómico

3.4.1. Preparación de terreno

La preparación de terreno se realizó según la metodología del productor de forma manual. Una chapoda 15 días antes de la siembra, (Figura 3). Luego se incorporó el rastrojo, para

poder evitar la escorrentía. Luego se aplicó herbicida Paraquat (Paraquat 20 SL). Dosis; dos copas Bayer (50ml) y Atrazina (Gesaprim 90 WG) una copa Bayer (25ml) por bomba de mochila de una capacidad de 4 galones. Para que las plántulas germinen sin tener ninguna competencia de malezas (Figura 4).

3.4.2. Establecimiento de la parcela

Para el establecimiento de la parcela se coordinó con el propietario del terreno. El método a utilizar fue bloques completamente al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, para la caracterización morfológica de las variedades en estudio. En el establecimiento de la parcela se procedió a medir los bloques y las parcelas (Figura 5).

3.4.3. Siembra

La siembra se realizó en forma manual en la última semana de mayo del 2014; como herramienta para la siembra se utilizó chuzo (labranza mínima, porque el terreno es de alta pendiente), en la que se utilizó 2 semillas por postura (Figura 6). Las semillas de los materiales criollos fueron tratadas con Carbosulfan (Marshall), para el control de insectos del suelo a razón de 5 g por libra de semilla de maíz.

3.4.4. Distanciamiento

Las distancias entre surco y plantas, que se utilizó en ensayo fueron sugeridas por la mayoría de los productores de la Pastoral de la Tierra: 0.80 m entre surco y 0.40 m entre planta.

3.4.5. Fertilización

Se realizaron dos fertilizaciones; la primera se realizó a los 21 días después de la siembra (Figura 7) y se le aplicaron 2 arrobos de fórmula (16-20-0) mezclándolo con 1 qq de gallinaza a una área de 880 m² a una distancia de 5 cm de la planta y la segunda fertilización se realizó a los 48 días después de la siembra (Figura 8) y se aplicaron 2 arrobos de sulfato de amonio, mezclándolo con 1 qq de gallinaza.

3.4.6. Control de maleza

El control de maleza se realizó de forma manual con azadón a los 20 días después de la siembra y de esta manera ayudando al sostenimiento de la planta y así evitar acame. (Figura 9). La segunda limpieza se realizó a los 40 días después de la siembra de forma manual.

3.4.7. Control de plagas

Para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* L.), se aplicó ceniza (Figura 10), con el objetivo de asfixiarlo al ingresar ceniza a sus poros, la cantidad aplicar es lo que agarren tres dedos.



Figura 3: Chapoda en forma manual



Figura 4: Terreno listo para la siembra

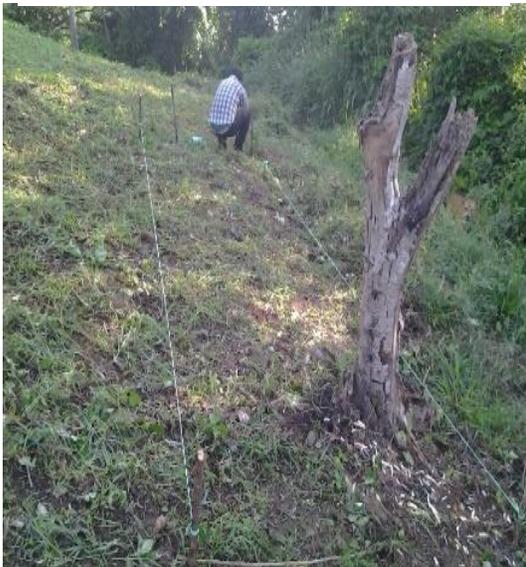


Figura 5: Establecimiento de la parcela



Figura 6: Siembra en forma manual

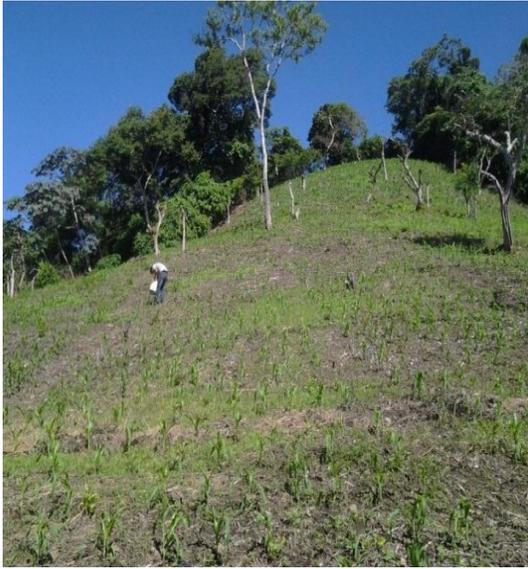


Figura 7: Primera fertilización



Figura 8: Segunda fertilización



Figura 9: Eliminación de maleza



Figura 10: Control de cogollero

3.5. Etapa reproductiva

3.5.1. Polinización artificial

En la etapa de floración se realizó la polinización manual con las plantas seleccionadas de cada variedad, el proceso de control de la polinización consistió en seleccionar las plantas a polinizar y cubrir la flor femenina de cada planta antes de emerger los estigmas en los jilotes.

Se utilizaron bolsas de papel manila para el control de la polinización, el jilote se tapó antes de la emergencia del estigma, la polinización se presentó entre los dos a tres días después de tapado el jilote; para la recolección de polen se utilizaron bolsa de papel recolectando el polen de la misma planta de dicha variedad, la aplicación de polen consistió en depositarlo sobre los estigmas, y luego se cubrió nuevamente, es necesario saber que desde el momento de la polinización hasta la fecundación solo se requiere de unos cuantos minutos, esta actividad se realizó en horas tempranas entre las siete y las nueve de la mañana, ya que en ese momento las condiciones ambientales favorecen la calidad y cantidad del polen recolectado.

3.5.2. Proceso de la polinización

Los dos primeros días se embolsan las flores femeninas antes que las sedas empiecen a emerger de las hojas que las protegen (Figura 11).

En el tercer día que las flores masculinas comiencen a liberar el polen (Figura 12), no demasiado pronto porque dificultamos su desarrollo. El momento indicado es cuando las anteras empiezan a salir de los tallos verticales y laterales (Figura 13).

Al salir los estigma del jilote se le cortan 2 cm; esto para uniformizar el tamaño, facilitando la polinización. (Aunque también puede ser polinizada con estigmas grandes). El polen debe ser de plantas seleccionadas (Figura 14). Cubrir las mazorcas polinizadas y quitar una semana después de la polinización.



Figura 11: Tapado de la flor femenina



Figura 12: Tapado de la flor masculina



Figura 12: Polen recolectado



Figura 14: Flor masculina lista para ser tapada

3.6. Dobla de la planta

A los 95 días se efectuó la dobla del maíz, para acelerar la pérdida de humedad, al momento en que todas las variedades alcanzaron la madurez fisiológica, la coloración de sus hojas de verde cambian a un color amarillento. En este tiempo se levantaron las plantas que sufrieron acame, colocándolas en alambre de amarre, para que pierdan la humedad y evitar pérdidas por pudrición.

3.7. Cosecha

La cosecha se realizó a los 120 días después de siembra de forma manual y consistió en extraer todas las mazorcas de la parcela y recolectar aparte las mazorcas de las plantas seleccionadas, para luego poder sacar la variable rendimiento.

3.8. Metodología estadística

El ensayo se establecieron cinco variedades de maíz criollo (Catracho, Lira, Rebolujo, Capulín, Santa Rosa), en una misma fecha, bajo un diseño de bloque al azar. Este tipo de diseño es el más sencillo y se origina por la asignación aleatoria de tratamientos a un conjunto de unidades experimentales previamente determinadas, con cuatro repeticiones. En cada tratamiento se establecieron seis surcos a una longitud de cinco metros a una distancia entre surcos de 0.80 m y 0.40 m entre planta.

3.8.1. Modelo estadístico

Cada observación del experimento fue expresada mediante una ecuación lineal en los parámetros, el conjunto conforma el modelo para el diseño de bloques completos al azar:

Se utilizara el modelo lineal

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es cada observación o repetición del experimento.

μ = Media general del experimento

T_i = Es el efecto de i-ésimo tratamiento.

E_{ij} = Es el efecto de los experimentos.

3.8.2. Análisis de varianza

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el modelo bloque al azar, en el cual se evaluaron como fuente de variación los tratamientos, el error experimental y el total de las variaciones.

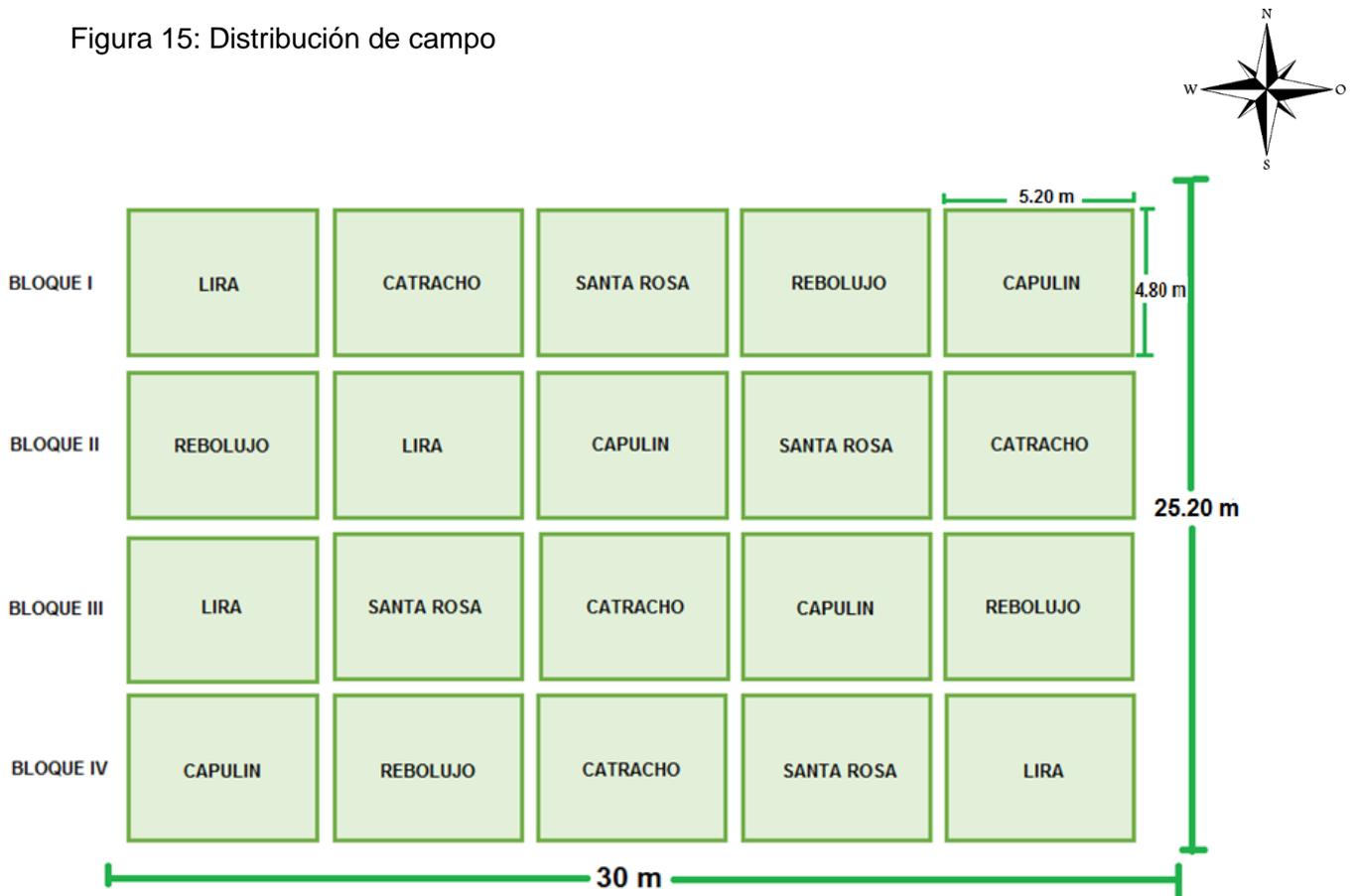
Cuadro 4. Fuente de variación, grados de libertad para los tratamientos evaluados.
 Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL |
|--------------------|---------------|
| Tratamiento | $5 - 1 = 4$ |
| Bloque | $4 - 1 = 3$ |
| Error experimental | 12 |
| Total | $20 - 1 = 19$ |

3.8.3. Distribución de campo

El área total del ensayo fue de 756 m² conformada por una longitud de 30 m de largo y 25.20 m de ancho, divididas en 20 unidades experimentales. El plano de distribución de los tratamientos en el campo, del experimento de parcelas divididas en bloques al azar, en la caracterización agronómicas básica de las principales variedades de maíz criollo (Figura 15).

Figura 15: Distribución de campo



3.8.4. Toma de datos en maíz criollo

3.8.4.1. Fase vegetativa

a) Días a germinación: Comprende los días transcurridos desde la siembra hasta la emisión de raíces.

b) Altura de la planta: La toma se realizó durante la emergencia de la planta hasta la prefloración, y comprende desde el suelo hasta la base de la espiga, la unidad de medida fue en centímetros (Figura 16).

c) Diámetro del tallo: La toma también comprende desde la emergencia de la planta hasta la prefloración, la unidad de medida fue en centímetros (Figura 17).

d) Número de hojas arriba de la mazorca: Se contabilizaron visualmente en cada planta muestreada arriba de la mazorca, después de la floración.

e) Longitud de la lámina foliar: Se tomó desde el nudo de origen de la hoja, utilizando cinta métrica (Figura 18).

f) Ancho de la lámina foliar: Se midió la parte media de las hojas, utilizando cinta métrica (Figura 19).



Figura 16: Altura de la planta



Figura 17: Diámetro del tallo



Figura 18: Ancho de lámina foliar



Figura 19: Longitud de lámina foliar

3.8.4.2. Fase de floración

a) Color predominante de las anteras: Se realizó utilizando la tabla Munsell, tomando las flores estaminadas (Figura 20).

b) Color predominante de las glumas: Se utilizó la tabla Munsell, tomando las flores estaminadas de la planta (Figura 21).

c) Color predominante del estigma: Utilizando la tabla Munsell, se obtuvo el color del estigma (Figura 22).

d) Altura de la mazorca: Dicha variable se tomó desde la base del suelo hasta la altura de la primera mazorca de la planta (Figura 23).

e) Longitud del pedúnculo de la panoja: Se midió la panícula desde la base de la espiga hasta el comienzo de la primera ramificación de la panoja, utilizando cinta métrica (Figura 24).

f) Longitud de la panoja: se midió con cinta métrica desde la base del pedúnculo de la panoja hasta el final del eje central de la panoja (Figura 25).

g) Número de ramificaciones secundarias de la panoja: Se contabilizaron los ejes de la panoja que poseían ramificaciones dobles en forma visual.

h) Tipo de espiga: Se identificaron visualmente si eran primarias, secundarias o terciarias.

i) Días hasta la senescencia de la hoja: Se contabilizaron los días desde la emergencia de la planta hasta el secado del 50% de las mazorcas.



Figura 20: Color predominante de las anteras



Figura 21: Color predominante de las glumas



Figura 22: Color predominante de los estigmas



Figura 23: Altura hasta la mazorca



Figura 24: Longitud del pedúnculo de la panoja



Figura 25: Longitud de la panoja

3.8.4.3. Fase de cosecha

La cosecha se realizó tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Número de brácteas por mazorca: En forma manual se procedió al conteo de las brácteas por variedad en estudio (Figura 26).
- b) Forma de la mazorca: Se realizó tomando como referencia el descriptor del CIMMYT (1991) (Figura 27).
- c) Diámetro de la mazorca: Se realizó utilizando un pie de rey, midiendo la parte central de la mazorca (Figura 28).
- d) Longitud de la mazorca: Se midió con regla desde la base de la mazorca hasta el ápice de la misma (Figura 29).
- e) Número de hileras por mazorca: Se hizo un conteo de forma visual.
- f) Número de granos por hilera: Se contabilizaron en forma directa desde la base hasta el ápice de la mazorca.
- g) Longitud del grano: Se realizó con el pie de rey, la unidad de medida fue en milímetros, abarcando la longitud del grano (Figura 30).
- h) Ancho del grano: Se realizó utilizando pie de rey, las unidades de medida fue en milímetros.
- i) Grosor del grano: Se utilizó el pie de rey, las unidades de medida es en milímetros, midiendo el espesor del grano.

- j) Forma de superficie del grano: Se realizó de forma visual tomando como referencia el descriptor del CIMMYT (1991).
- k) Color del pericarpio: Se realizó de forma visual observando la pared que envuelve la semilla.
- l) Color de la aleurona: De forma visual, se determinó el color en el interior de la semilla en base a descriptor del CIMMYT.
- m) Color del endosperma: Se realizó en forma visual determinando el tejido de reserva de la semilla.
- n) Color del grano: De forma visual, se identificó de cada variedad a descriptor del CIMMYT.
- o) Peso de 100 granos: Se utilizó una balanza semi analítica y la unidad de medida fue en gramos (Figura 31).
- p) Tipo de grano: Se realizó al tacto, identificando las texturas de las semillas de las variedades en estudio.
- q) Rendimiento: El rendimiento se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \left[\frac{\text{Peso de maiz desgranado (lb)}}{\text{numero de mazorcas desgranadas}} \right] * \text{n}^\circ \text{ de plantas por mz.}$$



Figura 26: Numero de brácteas por mazorca



Figura 27: Forma de la mazorca



Figura 28: Diámetro de mazorca



Figura 29: Longitud de la mazorca



Figura 30: Longitud del grano

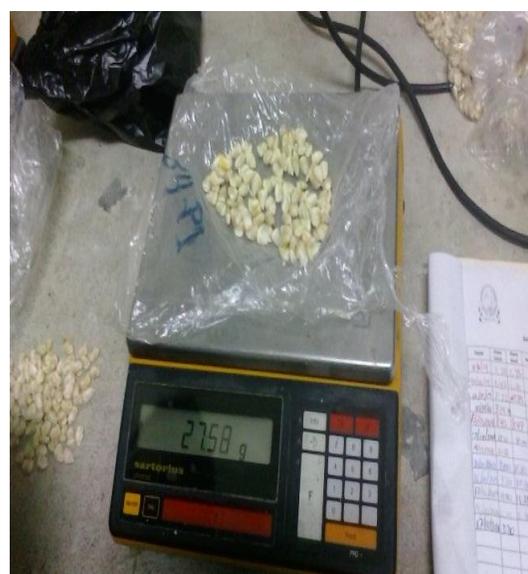


Figura 31: Peso de 100 granos

3.8.5. Elaboración de la propuesta técnica

El análisis de la propuesta técnica se basó en la información obtenida en los distintos talleres realizados durante la investigación, dicha propuesta fue realizada en base a actores relevantes, el levantamiento de este tipo de información fue principalmente de tipo cualitativo y cuantitativo. Se tomaron como base diferentes puntos de vista de los productores que residen en las zonas donde se obtuvieron las variedades de semilla evaluadas, esto para conllevar a una propuesta eficaz en el desarrollo y mantenimiento de las variedades criollas, información que es de interés para los productores.

4. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Para un mejor análisis de la información obtenida, se dividió el desarrollo del cultivo en tres fases que correspondieron al ciclo vegetativo del mismo. Teniéndose las fases que a continuación se detalla: vegetativa, floración y cosecha. La primera inicia en la germinación y finaliza cuando está iniciando el brote de la espiga o flor masculina, esto es desde los 5 días después de la siembra hasta los 47 días después de la siembra. La floración comienza del inicio del brote de la espiga, 47 días después de la siembra y caduca con el secado natural de la espiga 65 días después de la siembra. La cosecha se ubica a partir del secado de la espiga 65 días después de la siembra y concluye con la extracción de las mazorcas 120 días después de la siembra. La separación del desarrollo del cultivo y análisis de la información en las tres fases antes acotadas para poder homologar los datos con descriptores de maíz existentes al respecto.

4.1. Fase vegetativa

4.1.1. Altura de la planta

A través del análisis de varianza se puede observar que el P- valor es de 0.623 siendo mayor que 0.05. Por tanto, se determinó que no existen diferencias significativas entre las cinco variedades criollas de maíz en estudio (Cuadro 5). Los resultados obtenidos indican que la variedad que presentó mayor promedio fue Catracho 291 cm, en cambio las variedades Capulín y Rebolujo, se ubican en la última posición con un promedio de 278 cm. El resto de variedades, Lira y Santa Rosa con 288 cm (Figura 32). Probablemente la similitud de alturas se deba a que tanto el manejo como las condiciones microclimáticas que experimentaron las variedades en estudio fueron semejantes. En cambio cuando estas son establecidas por los diferentes agricultores de la zona, va a existir una diferenciación bastante obvia en lo que respecta a manejo y clima, lo cual conlleva a que la altura también difiera. Quizá incluso el patrón genético o ADN relacionado a la altura entre las diferentes variedades sea casi idéntico. En el ámbito del mejoramiento genético es un principio que el fenotipo de una planta es el resultado de la combinación entre ambiente y genotipo. En la caracterización de una población en estudio, deben describirse las propiedades genotípicas que integran esa población; describir su estructura y composición de genotipos, representan una combinación genética que reacciona de distinta manera en el universo de ambientes en los cuales se desarrollaran, dará lugar a tantos fenotipos como genotipos. El

fenotipo es la resultante del genotipo de un individuo en el ambiente en el que se desarrolla (INIAA, 2000).

Cuadro 5. Análisis de varianza de la altura de la planta. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrados | Cuadrado Medio | F | P - Valor |
|--------------------|-----------|-------------------|----------------|-------|-----------|
| Tratamiento | 4 | 0.059 | 0.015 | 0.674 | 0.623 |
| Bloque | 3 | 0.066 | 0.022 | 1.019 | 0.419 |
| Error Experimental | 12 | 0.261 | 0.022 | | |
| Total | 20 | 161.982 | | | |

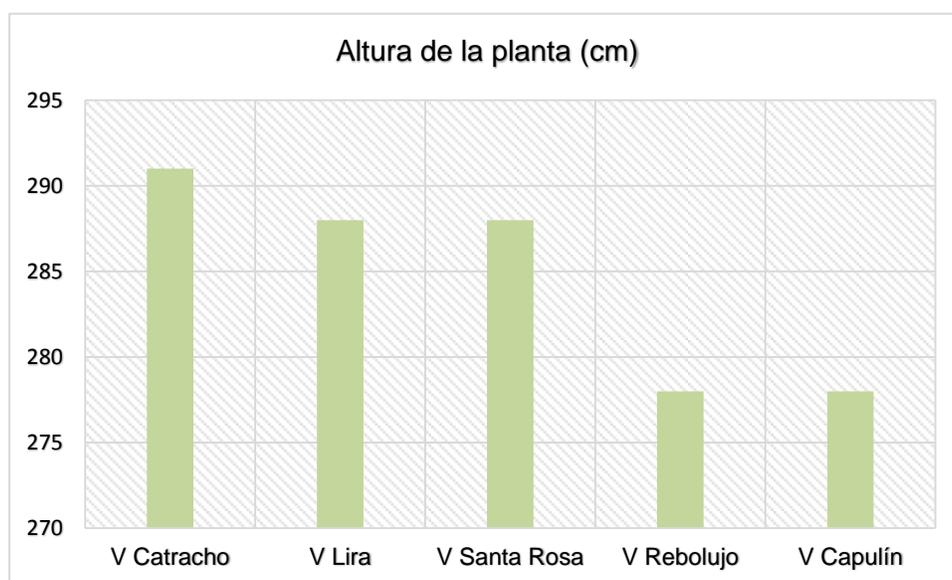


Figura 32: Altura promedio de la planta. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014

Para el caso específico de la variedad Santa Rosa, la altura obtenida fue de 288 cm. Al respecto existe un antecedente bibliográfico en el cual se verifica que la variedad Santa Rosa obtuvo una altura promedio de 250 cm (Barahona, 2012), mientras otro documento reporta para esta misma variable un valor que oscila entre 200 a 250 cm (Pastoral de la Tierra, 2005). Observándose que existen diferencias entre la información de la presente investigación y la correspondiente a los antecedentes indicados. En cambio, entre los dos informes encontrados las diferencias son mínimas. La contradicción en la información puede corresponder a una diferencia en el manejo y clima, aspecto que no puede

esclarecerse, pues en ambos documentos no se indica nada de esto al respecto. La altura que se tuvo para las variedades en estudio fue 278 a 291 cm, lo cual supera a uno de los híbridos muy utilizados como es el Dekalb ® cuya altura varía entre 115 a 275 cm. Esa diferencia de alturas, conlleva a una desventaja productiva de las variedades criollas estudiadas, ya que la altura, es una variable muy importante que debe considerarse, pues un exceso de la misma no es muy deseada para muchos agricultores, ya que la plantación es muy susceptible al acame. Pero además de incidir en esto último, también determina la resistencia al barrenador del tallo y facilidad de mecanización (Guerra, 2004). Ese factor de riesgo productivo se correlaciona tanto a características genéticas como a prácticas culturales, donde resalta la fertilización a base de productos comerciales con altas concentraciones de nitrógeno. Investigaciones al respecto resaltan que la altura de las plantas está influenciada por diferentes factores, tales como: humedad, temperatura y la competencia de malezas (González, 2000). Por ende, en la producción de granos se tiene que considerar que las variedades criollas no posean una excesiva altura. Un dato bastante interesante es el que indica que las variedades más tardías son más altas (Pavón, 2006).

4.1.2. Diámetro del tallo

Mediante el análisis de varianza se puede observar que el P-valor es de 0.38 siendo mayor que 0.05 (Cuadro 6). Por tanto, se determinó que no existe diferencia estadística significativa entre las variedades con respecto al diámetro de tallo. La variedad que reflejó un mayor diámetro fue Lira con 2.68 cm, seguido de las variedades Rebolujo 2.50 cm, Capulín 2.48 cm, Catracho con 2.45 cm y el de menor diámetro fue la variedad Santa Rosa con promedio de 2.40 cm (Figura 33). La similitud de diámetros probablemente atañe a un manejo y microclima similar, tal como se determinó al discutir sobre la altura. Los agricultores, en cambio reportan diferencias de esta variable en sus cultivos. Existiendo diferentes investigaciones que indican que el clima se combina con la genética para definir un determinado fenotipo. La expresión genética de un determinado carácter puede cambiar de un año a otro, por lo que es necesaria la combinación de características favorables en un mismo genotipo cuando se realizan programas de mejoramiento para aumentar la resistencia al acame (Clarence, 2003).

Cuadro 6. Análisis de varianza diámetro de la planta. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F | P - Valor |
|--------------|-----------|-------------------|----------------|-------|-----------|
| Tratamiento | 4 | 0.175 | 0.044 | 1.149 | 0.380 |
| Bloque | 3 | 0.108 | 0.036 | 0.945 | 0.449 |
| Error | 12 | 0.457 | 0.038 | | |
| Total | 20 | 125.740 | | | |

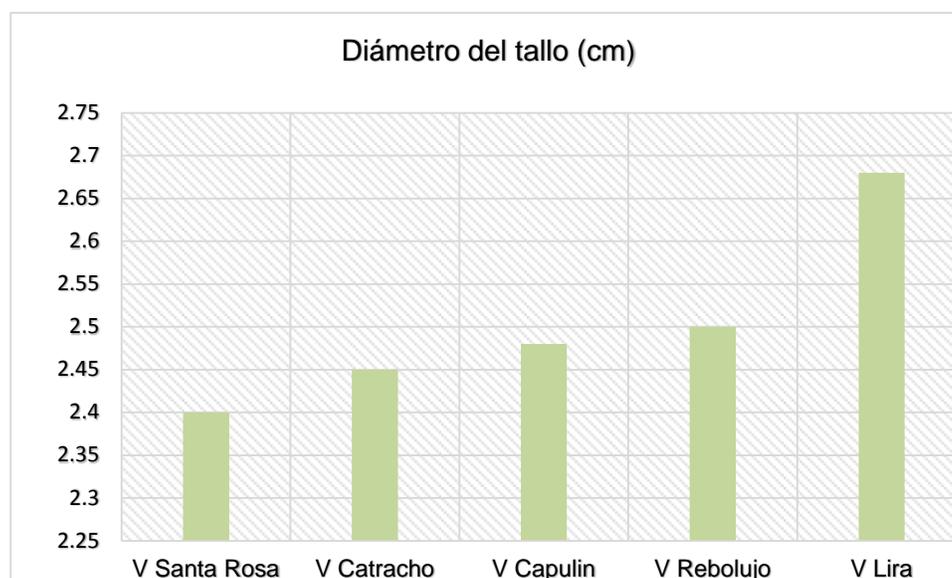


Figura 33: Diámetro promedio de la planta. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

En la variedad Santa Rosa, el diámetro obtenido fue de 2.40 cm, encontrándose referencias bibliográficas para esta misma variedad, que datan un diámetro de 3.00 cm (CARITAS, 2009), en otro documento se muestra para esta misma variable un valor de 2.70 cm (Barahona, 2012). Esas diferencias pueden corresponder a una infinidad de factores, donde el método para la toma de datos, manejo y microclima deben ser de los principales agentes influyentes. Siendo pertinente efectuar un análisis al respecto. En este sentido, se establece que el diámetro del tallo, es una variable muy relevante que debe tomarse en cuenta, ya que tallos muy delgados, conducen a una planta susceptible al acame. Los tallos muy gruesos y desarrollados son indicadores de una planta bien desarrollada y vigorosa. Entendiéndose entonces que el diámetro del tallo es una característica importante a considerar al momento de seleccionar plantas para evitar el acame (Aguirre *et al.* 2012). Las altas dosis de fertilizantes sintéticos influyen positivamente en el incremento de

variables de crecimiento, entre estos el diámetro del tallo (Arzola *et al.* citados por Ulloa, 2011). Es una característica que puede verse afectada por altas densidades de siembra y competencia por luz con la consecuente elongación del tallo (entrenudos más largos plantas más altas), favoreciendo el acame de la planta (Guerra, 2004). Un grosor apropiado dará resistencia a la planta contra factores ambientales como el viento (González y Roque, 1993).

4.1.3. Altura hasta la mazorca

A través del análisis de la varianza se puede observar que el P- valor es de 0.012, siendo menor que 0.05. Concluyéndose que existe diferencia significativa entre las cinco variedades criollas de maíz que se analizaron (Cuadro 7). Mediante la prueba de Duncan se puede observar que la variedad que alcanzó la mayor altura fue Catracho con promedio de 155 cm, en segunda posición la variedad Rebolujo con un promedio de 150 cm. La variedad Capulín mostró el menor promedio, siendo este de 127 cm (Cuadro 8). Esas diferencias pueden atribuirse a una mayor diversidad genética con respecto a la variable en discusión que presentan las variedades criollas. Los materiales generados no son variedades estáticas genéticamente, principalmente por el manejo agronómico y selección de las semilla de acuerdo a las exigencias ambientales y a los hábitos de consumo (García, 2005).

Al contrastar información de la variedad Santa Rosa, se aprecia que la altura hallada en la presente investigación que fue de 135 cm, difiere con la obtenida por otros investigadores estatales, donde dicho valor fue de 120 a 130 cm (CENTA, 2011), y con investigadores ligados a organismos humanitarios, que reportaron una altura de 170 cm (CARITAS, 2005). Las diferencias anteriormente mostradas pueden obedecer a los diferentes patrones climáticos que incidieron en las respectivas investigaciones, pueda que sea la diferencia climática de los sitios donde se efectuaron las investigaciones o incluso a los drásticos cambios que año con año ejerce el actual escenario del cambio climático. También no deben olvidarse las diferentes modalidades de manejo que en cada caso se hicieron y que difícilmente hayan sido iguales. El desarrollo y crecimiento de los cultivos en un lugar determinado varía de un año a otro como respuesta a las diferencias en el clima local. El cambio climático produce fenómenos climáticos extremos. Asimismo, genera cambios importantes en la temperatura y en la precipitación (ITSMO, 2015).

Cuadro 7. Análisis de varianza de la altura hasta la mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrados | Cuadrado Medio | F | P- Valor |
|--------------|-----------|-------------------|----------------|-------|----------|
| Tratamiento | 4 | 0.212 | 0.053 | 5.129 | 0.012 |
| Bloque | 3 | 0.013 | 0.004 | 0.435 | 0.732 |
| Error | 12 | 0.124 | 0.010 | | |
| Total | 20 | 39.830 | | | |

Cuadro 8. Altura promedio hasta la mazorca Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| Tratamiento | Media (cm) |
|-------------|------------|
| Catracho | 155 a |
| Rebolujo | 150 ab |
| Santa Rosa | 135 bc |
| Lira | 135 bc |
| Capulín | 127 c |

En la variedad Capulín, también se marcan diferencias entre los resultados obtenidos con los de otras investigaciones, donde se reportó un valor promedio de 134 cm (CORDES, 2005). Para los productores de la zona, la altura de la mazorca, se debe a la fase de la luna en que se siembra y el lapso de tiempo, que se le da a la primera fertilización (Rodríguez, 2005). La altura de inserción de la mazorca está en dependencia directa de la altura de la planta y es un factor asociado con el rendimiento, ya que los cultivares con mazorcas ubicadas a la altura media de la planta, tendrán los mejores rendimientos (Celiz y Duarte, 1996).

4.1.4. Longitud de la hoja

Al utilizar el análisis de varianza, se obtiene que el P-valor es de 0.00, por lo tanto puede considerarse que los resultados obtenidos muestran diferencias significativas entre cada variedad (Cuadro 9). Al emplear la prueba de Duncan se define que la variedad Catracho presenta un mayor valor promedio 107.63 cm, en el resto de posiciones se ubican las variedades Rebolujo, Santa Rosa y Lira, con promedios de 106.20 cm, 104.20 cm y 103.18 cm, respectivamente. Siendo la variedad Capulín la de menor promedio 101.40 cm, (Cuadro 10). Esa diferencia de datos puede ser un efecto a las diferencias fisiológicas presentes en cada una de las variedades en estudio. No debe obviarse que las respuestas a las deficiencias de agua o sequía están ligadas a la genética de una planta. Existiendo

individuos, variedades o híbridos que soportan de mejor manera la sequía en consonancia con su riqueza o pobreza genética. En el sitio de investigación se dieron dos etapas de sequía, la primera con 9 días de duración y la segunda de 20 días de lapso. Ocurrendo la primera cuando el cultivo tenía 20 días de germinado y la segunda en la fase inicial de floración masculina. El maíz es una especie relativamente tolerante a las deficiencias de agua durante el período vegetativo y de maduración (INIA, 2011). La resistencia a la sequía se define como un rasgo poligénico que interesa a las raíces, el follaje, la transpiración, la ósmosis y la resistencia a la deshidratación (Bolotin, 1969, citado por Cram, 1970). Se recomienda realizar ensayos de progenie para descubrir los individuos resistentes a la sequía e identificar los caracteres hereditarios que están relacionados con la misma (Cram, 1970).

Cuadro 9. Análisis de varianza de la longitud de la hoja. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014

| F de V | GL | Suma de cuadrados | Cuadrado Medio | F | P. Valor |
|--------------|-----------|-------------------|----------------|--------|----------|
| Tratamiento | 4 | 96.437 | 1.766 | 20.015 | 0.000 |
| Bloque | 3 | 29.900 | 10.976 | 8.274 | 0.003 |
| Error | 12 | 14.455 | 6.321 | | |
| Total | 20 | 218629.400 | | | |

Cuadro 10. Longitud de la hoja. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| Tratamiento | Media(cm) |
|-------------|-----------|
| Catracho | 107.63a |
| Rebolujo | 106.20a |
| Santa Rosa | 104.20b |
| Lira | 103.18b |
| Capulín | 101.40c |

Existe una amplia evidencia de que hay variación genética contra la sequía (Lafitte, 2001). La sequía restringe la fotosíntesis tanto por limitaciones en las estomas o por limitaciones bioquímicas. La señal directa para el cierre de los estomas no se conoce claramente aún, pero los datos obtenidos con la aplicación de un modelo reciente que incorpora señales hormonales de las raíces (ácido abscísico en la corriente del xilema) y predice cambios en

la demanda evaporativa de la conductibilidad estomatal y en el contenido de agua de la hoja, son consistentes con los datos observados en el maíz (Tardieu y Davis, 1993, citados por Lafitte, 2001). Cuando la sequía ocurre durante el establecimiento del cultivo las plántulas mueren y su población se reduce; como el maíz tiene una escasa capacidad para producir macollos productivos, el cultivo no puede compensar el efecto de la sequía, aun cuando las lluvias sean adecuadas en el resto de la estación. La resiembra de las plantas perdidas es efectiva solo si se hace en una etapa temprana, ya que la alta variabilidad de las plantas resembradas tiene un efecto negativo sobre toda la producción. Los mecanismos fisiológicos que pueden reducir el impacto de las sequías al inicio de la temporada son los ajustes osmóticos en las plántulas, los cuales permiten un continuo ingreso de agua del suelo seco y mantienen la turgencia y una más profunda penetración de las raíces que permite la explotación de un mayor volumen de agua del suelo. Las sequías no letales durante el período vegetativo tienden a disminuir el área foliar y el desarrollo y aceleran la senescencia de la hoja (Lafitte, 2001). La longitud de las hojas depende de la temperatura del suelo, en forma inversa, es decir, cuando la temperatura del suelo es alta la longitud es reducida, aunque puede tener mayor anchura. En la longitud también influyen la posición en la planta y la nutrición mineral nitrogenada (Pavón, 2006).

4.1.5. Ancho de la hoja

Por medio del análisis de varianza se puede contemplar que el P-valor es de 0.238 notándose que es mayor que 0.05. De esta manera, se deduce que no existe diferencia significativa entre las variedades con relación al variable ancho de hoja (Cuadro 11). Los resultados obtenidos indican que la variedad Santa Rosa es la que mostró el mayor promedio con 10.60 cm, el resto de posiciones fueron para las variedades Catracho con 9.96 cm, Rebolujo con 10.04 cm, Lira con 10.53 cm y Capulín con 9.75 cm (Figura 34). Las similitudes de esta variable pueden probablemente correlacionarse con la existencia de un patrón genético casi idéntico entre las diferentes variedades, además de un manejo similar que se proporcionó a las distintas variedades en estudio, la discusión al respecto debe ser bajo los mismos principios que se han dado en la variable altura de la planta. Al efectuar comparaciones de esta variable con un ensayo similar efectuado en los meses de agosto a noviembre del año 2010 en el municipio de San Luis Talpa, se han encontrado diferencias incluso entre aquellas variedades iguales (Capulín, Santa Rosa y Catracho), aconteciendo que los valores obtenidos en San Luis Talpa son inferiores con relación a la presente investigación. Siendo necesario indicar que la metodología para la obtención de este dato

fue similar en ambos proyectos de investigación. Un acontecimiento que debe mencionarse es la presencia de dos períodos de sequía que debieron intervenir en el desarrollo del cultivo, ya que la carencia de ese líquido impacta enormemente el desarrollo de ciertos procesos fisiológicos. El agua es vital en la producción de cultivos ya que el crecimiento de las células vegetales se produce por acción del agua, la falta de este elemento provoca una menor área foliar, menor fotosíntesis y como consecuencia una menor producción (Silva, 2000). La afirmación anterior no ocurrió ya que hay aspectos que difieren notablemente entre ambas investigaciones, tales como la fertilización, clima y manejo. En San Luis Talpa, la fertilización se basó estrictamente en abonos orgánicos, el clima es mucho más caliente y con una precipitación pluvial más intensa en el clima, el manejo fue con camellones en suelo con topografía plana. El maíz por ser plantas de ciclo corto es afectado grandemente por la disponibilidad de elementos presentes en el suelo, por tanto existe cierto grado de variabilidad dependiendo de la zona donde se establezca la plantación (CENTA, 2000). En todo caso no se desprecia la importancia de esta variable ya que al respecto, se afirma que a mayor ancho de la lámina foliar contribuye a un aumento del rendimiento, al incrementarse los niveles de fotosíntesis (Reyes, 1990). Las hojas anchas es una característica deseable, ya que influyen grandemente en la absorción de luz solar, favoreciendo la acción fotosintética; por lo tanto también una mayor absorción de nutrientes, además el nitrógeno es un elemento indispensable para la planta el cual puede ser absorbido indirectamente por la planta vía aérea y es favorecido cuando las plantas presentan un mayor follaje (Pablo de Rodríguez *et al.* 2005; Hernández *et al.* 1998). La posesión de hojas anchas es buena característica de las plantas madres para el mejoramiento de variedades (Pablo de Rodríguez *et al.* 2005).

Cuadro 11. Análisis de varianza ancho de la hoja. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrados | Cuadrado Medio | F | P- Valor |
|---------------|-----------|--------------------------|-----------------------|----------|-----------------|
| Tratamiento | 4 | 2.183 | 0.546 | 1.597 | 0.238 |
| Bloque | 3 | 0.424 | 0.141 | 0.414 | 0.746 |
| Error | 12 | 4.101 | 0.342 | | |
| Total | 20 | 2077.728 | | | |

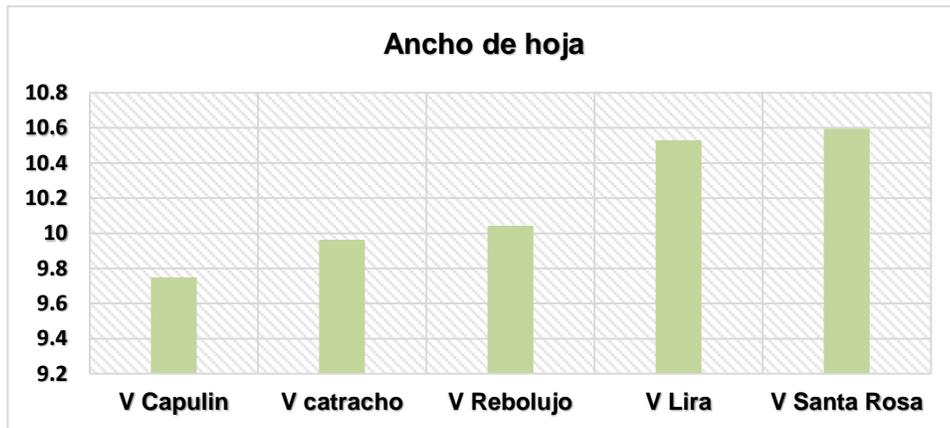


Figura 34: Promedio del ancho de hoja de las cinco variedades. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

4.1.6. Número de hojas arriba de la mazorca principal

El análisis de varianza exhibe como información que el P-valor es mayor que 0.05, lo cual implica que no existe diferencia estadística significativa entre variedades criollas con referencia a esta variable (Cuadro 12). En el análisis de esta variable solamente se tomaron a consideración las hojas que están arriba de la mazorca, la variedad que obtuvo el mayor promedio fue Lira con 7.09, luego aparecen las variedades Rebolujo, Santa Rosa, Catracho y Capulín, con un número de hojas de 7.03, 7.00, 6.84 y 6.70, respectivamente (Figura 35). En una investigación efectuada en el año 2010, con variedades criollas este variable se comportó de manera similar ya que la cantidad de hoja osciló de 7 a 8 (Barahona, 2012). La cantidad de hojas es una característica con una notable participación genética, si en este caso no se muestran diferencias estadísticas significativas, es de suponer que el germoplasma ligado con esta característica presenta una similitud bastante evidente. Normalmente hay diferencias genotípicas en la aparición de hojas ya que es un carácter altamente heredable (Pavón, 2006). El número de hojas está regulado tanto por factores genéticos y ambientales (CENTA, 2000; Pavón, 2006; Ospina *et al.* 2011), experimentando también la influencia de la fertilización (CENTA, 2000). Característica que junto a la robustez, hojas anchas y crecimiento vigoroso, le permite a esta planta competir con las malezas o bien soportar mayores niveles de daño de especies animales defoliadoras. En un ensayo en el trópico colombiano, se constató que independiente de los materiales genéticos utilizados, las plantas emitieron de 12-14 hojas a nivel de toda la planta, a alturas entre 30 a 1000 msnm. Hallándose en cambio que a 1381 msnm la cantidad de 20 hojas. Algunos investigadores indican que la temperatura es el factor que más influye sobre la cantidad de hojas producidas por la planta, mientras que otros factores como la falta de

agua o de nutrientes, afecta en menor medida ésta característica. Los resultados del presente estudio son una clara respuesta a la interacción del material con el ambiente, el cual limita al vegetal para expresar su máximo potencial genético en cuanto a cantidad de hojas (Ospina *et al.* 2011).

Cuadro 12. Análisis de varianza del número de hojas por planta. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrados | Cuadrado Medio | F | P- Valor |
|--------------|-----------|-------------------|----------------|-------|----------|
| Tratamiento | 4 | 0.388 | 0.097 | 1.420 | 0.286 |
| Bloque | 3 | 0.081 | 0.027 | 0.396 | 0.758 |
| Error | 12 | 0.819 | 0.068 | | |
| Total | 20 | 964.560 | | | |

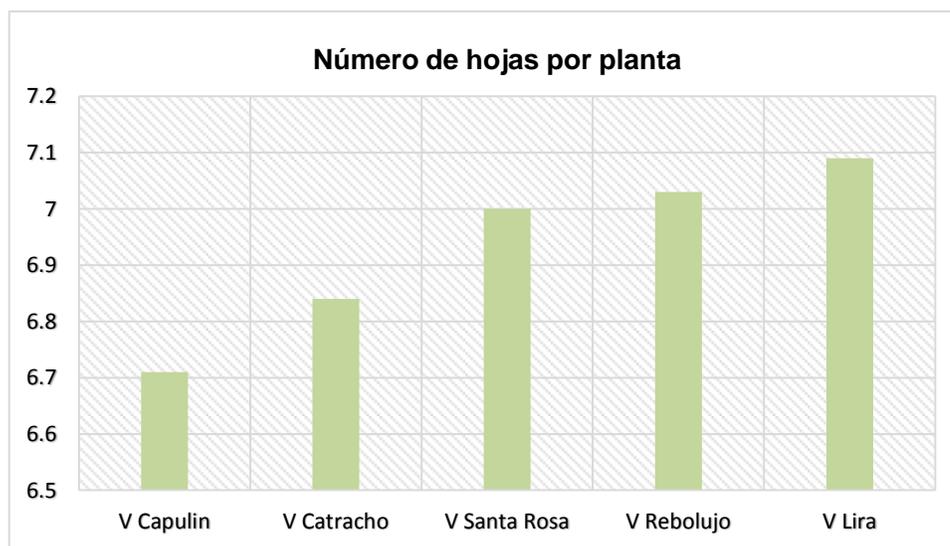


Figura 35: Número de hojas por planta. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

En cuanto a esta variable existen una serie de correlaciones entre el número de hojas y la precocidad de la variedad y también con la altura máxima de la planta (Pavón, 2006). También influye en el número de hojas el estrés hídrico y la mayor densidad de plantas (esto disminuye el número de hojas) (Pavón, 2006).

4.2. Fase de floración

4.2.1. Longitud de la panoja (cm)

Gracias al análisis de varianza podemos apreciar que el P-valor es mayor que 0.05. Por lo tanto se determinó que no existe diferencia significativa entre las cinco variedades en estudio (Cuadro 13). Los resultados obtenidos denotan que la variedad de alto promedio en cuanto a longitud de la panoja es Catracho con 61.03 cm, en segunda posición se encuentra Santa Rosa 60.60 cm, seguido de Capulín 60.50 cm, Rebolujo 58.48 cm, entretanto que la variedad con menor longitud de la panoja es Lira con 55.45 cm (Figura 36). La semejanza puede deberse a una compartimentación genética entre las diferentes variedades en estudio. También puede ser por la existencia de un manejo y altura de la planta bastante similar. La similitud de esta u otras variables, puede deberse al hecho que las variedades criollas tienen un patrón genético común, tomando en cuenta que los agricultores siembran sus variedades durante la misma época y en áreas muy cercanas entre sí, el comportamiento de cruzamiento entre distintas plantas de maíz trae como consecuencia la generación de semilla en que la diferenciación de las variedades se vuelve difusa o casi imperceptible pues la información genética probablemente haya sido compartida y las variedades como tales hayan perdido su identidad. El tamaño de la panoja en las plantas es proporcional al tamaño de la misma, debido a que son aspectos genéticos característicos de cada planta (Poehlman, 1987). Investigaciones en México con 18 distintas variedades han dado como resultado rangos de medidas que son más amplios al obtenido en el presente ensayo (Chávez *et al.* 2011). Esas diferencias pueden ser el producto de distintos manejos y condiciones climáticas, así como la caracterización de una mayor cantidad de variedades y por ende un amplio espectro genético.

Cuadro 13. Análisis de varianza longitud de la panoja. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrado | Cuadrado medio | F | P- Valor |
|--------------|-----------|------------------|----------------|-------|----------|
| Tratamiento | 4 | 86.273 | 21.568 | 1.657 | 0.224 |
| Bloque | 3 | 84.010 | 28.003 | 2.151 | 0.147 |
| Error | 12 | 156.215 | 13.018 | | |
| Total | 20 | 70442.980 | | | |

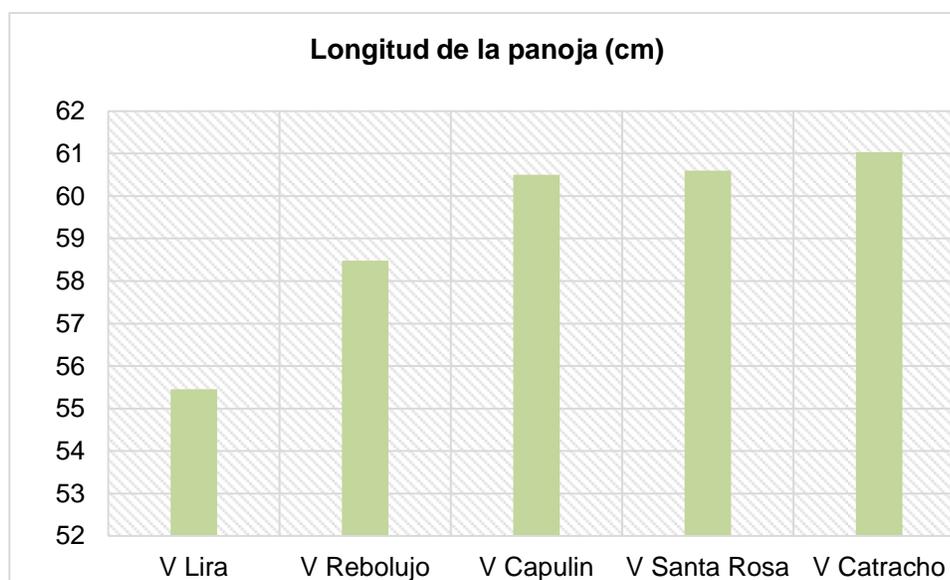


Figura 36: Longitud promedio de la panoja. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

4.2.2. Longitud del pedúnculo

Mediante el análisis de varianza, se tiene que el P-valor es mayor que 0.05 con esto se concluye que no hay diferencia estadística significativa entre los resultados para esta variable (Cuadro 14). Los resultados mostraron que de las cinco variedades, la que presentó el promedio más alto fue Santa Rosa con 20.00 cm, seguida de la variedad Rebolujo, Capulín y Catracho con longitud promedio de 19.82 cm, 19.17 cm y 18.17 cm respectivamente, y en última posición se encuentra la variedad Lira con 15.50 cm (Figura 37). La inexistencia de diferencia estadística puede corresponder a la presencia de un germoplasma similar con respecto a esta variable. También puede ser debido a un ligamiento genético entre longitud de la panoja y altura de la mazorca, lo cual favorece a que ambos caracteres se muestren en iguales condiciones.

Cuadro 14. Análisis de varianza longitud del pedúnculo. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F | P-Valor |
|--------------|-----------|-------------------|----------------|-------|---------|
| Tratamiento | 4 | 54.243 | 13.561 | 3.084 | 0.058 |
| Bloque | 3 | 6.834 | 2.278 | 0.518 | 0.678 |
| Error | 12 | 52.769 | 4.397 | | |
| Total | 20 | 6984.770 | | | |

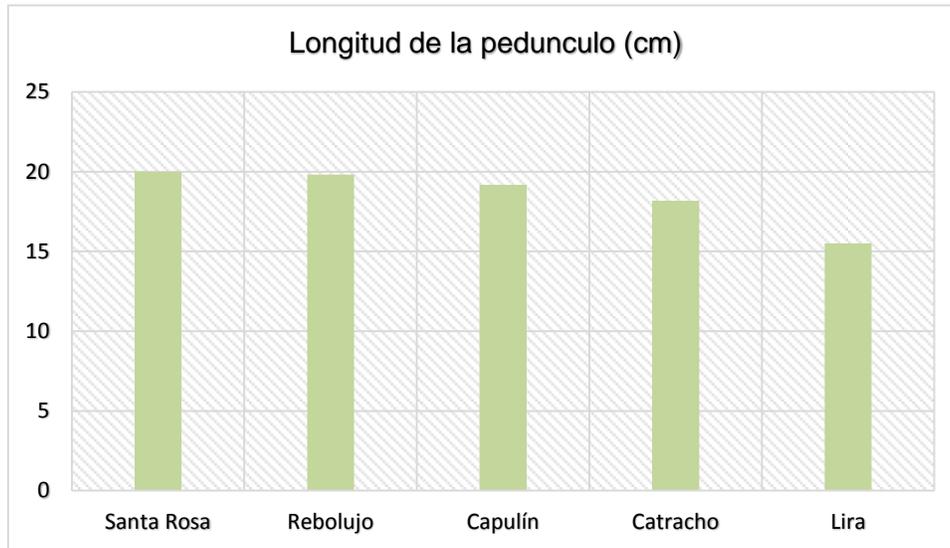


Figura 37: Longitud promedio de pedúnculo. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

La medición del pedúnculo es altamente heredable en una variedad de maíz (Shenk, 1983, citado por Barahona Flores *et al.* 2012). El ligamiento genético es la asociación de loci genéticos que tienden a heredarse juntos (FIBAO, 2007). Existe una asociación genética entre la longitud de la panoja y altura de la mazorca (Jugenheimer, 1990).

4.2.3. Ramificación

En este caso, para los cuatro tipos de ramificación (primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria), el análisis de varianza establece que el P-valor es mayor que 0.05, deduciéndose de esta manera que no existe diferencia estadística significativa entre las variedades criollas con respecto a la variable ramificación (Cuadros 15, 16, 17, 18) y (figuras 38, 39, 40 y 41).

Cuadro 15. Análisis de varianza ramificaciones primarias. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrado | Cuadrado medio | F | P – Valor |
|--------------|-----------|------------------|----------------|-------|-----------|
| Tratamiento | 4 | 89.632 | 22.408 | 2.908 | 0.068 |
| Bloque | 3 | 51.590 | 17.197 | 2.232 | 0.137 |
| Error | 12 | 92.468 | 7.706 | | |
| Total | 20 | 3411.410 | | | |

Cuadro 16. Análisis de varianza ramificaciones secundarias. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrado | Cuadrado medio | F | P - Valor |
|--------------|-----------|------------------|----------------|-------|-----------|
| Tratamiento | 4 | 1.512 | 0.378 | 2.168 | 0.135 |
| Bloque | 3 | 1.326 | 0.442 | 2.534 | 0.106 |
| Error | 12 | 2.092 | 0.174 | | |
| Total | 20 | 84.530 | | | |

Cuadro 17. Análisis de varianza de ramificación terciaria. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrado | Cuadrado medio | F | P - Valor |
|--------------|-----------|------------------|----------------|-------|-----------|
| Tratamiento | 4 | 1.007 | 0.252 | 1.801 | 0.193 |
| Bloque | 3 | 0.266 | 0.089 | 0.633 | 0.608 |
| Error | 12 | 1.677 | 0.140 | | |
| Total | 20 | 21.190 | | | |

Cuadro 18. Análisis de varianza ramificación cuaternaria. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrado | Cuadrado medio | F | P - Valor |
|--------------|-----------|------------------|----------------|-------|-----------|
| Tratamiento | 4 | 0.020 | 0.005 | 0.652 | 0.636 |
| Bloque | 3 | 0.046 | 0.015 | 1.978 | 0.171 |
| Error | 12 | 0.092 | 0.008 | | |
| Total | 20 | 0.270 | | | |

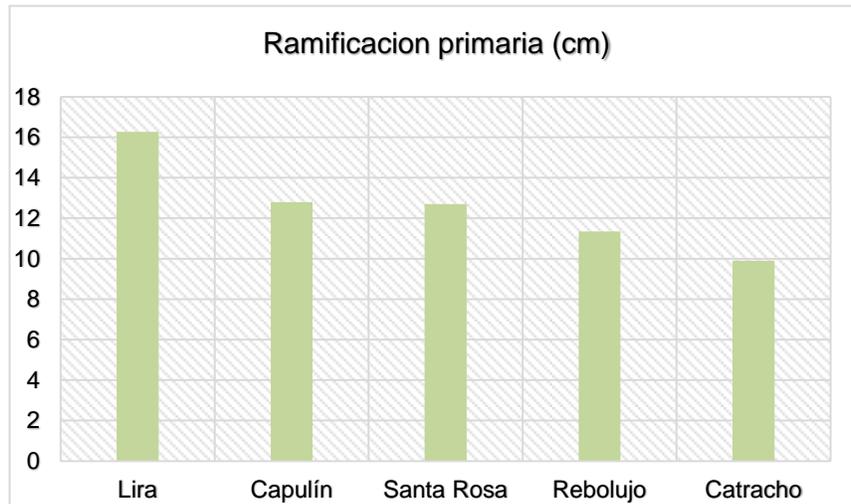


Figura 38: Número promedio de ramificación primaria. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

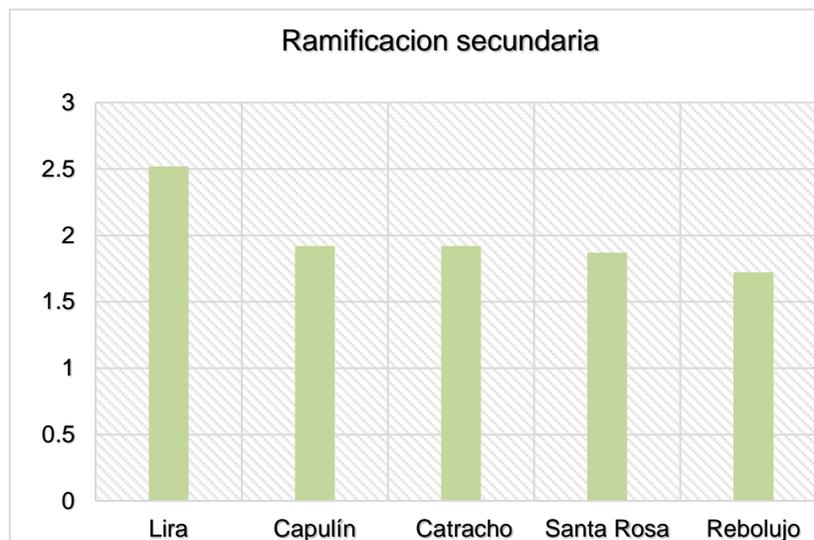


Figura 39: Número promedio de ramificación secundaria. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014

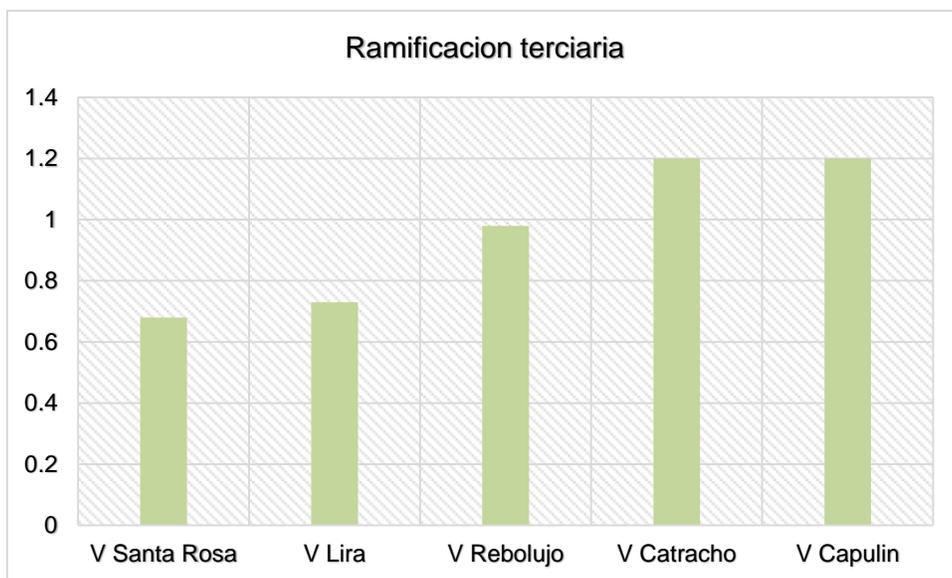


Figura 40: Número promedio de ramificaciones terciarias. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014

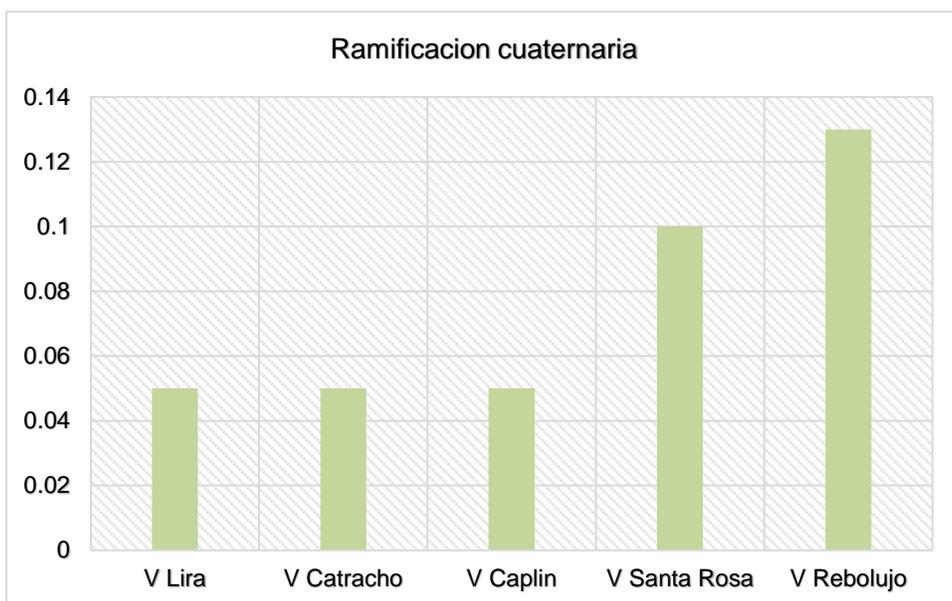


Figura 41: Número promedio de ramificaciones cuaternaria. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

La igualdad estadística corresponde probablemente a la presencia de un patrón uniforme con relación a la genética, manejo y clima. Aspectos que ya han sido analizados en anteriores variables donde al igual que la ramificación, no se evidenció diferencia estadística.

El número de ramificaciones primaria en la panoja de la planta, son muy importante porque influyen en la producción de polen y por consiguiente el llenado de mazorca. Además de que varias ramificaciones laterales con flores masculinas, son las que producen abundantes granos de polen. El número de ramificaciones laterales varía considerablemente y una espiga puede llegar a tener hasta 30 espiguillas (FAO, 2004). El número de ramas de la panoja está estructurada por un eje central, ramas laterales primarias, secundarias y terciarias (Reyes, 1990). Las distintas ramificaciones influyen en la producción de polen y por consiguiente en el llenado de mazorcas (Muñoz, 1993).

4.3 Fase de cosecha

4.3.1 Longitud de la mazorca

En los datos obtenidos mediante el análisis de varianza se puede observar que el P-valor es de 0.98 notándose que es mayor que 0.05. Por lo tanto se determinó que no existe diferencia significativa entre las variedades en estudio (Cuadro 19). Los valores obtenidos muestran que el mayor promedio correspondió a la variedad Lira con 17.8 cm seguida de las variedades Catracho y Rebolujo con 17.5 cm y el menor promedio lo obtuvieron Santa Rosa con 17.3 cm al igual que la variedad Capulín con el mismo resultado (Figura 42). La igualdad de los resultados probablemente corresponde a una igualdad genética, aspecto que ya fue considerado y discutido en variables que anteceden a la longitud de la mazorca.

Cuadro 19. Análisis de varianza longitud de la mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrado | Cuadrado medio | F | P - Valor |
|--------------|-----------|------------------|----------------|-------|-----------|
| Tratamiento | 4 | 0.700 | 0.175 | 0.102 | 0.980 |
| Bloque | 3 | 1.750 | 0.583 | 0.341 | 0.796 |
| Error | 12 | 20.500 | 1.708 | | |
| Total | 20 | 6113.000 | | | |

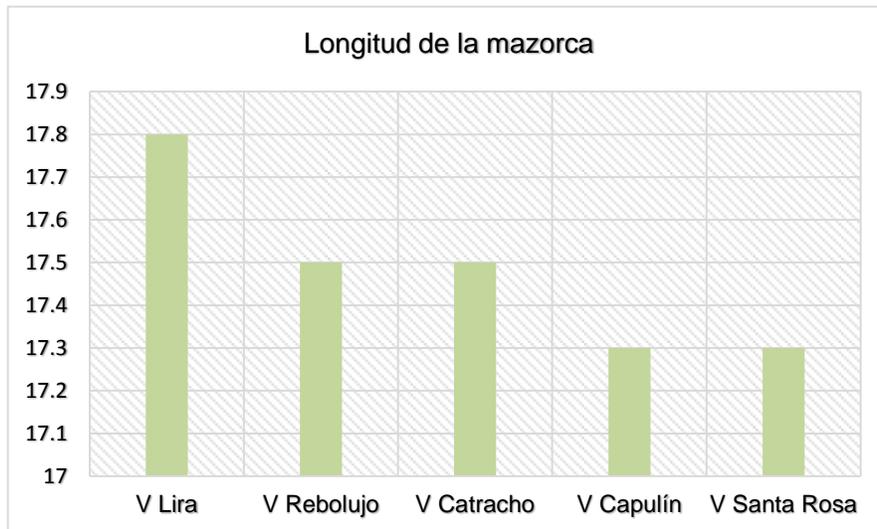


Figura 42: Longitud promedio de la mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014

Los resultados con relación a las variedades Santa Rosa y Capulín no difieren en un ensayo efectuado en San Luis Talpa (Barahona, 2012). Sólo en la variedad Catracho, la longitud de la mazorca supera en un 13% a esa misma variedad en el lugar antes mencionado. Esto implica una similitud muy estrecha que demuestra probablemente un patrón genético bastante común. Esta variable es muy valorada por los agricultores, debiéndose al hecho que se le relaciona con la producción (Rodriguez, y Solis 1997).

4.3.2. Diámetro de la mazorca

Se constituye en una de las pocas variable que a través del análisis de varianza muestra diferencia estadística significativa entre las variedades, debido a que el P-valor es menor que 0.05 (Cuadro 20). La prueba de Duncan realizadas a las medias establece que la variedad Lira presentó un mayor valor promedio de 4.88 cm, seguida de las variedades Rebolujo, Capulín, Santa Rosa y Catracho, con promedios de 4.58 cm, 4.55 cm, 4.48 cm y 4.28 cm, respectivamente (Cuadro 21). La diferencia de diámetros entre mazorca de las distintas variedades que se investigaron puede obedecer a que es una variable que se define por un gen que está en una posición que le permite evitar el ligamiento con otros que se han evaluado en esta investigación como la longitud de la mazorca, por ende, permite las recombinaciones necesarias y se generan distintos fenotipos. La explicación anterior, se contrapone a lo expuesto por otros autores, para quienes, el diámetro de la mazorca es un

carácter relacionado con la longitud de la mazorca y está determinado por factores genéticos, edáficos, nutricionales y ambientales; si estos factores son adversos en la fase reproductiva de la planta repercutirá en bajos rendimientos (Saldaña, 1991). En especies recientemente domesticadas, o bien en especies que no han estado sometidas a una mejora larga y continuada, resulta altamente improbable que se hayan concentrado en una sola forma todos los alelos más adecuados para su estado doméstico. Por tanto, el ligamiento puede considerarse un obstáculo para la amplia segregación deseada. Por otro lado, las variedades muy mejoradas probablemente tendrán los mejores alelos en muchos loci. Aquí, el ligamiento puede considerarse una ayuda porque tiende a conservar juntas las combinaciones favorables existentes. Con frecuencia esto puede escaparse de una observación porque los efectos son ligeros o poco marcados. En realidad, el establecimiento de combinaciones ligadas de genes es automático y continuo, independientemente del sistema de mejora usada, aunque sea más preciso y directo en unos sistemas de mejora que en otros (Franquet, 2004).

Cuadro 20. Análisis de Varianza diámetro de la mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrado | Cuadrado medio | F | P - Valor |
|---------------|-----------|-------------------------|-----------------------|----------|------------------|
| Tratamiento | 4 | 0.750 | 0.187 | 4.377 | 0.021 |
| Bloque | 3 | 0.026 | 0.009 | 0.202 | 0.893 |
| Error | 12 | 0.514 | 0.043 | | |
| Total | 20 | 415.340 | | | |

Cuadro 21. Diámetro promedio de la mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| Tratamiento | Media (cm) |
|--------------------|-------------------|
| Lira | 4.88 a |
| Rebolujo | 4.58 ab |
| Capulín | 4.55 ab |
| Santa Rosa | 4.48 b |
| Catracho | 4.28 b |

Investigaciones efectuadas en San Luis Talpa reportaron una leve diferencia en las variedades Capulín y Catracho, ya que fueron superadas con un 3.3% y 2.8%, en ese orden. Existiendo por ende resultados similares en ambos estudios (TESIS). Igualmente, se verificó que cada variedad mantiene un rango específico en cuanto al tamaño de la mazorca, no obstante hay factores que pueden intervenir, como la disponibilidad de agua. Los mayores requerimientos de este líquido se presentan durante la germinación, la floración y el llenado de granos con valores medios que van de 4.8 a 5.4 mm/día (FENALACE, 2008).

4.3.3. Número de brácteas por mazorca

El análisis de varianza establece que el P-valor es 0.294 siendo mayor que 0.05. Por lo tanto se determinó, que en las cinco variedades no existen diferencias significativas (Cuadro 22). Al ordenar las variedades en orden descendente, se tiene a las variedades Lira, Rebolujo, Catracho, Capulín y Santa Rosa con números de 12.20, 11.53, 11.35, 11.13 y 10.85 brácteas (Figura 43). La existencia de variedades que no difieren es debido a que hay una consanguinidad poblacional o compartimentación genética similar, análisis ya discutido en casos similares anteriores.

Cuadro 22. Análisis de varianza número de brácteas por mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrado | Cuadrado medio | F | P - Valor |
|--------------|-----------|------------------|----------------|-------|-----------|
| Tratamiento | 4 | 4.143 | 1.036 | 1.395 | 0.294 |
| Bloque | 3 | 1.046 | 0.349 | 0.470 | 0.709 |
| Error | 12 | 8.909 | 0.742 | | |
| Total | 20 | 2617.860 | | | |

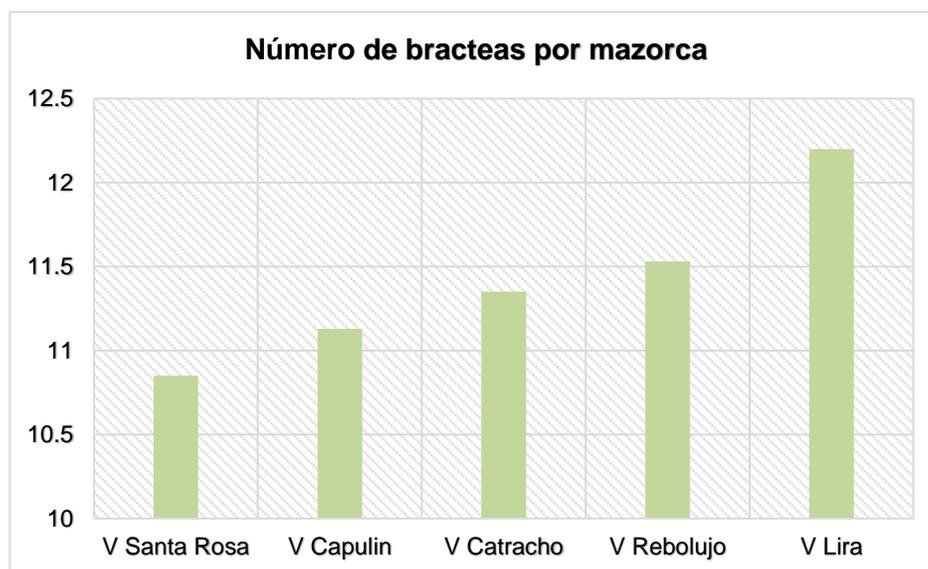


Figura 43: Número de brácteas por mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

En términos comparativos, las variedades Santa Rosa y Capulín, sembradas en San Luis Talpa, superan en 10.6% y 16.8% a sus congéneres investigados en el ensayo que se está discutiendo. Lo contrario ocurre con la variedad Catracho, donde el presente estudio reporta un exceso del 26.1% sobre su similar de aquel lugar. Esta disparidad de información puede ser reflejo de falta de pureza genética, ya que en ambas investigaciones han sido agricultores los que seleccionaron y proporcionaron la semilla, es bastante difícil que una determinada variedad contenga información genética similar para ambos ensayos y por ende, las dos variedades van a responder diferentemente. Las brácteas son vainas modificadas de hojas muy reducidas que cubren la parte exterior de la mazorca; según el grado de modificación que alcanzan pueden clasificarse como bien desarrolladas, reducidas o inexistentes (CIAT, 1993). Hay algunos cultivares que se caracterizan por tener hojas finas de recubrimiento de la mazorca que se abren en la madurez, lo cual favorece su secado. Estas hojas de cobertura también sirven para almacenar carbohidratos solubles que pueden ser usados para llenar el grano (FAO, 2001). Por lo tanto se concluye que las mazorcas con excelentes coberturas, favorecen la protección de la mazorca contra el ataque de pájaros y evita las pudriciones de los granos (Orozco, 2010).

4.3.4. Número de hileras por mazorca

Al obtener el análisis de varianza, se verificó que el P-valor es de 0.021 siendo menor que 0.05. Existiendo diferencia estadística significativa entre las variedades con respecto a esta variable (Cuadro 23). Con la prueba de Duncan se demostró que el orden descendente corresponde a las variedades Lira, Capulín, Santa Rosa, Rebolujo y Catracho, con promedios 14.90, 13.68, 13.35, 13.35 y 12.80, respetivamente (Cuadro 24). Las divergencias con respecto a esta variable pueden obedecer a distintos patrones genéticos concernientes a la misma, a respuestas fisiológicas contrapuestas o una combinación genético fisiológico. Una sincronización deficiente entre la aparición del polen y la receptividad de los estigmas puede ocasionar la formación de mazorcas con hileras de granos incompletas (Ramírez, 1974).

La variabilidad se debe a una combinación de variabilidad heredada y ambiental y se llama variabilidad genética por ambiental. Es decir, que hay plantas con un tipo de herencia que van a funcionar mejor en un ambiente que en otro. Por ejemplo, hay plantas que van a rendir más en climas calientes que en climas fríos, pero no en los dos (Gómez *et al.*, 1995).

Cuadro 23. Análisis de varianza número de hileras por mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrado | Cuadrado medio | F | P - Valor |
|--------------|-----------|------------------|----------------|-------|-----------|
| Tratamiento | 4 | 9.838 | 2.460 | 4.372 | 0.021 |
| Bloque | 3 | 0.498 | 0.166 | 0.295 | 0.828 |
| Error | 12 | 6.750 | 0.563 | | |
| Total | 20 | 3724.450 | 464.712 | | |

Cuadro 24. Número promedio de hileras por mazorca. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| Tratamiento | Medias |
|-------------|---------|
| Lira | 14.90 a |
| Capulín | 13.68 b |
| Rebolujo | 13.35 b |
| Santa Rosa | 13.35 b |
| Catracho | 12.80 b |

El número de granos está determinado por el número de hileras y el número de granos por hilera de la mazorca, además, los granos de maíz se desarrollan mediante la acumulación de los productos de la fotosíntesis, la absorción a través de las raíces y el metabolismo de la planta de maíz en la inflorescencia femenina denominada espiga (FAO, 1993). La

fisiología del maíz está determinada en gran medida por el factor genético. En este contexto, el diámetro de la mazorca puede aumentar relativamente con la fertilización, no así el número de hilera por mazorca (Contreras, 1994).

Mediante un análisis comparativo, las variedades Santa Rosa y Capulín, sembradas en San Luis Talpa, superan con un 20% y 2% a sus similares que se cultivaron en este ensayo. Lo contrario sucede con la variedad Catracho, donde la investigación de San Luis Talpa muestra un descenso del 28%. Estas leves discrepancias pueden ser el producto de las diferencias climáticas, de manejo e incluso de ser variedades con un germoplasma que difiere entre ellas a pesar de poseer el mismo nombre. Los agricultores pueden ser coherentes o no en la forma en que nombran y describen a sus variedades. El nombre que un agricultor le da a una variedad local puede coincidir con el nombre que le da otro agricultor (García, 2008).

4.3.5. Número de granos por hilera

El análisis de varianza demuestra que el P-valor es mayor que 0.05. Por lo tanto, se determinó que para la variable número de granos por hilera, no existe diferencia significativa entre las cinco variedades en estudio (Cuadro 25). Los resultados expresados presentaron promedios como la variedad Lira con 35.12 granos, seguido por Catracho 35.10 granos, Rebolujo 34.90 granos, Santa Rosa 34.55 granos y Capulín con 33.52 granos (Figura 44).

Cuadro 25. Análisis de varianza número de granos por hilera. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrado | Cuadrado medio | F | P – Valor |
|--------------|-----------|------------------|-----------------|-------|-----------|
| Tratamiento | 4 | 7.063 | 1.766 | 0.279 | 0.886 |
| Bloque | 3 | 32.928 | 10.976 | 1.736 | 0.213 |
| Error | 12 | 75.857 | 6.321 | | |
| Total | 20 | 24114.440 | 3004.823 | | |

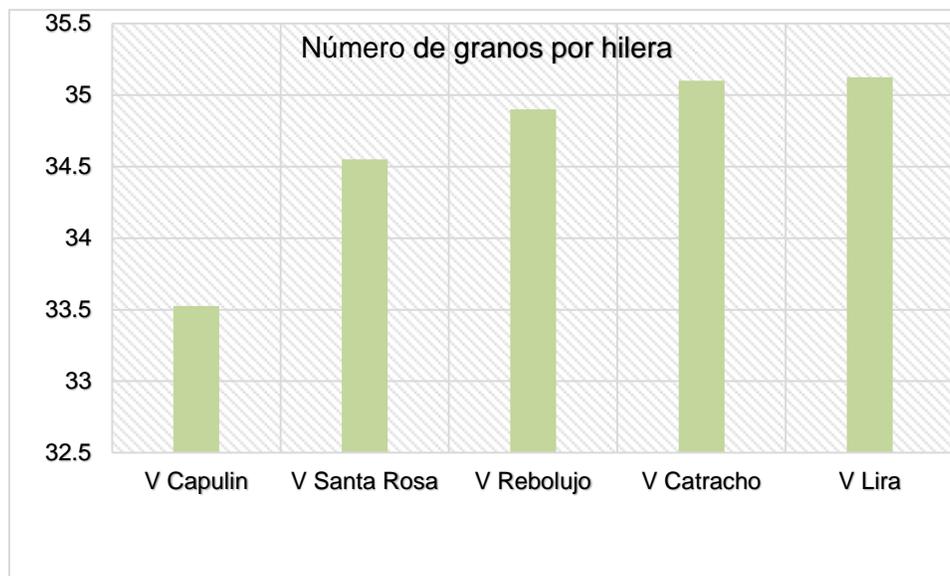


Figura 44: Número promedio de granos por hilera. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

No hay diferencia estadística debido a que existe una similitud genética es decir un mismo patrón genético entre las variedades en estudio, el análisis con respecto a esto ya ha sido mencionado en variables analizadas anteriormente y que se han expresado de manera igual a la del número promedio de granos por hilera.

Comparativamente, la variedad Capulín cultivada en San Luis Talpa, tuvo un exceso de 4% en contraparte a lo anterior, la variedad Catracho, muestra un descenso del 35% con relación al presente estudio. En el caso de la variedad Santa Rosa presentaron datos estrechamente cercanos (34% Vrs. 35%). Las diferencias pueden ser establecidas de la manera ya indicada en la anterior variable. En el momento de la floración, el efecto de tal estrés es catastrófico desproporcionado a la reducción de los procesos de los componentes, lo que puede resultar en granos vacíos o en una seria reducción del número de granos de la mazorca (FAO, 2001). Esto significa que la variable en juego no necesariamente debe constituirse como un valor constante.

4.3.6. Longitud del grano

Con respecto a esta variable y al emplear el análisis de varianza, se observa que el P-valor es mayor que 0.05 por tanto, definiéndose que no existe diferencia significativa entre las variedades criollas de maíz en estudio (Cuadro 26). Los resultados obtenidos indican que en las medias el valor más alto es 1.40 cm que corresponde a la longitud del grano de la variedad Catracho, seguida de la variedad Capulín 1.24 cm, Santa Rosa 1.17 cm, Lira 1.15 cm y el valor más bajo lo tiene la variedad Rebolujo con 1.12 cm (Figura 45). La similitud de datos puede deberse a un patrón genético común, análisis que ya ha sido planteado en variables anteriores.

Cuadro 26. Análisis de varianza longitud del grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrado | Cuadrado medio | F | P – Valor |
|--------------|-----------|------------------|----------------|-------|-----------|
| Tratamiento | 4 | 0.199 | 0.050 | 0.833 | 0.529 |
| Bloque | 3 | 0.242 | 0.081 | 1.349 | 0.305 |
| Error | 12 | 0.717 | 0.060 | | |
| Total | 20 | 30.927 | | | |

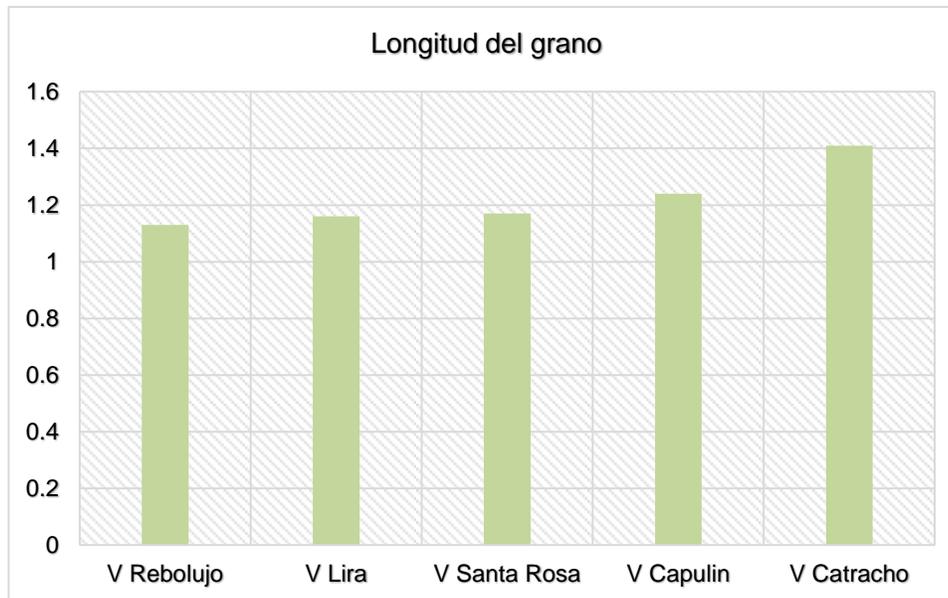


Figura 45: Longitud del grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

Al comparar los resultados obtenidos con la investigación en San Luis Talpa, las variedades Catracho, Capulín y Santa Rosa, presentaron un descenso de 40%, 24% y 6% respectivamente con los datos de esta investigación. Las divergencias probablemente se deban a las diferencias de manejo y clima. Estudios realizados indican que la genética de las variedades influye grandemente en la longitud del grano, aunque los factores ambientales también son determinantes en cuanto a las diferencias entre el tamaño del grano de una variedad (Buxade, s.f.).

4.3.7. Grosor del grano

Por medio del análisis de varianza se logró determinar que el P-valor es mayor que 0.05. Por ende, se puede probar que no existe diferencia estadística significativa entre las variedades en estudio (Cuadro 27). Los resultados obtenidos dan la pauta que en cuanto a esta variable no existió mayor significancia ya que todos los valores oscilaron entre las mismas medidas. Se puede considerar que la variedad que obtuvo mayor promedio fue Lira con un promedio de 0.60 mm; mientras que las variedades con menor grosor fueron, Rebolujo y Santa Rosa con un promedio de 0.41 mm y 0.42 mm respectivamente; las variedades Capulín y Catracho obtuvieron el mismo promedio, 0.43 mm (Figura 46). La igualdad de los resultados seguramente concierne a una igualdad genética, aspecto que ya fue considerado y discutido en variables que anteceden a esta.

Cuadro 27. Análisis de varianza grosor del grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrado | Cuadrado medio | F | P - Valor |
|--------------|-----------|------------------|----------------|-------|-----------|
| Tratamiento | 4 | 0.101 | 0.025 | 1.601 | 0.237 |
| Bloque | 3 | 0.036 | 0.012 | 0.765 | 0.535 |
| Error | 12 | 0.190 | 0.016 | | |
| Total | 20 | 4.578 | | | |

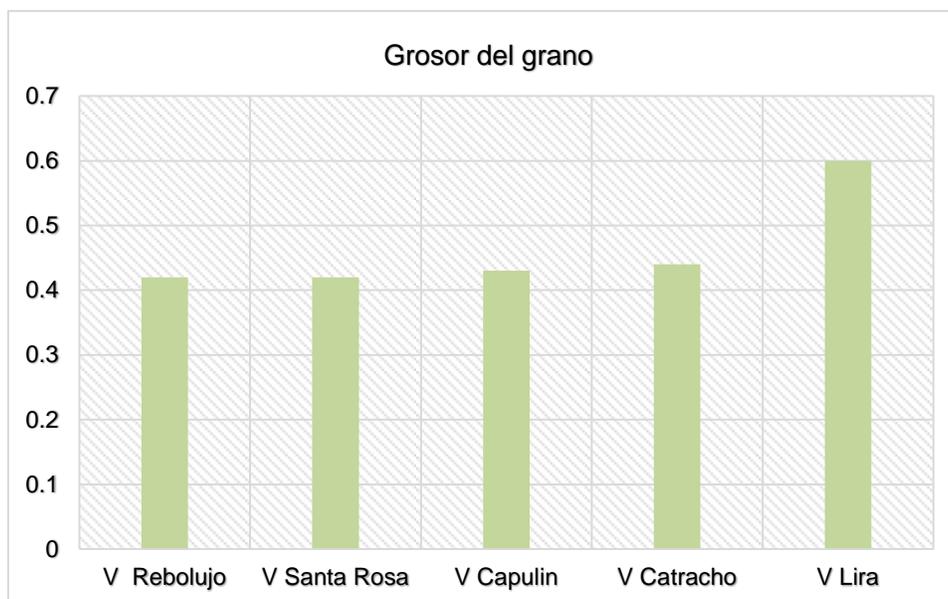


Figura 46: Grosor del grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

En procesos comparativos, las variedades Santa Rosa y Capulín, sembradas en San Luis Talpa, superan en 10% y 5% a sus equivalentes investigados en el ensayo que se está discutiendo. Lo contrario ocurre con la variedad Catracho, donde el presente estudio reporta un exceso del 10% sobre su análogo de aquel lugar. Esa disparidad de resultados puede obedecer a diferentes escenarios en lo concerniente a la genética, manejo y clima.

4.3.8. Ancho del grano

Al efectuar el análisis de varianza se logra percibir que el P-valor es mayor que 0.05. De manera que se puede apreciar, la inexistencia de diferencia significativa entre las cinco variedades (Cuadro 28). Al ordenar las variedades en orden descendente, se tienen a las variedades Santa Rosa 0.99 mm, Rebolujo 0.98 mm, Catracho 0.98 mm, Lira 0.97mm y Capulín 0.93 mm (Figura 47). La semejanza de datos puede deberse a un patrón genético común, análisis que ya han sido planteados en variables anteriores. Comparativamente, la variedad Catracho cultivada en San Luis Talpa, tuvo un exceso de 3% al igual que Capulín con 2% en contraparte a lo anterior, la variedad Santa Rosa, muestra un descenso del 10% con relación al presente estudio. En el caso de esta variable ambos estudios presentaron datos estrechamente cercanos.

Cuadro 28. Análisis de varianza ancho del grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrado | Cuadrado medio | F | P – Valor |
|--------------|-----------|------------------|----------------|-------|-----------|
| Tratamiento | 4 | 0.008 | 0.002 | 0.459 | 0.764 |
| Bloque | 3 | 0.011 | 0.004 | 0.775 | 0.530 |
| Error | 12 | 0.054 | 0.005 | | |
| Total | 20 | 19.027 | | | |

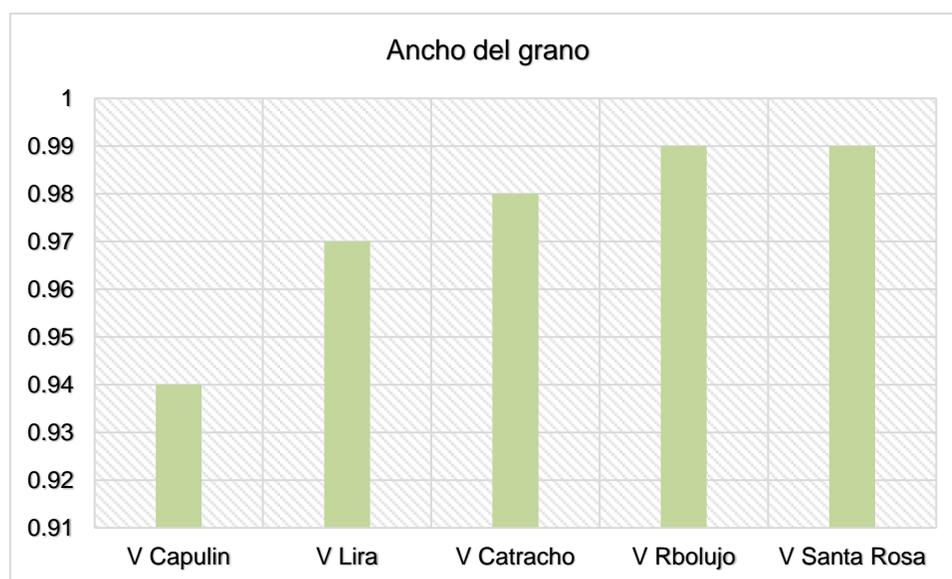


Figura 47: Ancho de grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

El tamaño del grano es hereditario pero también es influenciado por factores ambientales que directamente afectan la planta (Rodríguez *et al.* 2005).

4.3.9 Peso del grano (g)

En los resultados logrados mediante el análisis de varianza el P-valor es mayor que 0.05. Por lo tanto, se puede establecer que en la variable peso del grano, no existe diferencia estadística significativa entre las variedades criollas de maíz en estudio (Cuadro 29). A través de los resultados se logra observar que la variedad Lira presento el valor promedio más alto con 30.06 g, seguido de Catracho 29.94 g, Rebolujo 29.24 g, Santa Rosa 28.73 g y la variedad Capulín la menor con 27.57 g (Figura 48). Las similitudes de esta variable pueden probablemente correlacionarse con la existencia de un patrón genético entre las

variedades de estudio, aspecto que ya ha sido mencionado anteriormente en otras variables en estudio.

Cuadro 29. Análisis de varianza peso del grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

| F de V | GL | Suma de cuadrado | Cuadrado medio | F | P – Valor |
|--------------|-----------|------------------|----------------|-------|-----------|
| Tratamiento | 4 | 16.490 | 4.122 | 1.168 | 0.373 |
| Bloque | 3 | 2.462 | 0.821 | 0.233 | 0.872 |
| Error | 12 | 42.339 | 3.528 | | |
| Total | 20 | 17011.461 | | | |

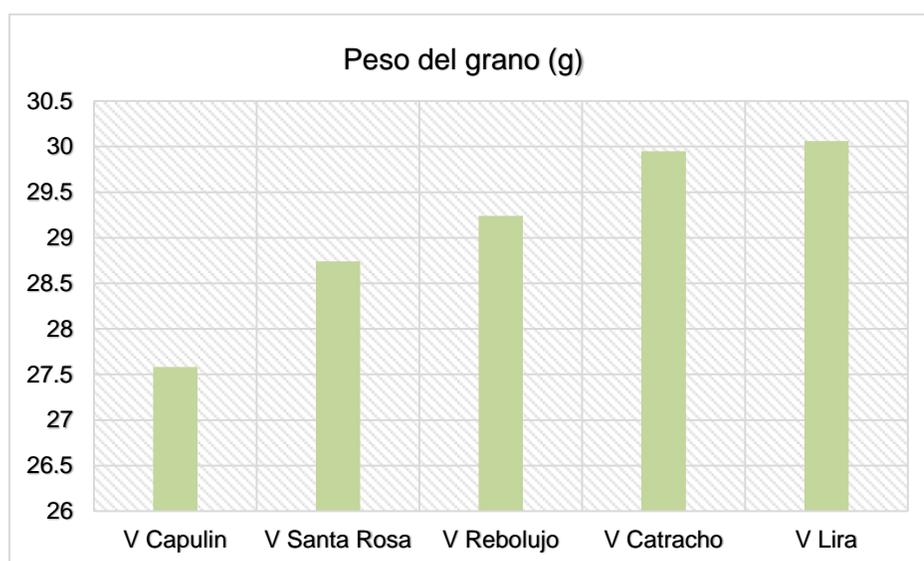


Figura 48: Peso promedio del grano. Caracterización morfológica de variedades criollas de maíz. Cuscatlán, 2014.

Los datos estadísticos reflejan claramente que el peso del grano es similar para todas las variedades, esta similitud en peso podría depender de la selección masal que efectúan los agricultores o al intercambio de semilla que ellos realizan, ya que los agricultores tienen hasta tres variedades de maíz en la misma parcela dando como efecto un cruce genético que viene a repercutir en las características propias de cada variedad, al final se obtiene como resultado variedades que al no efectuar un mayor análisis, se pueden considerar distintas, pero mediante el uso de pruebas de ADN, pueda que se conformen por genes similares con características fenotípicas muy parecidas. Es decir, se posee una sola

variedad. Otra situación que pudo haber incidido en el peso del grano es el manejo y las condiciones climáticas de la zona, puesto que eran las mismas para las 5 variedades. El maíz es una planta alógama (el polen ha de venir de otra flor diferente de la que tiene el óvulo para fecundar) y anemófila (polinizada por el viento), por lo que será fácil que se crucen distintas variedades, algunas precauciones que se pueden tomar son: a) aislamiento espacial, debiendo existir un kilómetro entre distintas variedades en campo abierto, si hay setos, edificios, plantaciones de frutales, se puede reducir a un tercio o menos, dependiendo de la seguridad que se desee tener; b) Aislamiento en el tiempo, requiriéndose plantar las distintas variedades en distintas fechas para que su floración no coincida en el tiempo c) Aislamiento mecánico y polinización (Red Andaluza, 2012).

Las variedades de maíz han sido mantenidas y mejoradas *in situ* por los agricultores, basados en la percepción de sus necesidades, su experiencia y su capacidad natural y son fuentes de características que son importantes para la adaptación local, la estabilidad económica y la sostenibilidad del agricultor (FAO, 2001). El peso del grano por mazorca en el maíz ha sido reportado como un componente del rendimiento que correlaciona significativamente con el rendimiento. Esto quiere decir que al aumentar el peso del grano por mazorca hay un incremento en el rendimiento. Por otra parte, el peso del grano por mazorca es función del número de granos por mazorca, del tamaño de ellos y de la densidad del grano, o sea que cuanto más llena la mazorca de granos bien formados mayor será el peso del grano por mazorca y por ende el rendimiento (Ramírez, 1974).

El estudio realizado en San Luis Talpa, muestra que las variedades Santa Rosa y Catracho presentaron un exceso de 22% y 14%, mientras que la variedad Capulín revela un descenso de 5% con relación al presente estudio. Probablemente las diferencias se deben al manejo y clima o diferencia genética incluso en las mismas variedades. El fenotipo de un individuo no depende solamente de su genotipo, sino también de las circunstancias ambientales. Se puede afirmar que el fenotipo es el resultado de la acción de los genes expresada en un ambiente determinado (Sánchez, sf).

4.4 Rendimiento

Se puede apreciar que la variedad que obtuvo mayor promedio en cuanto al rendimiento fue Lira con un promedio 5,987.42 kg.ha⁻¹ (92.40 qq/mz); seguida de la variedad Rebolujo 5,715.26 kg.ha⁻¹ (88.20 qq/mz); Catracho con 5,388.68 kg.ha⁻¹ (83.16 qq/mz), Capulín con

5,170.95 kg.ha⁻¹ (79.80 qq/mz) y la variedad de menor promedio fue Santa Rosa con 4,898.80 kg.ha⁻¹ (75.60 qq/mz). La diferencia de datos al respecto, puede corresponder al hecho que el rendimiento es una característica que responde a un evento poligénico, es decir, que se nutre del acompañamiento y acción de varios miles de genes. El rendimiento es un carácter poligénico y no presenta un control genético directo, que está muy influido por las condiciones ambientales (González *et al.* 2003). Otro factor que puede influir en el rendimiento podría ser los índices de asimilación de nutrientes, proporcionados a través de los fertilizantes. Debido a que si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos (Coyac, 2013).

Al comparar los resultados obtenidos por CENTA, rendimiento potencial de Santa Rosa fue de 60 qq/mz. Mientras que esta investigación se obtuvo un promedio de 75 qq/mz, cabe mencionar que la parcela donde se estableció las variedades en estudio se trabajó bajo un manejo semi orgánico.

Los estimadores de las varianzas genéticas pueden sesgarse por la interacción genotipo-ambiente, cuya varianza puede llegar a superar a las varianzas genéticas, y por ello las estimaciones deben hacerse en varios ambientes (Vargas *et al.* 1982). Asimismo, la falta de equilibrio de ligamiento puede provocar sesgos ya que, según Robinson *et al.* (1960), la varianza de dominancia aumenta y la varianza aditiva puede aumentar o disminuir, en función de la preponderancia de ligamientos iniciales en la fase de repulsión o de acoplamiento.

Es muy cierto que los rendimientos obtenidos en el ensayo fueron muy aceptables sin embargo están por debajo de los rendimientos de algunas variedades de maíz híbrido (FAO, 2001).

Cuadro 30. Caracterización cuantitativa de las variedades evaluadas

| Variables | Lira | Catracho | Santa Rosa | Rebolujo | Capulín |
|--------------------------------------|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|----------------|
| Caracteres de la planta | | | | | |
| Días a germinación (días) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Altura de la planta (cm) | 287 | 290 | 287 | 278 | 277 |
| Diámetro del tallo (cm) | 2.7 | 2.5 | 2.4 | 2.5 | 2.4 |
| Días a estar en elote (días) | 73-74 | 72-74 | 73-76 | 75-76 | 71-76 |
| Altura de la mazorca (cm) | 135 | 155 | 135 | 150 | 127 |
| Numero de hojas por planta | 7.09 | 6.84 | 7.00 | 7.03 | 6.7 |
| Longitud de la lámina foliar (cm) | 103.18 | 107.63 | 104.20 | 106.20 | 101.40 |
| Ancho de la lámina foliar(cm) | 10.53 | 9.96 | 10.60 | 10.04 | 9.75 |
| Caracteres de la floración | | | | | |
| Longitud de la panoja (cm) | 55.50 | 61.00 | 60.60 | 58.50 | 60.50 |
| Longitud del pedúnculo (cm) | 15.50 | 18.20 | 20.00 | 19.80 | 19.20 |
| Ramificación primaria | 16.3 | 9.9 | 12.7 | 11.4 | 12.8 |
| Ramificación secundarias | 2.5 | 1.9 | 1.9 | 1.7 | 1.9 |
| Ramificación terciaria | 0.7 | 1.2 | 0.7 | 0.1 | 1.2 |
| Ramificación cuaternaria | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.13 | 0.05 |
| Caracteres de la mazorca | | | | | |
| Longitud de la mazorca (cm) | 17.75 | 17.50 | 17.25 | 17.5 | 17.25 |
| Diámetro de la mazorca (cm) | 4.9 | 4.3 | 4.5 | 4.6 | 4.6 |
| Numero de hilera/ Mazorca | 14.9 | 12.8 | 13.4 | 13.4 | 13.7 |
| Numero de granos por hilera (granos) | 35.12 | 35.10 | 34.55 | 34.90 | 33.52 |
| Numero de brácteas/Mazorca | 12.2 | 11.4 | 10.9 | 11.5 | 11.1 |
| Caracteres del grano | | | | | |
| Longitud del grano | 1.2 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.2 |
| Ancho del grano | 0.6 | 0.44 | 0.42 | 0.42 | 0.43 |
| Grosor del grano | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.9 |
| Peso de 100 granos (g) | 30 | 29.9 | 28.7 | 29.2 | 27.6 |
| Rendimiento (qq/mz) | 92.40 | 83.16 | 75.60 | 88.20 | 79.80 |

Cuadro 31. Caracterización cualitativa de las variedades evaluadas

| Caracterización cualitativa | | |
|------------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| Variedad Lira | | |
| Mazorca | Forma de la mazorca | Cilíndrica |
| Grano | Forma de la superficie del grano | Dentado |
| | Color del pericarpio | Incoloro |
| | Color de la aleurona | Incoloro |
| | Color del endospermo | Blanco |
| Variedad Catracho | | |
| Mazorca | Forma de la mazorca | Cilíndrica cónica |
| Grano | Forma de la superficie del grano | Dentado |
| | Color del pericarpio | Incoloro |
| | Color de la aleurona | Incoloro |
| | Color del endospermo | Blanco cremoso |
| Variedad Santa Rosa | | |
| Mazorca | Forma de la mazorca | Cilíndrica cónica |
| Grano | Forma de la superficie del grano | Puntiagudo |
| | Color del pericarpio | Incoloro |
| | Color de la aleurona | Incoloro |
| | Color del endospermo | Blanco cremoso |
| Variedad Rebolujo | | |
| Mazorca | Forma de la mazorca | |
| Grano | Forma de la superficie del grano | Dentado |
| | Color del pericarpio | Incoloro |
| | Color de la aleurona | Blanco grisáceo |
| | Color del endospermo | Blanco |
| Variedad Capulín | | |
| Mazorca | Forma de la mazorca | |
| Grano | Forma de la superficie del grano | Cónica cilíndrica |
| | Color del pericarpio | Incoloro |
| | Color de la aleurona | Incoloro |
| | Color del endospermo | Blanco cremoso |

Cuadro 32. Porcentaje de acame que sufrieron las variedades en estudio

| Variedades | Variable | Acame de raíz en % | Acame de tallo en % | Total de acame por variedad en % |
|-------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|---|
| Lira | | 26 | 7 | 32 |
| Catracho | | 19 | 16 | 35 |
| Santa rosa | | 22 | 7 | 29 |
| Rebolujo | | 29 | 10 | 39 |
| Capulín | | 21 | 7 | 28 |

La variedad que menos porcentaje de acame sufrió fue el criollo Capulín con 28% en comparación con otros y el que presentó mayor valor fue el Rebolujo con un promedio de 39%.

Para realizar esta valoración, se observaron las plantas de las variedades que sufrieron acame ya sea de raíz adventicia como de tallo y se anotaron, las posibles causas por fuertes vientos.

Por el hecho de que estas variedades tienen una altura de planta bastante considerable cuando compite por luz tiende a crecer y a no engrosar.

4.5. Propuesta técnica de manejo de variedades criollas de maíz en cinco municipios de Cuscatlán.

Con base a la información obtenida en la investigación sobre la caracterización de variedades criollas que se desarrolló por estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral de la Universidad de El Salvador, se pudo constatar la necesidad de generar una propuesta técnica para el manejo en este tipo de variedades, siendo una petición de los productores con los cuales se desarrollaron talleres previos a la investigación ya indicada. Es preciso considerar que las variedades criollas, se constituyen en uno de los recursos principales para la seguridad alimentaria.

En esta propuesta los productores son los que participan activamente, compartiendo experiencias, y buscando soluciones, para ello debe elaborarse un plan estratégico ya que es una programación de actuación que consiste en aclarar lo que se pretende conseguir y cómo se propone conseguirlo.

En este documento se plasman cuatro propuestas técnicas para el manejo de variedades de maíces criollos:

- Mejoramiento de las variedades *in situ*, con la participación de los productores.
- Capacitaciones para ampliar los niveles de conocimiento y compartir experiencia entre los productores.
- Creación y sostenimiento de banco de germoplasma a nivel comunitario.
- Manejo agronómico ya que son labores culturales que se hacen a un cultivo específico para mejorar la producción y rendimiento.

Mejoramiento de las variedades

Para el mejoramiento de las variedades criollas no deben realizarse en los campos experimentales sino a través del mejoramiento *in situ* donde los agricultores no solo participen, si no que decidan sobre los objetivos de la selección y capacidad de observación de caracteres agronómicos y sean los protagonistas y ejecutores del mejoramiento genético del maíz.

Para transformar un maíz criollo en una variedad mejorada se necesita hacer selección, esto significa escoger año con año los individuos (plantas) que expresen características relevantes y que sean deseables a los objetivos de los agricultores. Para ello deben existir lineamientos y metodologías que contemplen un fitomejoramiento participativo, la colaboración técnica necesaria, un monitoreo y dinámico accionar de los agricultores. Lo anterior se fundamenta ya que es importante que los agricultores se concentren en el logro de objetivos productivos para lo cual, es necesario que dichos agricultores expresen sus puntos de vista, metas y fines. A la vez, en el desarrollo de investigaciones los productores deben tener un rol bastante activo y de amplia participación, en la cual se consideren sus expectativas. Para lo anterior, es necesario que haya técnicos expertos que faciliten el proceso y conlleven junto a los productores a la obtención de resultados.

Capacitaciones

La creación de un plan de capacitaciones para los agricultores es sumamente necesaria con el fin entre otras cosas de lo siguiente: aumento en el nivel de conocimientos; compartir experiencias; uso eficiente de recursos; generación de propuestas que puedan enfrentar a eventos como el cambio climático, dependencia unilateral de agroquímicos contaminantes y de riesgo a la salud y el medio ambiente; conservación de suelos, y almacenamiento de las semillas.

Las capacitaciones deben cumplir las siguientes características:

- Capacitaciones realizadas *in situ* con agricultores que cultiven semillas nativas.
- El ordenamiento debe tener correspondencia con el programa agrícola a desarrollar.
- Deben responder al tipo de recursos a que los agricultores tienen acceso.
- Su desarrollo debe contemplar tanto el monitoreo y seguimiento como su sistematización.

Banco de germoplasma comunitario (casa de semillas criollas)

En primer lugar se debe reunir a los vecinos y a las organizaciones que existen en la comunidad, principalmente a los agricultores que trabajen con estas semillas, y que puedan compartir sus conocimientos y experiencias. También es necesario hacer una lista de las variedades que son producidas en la comunidad. En conjunto, decidir sobre cómo proceder para organizar el banco de germoplasma. Lo ideal es que se organice un espacio (un local) donde las semillas puedan ser clasificadas y almacenadas.

- ❖ El espacio debe estar en un lugar de fácil acceso. Cada persona debe comprometerse a plantar las semillas y poner a disposición una cantidad para la casa de semillas criollas, y siempre intercambiar con vecinos y con otras localidades.
- ❖ Las personas y las organizaciones que participan de la casa de semillas deben decidir colectivamente sobre su mantenimiento y disposición de semillas para trueque y venta.

Manejo agronómico

Preparación de terreno:

Realizar una chapoda 5 o 15 días antes de la siembra. Para zonas de ladera no es aconsejable que los rastrojos se ordenen en carriles, sino que se ubiquen de manera uniforme en todo el terreno, manteniéndolos distribuidos en todo el terreno. La siembra efectuarla con chuzo. Deben evitarse las quemadas, como es costumbre de la mayor parte de agricultores. Con las prácticas anteriores, se evita que la lluvia caiga directamente al suelo y forme escorrentía, también ayuda a mantener por más tiempo la humedad en el suelo.

Distanciamiento de siembra:

Las plantas grandes deben sembrarse 40 ó 50 cm entre plantas y 1 m entre surco en laderas y hasta 90 cm entre surco en terrenos planos.

Evitar altas densidades de plantas ya que esto conlleva a plantas altas que compiten por luz solar y da lugar a plantas altas y tallo delgado

Fertilización:

Primera: de los 25 a los 28 días después de la siembra utilizar de preferencia fórmula (16-20-0 mezclado con gallinaza).

Segunda: de los 48 a los 53 días después de la siembra, aplicar sulfato de amonio mezclado con gallinaza (antes de la floración).

Notas importantes: Si el terreno es fértil la primera aplicación de fertilización se hará con poco abono y observar el vigor de la planta. El maíz criollo, responde bien a la aplicación de abonos orgánicos como estiércol de vaca y la gallinaza.

La fertilización se aconseja que se haga a una distancia de 5 a 10 cm de la planta para un mejor aprovechamiento de los nutrientes, ya que los elementos que componen los fertilizantes tienden a evaporarse, es conveniente enterrar el abono o efectuar luego del abono un aporco.

Manejo de la maleza:

Realizar esta actividad de forma manual de los 15 a los 20 días después de la siembra, se debe aporcar para promover a un mejor anclaje y de esta manera ayudar a disminuir el acame en las plantas. La segunda limpieza realizarla de los 35 a los 40 días después de la siembra de forma manual.

Manejo de plagas:

Para el manejo de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se puede aplicar ceniza su objetivo es asfixiarlo al ingresar ceniza a sus poros, también se puede aplicar azúcar, su objetivo es atraer hormigas al cogollo y que estas últimas se encarguen de alimentarse de la larva y por ende exterminarla.

5. CONCLUSIONES

A través del contacto con 20 agricultores quienes manejan alrededor de 12 variedades de maíz criollas, se efectuó la caracterización de las 5 variedades más representativas. En la evaluación de las referidas variedades de un total de 19 variables el 78.95 % de las mismas no mostró significancia estadística. Las razones de esta homogeneidad se concentran en la presencia de un germoplasma similar.

El rendimiento generado en el ensayo supero un cierto porcentaje a la variedad más productiva de la zona observándose por lo tanto que hay una diferencia en rendimiento debiendo establecerse mejoras tecnológicas a nivel de los productores con el objetivo de incrementar el rendimiento entre los productores. Las mejoras tecnológicas deben tomar en cuenta la sostenibilidad ambiental, ecológica y económica.

Es importante utilizar técnicas de conservación de semilla criolla mediante el establecimiento de redes de resguardo e intercambio de germoplasma al que tengan acceso los productores, de tal forma que los mismos productores sean los que promuevan la diversificación y conservación de su semilla.

6. RECOMENDACIONES

Es pertinente que instituciones que acompañen a los productores en su quehacer productivo, debiesen conjuntar esfuerzos con el fin de generar variedades criollas que corresponda a los objetivos de los agricultores y de esa manera tenga un rendimiento de beneficio económico.

Que el estado adquiera compromiso de establecer políticas y estrategias objetivas referente al desarrollo de variedades criollas y de esa manera ampliar la base genética a través de germoplasma productiva.

Promover talleres de concientización que despierten el interés de los productores en relación a la diversidad del maíz criollo, debido a que muchas variedades nativas peligran su extinción por su desuso.

7. BIBLIOGRAFÍA

Alamo A. *et al.* sf. Sin semilla, sin origen "Polinización cruzada" (En línea), México, MX.

Consultado 30 de Noviembre 2014. Disponible en:

http://www.artemasciencia.com/exposinorigen/index.php?option=com_content&view=article&id=96:polinizacion-cruzada&catid=42:piezas&Itemid=156

Ángel, A. 2011. Panorama productivo e infraestructura para el desarrollo rural en El Salvador (En línea), San Salvador, SV. Consultado: 23 de Febrero 2014. Disponible en:

<http://amyangel.webs.com/pobreza%20rural%20ES%20final.pdf>

Arroyo, R. 1998. Guía para la asistencia técnica agrícola (En línea), México, MX.

Consultado 9 de Marzo 2014. Disponible en:

<http://www.inifapaguascalientes.gob.mx/Publicaciones%20CEPAB%20PDF/Guia%20Asistencia%20T%C3%A9cnica/Guia%20T%C3%A9cnica%20CEPAB.pdf>

Avellaneda, J. 2006. Puntos a tener en cuenta para una buena implantación del cultivo (En línea). Buenos Aires, AR Consultado 16 de Marzo 2014. Disponible en:

http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/57%20mejorar%20la%20siembra%20de%20maiz.pdf

Barahona, E. 2012. Caracterización morfo agronómica de cinco variedades de maíz criollo (*Zea mays L*) en la zona de San Luis Talpa bajo un manejo orgánico. Tesis de Ing. Agr.

UES, La Paz, El Salvador (En línea). Consultado: 13 de Septiembre 2014. Disponible en:

<http://ri.ues.edu.sv/1660/1/13101299.pdf>

Buxade, sf. Enciclopedia Practica de la Agricultura y la Ganadería; Maíz, editorial Océano, Barcelona, ES. P. 309-313.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2000. Guía técnica de granos básicos: Requerimientos Nutricionales del maíz, San Andrés, La Libertad. SV. P.6-8.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2008. Híbridos de maíz de alta calidad proteica oro blanco y platino (En línea), San Salvador, SV. Consultado el 15 de Marzo 2014. Disponible en:

<http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Boletin%20CENTA%20%20Oro%20Blanco.pdf>

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2011. Variedad de maíz para las zonas con problemas de achaparramiento en El Salvador (En línea), La Libertad, SV. Consultado: 30 de Octubre 2014. Disponible en:

<http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/BROCHURE%20CENTA%20SANTA%20ROSA.pdf>

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 2008. Guías para la regeneración de germoplasma maíz (En línea), México, MX. Consultado: 30 de Noviembre 2014. Disponible en:

http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/maize/Maize_SP.pdf

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2013. Los sistemas de maíz y frijol de América Central y el Cambio Climático (En línea), Bogotá, CO. Consultado el 30 de Noviembre 2014. Disponible en:

http://dapa.ciat.cgiar.org/wpcontent/uploads/2014/08/politica_sintesis6_tortillas_en_comal.pdf

Contreras, Z. 1994. Influencia de la rotación de cultivo y control de maleza, sobre la dinámica de las malezas; el crecimiento, desarrollo y comportamiento del rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*), Tesis de Ing. Agr. Managua, NI.

Coyac, L. 2013. La selección nasal permite aumentar el rendimiento sin agotar la variabilidad genética aditiva en el maíz. (En línea), Zacateca, MX. Consultado el 02 de Marzo 2015 .Disponible en: <http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/36-1/6a.pdf>

Clarence, E. 2003. Herencia de la resistencia al acame de raíces en maíz dulce (*Zea mays* L.) (En línea), Monagas, VE. Consultado 10 de Enero 2015. Disponible en:

<http://www.bioline.org.br/pdf?cg03004>

Cruz, H. 2012. Diversidad de maíces criollos en cinco localidades del municipio de Tacotalpa, Tabasco, MX. Tesis Lic. En Desarrollo Rural Sustentable. Universidad Intercultural del Estado de Tabasco. 69 p.

Cruz, O. 2013. El cultivo de maíz (En línea) Tegucigalpa, HN. Consultado el 30 de Noviembre 2014. Disponible en:
<http://www.dicta.hn/files/Manual-cultivo-de-MAIZ--III-EDICION,-2013.pdf>

Deras, H; sf. Guía técnica: El cultivo de Maíz. San salvador, ES. P. 9. IICA; RED SICTA; CENTA; MAG.

Díaz, P. 1993. Cereales de primavera: Ecología de maíz, Ed Salvat S, A. Barcelona, ES. P. 31-34.

FENALCE (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas). 2008. Fisiología de la planta de maíz. Generalidades de la planta. (En línea). Consultado el 3 de Noviembre 2014. Disponible en:
<http://es.scribd.com/doc/57320368/9-Fisiologia-de-la-Plantade-Maiz>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1993. El Maíz en la nutrición humana. (En línea), Roma, IT. Consultado el 10 de Febrero 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S02.htm>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2001. El maíz en los trópicos mejoramiento y producción (En línea), Roma, IT. Consultado el 8 de Febrero 2014. Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s04.htm>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura IT). 2002. Los Fertilizantes y su uso. Cuarta Ed. (En línea), Roma, IT. Consultado el 08 de Marzo 2015. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2004. Morfología del maíz tropical (En línea), Roma, IT. Consultado el 2 Noviembre 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s04.htm>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura IT). 2012. Agricultores innovan el maíz Capulín en Honduras (En línea), Tegucigalpa, HN. Consultado 20 de Marzo 2014. Disponible en: http://www.fao.org/hn//images/doc/Estudio_maiz_capulin_web.pdf

Franquet, J. 2004. Economía del arroz: Variedades y mejoras (En línea), Málaga, ES. Consultado 25 de Enero 2015. Disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2006a/fbbp/3c.htm>

FUNDESYRAM (Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental). 2014. Semillas criollas patrimonio de las comunidades y la humanidad (En línea), San Salvador, SV. Consultado 12 de Noviembre 2014. Disponible en: <http://www.fundesyram.info/document/boletines/04abril2014.pdf>

García, H. 2005. Mejoramiento de dos variedades criollas de maíz para los valles centrales (En línea), Oaxaca, MX. Consultado: 10 de Enero 2015. Disponible en: <http://www.crupy-uach.org.mx/encuentro/img/experiencias/doc/bd05812b101d1b4423a92190a2453874.pdf>

García, L. 2008. Estudio de caracterización del potencial genético (En línea), Lima, PE. Consultado 25 de Enero 2015. Disponible en: http://www.ruta.org/CDOC-Deployment/documentos/estudio_potencial_genetico.pdf

Gómez *et al.* 1995. Manual de Mejoramiento y Conservación del Maíz Criollo con Pequeños Agricultores. (En Línea), Tegucigalpa, HN. Consultado el 22 de Enero 2015. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2930/4/01.pdf>

González & Roque. 1993. Efecto de diferentes niveles y forma de aplicación de nitrógeno en crecimiento, desarrollo y rendimiento de maíz (*Zea mays* L) en labranza cero y en condiciones de riego. Tesis de Ing. Agr. Managua, NI. 58p.

González, A. 2000. Caracterización y evaluación *ex situ* de una población de teocintle anual (*Zea mays*) (En línea), Chinandega, NI. Consultado 18 de Noviembre 2014.

Disponible en:

<http://www.pgrfa.org/gpa/nic/textos/publicaciones/Teocintle-de-Nicaragua.pdf>.

González, M. *et al.* 2003. Análisis de la estabilidad genotípica en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) mediante las representaciones biplots (En línea), México, MX .Consultado el 02 de Marzo 2015.

Disponible en:

<http://ediciones.inca.edu.cu/anteriores/pdf/2003/1/CT24111.pdf>.

González, H. sf. "Rescate, Selección y mejoramiento de Maíz Criollo, desde la experiencia campesina" Diócesis de San Vicente. Pastoral Campesina y de la Tierra.

Guerra, H. 2004. Evaluación de siete genotipos de maíz (*Zea mays* L.) Tesis de Ing. Agr. (En línea), Managua, NI. Consultado 19 de Septiembre 2014.

Disponible en:

<http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30t315e.pdf>

Hernández, F. 2006. Caracterización y almacenamiento de granos de elotes criollos de la región Otomí Tepehua del Estado de Hidalgo, Tesis Lic. Agr. Industrial, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. UAEH. 69 p.

Hernández, L. 2009. Mejorando la parcela del pequeño productor: CARITAS. El Salvador. Pag.41

Agribusiness, sf. El cultivo de maíz (En línea), México, MX. Consultado el 17 de Marzo 2014.

Disponible en: <http://materias.fi.uba.ar/7031/MAIZ.pdf>

INIA. 2000. Mejoramiento genético del maíz. 5° Edición, Editorial ROCIANDINO. EC. 180 p.

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria, PE). 2011. Demanda de agua del cultivo de maíz (En línea). Consultado 22 de Enero 2015. Disponible en:

http://platina.inia.cl/ururi/informativos/Informativo_INIA_Ururi_47.pdf

ITSMO. 2015. El impacto del cambio climático sobre el sector agropecuario (En línea), México, MX. Consultado: 10 de Enero 2015. Disponible en:

http://smye.info/gia-mexico/wp-content/uploads/2010/07/l924_parte_2.pdf

Jaramillo, S. 2000. Material de apoyo a la capacitación en conservación ex situ de recursos fito genéticos. Instituto Interamericano de Recursos Fito genéticos, Cali, CO.

Jugenheimer, R. 1990. Variedades mejoradas métodos de cultivo y producción de semilla. 4ta impresión, Editorial Limusa S. A, MX. 834p

Marini, D. 1993. Genética agraria. Editorial CENIDA-UNA, Managua, NI. 346p

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación). 2013. Informe de situación de maíz blanco (En línea), Ciudad de Guatemala, GT. Consultado el 15 de Marzo 2014.

Disponible en:

http://web.maga.gob.gt/wpcontent/uploads/pdf/home/diplan/maiz/informe_situacion_maiz_blanco.pdf

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2014. ¿Quieres sembrar maíz? Consejos para una buena cosecha (En línea), Santa Tecla, SV. Consultado el 6 de Diciembre 2014.

Disponible en: http://www.mag.gob.sv/index.php?option=com_k2&view=item&id=593:mag-%C2%BFquiere-sembrar-ma%C3%ADz?-consejos-para-una-buena-cosecha&Itemid=315.

Muñoz G, *et al.* 1993. Descriptores varietales; Arroz, frijol, maíz y sorgo. (En línea), México, MX. Consultado el 31 de octubre 2014. Disponible en:

http://CiatLibrary.Ciat.Cgiar.Org:8080/jspui/bitstream/123456789/7095/1/descriptores_Varietales.pdf

Orozco, J. 2010. Evaluación bioagronómica de una variedad y cinco híbridos de maíz duro (*Zea mays* L.) en el sector la Colombina, Cantón Alausi. Tesis. EC. (En línea). Consultado el 18 de Noviembre 2014.

Disponible en:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/.../581/.../13T0665%20OROZCO%20JORGE.p>

Ortas, L. 2008. Boletín N°7: El cultivo del maíz: fisiología y aspectos generales (En línea), MX. Consultado el 30 de Noviembre 2014.

Disponible en:

<http://nolaboreo.es/publicaciones/articulos/pdf/maiz.pdf>

Ortiz, M. 2010. Morfología y taxonomía (En línea), MX. Consultado el 30 de Noviembre de 2014.

Disponible en: <http://marnary.blogspot.com/2010/06/1-morfologia-y-taxonomia.html>

Ospina *et al.* 2011. Evaluación de la producción de biomasa de maíz en condiciones del trópico colombiano (En línea), CO. Consultado 16 de Noviembre 2014.

Disponible en: http://www.fenalce.org/arch_public/biomasa98.pdf

Pavón, A. 2006. Generalidades del cultivo de maíz (En línea), México, MX. Consultado; 30 de Septiembre 2014. Disponible en:

https://www.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioPavon/07-AnejoV.pdf

Pavón C. 2006. Generalidades del cultivo de maíz (En línea), MX. Consultado: 17 de Noviembre 2014. Disponible en:

https://www.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioPavon/07-AnejoV.pdf

Pastoral de la Tierra. 2005. Guía Rescate y mejoramiento de maíz criollo desde la experiencia campesina; Método de Selección Masal. San Salvador, SV. Pág. 7

Poehlman, J. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas: Mejoramiento genético del maíz. Ed Limusa, S.A de C.V. MX. P. 263-270

Quintanilla, L. 2013. País destaca por cosecha de maíz (En línea), San Salvador, SV. Consultado 18 de Marzo 2014. Disponible en:

<http://www.laprensagrafica.com/pais-destaca-por-cosecha-de-maiz>

Ramírez, R. 1974. Influencia de la polinización sobre el llenado de la punta de la mazorca del maíz y otros caracteres (En línea), Caracas, VE. Consultado 25 de octubre 2014.

Disponible en:

http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2401/arti/ramirez_r.htm

Ramírez, R. 2000. Influencia de la polinización sobre el llenado de la punta de la mazorca del maíz y otros caracteres (En línea), Caracas, VE. Consultado 14 de Octubre 2014.

Disponible en:

http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2401/arti/ramirez_r.htm

RAS (Red Andaluza de semillas). 2012. Recomendaciones para el manejo de la polinización y obtención de semillas en maíz. (En línea), Madrid, ES. Consultado el 02 de Marzo 2015. Disponible en:

<http://www.redandaluzadesemillas.org/red-de-resiembra-e-intercambio-177/protocolo-de-resiembra-e/article/recomendaciones-para-el-manejo-de-maiz>

RAS (Red Andaluza de Semillas). 2013. Fichas informativas: red de resiembra e intercambio de variedades locales de cultivo (En línea), Madrid, ES. Consultado el 30 de Noviembre 2014.

Disponible en: http://www.redandaluzadesemillas.org/IMG/pdf/Maiz_cruzamiento.pdf

Reyes, C. 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor S.A., México, MX, D.F., 460 p.

Rodríguez, L. 1997. Evaluación de cuatro tipos de biofertilizantes sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del maíz (*Zea mays*). Tesis de Ing. Agr. Managua, NI.45p

Rodríguez, V. 2002. Campaña de manejo fitosanitario de maíz (En línea),Guanajuato, MX. Consultado el 17 de Marzo 2014.

Disponible en:

http://www.cesaveg.org.mx/html/folleto/folleto_08/folleto_maiz_08.pdf

Rodríguez, A. *et al.* 2005. Rescate y Mejoramiento del Maíz Criollo: Selección y mejoramiento del maíz criollo. 3ª Ed., SV. Secretariado Social CARITAS de El Salvador

Rodríguez *et al.* 2006. Rescate y mejoramiento de maíz criollo. Trads. CR Bonilla. 3 ed. San Salvador, SV r.7p.

Ruíz, C. 2002. Manejo tecnificado del cultivo de maíz en la sierra (En línea), Cajamarca, PE. Consultado 15 de Noviembre 2014.

Disponible en:

http://www.pdrs.org.pe/img_upload_pdrs/36c22b17acbae902af95f805cbae1ec5/Manual_Manejo_tecnificado_del_cultivo_de_maiz.pdf

Saldaña, F. 1991. Efecto de rotación de cultivo y control de maleza sobre la senosis de la maleza en los cultivo de maíz (*Zea mays* L), Tesis de Ing. Agr. Managua, NI. 63p.

Salazar, A. 2012. Proceso de selección, mejoramiento y conservación del maíz criollo con pequeños agricultores (En línea), San Salvador, SV. Consultado: 7 de Marzo 2014.

Disponible en:

<http://veph-agricultura.blogspot.com/2012/10/proceso-de-seleccion-mejoramiento.html>

Sánchez J. sf. Biología y Geología: Genética. (En línea), México, MX. Consultado el 02 de Marzo 2015. Disponible en:

http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo_ov/2BCH/B4_INFORMACION/T410_GENETICA/informacion.htm

Silva, P. 2000. Manual de estudios y ejercicios (En línea), Santiago de Chile, CL.

Consultado el 22 de enero 2015. Disponible en:

http://www.sap.uchile.cl/descargas/libros/Manual_de_estudio_y_ejercicios.pdf

Shenk, M; *et al.* 1983. Labranza mínima y no labranza en sistemas de producción de maíz (*Zea mays*) para áreas tropicales húmedas de Costa Rica. Turrialba, CR. CATIE. P. 3-5.

Yusmaira, R. 2011. Cultivo de maíz (*Zea mays* L), Morfología de la planta de maíz (En línea), México, MX. Consultado: 15 de Noviembre 2014.

Disponible en:

<http://elmaizdelzulia.blogspot.com/2011/02/morfologia-de-la-planta-de-maiz.html>

8. ANEXOS

Caracterización de las variedades de maíz criollo de los productores de la zona

Maíz criollo variedad: Rebolujo

Municipio: Cojutepeque

Productor: Eduvije

Cuadro A - 1: Características de la variedad Rebolujo

| Variable crecimiento y desarrollo de la planta | |
|---|---|
| Días de germinación | 3 - 4 Días |
| Inicio de floración | 50 Días |
| Inicio de formación del fruto | 60 Días |
| Días a estar en elote | 70 Días |
| Altura de la planta | 2 m |
| Grosor de la planta | Depende como se cuide |
| Variable mazorca | |
| Tamaño de la mazorca | Grande |
| Diámetro de la mazorca | Grueso |
| Numero de hileras por mazorca | 18 |
| Cobertura de la mazorca | Cubre bien la mazorca |
| Variable rendimiento | |
| Características del grano | Grueso, color variable (amarillo, rosado, blanco), es fino, sabor dulce, espesado |
| Cuantos qq de maíz por manzana | 1 ½ de tarea 3-4 sacos |
| Manejo agronómico | |
| Preparación de terreno | Chapoda, incorporación de rastrojo como cobertura |
| Distanciamiento entre surco | 1 m |
| Distanciamiento entre planta | 30 cm |
| Control de maleza | Chapoda |
| Control de plaga | Cal y ceniza |
| Que abono utiliza | Hojarasca, lombricompos |
| Cuanto abono utiliza | Lo que agarra con el puño de la mano |
| Área de maíz que siembra | 1 ½ |
| Características del suelo | Arcilloso |

Nota: La primera fertilización la realiza a los 18 -20 días después de sembrado y la segunda la realiza a los 45 días.

Maíz criollo variedad: Santa Rosa

Municipio: San Ramón

Productor: Gerardo López

Cuadro A - 2: Característica de la variedad Santa Rosa

| Variable crecimiento y desarrollo de la planta | |
|---|-----------------------------|
| Días de germinación | 5 días |
| Inicio de floración | 50 días |
| Inicio de formación del fruto | 60 días |
| Días a estar en elote | 70-75 días |
| Altura de la planta | 2.50 m |
| Grosor de la planta | Grueso |
| Variable mazorca | |
| Tamaño de la mazorca | Grande |
| Diámetro de la mazorca | Gruesa |
| Numero de hileras por mazorca | 12-18 |
| Cobertura de la mazorca | Completa |
| Variable rendimiento | |
| Características del grano | Grande, Amarillento |
| Cuantos qq de maíz por manzana | ----- |
| Manejo agronómico | |
| Preparación de terreno | Chapoda con Cuma y azadón |
| Distanciamiento entre surco | 90 cm |
| Distanciamiento entre planta | 45 cm |
| Control de maleza | Cuma |
| Control de plaga | Manual |
| Que abono utiliza | 50% orgánico 50% Químico |
| Cuanto abono utiliza | 50 lb/tarea |
| Área de maíz que siembra | 6 tareas |
| Características del suelo | Ladera, arcilloso |

Observaciones: La primera fertilización la realiza a los 20 días y la segunda la realiza a los 45 días después de la siembra.

Maíz criollo variedad: Catracho
Municipio: San Pedro Perulapan
Productor: Aelio

Cuadro A - 3: Característica de la variedad Lira

| Variable crecimiento y desarrollo de la planta | |
|---|--|
| Días de germinación | 4 Días |
| Inicio de floración | 60 Días |
| Inicio de formación del fruto | 75 Días |
| Días a estar en elote | 85 Días |
| Altura de la planta | Normal (Mediana) |
| Grosor de la planta | Grueso |
| Variable mazorca | |
| Tamaño de la mazorca | Grande |
| Diámetro de la mazorca | Ancha |
| Numero de hileras por mazorca | 18 |
| Cobertura de la mazorca | Cubierta |
| Variable rendimiento | |
| Características del grano | Color blanco, morado y amarillo, es grande y grueso |
| Cuantos qq de maíz por manzana | 4 tareas 6 qq |
| Manejo agronómico | |
| Preparación de terreno | Chapoda, incorporación de hojarasca seca, estiércol de vaca, gallinaza |
| Distanciamiento entre surco | 80 cm |
| Distanciamiento entre planta | 40 cm |
| Control de maleza | Chapoda |
| Control de plaga | Azúcar llegan las hormigas y matan a los gusanos |
| Que abono utiliza | Orgánico y químico |
| Cuanto abono utiliza | 1 qq de químico y lo revuelve con gallinaza y estiércol de vaca |
| Área de maíz que siembra | 4 tareas |
| Características del suelo | Arcilloso, ladera |

Maíz criollo variedad: Lira
Municipio: El Carmen
Productor: Josefina Vásquez

Cuadro A - 4: Característica de la variedad Catracho

| Variable crecimiento y desarrollo de la planta | |
|---|---|
| Días de germinación | 5 días |
| Inicio de floración | 45-50 días |
| Inicio de formación del fruto | 45-50 días |
| Días a estar en elote | 75-80 días |
| Altura de la planta | 2.30 m |
| Grosor de la planta | 1 ½ pulgada |
| Variable mazorca | |
| Tamaño de la mazorca | 25-30 cm |
| Diámetro de la mazorca | Grueso |
| Numero de hileras por mazorca | 14-16 |
| Cobertura de la mazorca | Cubierta |
| Variable rendimiento | |
| Características del grano | Grueso, color blanco, sabor dulcito, olote rosado |
| Cuantos qq de maíz por manzana | 35 qq |
| Manejo agronómico | |
| Características del suelo | Con una pendiente semiplano, tierra negra |

Maíz criollo variedad: Capulín

Municipio: Monte San Juan

Productor: Bernarda

Cuadro A - 5: Característica de la variedad Capulín

| Variable crecimiento y desarrollo de la planta | |
|---|-------------------------------------|
| Días de germinación | 4 días. |
| Inicio de floración | 50 días. |
| Inicio de formación del fruto | 55 días |
| Días a estar en elote | 60 días |
| Altura de la planta | ----- |
| Grosor de la planta | ----- |
| Variable mazorca | |
| Tamaño de la mazorca | 25 cm (grande) |
| Diámetro de la mazorca | Gruesa |
| Numero de hileras por mazorca | 13 |
| Cobertura de la mazorca | Completa |
| Variable rendimiento | |
| Características del grano | Grande, buen peso, diversos colores |
| Cuantos qq de maíz por manzana | 40 qq |
| Manejo agronómico | |
| Preparación de terreno | Chapoda con Cuma |
| Distanciamiento entre surco | 85 cm |
| Distanciamiento entre planta | 25 cm |
| Control de maleza | Cuma y azadón |
| Control de plaga | Lombrihumus |
| Que abono utiliza | Lombricompost y gallinaza |
| Cuanto abono utiliza | 12 sacos/mz |
| Área de maíz que siembra | 1 mz |
| Características del suelo | Laderas y partes con talpetate |

Observaciones: Realiza una sola fertilización a los 30 días después de la siembra.