



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DE MAIZ (*Zea mays*) RAZA  
CANGUIL EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA”.**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria**

**AUTOR/A:**

**Lidia del Pilar Castañeda Muenala**

**DIRECTOR/A:**

**MSc. Ima Sánchez**

**Ibarra, 2020**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

## “ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DE MAÍZ (*Zea mays*) RAZA CANGUIL EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación  
como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERA EN AGROPECUARIA**

APROBADO:

Lic. Ima Sánchez, MSc.

**DIRECTOR**



---

FIRMA

Ing. María José Romero, MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



---

FIRMA

Ing. Julia Prado, PhD.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



---

FIRMA

Ing. Franklin Sánchez, MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



---

FIRMA



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>Cédula de identidad:</b>	100342082-3		
<b>Apellidos y nombres:</b>	Castañeda Muenala Lidia del Pilar		
<b>Dirección:</b>	Otavalo, Comunidad San Francisco de la Rinconada		
<b>Email:</b>	castanedalidia2@ gmail.com		
<b>Teléfono fijo:</b>		<b>Teléfono móvil:</b>	0985843405

DATOS DE LA OBRA	
<b>Título:</b>	“ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DE MAÍZ ( <i>Zea mays</i> ) RAZA CANGUIL EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA”
<b>Autor:</b>	Lidia del Pilar Castañeda Muenala
<b>Fecha:</b>	04 de septiembre, 2020
<b>Solo para trabajos de grado</b>	
<b>Programa</b>	<input type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>Título por el que opta</b>	<b>Ingeniera Agropecuaria</b>
<b>Directora</b>	Lic. Ima Sánchez, MSc.

## CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 4 días del mes de septiembre de 2020

LA AUTORA



Lidia del Pilar Castañeda Muenala

C.I.: 100342082-3

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 4 días del mes de septiembre de 2020



Lidia del Pilar Castañeda Muenala

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Lidia del Pilar Castañeda Muenala, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 4 días del mes de septiembre de 2020



---

Lic. Ima Sánchez, MSc.

DIRECTORA DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

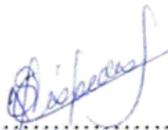
**Fecha:** Ibarra, a los 4 días del mes de septiembre del 2020

**Lidia del Pilar Castañeda Muenala:** “Estudio de la variabilidad morfológica de maíz (*Zea mays*) raza Canguil en la Granja Experimental “La Pradera” /Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 4 días del mes de septiembre del 2020, 137 páginas.

**DIRECTOR (A):** Lic. Ima Sánchez, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Estudiar la variabilidad morfológica de maíz raza Canguil en la Granja Experimental “La Pradera”. Entre los objetivos específicos se encuentran: Caracterizar maíces tipo Canguil mediante el uso de descriptores morfológicos y agronómicos para la identificación de la variabilidad genética. Identificar materiales promisorios en base a criterios relacionados a la productividad.



.....  
Lic. Ima Sánchez, MSc.

**Directora de Trabajo de Grado**



.....  
Lidia del Pilar Castañeda Muenala

**Autora**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS.....	i
ÍNDICE DE TABLAS.....	iii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Problema de investigación.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
1.5. Hipótesis o preguntas directrices.....	4
CAPITULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Generalidades del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).....	5
2.1.1. Descripción taxonómica y botánica del maíz.....	5
2.1.2. Proceso de polinización en el maíz ( <i>Zea mays</i> L.).....	7
2.1.3. Forma de reproducción en el maíz ( <i>Zea mays</i> L.).....	8
2.1.4. Razas de maíz a nivel mundial y nacional.....	8
2.2. Descripción de maíz raza Canguil.....	9
2.2.1. Clima.....	9
2.2.2. Suelos.....	10
2.2.3. Siembra.....	10
2.2.4. Riego.....	10
2.2.5. Fertilización.....	10
2.2.6. Cosecha.....	11
2.2.7. Plagas y enfermedades.....	11
2.3. Diversidad genética de maíz.....	13
2.4. Erosión genética.....	13

2.5. Evaluación y caracterización morfológica.....	14
2.6. Descriptores.....	15
2.7. Marco legal.....	16
CAPITULO III.....	17
MARCO METODOLÓGICO.....	17
3.1. Descripción del área de estudio.....	17
3.2. Materiales y métodos.....	18
3.2.1. Materiales .....	18
3.2.2. Métodos .....	19
CAPITULO IV.....	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1. Datos pasaporte.....	43
4.1.1. Colección del germoplasma.....	43
4.1.2. Caracterización morfoagronómica .....	44
4.1.3. Variabilidad morfológica de datos cuantitativos .....	44
4.1.4. Variabilidad morfológica de datos cualitativos .....	56
4.3. Análisis de agrupamiento de las entradas.....	65
4.4. Valor discriminante para los caracteres cualitativos y cuantitativos.....	67
4.4.1. Caracteres cuantitativos .....	67
4.4.2. Caracteres cualitativas .....	69
4.5. Análisis de los caracteres cualitativos para grupos conformados.....	69
4.6. Incidencia de plagas y enfermedades por grupos conformados.....	80
4.6.1. Incidencia de plagas en grupos conformados .....	80
4.6.2. Incidencia de enfermedades en grupos conformados .....	82
4.7. Identificación de morfotipos por grupos.....	85
4.7. Identificación de materiales promisorios.....	96
CAPÍTULO V.....	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	99
5.1. Conclusiones.....	99
5.2. Recomendaciones.....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	1
ANEXOS.....	12

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Inflorescencias en la planta de maíz.....	6
<i>Figura 2.</i> Fruto de la planta de maíz. ....	7
<i>Figura 3.</i> Polinización y granos adheridos al estilo y tubo polínico. ....	7
<i>Figura 4.</i> Variedades vigentes de maíz en el Ecuador. ....	9
<i>Figura 5.</i> Mapa de ubicación del área de estudio.....	17
<i>Figura 6.</i> Croquis de campo en donde se visualizan las unidades experimentales que se utilizaron para la caracterización morfoagronómica de maíz raza Canguil. ....	20
<i>Figura 7.</i> Inicio a la antesis. ....	22
<i>Figura 8.</i> Emisión de estigmas. ....	22
<i>Figura 9.</i> Medición de.....	22
<i>Figura 10.</i> Conteo de.....	22
<i>Figura 11.</i> Altura al nudo de la primera mazorca. ....	23
<i>Figura 12.</i> Número total de hojas.....	23
<i>Figura 13.</i> Medición de la longitud de la hoja. ....	24
<i>Figura 14.</i> Medición del ancho de la hoja.....	24
<i>Figura 15.</i> Identificación de color de hoja. ....	24
<i>Figura 16.</i> Identificación de color de tallo. ....	25
<i>Figura 17.</i> Tipos de espigas presentes en el canguil. ....	26
<i>Figura 18.</i> Peso de mazorca. ....	26
<i>Figura 19.</i> Medida de la longitud de la mazorca.....	27
<i>Figura 20.</i> Medición del diámetro de la mazorca. ....	27
<i>Figura 21.</i> Conteo de hileras por mazorca. ....	27
<i>Figura 22.</i> Número de granos por hilera. ....	28
<i>Figura 23.</i> Disposición de hileras de la mazorca. ....	28
<i>Figura 24.</i> Formas predominantes de la mazorca . ....	29
<i>Figura 25.</i> Diámetro del raquis medido con un calibrador. ....	29
<i>Figura 26.</i> Color del raquis. ....	30
<i>Figura 27.</i> Evaluación, daño de mazorca. ....	31
<i>Figura 28.</i> Medición de la longitud del grano.....	31
<i>Figura 29.</i> Medición, ancho de grano. ....	32
<i>Figura 30.</i> Medición del grosor del grano.....	32
<i>Figura 31.</i> Variable peso de 100 granos.....	33
<i>Figura 32.</i> Forma de superficie de grano de maíz tipo Canguil.....	33
<i>Figura 33.</i> Apariencia física del grano. ....	34
<i>Figura 34.</i> Colores del grano en la tabla Munsell. ....	35
<i>Figura 35.</i> Tipo de grano.....	35
<i>Figura 36.</i> Reventado de canguil color rojo oscuro. ....	36
<i>Figura 37.</i> Monitoreo de gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith). ....	38
<i>Figura 38.</i> Monitoreo del gusano de mazorca ( <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie)).....	38

<i>Figura 39.</i> Manejo de polinización controlada aplicado en el maíz raza canguil. ....	41
<i>Figura 40.</i> Frecuencia relativa para el tipo de espiga.....	57
<i>Figura 41.</i> Frecuencia relativa para color de hoja.....	57
<i>Figura 42.</i> Representación de la frecuencia relativa en cobertura de mazorca. ....	58
<i>Figura 43.</i> Frecuencia relativa en descriptor daño de la mazorca.....	58
<i>Figura 44.</i> Representación de la frecuencia relativa en la variable forma de la mazorca. ...	59
<i>Figura 45.</i> Disposición de hileras de granos representados en frecuencia relativa.....	59
<i>Figura 46.</i> Frecuencia relativa para el tipo de grano.....	61
<i>Figura 47.</i> Apariencia física del grano representado en frecuencia relativa. ....	61
<i>Figura 48.</i> Frecuencia relativa de la forma superficial del grano. ....	63
<i>Figura 49.</i> Dendograma obtenido por análisis de conglomerados para las variables cuantitativas y cualitativas en 55 accesiones de maíz tipo canguil. ....	66
<i>Figura 50.</i> Porcentaje de colores de hojas en grupos conformados. ....	70
<i>Figura 51.</i> Color de hojas en grupos conformados. ....	70
<i>Figura 52.</i> Porcentaje de colores de tallo en las accesiones d de canguil. ....	71
<i>Figura 53.</i> Color de tallo en grupos conformados.. ....	71
<i>Figura 54.</i> Porcentaje de tipo de espiga en las accesiones de canguil. ....	72
<i>Figura 55.</i> Tipo de espiga en grupos conformados. ....	72
<i>Figura 56.</i> Porcentaje de cobertura de mazorca en las accesiones de canguil. ....	73
<i>Figura 57.</i> Cobertura de mazorca en grupos conformados. ....	73
<i>Figura 58.</i> Porcentaje de forma predominante de la mazorca en grupos conformados. ....	74
<i>Figura 59.</i> Forma predominante de la mazorca en grupos conformados:.....	74
<i>Figura 60.</i> Porcentaje de disposición de hileras en grupos conformados de canguil.....	75
<i>Figura 61.</i> Disposición de hileras en grupos conformados. ....	75
<i>Figura 62.</i> Porcentaje de color del raquis en las accesiones de Canguil. ....	76
<i>Figura 63.</i> Color de raquis para grupos conformados.....	76
<i>Figura 64.</i> Porcentaje de la característica tipo de granos en grupos conformados. ....	77
<i>Figura 65.</i> Tipo de grano para grupos conformados. ....	77
<i>Figura 66.</i> Porcentaje de apariencia física del grano en grupos conformados.....	78
<i>Figura 67.</i> Apariencia física del grano en grupos conformados de Canguil.....	78
<i>Figura 68.</i> Porcentaje de color de grano en grupos conformados de maíz raza Canguil....	79
<i>Figura 69.</i> Color de grano en grupos conformados. ....	79
<i>Figura 70.</i> Forma superficial en grupos conformados .....	80
<i>Figura 71.</i> Porcentaje de color de forma superficial de granos en grupos conformados. ....	80
<i>Figura 72.</i> Incidencia de <i>Spodoptera frugiperda</i> Smith en etapa V10 y V14. ....	81
<i>Figura 73.</i> Incidencia del gusano de mazorca ( <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie))......	82
<i>Figura 74.</i> Presencia de mazorcas múltiples, según grupos conformados.....	84
<i>Figura 75.</i> Persistencia de las plantas de maíz durante el ciclo del cultivo de canguil.....	85
<i>Figura 76.</i> Accesiones M46, M24, M48 y M22 que conforman el morfotipo 1.....	86
<i>Figura 77.</i> Accesiones M23 Y M12 que conforman el morfotipo 2.....	86
<i>Figura 78.</i> Accesiones M33 Y M16 que conforman el morfotipo 3.....	87
<i>Figura 79.</i> Accesiones M34, M3, M13, M2 y M1 que conforman el morfotipo 4. ....	87

<i>Figura 80.</i> Dendograma de 13 accesiones que conforma el Grupo I.....	88
<i>Figura 81.</i> Accesiones M49 y M45 que conforman el morfotipo 5.....	88
<i>Figura 82.</i> Accesiones M35, M30, M8 y M21 que conforma el morfotipo 6.....	89
<i>Figura 83.</i> Accesiones M31, M51 y M27 que conforma el morfotipo 7. ....	89
<i>Figura 84.</i> Accesiones M41, M36, M26 y M20 que conforman el morfotipo 8.....	90
<i>Figura 85.</i> Accesiones M19 y M18 que conforman el morfotipo 9.....	90
<i>Figura 86.</i> Dendograma de 15 accesiones que conforman el grupo II.....	91
<i>Figura 87.</i> Accesiones M39, M50 y M37 que conforman el morfotipo 10. ....	91
<i>Figura 88.</i> Accesiones M54, M43, M44, M5 y M42 que conforman el morfotipo 11.....	92
<i>Figura 89.</i> Accesiones M53, M55 y M52 que conforman el morfotipo 12. ....	92
<i>Figura 90.</i> Accesiones M6, M15 y M14 que conforman el morfotipo 13. ....	93
<i>Figura 91.</i> Accesiones M9, M8, 38 y M14 que conforman el morfotipo 14. ....	93
<i>Figura 92.</i> Dendograma de 22 accesiones que conforman el Grupo III. ....	94
<i>Figura 93.</i> Accesiones M7, M47 y M29 que conforman el morfotipo 15. ....	95
<i>Figura 94.</i> Acceso M26 que conforma el morfotipo 16.....	95
<i>Figura 95.</i> Accesiones M4 y M17 que conforman el morfotipo 17.....	96
<i>Figura 96.</i> Dendograma de 6 accesiones que conforman en grupo IV. ....	96
<i>Figura 97.</i> Materiales promisorios del Grupo I (M46, M34, M48). ....	97
<i>Figura 98.</i> Materiales promisorios del Grupo II (M28, M35, M30, M20). ....	97
<i>Figura 99.</i> Materiales promisorios del Grupo III (M8, M55, M44, M40). ....	98
<i>Figura 100.</i> Materiales promisorios del Grupo IV (M7, M4). ....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción taxonómica de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) .....	5
Tabla 2 Características geográficas del área de estudio .....	17
Tabla 3 55 accesiones colectados en las localidades de Cotacachi y Otavalo .....	19
Tabla 4 Características específicas del área de estudio .....	20
Tabla 5 Características de la unidad experimental .....	21
Tabla 6 Escala de colores designados para hojas .....	24
Tabla 7 Escala de colores designado para tallo .....	25
Tabla 8 Tabla de colores designado para el color del raquis.....	30
Tabla 9 Tabla de colores designados para grano .....	34
Tabla 10 Escala de índice de severidad y rango porcentual para la identificación de Mancha de Asfalto (CMA).....	36
Tabla 11 Escala de índice de severidad para la identificación de Tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> (Mont)).....	37
Tabla 12 Control fitosanitario realizado durante la etapa vegetativa y reproductiva del Canguil.....	40

Tabla 13 Germoplasma de maíz raza canguil en los cantones Cotacachi y Otavalo.....	44
3	
Tabla 14 Evaluación del descriptor días de floración masculina y femenina .....	45
Tabla 15 Evaluación del descriptor tamaño de espiga.....	46
Tabla 16 Evaluación del descriptor altura de planta.....	46
Tabla 17 Evaluación del descriptor altura a la primera mazorca .....	47
Tabla 18 Evaluación del descriptor, longitud de hoja .....	48
Tabla 19 Evaluación del descriptor ancho de hoja .....	48
Tabla 20 Evaluación del descriptor, número de hojas.....	49
Tabla 21 Evaluación del descriptor, número total de mazorcas .....	50
Tabla 22 Evaluación del descriptor peso de mazorca.....	50
Tabla 23 Evaluación del descriptor longitud de mazorca.....	51
Tabla 24 Evaluación del descriptor diámetro de mazorca.....	51
Tabla 25 Evaluación del descriptor número de hileras.....	52
Tabla 26 Evaluación del descriptor número de grano por hilera.....	53
Tabla 27 Evaluación del descriptor peso del raquis .....	53
Tabla 28 Evaluación del descriptor grosor de grano .....	54
Tabla 29 Evaluación del descriptor longitud de grano .....	54
Tabla 30 Evaluación del descriptor ancho del grano.....	55
Tabla 31 Evaluación del descriptor peso de 100 granos .....	55
Tabla 32 Frecuencia absoluta y relativa para la característica color de tallo en 55 accesiones de canguil.....	56
Tabla 33 Frecuencia absoluta y relativa para la característica color del raquis en 55 accesiones de canguil.....	60
Tabla 34 Frecuencia absoluta y relativa para la característica color de grano en 55 accesiones de canguil.....	62
Tabla 35 Valores y porcentaje de la variación de cada componente principal de la matriz de las 55 accesiones de tipo canguil con 19 variables morfológicas .....	63
Tabla 36 Valores de cuatro componentes principales para los 19 caracteres morfológicos de 55 genotipos de maíz raza Canguil .....	64
Tabla 37 Valores promedios para caracteres cuantitativos de maíz raza canguil .....	68
Tabla 38 Parámetros para la estimación del valor discriminante en caracteres cualitativos de las 55 accesiones de maíz tipo canguil .....	69
Tabla 41 Severidad de Tizón Tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> (Mont)) en inicio de floración y madurez fisiológica.....	83
Tabla 42 Incidencia de la Mancha de asfalto ( <i>Phyllachora maydis</i> Maubl) en inicio de floración y madurez fisiológica .....	83

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Disposición de hilera de granos en mazorcas de maíz.....	12
Anexo 2. Formas de superficie del grano .....	12
Anexo 3. Entrevista dirigida a los productores de Canguil .....	13
Anexo 4. Días a la floración de las accesiones colectadas según localidades de Otavalo y Cotacachi .....	14
Anexo 5. Tamaño de espiga de las accesiones M16 y M24 .....	15
Anexo 6. Accesiones M4 y M33 que presentan más de seis mazorcas en una planta. ....	15
Anexo 7. Diferencia de peso de mazorcas y diámetro de mazorcas de las accesiones M9, M22, M26 y M5 .....	15
Anexo 8. Accesiones que presentan mayor y menor números de granos por hilera. ....	16
Anexo 9. Accesiones que presentan mayor y menor peso de raquis. ....	16
Anexo 10. Accesiones que presentan mayor peso en rendimiento de 100 granos. ....	16
Anexo 11. Características cuantitativas y cualitativas de los materiales promisorios del Grupo 1 .....	16
Anexo 12. Características cuantitativas y cualitativas de los materiales promisorios del Grupo 2 .....	17
Anexo 13. Características cuantitativas y cualitativas de los materiales de promisorios del Grupo 3 .....	17
Anexo 14. Características cuantitativas y cualitativas de los materiales promisorios del Grupo 4 .....	18

## **ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DE MAÍZ (*Zea mays*) RAZA CANGUIL EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA”.**

**Autora:** Lidia del Pilar Castañeda Muenala

**Directora de trabajo de titulación:** Lic. Ima Sánchez, M.Sc.

**Año:** 2020

### **RESUMEN**

El maíz es un cultivo de importancia para la seguridad alimentaria, sin embargo se ha visto afectado por procesos de erosión genética, es así que el maíz raza canguil o palomero ha sido cada vez menos cultivado por parte de los agricultores. Con estos antecedentes a través de la presente investigación se buscó conocer la diversidad existente a nivel de Imbabura, para lo cual se colectó germoplasma en ferias de semillas de Cotacachi y Otavalo y a través de descriptores morfológicos se evaluó el germoplasma para identificar materiales productivos. Para ello se evaluaron 55 accesiones de maíz raza Canguil empleando 31 descriptores morfoagronómicos. El análisis de conglomerados discriminó cuatro grupos, es así que el Grupo 1 presentó granos de tonos rojos, Grupo 2 hubo variación de colores, Grupo 3 presentó tonos amarillo y anaranjados y el Grupo 4 agrupó materiales con granos de colores amarillos, anaranjados y rojos oscuros, dentro de los cuales se identificaron 17 morfotipos que difieren en características relacionadas con color, forma, tamaño, peso y porcentaje de reventado de grano y mazorca. Con respecto a plagas hubo presencia de *Spodoptera frugiperda*, J.E. Smith y *Helicoverpa zea* (Boddie), sin embargo, no hubo diferencias significativas. En cuanto a enfermedades foliares *Phytophthora infestans* (Mont) estuvo presente a inicios de floración en un 89% de severidad a nivel de los cuatro grupos conformados, mientras que *Phyllachora maydis* Maubl provocó daño al 4% de la población. Luego del estudio realizado se determinó que 22 accesiones independientemente del color de grano pueden ser considerados materiales promisorios ya que el porcentaje de reventado supera el 70%.

**Palabras clave:** erosión genética, biodiversidad, maíz palomero, conservación *ex situ*.

## **MORPHOLOGICAL VARIABILITY ESTUDY OF MAIZE (*Zea mays*) RACE CANGUIL IN THE EXPERIMENTAL FARM “LA PRADERA”.**

**Author:** Lidia del Pilar Castañeda Muenala

**Director:** Lic. Ima Sánchez, M.Sc.

**Year:** 2020

### **ABSTRACT**

Corn (*Zea mays* L.) is an important crop for food security. However, it has been affected by genetic erosion processes. The corn race “canguil” or popcorn has been less and less cultivated by farmers. With this background, through this research, we sought to know the crop diversity in Imbabura. Germplasm was collected at seed fairs in Cotacachi and Otavalo, and it was evaluated in order to identify productive materials, through morphological descriptors. A total of 55 “canguil” race corn accessions were evaluated, and 31 morphoagronomic descriptors were used. The conglomerates analysis discriminated four groups based on the grain color: Group1: red tones, Group2: color variation, Group 3: yellow and orange tones, and Group 4: yellow, orange and dark red. After this 17 morphotypes were identified with different characteristics related to color, shape, size, weight and percentage of grain and cob. It was also found the presence of *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith and *Helicoverpa zea* (Boddie), however, there were no significant differences. The foliar diseases *Phytophthora infestans* (Mont) was present at the beginning of flowering in 89% severity in the four groups formed, while *Phyllachora maydis* Maubl caused damage to 4% of the plants. Following the study, it was determined that 22 accessions regardless of the grain color can be considered promising materials as the percentage of popping exceeds 70%.

**Keywords:** genetic erosion, biodiversity, popcorn, *ex situ* conservation.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

Dentro de la diversidad vegetal se encuentra el maíz (*Zea mays* L.), cuyo cultivo ocupa el tercer lugar como el cereal más consumido en todo el mundo, después del arroz y el trigo, que es utilizado tanto para la alimentación humana como animal, además en la industria sirve como combustible (Velásquez, 2012). Ecuador es uno de los países que tiene gran diversidad genética y ecosistemas gracias a su posición geográfica a la Cordillera de los Andes, dentro de esta diversidad y variabilidad genética se encuentra el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) localizado en casi todo el territorio ecuatoriano (Yáñez, Zambrano, Caicedo y Heredia, 2013).

Se han reconocido 29 razas de maíz, de las cuales 17 pertenecen a la Sierra ecuatoriana, por lo que se considera una fuente de riqueza genética, entre las razas de maíces criollos en este territorio encontramos: Canguil ecuatoriano, Racimo de uva, Chillos, Huandango, Morochón, Patillo y Kcello y variedades generadas como Chaucho, Mishca, Blanco blandito, Guagal, Shima y Chulpi (Yáñez, 2007).

En la Sierra se reconocen tres grandes zonas, de acuerdo con los tipos de grano que se cultivan en cada una de ellas; estas zonas son: Norte, que comprende las áreas maiceras de Carchi, Imbabura, Pichincha y Cotopaxi, donde predomina el cultivo de maíces amarillos harinosos: Chaucho, Huandango, Mishca y Chillos; Central, conformada por las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Bolívar, donde se cultivan variedades de grano blanco harinoso pertenecientes a las razas Blanco Blandito y Cuzco Ecuatoriano, principalmente; y la Zona Sur que integra las provincias de Azuay, Cañar y Loja, cultivándose la variedad Zhima; además en todas las zonas se cultiva morocho blanco (Yáñez, Zambrano, Caicedo, Sánchez y Heredia, 2003) Para preservar y fortalecer la seguridad alimentaria es importante mantener la diversidad genética ya que es imprescindible para las generaciones futuras (Torres, 2010; Yáñez, Zambrano, Caicedo y Heredia, 2013).

Timothy et al. (1963) menciona que el canguil ecuatoriano puede ser de varios colores: amarillo, blanco, rojo o morado con mazorcas cortas, delgadas y cilíndricas, con granos puntiagudos, puntas pequeñas y delgadas, con hojas angostas en la base y con espigas densamente espigadas. Estos maíces tipo reventón conocidos como canguiles son los más primitivos que actualmente están en peligro de desaparecer en el Ecuador (Valverde, 2015).

Tapia (2015) ejecutó la identificación de áreas prioritarias para la conservación de razas de maíces en la sierra del Ecuador, al analizar la diversidad a nivel de razas e identificación de áreas de alta riqueza y alta diversidad morfológica, comprobó que en los últimos sesenta

años no se ha perdido ninguna raza, pero el Canguil, Caucho y Clavito han dejado de cultivarse en algunas provincias, presentando erosión genética de los mencionados anteriormente.

En la caracterización molecular de las razas de Canguil, Tusilla y mezcla de maíz blanco como parte del trabajo del programa de maíz del INIAP, realizado por Silva, Morillo, Yáñez, Proaño y Taipe (2014) realizaron el análisis de diversidad genética y mostraron que existe una diferencia del 7% en la raza Canguil y Tusilla en la ubicación geográfica que poseen debido a que los materiales comparten genéticamente similar información, mientras que en el estudio de la variación dentro de cada individuo proporcionado, presentaron un 61%, indicando una diferenciación genética entre variedades.

En una investigación de caracterización e identificación de razas de maíz realizado por Valverde (2015) en la provincia de Azuay se identificaron 14 razas de maíz, representando un 48% del total de diversidad nacional concretada en la provincia, sin embargo en esta colecta no se registró la raza Canguil.

En el ámbito de salud según Fontenot (2012) menciona que el canguil contiene un 4% de agua por lo que tienen mayor concentración de polifenoles (300mg) que las frutas y verduras, los cuales aportan antioxidantes que permiten reducir el colesterol, regula la propagación de las células cancerígenas y puede prevenir enfermedades cardiovasculares.

## **1.2. Problema de investigación**

La erosión genética es un proceso en donde la variabilidad de una determinada especie se pierde, o lo que es lo mismo, el proceso de homogeneidad genética de una especie donde se pierde la variabilidad y hay poca posibilidad de cambio por ende la especie se hace susceptible a la extinción (Cárcamo et al., 2011) La erosión genética en la agricultura, incita a la pérdida de los recursos vegetales por lo tanto es importante y necesaria su conservación (Silva, 2014). Pone en riesgo la seguridad alimentaria del país y la capacidad de adaptación del cultivo ante el cambio climático, esta pérdida se debe porque los agricultores utilizan menos variedades nativas de maíz y como consecuencia hay una menor preservación de la semilla local (Cárcamo et al., 2011).

En las últimas décadas se ha presentado una mayor incidencia de erosión genética como es el caso de los maíces criollos, estas pérdidas se deben al incremento de cultivos con variedades comerciales de mayor rendimiento, la introducción de modelos de producción de agricultura moderna, expansión de la frontera agrícola y la modificación en los sistemas de producción, factores que han deteriorado la producción local de alimentos y la soberanía alimentaria.

Entre las pérdidas de material genético de maíz criollo en el Ecuador está el Canguil que ha ido perdiendo importancia en productividad. Hace 25 años el Ecuador contaba con 300

hectáreas de canguil ecuatoriano, hoy en día no se encuentra dentro de las estadísticas nacionales, la razón de la reducción de la producción es tener un alto costo de inversión para el control fitosanitario (Sánchez, 2012).

Con lo anteriormente expuesto, se podría decir que la presencia de maíz tipo canguil, es cada vez más esporádica a nivel de chacras de agricultores, lo que incidiría fuertemente en el proceso de erosión genética.

### **1.3. Justificación**

Para los investigadores el Canguil, es un tipo de maíz principal ya que se derivan de los procesos de adaptación a distintas condiciones agroclimáticas a lo largo de los tiempos (Chulqui, 2015). Para ampliar el conocimiento sobre la diversidad y las características que poseen las especies vegetales y poder aprovechar la diversidad existente del germoplasma es necesario promover investigaciones encaminadas a la caracterización morfológica, agronómica y genética (Franco e Hidalgo, 2013).

Ya que la caracterización morfológica es un método que permite identificar la diversidad existente de los recursos genéticos, morfología y la arquitectura de la planta, además de las características relacionadas con el manejo agronómico y la producción (Hernández, 2013). También Carrera (2013) menciona que la identificación de la variabilidad de dicho maíz es importante porque a pesar de que los canguiles nativos siempre dejan un porcentaje de grano sin reventar tienen ventajas importantes como una mayor diversidad genética, adaptaciones a condiciones locales, un sabor más completo, una mayor resistencia a condiciones adversas, plagas y enfermedades.

A través de la presente investigación, se realizó la caracterización morfológica del maíz raza Canguil en Imbabura de tal manera que permitió conocer la diversidad existente que se conservan en la provincia; además a través del proceso de caracterización se puede establecer un sistema de registros de los caracteres morfológicos de la variabilidad encontrada en la raza de maíz tipo Canguil.

### **1.4. Objetivos**

#### **Objetivo general**

Estudiar la variabilidad morfológica del maíz raza canguil en La Granja Experimental “La Pradera”.

#### **Objetivos específicos**

- Caracterizar maíces tipo canguil mediante el uso de descriptores morfológicos y agronómicos para la identificación de la variabilidad genética.

- Identificar materiales promisorios en base a criterios relacionados a la productividad.

### **1.5. Hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** No existe variabilidad morfológica de canguil en la provincia de Imbabura.

**H<sub>a</sub>:** Existe variabilidad morfológica de canguil en la provincia de Imbabura.

## CAPITULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Generalidades del cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

El maíz es uno de los principales cereales consumidos a nivel mundial, originario de América del Sur dado que sus aborígenes aprovechaban el valor alimenticio del grano como una característica vital para la vida humana, actualmente el maíz es una degeneración del original debido a su imposibilidad natural de reproducirse a no ser, gracias a la intervención del hombre. Esto se debe principalmente por la cubierta que no permite que los granos se dispersen, de tal modo que su sobrevivencia depende del factor humano (Rodríguez, 2015).

En el Ecuador el maíz es considerado uno de los cultivos más importantes, su producción es destinada al consumo humano, elaboración de alimentos y balanceados para los animales; el Ecuador en el año 2017, la producción y rendimiento del cultivo de maíz obtuvo un 19% de la superficie nacional agrícola, el número de hectáreas corresponde a 66. 289 has, alcanzando una cifra de 444. 623 has (Instituto Nacional de Estadística y Censo [INEC], 2017).

#### 2.1.1. Descripción taxonómica y botánica del maíz

El nombre científico del maíz, es *Zea mays* L. es un tipo de gramínea que se consume desde hace muchos años, en la tabla 1, podemos observar la clasificación taxonómica de este cereal.

Tabla 1  
*Descripción taxonómica de maíz (Zea mays L.)*

Reino	División	Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie
Vegetal	Magnoliophyta	Liliopsida	Commelinidae	Poales	Graminaceae	<i>Zea</i>	<i>mays</i> L

Fuente: Acosta (2009).

La descripción botánica de esta planta se detalla a continuación:

#### a) Raíz

La planta de maíz muestra tres tipos de raíz, raíz primaria (raíces seminales) que son raicillas emitidas de la semilla, después se forman las raíces secundarias, estas son raíces adventicias que se forma en el primer nudo de la base del tallo y finalmente aparecen las raíces de sostén o soporte que surgen de los nudos cerca de la superficie del suelo, proporciona estabilidad y evita el acame (Gobernación de Antioquia, 2015).

## b) Tallo

Presenta un tallo semileñoso, puede alcanzar una altura de dos a seis metros formado por la estructura meristemo apical, profilo, hojas, nudos y entrenudos (Sánchez, 2014).

## c) Hojas

Las hojas son alternas, sésiles y envainadoras, de forma lanceolada, ancha y áspera en los bordes, vainas pubescentes, lígula corta; llegan hasta un metro de longitud y su número es variable entre variedades, pero constante en cada variedad (Basantes, 2004).

## d) Flores

La planta de maíz tiene dos inflorescencias, la primera inflorescencia es la flor femenina donde se forma la mazorca con la formación del grano y está cubierta totalmente por hojas, la flor masculina (Figura 1) es la segunda inflorescencia que se encuentra en la parte superior del tallo tiene forma de panoja con una espiga principal a través del cual surgen ramificaciones laterales donde se localizan las flores masculinas y son productoras de polen (Paliwal y Lafitte, 2001).



Figura 1. Inflorescencias en la planta de maíz: (A) panoja (floración masculina), (B) espiga (floración femenina).

## e) Fruto

El fruto es una cariósipide donde al ser fecundado el óvulo es cubierta por la semilla que se combinan juntamente para formar la pared del fruto (Figura 2) que consta de tres partes: pared, embrión diploide, endospermo triploide que es la parte más externa del endospermo y está en contacto con la pared del fruto (aleurona), en esta espiga cilíndrica que es fecundada tiende a llamarse mazorca porque está formada por granos en hileras, raquis, pedúnculo y la cubierta (Paliwal y Lafitte, 2001).



Figura 2. Fruto de la planta de maíz.

### 2.1.2. Proceso de polinización en el maíz (*Zea mays* L.)

La polinización ocurre cuando la flor masculina o panoja transporta polen hacia los estilos de la espiga o flor femenina, estos son receptados en toda su longitud ya que son húmedos y pegajosos lo que permite la adherencia y germinación del grano de polen que son atrapados por los estilos que pueden colonizar varios de ellos (Urbina, 2015).

Cuando el polen ha caído sobre el estigma se produce el proceso de fertilización pero solo el primero que llega a germinar penetra al interior a través de su tubo polínico y este se alarga hasta alcanzar al óvulo y lograr fecundarlo para producir un grano de maíz (Figura 3); esto sucede con todos los óvulos de la mazorca, llenándola de nuevos individuos en condiciones idóneas, es importante señalar que aproximadamente el 95% de los óvulos de una mazorca sufren polinización cruzada y solo el 5% es autopolinizado, en un proceso artificial de polinización, interviene la mano del hombre sobre todo para mejoramiento genético (Santoyo, 2004).

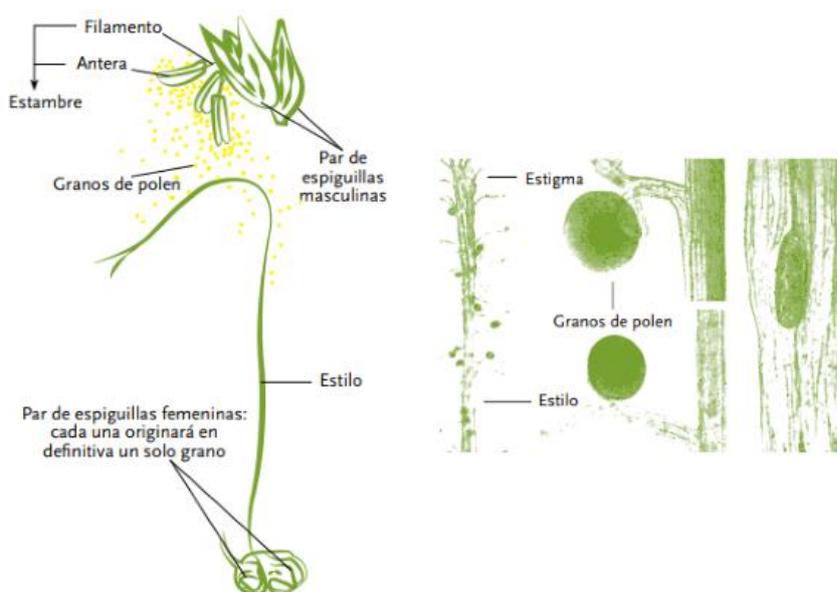


Figura 3. Polinización y granos adheridos al estilo y tubo polínico.  
Fuente: Urbina (2015)

### **2.1.3. Forma de reproducción en el maíz (*Zea mays* L.)**

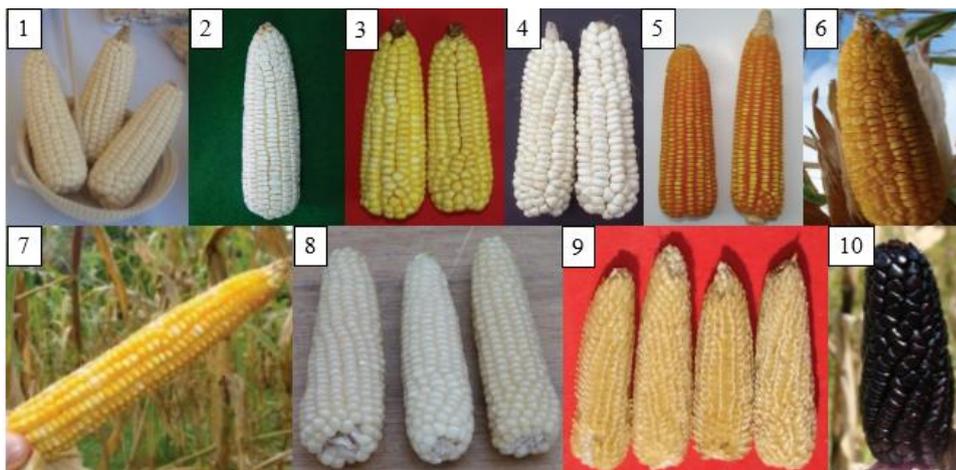
Las plantas de maíz son alógamas, es decir, que tienen una reproducción sexual respectivamente, la panoja y la mazorca son las estructuras reproductoras masculinas y femeninas, la diseminación del polen comienza generalmente dos días antes de la aparición de los primeros estigmas y continúa por cinco u ocho días más, llegando a la diseminación máxima durante el tercer día; los granos de polen se producen en las anteras, cuando estas se abren los granos de polen se diseminan entre las primeras horas de la mañana y el mediodía, el polen es ligero y muchas veces el viento lo transporta a través de distancias considerables, sin embargo, la mayor parte de él se queda depositado en distancias que oscilan entre los 8 y 20 metros y son viables sólo de 18 a 24 horas (Delgado, 2016).

### **2.1.4. Razas de maíz a nivel mundial y nacional**

Con el cultivo de maíz se crearon diferentes sistemas de producción con el fin de que la especie fuera adaptada a diferentes pisos ecológicos, debido a su capacidad de adaptación y productividad, el maíz se ha extendido en todo el mundo llegando a ser la tercera cosecha de mayor importancia, los principales productores son Estados Unidos, la República Popular China y Brasil (Asturias, 2004).

Según Acosta (2009) a nivel mundial se han obtenido más de 3003 razas y miles de variedades adaptadas a los más diversos ambientes ecológicos y a la preferencia de sus cultivadores, desde la descendencia lineal se conocen seis razas: el Palomero, Toluqueño (raza reventón), pira (maíces duros), Complejo Chapalote Nal-Tel, Cofite Moroho (maíces de ocho hileras), Chulpi (maíces dulces), Kculli (coloración de aleuronas y pericarpio).

A nivel nacional se reconocen 29 razas de maíz (Figura 4) que han sido introducidas desde la conquista de los incas (Valverde, 2015). Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 1981) la sierra ecuatoriana se puede encontrar una amplia variabilidad genética en color, tamaño y textura del grano que se adaptan a diferentes ambientes, determinando así la existencia de algunas variedades criollas que son apreciadas por el agricultor debido a las características que tienen como un grano grande, harinoso, de color amarillo o blanco, de sabor ligeramente dulce y con pericarpio delgado.



*Figura 4.* Variedades vigentes de maíz en el Ecuador. (1) Blanco harinoso, (2) Mishqui sara, (3) Caucho, (4) Zhima, (5) Almendra, (6) Chulpi, (7) Tusilla, (8) Morocho, (9) Canguil, (10) Racimo de uva.  
Fuente: Yáñez, Zambrano, Caicedo y Heredia (2013).

## **2.2. Descripción de maíz raza canguil**

Entre las variedades criollas de maíz se encuentra el canguil, conocido internacionalmente como el reventón, y sus derivados; los especímenes típicos se encuentran a 2260 msnm, se puede apreciar variedades de color amarillo, blanco, rojo o morado con mazorcas cortas, delgadas y cilíndricas, con granos puntiagudos, puntas pequeñas y delgadas, con hojas angostas en la base y con presencia de aurículas, espigas densamente agrupadas (Thimothy et al., 1963 y Silva et al., 2014).

La mejor manera de describir una planta de palomitas de maíz es compararle con una planta de maíz dentada que son plantas cortas que miden 1.5 metros, tallos esbeltos, hojas largas y angostas, en comparación con el maíz amarillo la panoja de las palomitas es más grande y produce mucho más polen, su tallo es más pequeño, delgado y menos resistente, las raíces adventicias no son muy pronunciadas, la hoja es más estrecha con una orientación más vertical (Ziegler y Hallauer, 2001).

El rendimiento en grano del maíz reventón es en peso, aunque no en número de granos; este tipo de maíz no es un cultivo comercial común en los trópicos y se siembra en pequeña escala; en varios países de los trópicos los granos de maíces duros son usados como reventones o son tostados en arena caliente y consumidos como bocadillos (Paliwal y Lafitte 2001). A continuación se detallan las características agronómicas que presenta este cultivo.

### **2.2.1. Clima**

Para las diferentes etapas fenológicas del maíz se recomienda una temperaturas de 15 a 20°C, para la germinación de semillas, 25 a 30° C, con alta incidencia de luz solar, para su crecimiento y para la fructificación una temperaturas de 20 a 32° C (Oñate, 2016).

### **2.2.2. Suelos**

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo, prefiriendo los suelos con pH entre 6 a 7. Para el crecimiento radicular se requiere suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir anegamiento que puede provocar la podredumbre radicular (Larrea, 2013).

### **2.2.3. Siembra**

Se recomienda realizar la siembra cuando la temperatura del suelo alcance los 12° C. Se siembra a una profundidad de 5cm. Se puede realizar a golpes, en llano o a surcos. La separación entre líneas es de 0.8 a 1 m y la separación entre los golpes de 20 a 25 cm (Contreras, 2010).

### **2.2.4. Riego**

El maíz es un cultivo que puede tener estrés de sequía en cualquier momento de su ciclo vegetativo y más cuando raramente es cultivado bajo riego, la cantidad consumida por la planta durante su ciclo esta alrededor de 600 mm, si llega a tener dos días de estrés hídrico en la fase de floración puede disminuir el rendimiento en más de un 50% (Vargas, 2012).

El maíz es un cultivo exigente en agua, cuando está bien irrigado transpira cerca de 350 gramos de agua por cada gramo de materia seca producida sobre la tierra; en el campo existen pérdidas adicionales por evaporación del suelo y solo una fracción de materia seca que se ha producido puede formar el grano, lo que significa que un cultivo con buena disponibilidad de agua usa alrededor de 800 a 1000 gramos de agua por cada grano producido; los riegos se realizan por gravedad y las necesidades hídricas varían a lo largo del periodo fenológico (Lafitte, 2001).

### **2.2.5. Fertilización**

Es recomendable hacer un análisis de suelo, se puede recomendar 120-100-80 kg/ha más 20 kg de Mg/ha; el N y K debe fraccionarse: 40 % siembra y 60 % a los 30-40 días (Basantes, 2015).

Para la fertilización química se debe aplicar 40-40-40, al momento de la siembra, a los cuarenta días después de la siembra se recomienda una segunda aplicación de sulfato de amonio; el fertilizante se deposita en el fondo del surco a una profundidad de quince centímetros para evitar que la semilla se quemé (Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias [INIFAP], 2008).

Los abonos orgánicos pueden ser combinados con fertilizantes inorgánicos (N, P, K) lo cual constituye una alternativa de manejo ya que lograrán un mayor incremento del rendimiento también aumentará en el suelo el contenido de materia orgánica, P, Ca, Mg y K (Arrieche y Ruiz, 2014). La fertilización orgánica a través del compost es más económica que la fertilización química (Flores, 2006).

### **2.2.6. Cosecha**

La cosecha de maíz se realiza cuando las hojas de las plantas se amarillan y secan completamente el contenido de humedad, el grano debe estar bajo el 14.5%, esto es cuando haya alcanzado su madurez fisiológica, en el ápice del grano aparece una capa negra, al no ser funcional esta capa de células interrumpe la conexión entre el grano y la corona y no podrá llegar más materia seca al grano obteniendo un 30- 35% de humedad, que irá disminuyendo según la temperatura ambiental del lugar (Paliwal y Laffite, 2001: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2004).

La cosecha mecanizada se realiza con un 28% de humedad, no siendo recomendable que descienda a menos del 15%, arriba o abajo de estos límites los granos se aplastan, se parten o se pulverizan; en general las formas más comunes son la cosecha manual, semi mecanizada y mecanizada (Vitery, 2011).

### **2.2.7. Plagas y enfermedades**

#### **2.2.7.1. Plagas**

- Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)

Es una especie de lepidóptero muy conocido en el ámbito agrícola, el cual ataca al cultivo en estado de larva, son de color pardo grisáceo; se alimentan de hojas tiernas y el follaje del cogollo, es una de las principales plagas en el cultivo de maíz, el daño puede causar una disminución en la producción, la cual puede llegar desde un 20% hasta la pérdida total del cultivo, si la plaga ataca en periodos cercanos a la etapa de la floración (Del Rincón-Castro, Méndez-Lozano e Ibarra, 2006).

- Gusano de la mazorca (*Helicoverpa zea* (Boddie))

Pertenece al orden de los lepidópteros, es otra de las plagas principales que provoca varios daños y pérdidas económicas en el cultivo de maíz. Estos gusanos en estado larvario se alimentan de los estigmas de la mazorca y los granos de maíz en estado lechoso provocando daños en la mazorca desde la punta hasta la base de la misma (Intagri, 2017).

- Barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis* Fab)

Son del orden lepidóptero que en estado larval se alimentan de hojas dejándolas perforadas, también se introducen en el tallo a través de una perforación formando galerías y se alimentan de los meristemos de crecimiento de los entrenudos del tallo y pedúnculo de las espigas esto provoca una pérdida de rendimiento el cual se ve agravado cuando este barrenador ataca a las espigas ocasionando el desprendimiento de estas (Horacio, 2002).

- Gusano trozador (*Peridroma saucia* (Hübner))

Del orden lepidóptero, la larva es de color tierra, destruyen las plantas en secciones de surco, se alimentan de las raíces, cortan el cuello de la hoja y también se alimentan de las hojas tiernas, cuando terminan de comer se traslada a otra planta más cercana (García-Gutiérrez, Gonzales-Maldonado y Cortez-Moncada, 2012).

- Pulgón (*Rhopalosiphum maidis* (Fitch))

Pertenece a la orden homóptera, es de color verde azulado, aparecen de forma excesiva en el cogollo y ocasionalmente en la espiga que pueden ocasionar un desarrollo incompleto de los granos o convertirlos en plantas estériles, pueden llegar a reducir el rendimiento hasta una tonelada (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias [INIFAP], 2015).

#### **2.2.7.2. Enfermedades**

- Mancha foliar (*Cercospora zae-maydis* C.)

Del orden moniliales, conocida como la mancha gris de la hoja, las manchas comienzan con necrosis pequeñas, regulares y alargadas, crecen de forma paralela a las nervaduras (Yáñez, Zambrano, Caicedo y Heredia, 2013).

- Mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl)

Es del orden phyllachorales, se presenta después de la floración, aunque se considera una enfermedad endémica su severidad y facilidad de diseminación la ubican como una enfermedad muy agresiva y si los factores climatológicos la favorecen puede ocasionar muerte prematura de la hoja y quemar el cultivo en otro tiempo; los síntomas son pequeños puntos negros que se distribuyen en toda la lámina foliar (Peñaherrera, 2011).

- Roya común (*Puccinia sorghi* Schw)

Del orden pucciniales, aparece cuando las plantas se acercan a la floración, se les identifica por las pústulas pequeñas y pulverulentas de color café en el haz y envés de la hoja, las

pústulas son de color café en las etapas iniciales, después la epidermis se rompe y las lesiones se vuelven negras a medida que la planta madura (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo [CIMMYT], 2004).

- Bandedo de la hoja (*Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank))

Pertenece al orden cantharellales, son manchas pardas que se desarrollan desde el borde de la hoja hacia la nervadura central en forma de bandas concéntricas las cuales pueden abarcar gran parte de la lámina foliar; este patógeno causa también pudrición en la vaina de la hoja, a medida que la enfermedad avanza puede afectar la mazorca (Varón De Agudelo y Sarria, 2007).

### **2.3. Diversidad genética de maíz**

Es un hecho por demás conocido que el maíz se originó en México y que gran parte de la evolución que ha tenido en términos de su variabilidad genética ocurrió en ese país, a medida que la historia de esta planta se va desarrollando, la gente va introduciendo formas primitivas de esas razas en un amplio espectro de ambientes y nichos ecológicos desde los que se desarrollaron muchas variedades distintas (Nadal, 2000).

Goodman y Brown (1988) reconocen que el maíz es una especie única por su gran diversidad genética que se observa en la mazorca, grano, adaptación a un gran rango de ambientes, resistencia a enfermedades e insectos, tolerancia a distintos estreses ambientales, sus múltiples usos como alimento humano o animal y por la gran variedad de productos que se obtienen de esta especie.

Se estima que cerca del 40% de las razas de maíz en América tienen endospermo harinoso, 30% son duros, 20% son dentados y 3% tienen tipos de granos dulces, además informaron que muchas de las razas están adaptadas a los trópicos, 50% adaptadas a los ambientes de las tierras bajas, 40% a las tierras altas y 10% a los ambientes intermedios; para muchas comunidades agrícolas la diversidad significa seguridad (Paterniani, 1977).

### **2.4. Erosión genética**

Para Estrella, Manosalvas, Marica y Ribadeneira (2005) la erosión genética es el proceso de pérdida de variedades y razas de las especies domesticadas de plantas y animales dando un efecto alarmante ya que es claro que las actividades humanas son causantes de este fenómeno. También Ruiz (2001) menciona que la erosión genética es un proceso continuo y generalizado a nivel mundial y nacional, aunque con datos fragmentarios y puntuales en el país.

Las causas por las que se presenta la erosión genética son: la introducción de especies y variedades extranjeras, sistemas tradicionales de labranza y la competitividad en el mercado, introducción de variedades comerciales de mayor rendimiento, introducción de modelos de producción de agricultura moderna y factores que han deteriorado la producción local de alimentos y la soberanía alimentaria (Kato, Mapes, Mera, Serratos y Bye, 2009).

Pocas comunidades indígenas y campesinas conviven y comparten diferentes variedades en una misma región, pero una de las causas de que el maíz local o criollo sufra la erosión genética es la expansión de maíces transgénicos y maíces comerciales con altos rangos de producción mostrando amenazas reales de la pérdida del patrimonio genético de maíz de América Latina (Cárcamo et al., 2001). Así como el creciente desinterés de las jóvenes generaciones rurales en las labores agrícolas, especialmente en aquellas de carácter campesino minifundista articuladas en la siembra de maíz (Barrera-Bassolos, Astier, Orozco y Boege, 2009).

La diversidad de maíz es producto de una coevolución entre sociedades agrícolas y una planta, las causas de su erosión son tanto naturales como humanas; la erosión y contaminación de suelos, la sequía, la adopción de paquetes tecnológicos y de semillas mejoradas, las políticas asumidas de descampesinización por parte del gobierno o la migración masiva son generalmente presentadas como las causas principales que se combinan para llevar al abandono del cultivo del maíz por el campesino y a la homogeneización de variedades (Foyer, 2012).

## **2.5. Evaluación y caracterización morfológica**

La evaluación del germoplasma consiste en observar y registrar aquellas características cuya expresión suele estar influida por factores ambientales, también incluye la recolección metódica de datos de caracteres agronómicos y de calidad mediante ensayos experimentales adecuadamente diseñados y la caracterización determina la expresión de caracteres altamente heredables que van desde las características morfológicas, fisiológicas o agronómicas, la caracterización se puede realizar en cualquier etapa del proceso de conservación (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2014).

La caracterización y evaluación del germoplasma permite conocer la variabilidad del cultivo que se conserva; a partir de este conocimiento se proyecta a estimar la diversidad que se conserva bajo condiciones “ex situ” en bancos de germoplasma (Genesperú, 2015).

La evaluación y caracterización de las colecciones de germoplasma es primordial para el manejo de las mismas porque permite conocer el germoplasma morfológicamente y así poder mejorar y constituir los materiales para la identificación de genotipos valiosos con el fin de ser usados directamente o utilizarlos en programas de mejoramiento genético por lo

tanto, es vital tener información disponible de cada material, sobre caracteres cualitativos y cuantitativos de importancia actual o futura (Sánchez, 2002).

Los tipos de caracteres utilizados para caracterizar la diversidad genética son numerosos, como el hábito de crecimiento, tamaño, forma y color de la semilla; en la caracterización se realiza la descripción morfológica básica de las accesiones, identificación, clasificación, contaminación de semillas, etc., se toma en cuenta los descriptores cualitativos y cuantitativos que son muy poco influenciados por el ambiente (Castillo, Estrella y Tapia, 1991).

## **2.6. Descriptores**

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, 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 (Franco e Hidalgo, 2003).

Se pueden encontrar varias listas de descriptores de especies cultivadas como las del Consejo Internacional de Recursos Filogenéticos y La Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), también existen listas de descriptores elaboradas por organizaciones nacionales o regionales como el Net Promoter Score (NPGS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA); los descriptores son definidos por expertos en los cultivos y responsables de los bancos de germoplasma por su relevancia para incrementar la utilización de las accesiones (FAO, 2014).

En general en los descriptores se publican datos de pasaporte, caracterización, evaluación preliminar, evaluación posterior y manejo. Los datos de pasaporte proporcionan información sobre la identificación de la muestra y sobre la localización geográfica de la colección (Franco e Hidalgo, 2003).

Los datos de caracterización registran caracteres que son altamente heredables, que pueden ser fácilmente detectados a simple vista y que se expresan sin variaciones mayores en todos los ambientes, los datos de evaluación preliminar registran caracteres que son normalmente demandados por los usuarios del cultivo y los de evaluación posterior registran caracteres adicionales que son útiles en la mejora de los cultivos o son importantes en la definición de patrones evolutivos en la definición de relaciones entre especies relacionadas y similitudes entre taxas de la misma especie (Franco e Hidalgo, 2003).

## 2.7. Marco legal

La presente investigación se encuentra dentro de lo establecido por las leyes y artículos que rigen al Estado Ecuatoriano; en la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semilla y fomento de la agricultura, las semillas nativas son considerados patrimonio del Estado y parte de los recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura (Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semilla y fomento de la agricultura [LOASFAS], 2017) y dentro de la Constitución Política del Ecuador establecido en el 2008 en el Capítulo segundo, Derechos de buen vivir, en los Art.13 mencionan que las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente productos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

De la misma manera en el Capítulo tercero. Soberanía alimentaria. Art. 281 menciona que la soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente, para fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria, promover la preservación y recuperación de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas (Constitución de Ecuador, 2008).

En el Capítulo Segundo de Biodiversidad y Recursos naturales, Sección segunda, Biodiversidad, en los Art. 400, 401, menciona que el Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizara con responsabilidad intergeneracional, se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas y solo en caso de interés nacional se podrán introducir semillas y cultivos genéticamente modificados (Constitución del Ecuador, 2008).

# CAPITULO III

## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se ejecutó en La Granja Experimental La Pradera, ubicada en la parroquia de Chaltura, se consideró este lugar como sitio de estudio ya que tiene una altitud de 2350 msnsm y el maíz raza canguil se cultiva a partir de 2 260 msnm, que son condiciones apropiadas para la misma, tanto sus características geográficas (Tabla 2).

Tabla 2

*Características geográficas del área de estudio*

Provincia	Cantón	Parroquia	Altitud	Latitud	Longitud
Imbabura	Antonio Ante	Chaltura	1920-2402 m.s.n.m.	0° 21' 19" N.	78°11' 32" O.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Antonio Ante (2017)

En la Figura 5 se observa el mapa de la ubicación del área de estudio realizado en la “Granja La Pradera”

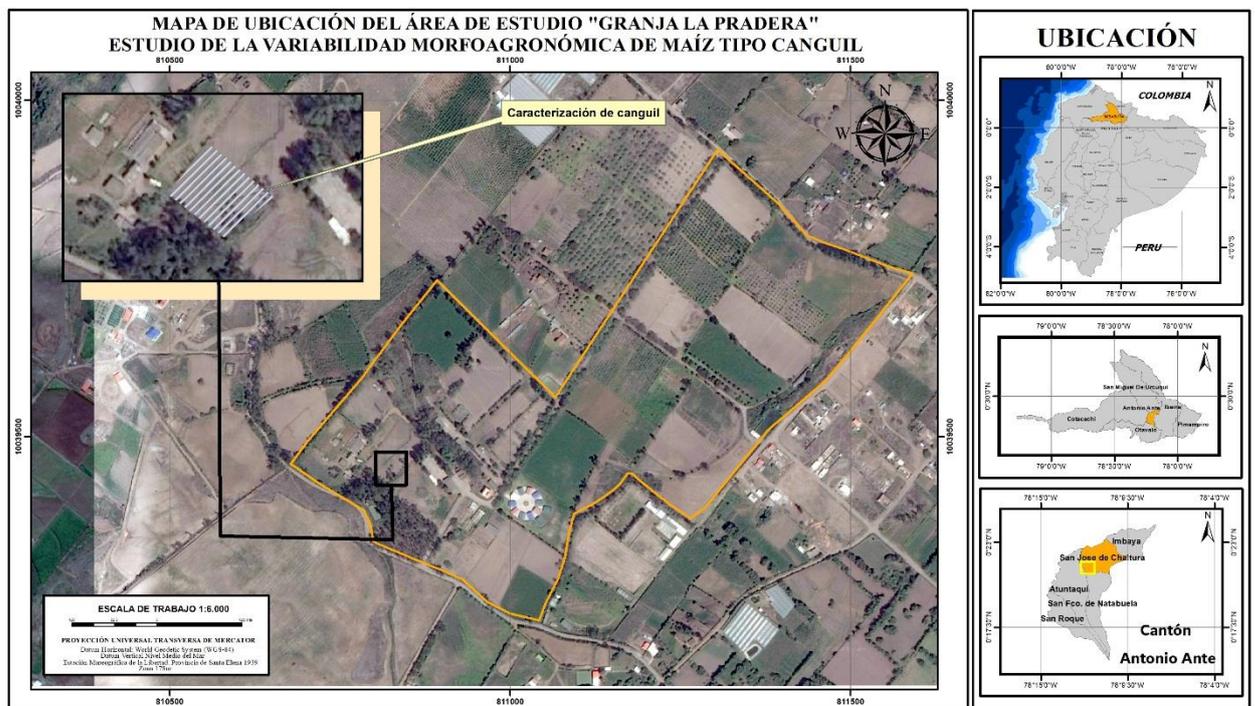


Figura 5. Mapa de ubicación del área de estudio.

## **3.2. Materiales y métodos**

### **3.2.1. Materiales**

Para la presente investigación de campo se utilizaron material genético, insumos, materiales de campo y materiales de oficina que se detalla a continuación:

#### **3.2.1.1. *Material genético***

Se colectó y se utilizó semillas de maíz raza canguil de varios colores.

#### **3.2.1.2. *Insumos***

- fertilizantes
- insecticidas
- fungicida
- biol
- compost

#### **3.2.1.3. *Materiales de campo***

- estacas
- cinta métrica
- azadón
- rastrillo
- bomba de mochila
- mangueras
- aspersores
- letreros de información
- fundas de papel cera
- aceite vegetal
- gotero

#### **3.2.1.4. *Materiales de oficina***

- libreta de campo
- lápiz
- impresora
- hoja de papel
- material bibliográfico

- calibrador (pie de rey)
- regla graduada
- tabla de colores Munsell
- computadora
- cámara fotográfica

### 3.2.2. Métodos

La investigación que se realizó fue de tipo descriptivo y experimental, a través de este proceso se identificó la variabilidad morfológica y manejo agronómico del maíz raza canguil en La Granja Experimental “La Pradera”.

#### 3.2.2.1. Factores de estudio

El factor en estudio constó de 55 accesiones de maíz raza Canguil, clasificado por colores: blanco, anaranjado, rojo, negro, amarillo y rosado; los mismos que fueron colectados en las ferias de semillas de Otavalo y Cotacachi.

#### 3.2.2.2. Tratamientos

Se consideró como tratamiento a cada accesión de maíz raza Canguil, en total son 55 accesiones, los colores de los canguiles se codificaron como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3

*55 accesiones colectados en las localidades de Cotacachi y Otavalo*

Accesión	Cantón	Localidad
M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7	Cotacachi	Cumabas Conde
M8, M9, M10, M11	Otavalo	Mojanda
M12, M13, M14, M15, M16, M17	Cotacachi	Cumbas Conde
M18, M19, M20, M21	Cotacachi	Arrayanes
M22, M23, M24, M25, M26, M27, M28, M29, M30, M31, M32	Cotacachi	San Blas de Cuicocha
M33, M34, M35, M36, M37, M38, M39, M40, M42, M43, M44	Otavalo	Peguiche
M45, M46, M47	Otavalo	Camuendo
M48, M49, M50, M51, M52, M53, M54, M55	Otavalo	Guachinguero

### 3.2.2.3. Diseño experimental

Para la presente investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) (Figura 6).

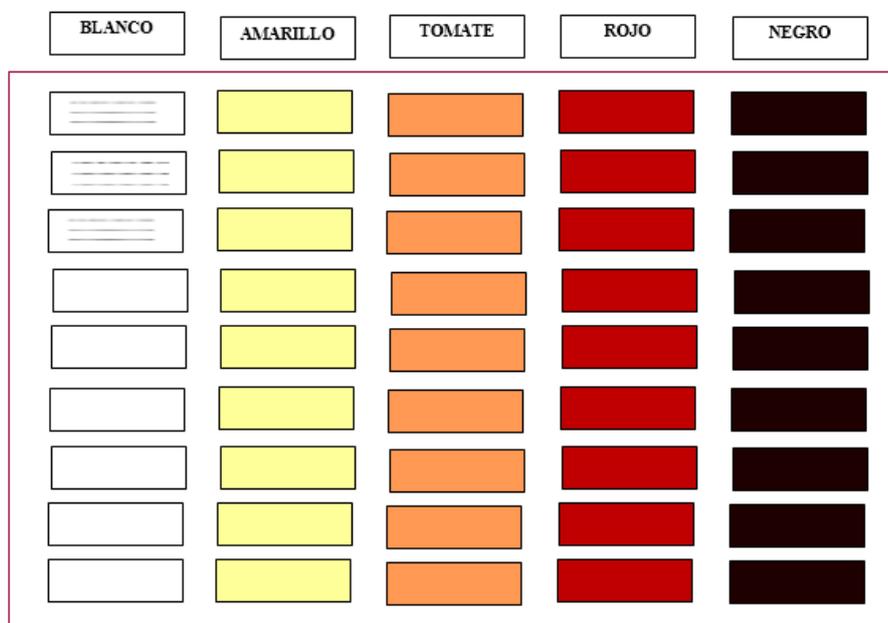


Figura 6. Croquis de campo en donde se visualizan las unidades experimentales que se utilizaron para la caracterización morfo agronómica de maíz raza Canguil.

### 3.2.2.4. Características del experimento

En la Tabla 4 se detalla la conformación específica del lugar previo a la implementación del ensayo.

Tabla 4  
Características específicas del área de estudio

Número de unidades experimentales	55
Área total del ensayo	132.25 m <sup>2</sup> (5.75 m x 23 m)
Distancia entre bloques	2.00 m
Densidad de siembra	0.25 cm x 0.70 cm
Número de golpes de siembra por surco	3
Número de plantas por surco	14

Las características generales de la unidad experimental se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5

*Características de la unidad experimental*

Área de la parcela neta	7.77m <sup>2</sup>
Numero de surcos	3
Número de plantas	42
Número de plantas por surco	14
Número de golpes de siembra por surco	3
Densidad de siembra	0.25 cm x 0.70 cm

**3.2.2.5. Manejo del experimento**

La colecta de las semillas de canguil se obtuvo en las ferias de semillas organizadas en los cantones Otavalo y Cotacachi. La siembra de accesiones en cada bloque se realizó con intervalo de 15 días con el fin de evitar que haya polinización cruzada y mantener las características morfológicas de cada accesión y así realizar la debida evaluación para observar si estos materiales muestran variabilidad en cuanto a morfología de grano y mazorca.

**3.2.2.6. Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico se evaluaron 12 variables cualitativas y 19 cuantitativas de planta, mazorca y grano. Se realizó un análisis multivariado para lo cual se el programa estadístico INFOSTAT versión 2018.

**3.2.2.7. Variables formoagronómicos**

La evaluación de las variables tanto de la planta como la mazorca se realizó al azar, en donde se revisaron seis plantas representativas de cada unidad experimental, después de efectuar la cosecha se seleccionaron cinco mazorcas que tuvieron control en la polinización. Para establecer el color de los materiales se utilizó la tabla de colores Munsell para tejidos vegetales.

- **Datos después de la floración**

- a) **Días hasta la antesis (floración masculina)**

La antesis es el periodo de floración de las plantas donde la flor masculina se expande hasta que esté completamente desarrollada y en estado funcional (Figura 7), durante el cual sucede el proceso de polinización. Se registró el número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta el momento de inicio de la emisión del polen en el 50% de las plantas, presentes en la parcela.

### **b) Días hasta la emisión de estigmas**

Se registró el número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que fueron visibles los estigmas o sedas de la mazorca en el 50% de la planta (Figura 8), presentes en la parcela neta.



*Figura 7.* Inicio a la antesis.



*Figura 8.* Emisión de estigmas.

### **c) Altura de la planta (cm)**

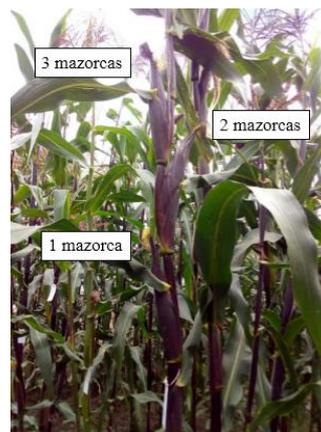
Esta variable se midió al culminar la floración. Los datos fueron registrados en centímetros, desde la inserción del tallo con la raíz hasta la base de la panoja como se observa en la Figura 9. Se evaluaron seis plantas por accesión.

### **d) Número total de mazorcas**

Al finalizar la floración se contó el número total de mazorcas que presentaba cada planta (Figura 10).



*Figura 9.* Medición de altura de planta



*Figura 10.* conteo de mazorca por planta

**e) Altura a la primera mazorca (cm)**

Para la altura a la primera mazorca se midió desde la distancia comprendida entre el punto de inserción de las raíces hasta el nudo de inserción de la primera mazorca de la planta, los datos se registraron después de la floración (Figura 11).

**f) Número total de hojas por planta**

El número total de hojas se registró una vez finalizada la floración (Figura 12), se contó de forma ascendente las hojas que iniciaba desde la base del tallo hasta la última hoja superior (antes del banderín de la espiga).



*Figura 12.* Altura al nudo de la primera mazorca.



*Figura 11.* Número total de hojas.

**g) Longitud de la hoja (cm)**

La longitud de la hoja se midió en centímetros, se tomó una cinta métrica y se procedió a medir desde la lígula hasta el ápice de la hoja (Figura 13) que sobresale de la primera mazorca superior.

**h) Ancho de la hoja (cm)**

El ancho de la lámina de la hoja se registró en centímetros después que se culminó la floración, se dobló el ápice de la lámina hacia la lígula para definir la mitad de la hoja y con una cinta métrica se procedió a medir (Figura 14).



Figura 13. Medición de la longitud de la hoja.



Figura 14. Medición del ancho de la hoja.

### i) Color de hoja

El color de la hoja se registró al final de la floración, se identificó según la tabla de Munsell y la escala de colores establecida por (Ferguson, 2012) (Tabla 6).

Tabla 6

*Escala de colores designados para hojas*

Cod.	Nombre del color	Código Munsell
1	verde oliva	5GY4/4
2	verde oliva moderado	7.5GY3/4; 7.5GY4/6;7.5GY4/4
3	verde amarillo moderado, verde amarillo fuerte	7.5GY5/6; 7.5GY5/8
4	verde oliva grisáceo	7.5GY4/2

En la Figura 15 se observa la comparación del material vegetal (hoja) con la tabla de colores Munsell, una vez identificado el color se registró la codificación para nominar el tono de color correspondiente.

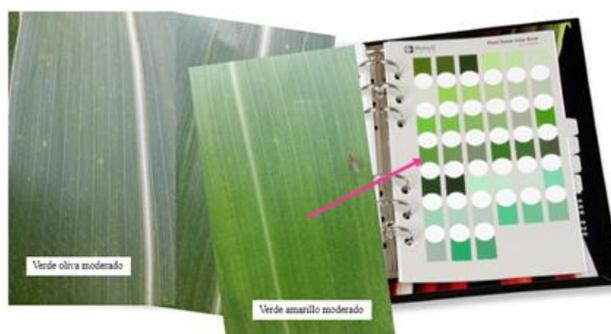


Figura 15. Identificación de color de hoja.

## j) Color de tallo

Con la ayuda de la tabla de colores Munsell se registró los colores de tallos que presentó cada accesión que se encuentra registrado en la Tabla 7.

Tabla 7

*Escala de colores designado para tallo*

Cod.	Nombre del color	Código Munsell
1	Oliva, verde oliva	5Y5/6; 5GY4/6; 5GY4/4
2	verde oliva grisáceo, verde oliva oscuro	7.5GY3/2; 5GY3/4
3	verde amarillo moderado	2.5GY5/6; 5GY6/6; 7.5GY5/4
4	verde amarillo fuerte	7.5GY6/8; 7.5GY6/10; 7.5GY7/10; 7.5GY7/8
5	rojo, rojo claro	5R4/10; 2.5YR6/6
6	rojo oscuro	7.5GY6/8; 7.5GY6/10; 7.5GY7/10; 7.5GY7/8
7	rojo purpura oscuro	5RP3/8
8	marrón rojizo oscuro	5YR3/4

El color de tallo se comparó con la tabla de colores Munsell, como se observa en Figura 16.



Figura 16. Identificación de color de tallo.

## k) Tipo de espiga

Se observó el número de ramificaciones en la espiga de la planta, se verificó el tipo de floración (Figura 17) con las siguientes nominaciones designadas por el descriptor para maíz realizado por el Consejo Internacional de Recursos Filogenéticos ( International Board for Plant Genetic Resources [IBPGR], 1991):

1. Primaria

2. Primaria-secundaria
3. Primaria-secundaria-terciaria



Figura 17. Tipos de espigas presentes en el canguil.

### 1) Porcentaje de persistencia

Se contó las plantas que cumplieron todo su ciclo de desarrollo después que finalizaron la fase reproductiva.

- **Variables a la cosecha**

Después que las mazorcas llegaron a la madurez fisiológica se procedió a la cosecha y se realizó el secado de las mismas para luego ser caracterizado. Se seleccionaron cinco mazorcas polinizadas, las variables que se tomó se detallan a continuación:

#### a) **Peso de mazorca (g)**

Para registrar los datos se tomó cinco mazorcas de cada accesión y se colocó cada una de ella en una balanza gramera (Figura 18).

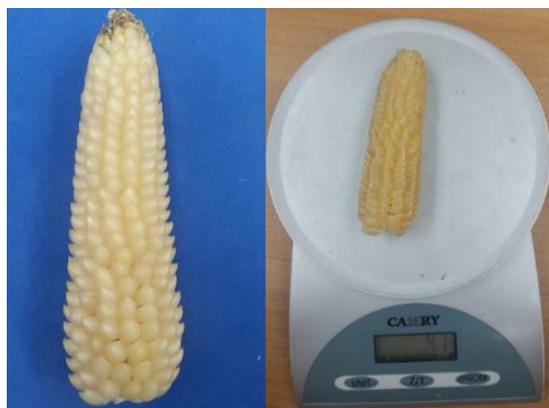


Figura 18. Peso de mazorca.

### b) Longitud de mazorca (cm)

Se midió en centímetros, se colocó el calibrador desde la base de inserción en el pedúnculo hasta su ápice, como se observa en la Figura 19.



Figura 19. Medida de la longitud de la mazorca.

### c) Diámetro de la mazorca (mm)

Con la ayuda de un calibrador se midió la parte central de cinco mazorcas de cada accesión (Figura 20).

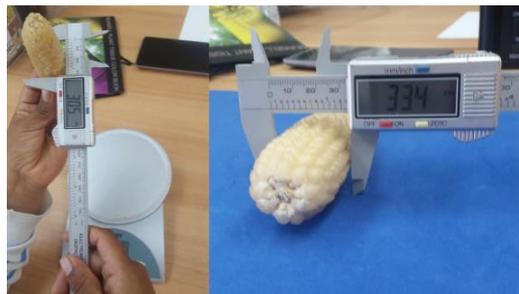


Figura 20. Medición del diámetro de la mazorca.

### d) Número de hileras por mazorca

Se contó las hileras de cinco mazorcas escogidas de cada accesión (Figura 21).



Figura 21. Conteo de hileras por mazorca.

Nota: Los dígitos representan el número de hilera.

#### e) Número de granos por hilera

Se tomó en cuenta la hilera más larga (Figura 22) de cinco mazorcas escogidas de cada accesión y se contabilizó grano por grano para saber el número de semilla que tenía una hilera.

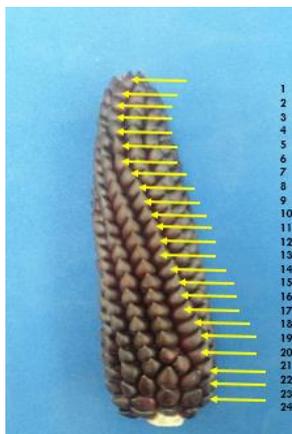


Figura 22. Número de granos por hilera.

#### f) Disposición de hileras por grano

Se observó la disposición de las hileras de granos (Figura 23) de cinco mazorcas de cada accesión, tomando en cuenta las siguientes categorías asignadas por IBPGR, (1991) (Anexo 1):

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

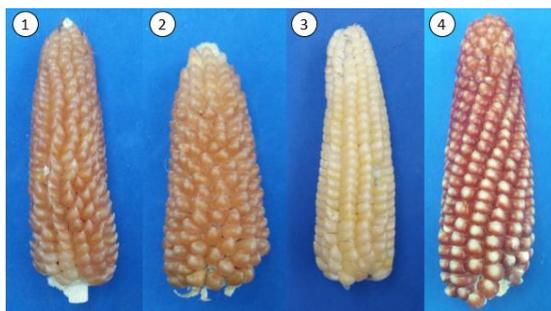


Figura 23. Disposición de hileras de la mazorca (1) regular, (2) irregular, (3) recta, (4) en espiral.

#### g) Forma de la mazorca

Para el registro de este descriptor se tomó cinco mazorcas representativas de cada accesión y se asignó de acuerdo a los ítems asignados por el descriptor de maíz realizado por IBPGR (1991) (Figura 24).

1. Cilíndrica
2. Cilíndrica- cónica
3. Cónica

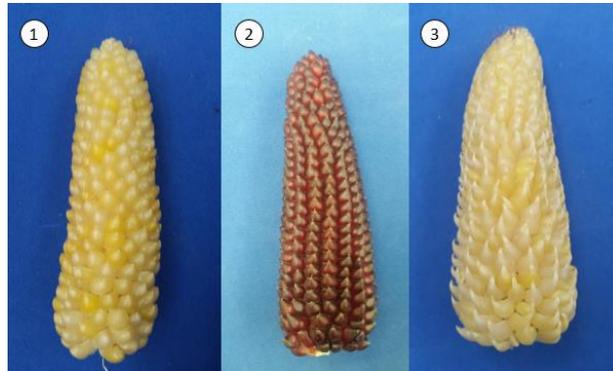


Figura 24. Formas predominantes de la mazorca (1) cilíndrica, (2) cilíndrica- cónica, (3) cónica.

#### **h) Peso del raquis (g)**

Se procedió al desgrane de cinco mazorcas de cada accesión, se tomó el raquis y se colocó en una balanza gramera para registrar los datos obtenidos.

#### **i) Diámetro del raquis (mm)**

Una vez que se realizó el desgrane de cinco mazorcas de cada accesión, se midió con un calibrador el diámetro de la parte central del raquis (Figura 25).



Figura 25. Diámetro del raquis medido con un calibrador.

#### **j) Color del raquis**

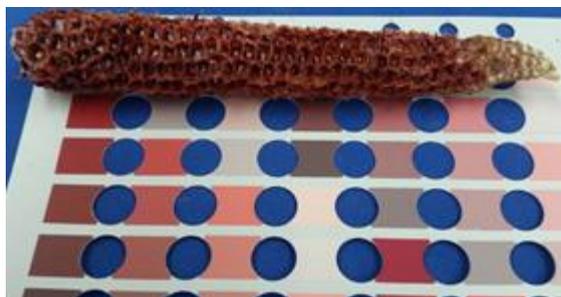
Se realizó el desgrane de las mazorcas y se determinó el color del raquis comparando con la tabla de colores de Munsell y se representó con su respectiva codificación (Tabla 8).

Tabla 8

*Tabla de colores designado para el color del raquis*

Cod.	Nombre del color	Código Munsell
1	Rojo	10R4/8; 10R5/6
2	rojo débil, rojo pálido	10R4/4; 10R5/2; 10R5/4
3	rojo amarillento	5YR4/6; 5RY5/8
4	rojo grisáceo, rojo oscuro	2.5R4/6; 10R3/4; 5R3/6
5	rojo purpura moderado	5RP4/8; 5RP5/8
6	rojo purpura grisáceo, rojo purpura oscuro	5RP4/4; 5RP5/4; 5RP5/6; 5RP3/4; 5RP3/6
7	rosa moderado	2.5R8/4
8	rosa oscuro	2.5R6/6
9	rosa purpura pálido	5RP8/2; 5RP8/4
10	púrpura grisáceo oscuro	5RP3/2
11	café fuerte	7.5YR5/8
12	marrón rojizo oscuro	2.5YR3/4
13	Blanco	

En la Figura 26 se puede observar un ejemplo de la comparación del color del raquis con la tabla de colores.



*Figura 26. Color del raquis.*

### **k) Daño de la mazorca**

Para el registro de este dato se evaluó visualmente el daño causado por pudrición de cinco mazorcas de cada accesión (Figura 27), siguiendo los ítems asignados por el descriptor de maíz de IBPGR (1991).

0.- Ninguno

3.- Poco

7.- Grave

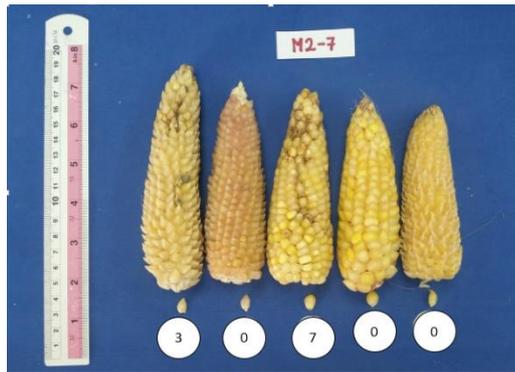


Figura 27. Evaluación, daño de mazorca (0) ninguno, (3) poco, (7) grave.

### l) Cobertura de mazorca

En esta variable se observó el llenado y daño de podredumbre causado por plagas y enfermedades y se evaluó de acuerdo a las nominaciones designadas por el descriptor para maíz, realizado por IBPGR (1991):

- 3 pobre
- 5 intermedia
- 7 buena

- **Características del grano**

Después de realizar la caracterización de la mazorca se realizó el desgrane de las cinco mazorcas caracterizadas para caracterizar el grano con las variables que se detallan a continuación:

### m) Longitud del grano (mm)

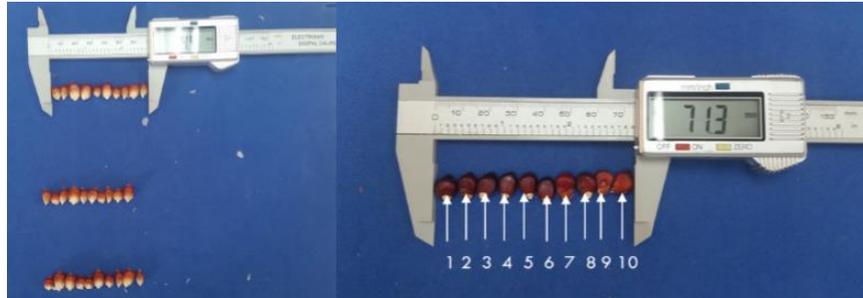
Se tomó diez semillas de cada accesión, se colocaron las semillas de forma horizontal con tres repeticiones, después se procedió a medir con un calibrador y el total de cada fila se dividió para diez (Figura 28) y obtener un promedio general.



Figura 28. Medición de la longitud del grano.

**n) Ancho del grano (mm)**

Con las mismas semillas del ítem anterior se colocó las tres repeticiones de forma vertical (Figura 29), formando una fila, se procedió a medir con el calibrador y el total de cada fila se dividió para diez para obtener un promedio general.



*Figura 29. Medición, ancho de grano.*

**o) Grosor del grano (mm)**

El grosor del grano está comprendida entre la distancia de la cara del grano donde se encuentra el germen y la cara opuesta de este (Figura 30); se midió con un calibrador tres granos al azar de cada accesión, después se procedió a realizar la suma de las tres cantidades obtenidas y se dividió para tres y poder obtener un promedio total.



*Figura 30. Medición del grosor del grano.*

**p) Peso de 100 granos (g)**

Para el peso de 100 granos, se desgranó las cinco mazorcas caracterizadas y se procedió a contar cien granos al azar, después se colocó en una balanza gramera para registrar los datos en gramos (Figura 31).



Figura 31. Variable peso de 100 granos.

#### q) Forma de superficie del grano

Se comparó los granos de cinco mazorcas de cada accesión con las ilustraciones de formas de granos que se encuentra en el descriptor de maíz realizado por IBPGR, (1991), estas formas pueden ser (Anexo 2):

1. Contraído
2. Dentado
3. Plano
4. Redondo
5. Puntiagudo
6. Muy puntiagudo

Las tres formas de superficies de grano que presentó el maíz canguil en la presente investigación (Figura 32).



Figura 32. Forma de superficie de grano de maíz tipo canguil (4) redondo, (5) puntiagudo, (6) muy puntiagudo.

#### r) Apariencia física del grano

Se observó la estructura física del grano siguiendo las categorías asignadas por Muñoz, Guiraldo y Fernández (1993) (Figura 33).

- 1.-comun-blanco
- 2.-comun-amarillo
- 3.-reventador

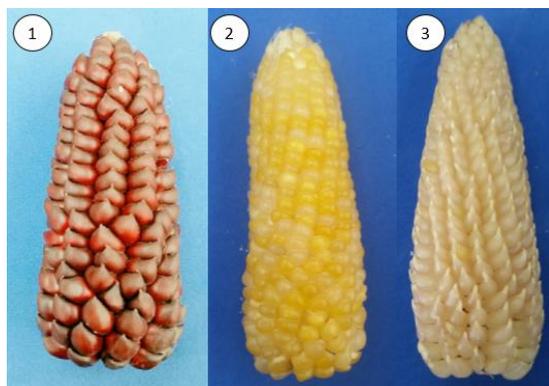


Figura 33. Apariencia física del grano: (1) común blanco, (2) común amarillo, (3) reventador.

### s) Color de grano

Para esta variable se comparó el color del grano con la tabla de colores Munsell para tejidos vegetales siguiendo las escalas designadas (Tabla 9).

Tabla 9

*Tabla de colores designados para grano*

Cod.	Nombre del color	Código Munsell
1	oliva marrón	2.5Y6/6
2	amarillo, amarillo fuerte	2.5Y8/6; 2.5Y8/8; 5Y8/8; 5Y8/6; 2.5Y7/10
3	amarillo pálido	5Y8/4; 5Y7/; 5Y8/2
4	amarillo rojizo	5YR6/8; 5YR6/6; 5YR7/8; 5YR7/6; 7.5YR7/6
5	naranja moderado	5YR7/10
6	naranja marrón	5YR5/10
7	naranja rojizo moderado	10R5/10
8	naranja rojizo oscuro	10R4/10
9	rojo, rojo claro	10R5/8; 2.5YR7/6; 2.5YR6/8
10	rojo débil, rojo pálido	10R4/4; 10R7/4; 10R7/2
11	rojo amarillento	5YR4/6; 5RY5/8
12	rojo oscuro	10R3/4; 5R3/8; 5R3/6; 5R3/4; 2.5YR3/6; 10R3/6
13	rojo púrpura oscuro, rojo púrpura grisáceo claro	5RP3/8; 5RP3/6; 5RP6/4
14	púrpura grisáceo oscuro	5RP3/2
15	marrón claro	2.5Y8/4; 2.5Y8/2; 2.5Y7/4
16	gris rojizo	5YR5/2
17	blanco rosado	5YR8/2; 7.5RY8/2
18	Blanco	

Tonos de colores de grano de Canguil comparando con la tabla Munsell (Figura 34).

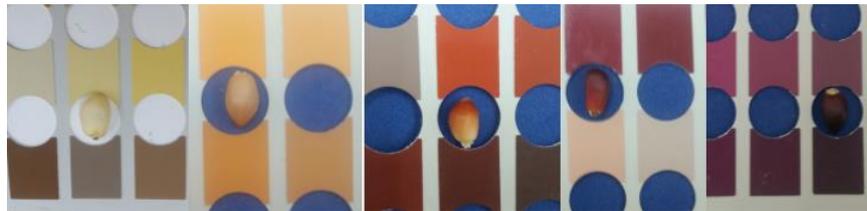


Figura 34. Colores del grano en la tabla Munsell.

#### t) Tipo de grano

Se observó el tipo de grano, según la cantidad de almidón que presentó las semillas (Figura 35) con las categorías del descriptor de maíz realizada por IBPGR (1993).

1. Harinoso
2. Semi- harinoso
3. Semi-cristalino
4. Cristalino



Figura 35. Tipo de grano (3) semicristalino, (4) cristalino.

#### u) Porcentaje de reventado

Después de la cosecha las mazorcas de canguil fueron secadas a temperatura ambiente, al momento de realizar la caracterización de las mismas, se midió la humedad de los granos que oscilaban entre 13 a 14%. Después se tomaron 20 granos de canguil de cada accesión y se colocó en una máquina canguilera, al obtener el producto final (granos reventados) se cuantificó los granos reventados y no reventados y se registró el dato como porcentaje (Figura 36).



Figura 36. Reventado de canguil color rojo oscuro.

- **Incidencia de plagas y enfermedades**

Se identificó la presencia de plagas y enfermedades utilizando los descriptores morfológicos y agronómicos realizados por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CMMYT) (2004).

**a) Severidad de enfermedades en relación a la fenología del maíz**

Las enfermedades que presentó el cultivo fue la Mancha de Asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl) y tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont)), el monitoreo de las dos enfermedades fue realizado en las etapas de inicio de floración y madurez fisiológica de la planta:

- **Tizón Tardío** (*Phytophthora infestans* (Mont))

Para la identificación de la severidad de esta enfermedad se guió mediante la escala que se describe en la Tabla 10.

Tabla 10

*Escala de índice de severidad para la identificación de Tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont) )*

Clase	Índice de severidad	Observaciones complementarias
1	Incipiente	Manchas aisladas de menos de cinco centímetros
2	Medio	Manchas frecuentes más de cinco centímetros
3	Avanzado	Gran parte de la hoja afectada

Fuente: Bert y Satorre (2014).

- **Mancha de Asfalto** (*Phyllachora maydis* Maubl).

Para el monitoreo de esta enfermedad se utilizó escala de Cob, que se detalla a continuación (Tabla 11).

Tabla 11

*Escala de índice de severidad y rango porcentual para la identificación de Mancha de Asfalto (CMA)*

Clase	Índice de severidad	Rango (%)	Observaciones complementarias
0	Sin daño	0	Sin macha alguna. Posibles pecas iniciales en hojas inferiores, menores 0.1 mm sin confirmar presencia de hongos.
1	Daño ligero	$0 > x \leq 10$	Manchas con puntos negros brillantes y comienzo del halo necrótico alrededor del punto negro. Hasta un 10% del tejido está dañado. En hojas inferiores solamente.
2	Daño moderado	$10 > x \leq 30$	Las manchas no alcanzan la hoja del punto de inserción de la mazorca. De 10 a 30% de severidad de tejido foliar dañado.
3	Moderadamente severo	$30 > x \leq 60$	Las manchas necróticas alcanzan y superan la hoja del punto de inserción de la mazorca, pero no alcanza las hojas superiores. De 30 a 60% de severidad de daño del tejido foliar.
4	Severo	$60 > x \leq 85$	Las manchas necróticas se generalizan en la planta, excepto en dos o cuatro hojas superiores. De 60 a 85% de severidad de daño del tejido foliar.
5	Muy severo	$85 > x \leq 100$	Necrosis generalizada de la planta. Hasta una o dos hojas superiores sin manchas o ninguna hoja (100% del daño). Dependiendo de la fenología de la planta, se observan mazorcas sin grano o muy poco grano.

**b) Incidencia de plagas en relación a la fenología del maíz**

• **Incidencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).**

El monitoreo se realizó en la fase vegetativa antes de que aparezcan las estructuras reproductivas, las plantas presentaron mayor formación de follaje, es donde la planta tiene cierta tolerancia a la pérdida de follaje a causa del ataque de alguna plaga como es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) (Valdez-Torres, Soto-Landeros, Osuna-Enciso y Báez-Sañudo, 2012).

Se monitoreó de forma visual en horas de la mañana para encontrar la presencia de larvas en las plantas (Figura 37), se revisó cada planta de cada unidad experimental y fue contabilizado el número de gusanos encontrados. Después se expresó en un total del porcentaje de la presencia de esta plaga con la siguiente ecuación:

$$\%I = \frac{A}{B} \times 100$$

Donde:

A: número de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith encontrados en cada accesión

B: número total de plantas evaluadas

I: incidencia del gusano cogollero

- **Incidencia del gusano de mazorca** (*Helicoverpa zea* (Boddie))

El monitoreo se realizó cuando el cultivo se encontraba en la etapa de grano lechoso, se revisó las mazorcas principales de cada planta (Figura 38) que estaban afectadas de cada unidad experimental y se registró el número de mazorcas para luego expresar en porcentaje utilizando la siguiente ecuación:

$$\%I = \frac{A}{B} \times 100$$

Donde:

A: número de mazorcas afectadas por *Helicoverpa zea* (Boddie)

B: número total de mazorcas evaluadas

I: incidencia del gusano de mazorca



Figura 38. Monitoreo de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith).



Figura 37. Monitoreo del gusano de mazorca (*Helicoverpa zea* (Boddie)).

### 3.2.2.8. Manejo específico del experimento

#### a) Obtención de semillas

Las muestras de maíz fueron colectadas en las ferias de semillas que se realizan cada año en el cantón Cotacachi y Otavalo. A cada agricultor se realizó una encuesta con el fin de conocer el manejo agronómico del cultivo de maíz y registrar la variabilidad de canguil que ellos poseen. A las muestras colectadas se les separó por color y asignar un código a cada material.

#### a) Preparación del terreno

Se realizó de manera mecánica utilizando el arado y rastra para eliminar restos del cultivo anterior y lograr que el suelo quede suelto y sin terrones para la siembra.

#### **b) Delimitación del terreno**

El área donde se estableció el cultivo fue en La Granja Experimental La Pradera. Las medidas del lugar donde se estableció el ensayo se detalló en la tabla 4 y tabla 5. Se utilizó una cinta métrica, piola y estacas para la delimitación de las parcelas.

#### **c) Diseño de parcelas**

Se realizaron 55 parcelas que correspondía a cada accesión, los mismos que estaban conformados por tres surcos, donde, las plantas de canguil que actuaron como plantas machos estaban en el primer y el tercer surco del cual se recolectó el polen para polinizar el segundo surco de plantas hembras.

#### **d) Siembra**

Para la siembra se depositaron 3 semillas por punto de siembra con una distancia de 0.25 cm entre planta y 0.70 entre surco, la siembra para cada bloque se realizó con un intervalo de quince días con el fin de evitar polinización cruzada entre accesiones.

#### **e) Fertilización**

Para la fertilización se aplicó el fertilizante 15-15-15 y Sulfomag dentro de la etapa vegetativa y reproductiva (inicio de espigado y floración), en esta etapa también se aplicó biol con la finalidad de fortalecer a las plantas para que tenga un buen desarrollo de mazorca y desarrolle defensas contra plagas y enfermedades.

#### **f) Riego**

Se realizó el riego por aspersión durante las primeras etapas vegetativas, después se procedió con el riego por gravedad hasta culminar la etapa reproductiva de las plantas. Se proporcionó la cantidad necesaria de agua al cultivo en función a las condiciones climáticas de la zona, el riego se realizaba cada quince días a excepto en los meses de lluvia.

#### **g) Labores culturales**

La deshierba, el aporque se realizó con el uso de azadón, con el objetivo de evitar la competencia del cultivo con las malezas. También se efectuó el raleo de las plantas de canguil, para esto, se eliminó las plantas con tallos más delgados o plantas atípicas para evitar la contaminación genética del cultivo.

#### **h) Controles fitosanitarios**

Se realizó el monitoreo correspondiente, tanto para enfermedades como para plagas y según la incidencia y severidad de las mismas, se aplicó un control químico, con el fin de eliminar y /detener el daño en las plantas. Se hizo dos aplicaciones, después de la primera aplicación, la segunda aplicación se efectuó a los 15 días o 20 días, según las recomendaciones de cada producto (Tabla 12).

Tabla 12

*Control fitosanitario realizado durante la etapa vegetativa y reproductiva del Canguil*

Etapa vegetativa y reproductiva	Plagas	Enfermedades	Ingrediente activo	Dosis
V14	Gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith)		Acefato	Se aplicó 80 g de Acefato en 20 litros agua
R1	Gusano de mazorca ( <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie))		Aceite vegetal	Se aplicó de 2-3 gotas de aceite, en la punta de la mazorca. Se realizó una segunda aplicación después de 15 días.
R2 – R4	Gusano de mazorca ( <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie))		Acefato	Se aplicó 80 g de Acefato en 20 litros de agua
VT, R1 (primera aplicación)			Mancozeb	Se aplicó 100 g de Mancozeb en 20 litros de agua
R4, R5 (segunda aplicación)		Tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> (Mont)) Mancha de asfalto ( <i>Phyllachora maydis</i> Maubi)	Carbendazim	Se aplicó 100 g de Carbendazim en 2° litros de agua
VT, R1			Bioestimulante	Se aplicó 90ml de bioestimulante en 20 litros de agua.
			Biol	15 litros de biol en 100 litros de agua

### **i) Manejo de polinización**

Para evitar el cruce de polinización, se realizó la polinización de forma manual (polinización artificial) en donde se utilizó bolsas enceradas para impedir la dispersión del polen. El manejo y proceso de polinización se encuentra en la Figura 39.

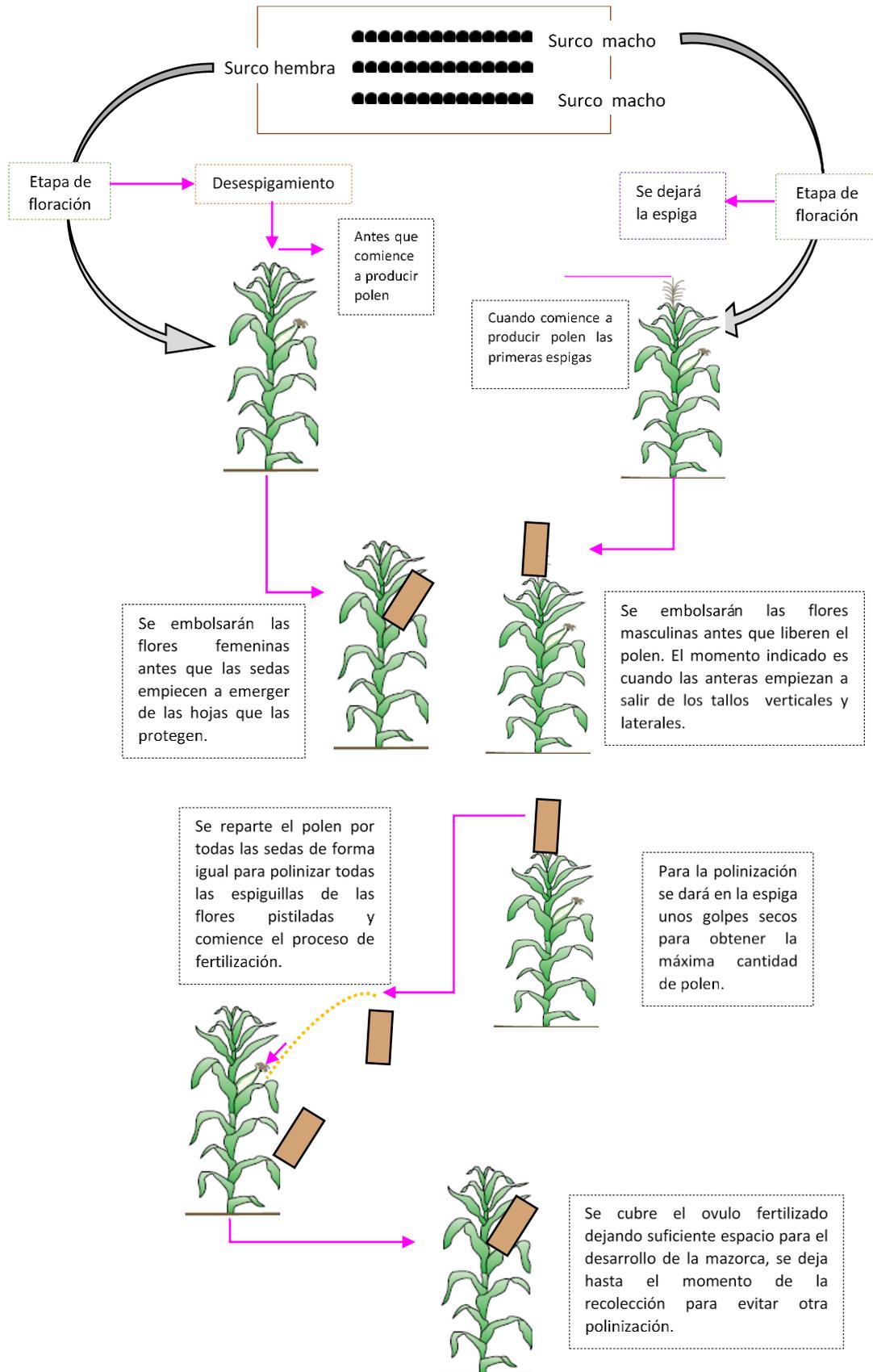


Figura 39. Manejo de polinización controlada aplicado en el maíz raza canguil.

## **j) Cosecha**

Antes de realizar la cosecha se doblaron los tallos de maíz para ayudar a secar las mazorcas y proteger de las enfermedades y el daño de plagas, esta actividad se realizó una semana antes de la cosecha, cuando se encontraban las mazorcas en la etapa R6 (madurez fisiológica). Para la cosecha se utilizaron fundas o saquillos con la respectiva identificación tanto para mazorcas polinizadas y no polinizadas de cada accesión.

## **k) Desgrane**

Seguido de la cosecha las mazorcas de cada accesión fueron secados durante 15 días hasta que tengan un porcentaje de humedad entre un 13- 14%, se aplicó cal para prevenir la presencia de gorgojos (*Sitophilus zeamais* (Motschulsky)) en las mazorcas, de la misma manera después del desgrane se puso hojas repelentes como marco (*Ambrosia peruviana*, Willd), ruda (*Ruta graveolens* L.) en cada frasco que contenían los granos para mantener una forma preventiva contra el ataque de estas plagas.

### **3.2.2.8. Análisis de Datos**

Para analizar los datos de variables cuantitativas (19) y cualitativas (12) se utilizaron las herramientas estadísticas que proporcionan el programa de InfoStat. La determinación del valor discriminante entre grupos para caracteres cuantitativos se determinó con la prueba de LSD-Fisher al 5%. La relación de los genotipos se efectuó mediante el análisis de componentes principales (ACP).

Para la elección de números de muestras de las variables cualitativas se utilizó el análisis de frecuencia y tablas de contingencia, coeficiente de correlación de Pearson (P), Pseudo F, valor-P y Chi cuadrado ( $X^2$ ) utilizando procedimientos Cluster. Y con el algoritmo de Gower se obtuvo una matriz de distancias genéticas y por medio del método de agrupamiento de Ward se generó el dendograma que permitió visualizar el agrupamiento de las muestras que poseen características similares.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la caracterización morfoagronómica de 55 accesiones de maíz raza Canguil, se presentan a continuación.

#### 4.1. Datos pasaporte

##### 4.1.1. Colección del germoplasma

La colecta de germoplasma de canguil se realizó en las ferias de semillas realizadas en Cotacachi y Otavalo. Para adquirir información sobre la producción de canguil en Imbabura se entabló una encuesta a los agricultores (Anexo 3), los datos que se registraron fueron: nombre y edad del agricultor, labores culturales y manejo agronómico (Tabla 13).

Tabla 13

*Germoplasma de maíz raza canguil en los cantones Cotacachi y Otavalo*

Código Accesión	Propietario	Edad	Nombre local	Localidad
M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7	María Juana Laine Perugachi	31	Canguil rojo, amarillo, anaranjado	Cumbas Conde
M8, M9, M10, M11	Luz María Pila	53	Canguil amarillo, anaranjado, blanco,	Mojanda
M12, M13, M14, M15, M16, M17	María Rosa Cumba	55	Canguil rojo, morado, rosado, amarillo, negro	Cumbas Conde
M18, M19, M20, M21	Rosa Elena Túquerez Almagor	53	Canguil rojo, anaranjado, morado	Arrayanes
M22, M23, M24, M25, M26, M27, M28, M29, M30, M31, M32	José César Potosí	32	Canguil rojo, negro, amarillo, anaranjado, blanco	San Blas de Cuicocha
M33, M34, M35, M36, M37, M38, M39, M40, M41, M42, M43, M44	Lucía Velásquez	65	Canguil blanco, anaranjado, morado, amarillo, rojo	Peguche
M45, M46, M47	Jesús Cañamar	70	Canguil amarillo, anaranjado, rojo	Camuendo
M48, M49, M50, M51, M52, M53, M54, M55	Martha Muenala	32	Canguil anaranjado, rojo, amarillo, morado	Guachinguero

#### **4.1.2. Caracterización morfoagronómica**

Los resultados obtenidos del análisis estadístico de los descriptores morfológicos y agronómicos evaluados de maíz raza Canguil, se detallan a continuación:

#### **4.1.3. Variabilidad morfológica de datos cuantitativos**

En esta investigación se observó que los descriptores cuantitativos presentaron valores de CV por encima del 20%, que es considerado por Franco e Hidalgo (2003) como el límite mínimo para la expresión de variabilidad.

Patel, Patel, y Shiyani (2001) mencionan que en los ensayos agrícolas para mostrar la presencia de variabilidad el coeficiente de variación (CV) debe estar en rangos entre un 6-8%, por esta razón, en la investigación los datos obtenidos producto de la caracterización presentaron valores por encima de 10 %.

El descriptor peso del raquis (PT) presentó un CV de 51.26%, siendo el carácter que influye en la variabilidad genética del maíz tipo canguil, mientras que el carácter longitud de grano (LG) presentó el CV de 5.68 % convirtiéndose en la característica con menor variabilidad.

A continuación se detallan los resultados obtenidos para cada variable evaluada

##### ***4.1.3.1. Características cuantitativas de la planta***

###### **a) Días hasta la emisión de estigmas (DHEDE) y días hasta la antesis (DHA)**

La variable (DHEDE), presentó un CV de 12.45 %, iniciando la floración a partir de los 50 días después de la siembra y otras después de los 125 días mientras que el descriptor días hasta la antesis (DHA) presentó un CV de 10.27% donde la floración masculina empezó a los 65 días y 125 días (Tabla 14).

En la presente investigación se observó que, los días hasta la antesis y días hasta la emisión de estigmas de las localidades Cumbas Conde y Guachinguero inició a partir de los 86 y 89 días (floración masculina) y 91 y 76 días (floración femenina) considerándose como floración precoz, respectivamente mientras que la localidad Camuendo tuvo una floración masculina tardía ya que empezó a partir de los 107 días. De la misma manera la floración femenina temprana se encontró dentro de las localidades Cumbas Conde y Guachinguero iniciando a partir de los 91 y 76 días, respectivamente, en cambio las accesiones con floración femenina tardía se encontraron en las localidades Camuendo y San Blas de Cuicocha ya que iniciaron a partir de 105 y 107 días, respectivamente (Anexo 4).

Por lo tanto se considera que el tiempo de floración está relacionado con las características del clima cálido del lugar (Sánchez, Espinosa y Cadena, 2017) o también la sequía puede hacer que la floración llegue a ser tardío, si esto ocurre puede disminuir el rendimiento, el agricultor no podrá hacer ajustes en las prácticas de manejo (Rivera, 2011).

Agregando a lo anterior la precocidad de la floración está determinada tanto por factores genéticos como ambientales, principalmente temperatura y fotoperiodo, el número de días de siembra a la floración depende de la respuesta de los genes de cada cultivar a las condiciones de ambiente (Eyherabide, 2012). La floración tanto masculina como femenina del maíz permite caracterizar a los cultivares en tempranos y tardíos, igualmente es importante manejar la sincronización de las líneas de progenitores si se desea sacar semillas híbridas (Lafitte, 2001).

Tabla 14

*Evaluación del descriptor días de floración masculina y femenina*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D6.	Días hasta la antesis (días)	100.10	10.28	10.27	65.00	125.00
D7.	Días hasta la emisión de espigas (días)	97.37	10.28	12.45	50.00	125.00

### **b) Tamaño de espiga (TES)**

El descriptor (TES) proporcionó un CV de 22.75%, con una media de 32.78 cm se puede observar que presenta una variación de tamaños ya que hay espigas de 8.50 cm (mínimo) hasta 52.00 cm (máximo) (Tabla 15). Investigaciones realizadas por Ángeles, Ortiz y López (2010), encontraron panojas de que dieron un CV de 9.5 %. En comparación con la investigación de Chavarry (2014), se observó que las accesiones de razas de maíces peruanos (Cubano dentado, Perla, Chunchu, Colorado, Coruca, Chancayano, Arizona, entre otros) que evaluó, el tamaño de panoja presentó un CV de 7.89%. La variabilidad en tamaño de panoja son características de las variedades que presente el cultivo (Merchioro, 1995).

En la presente investigación, la accesión M16 presentó una espiga de 8.5 cm siendo la más pequeña de todas las accesiones evaluadas, la altura de planta de este material fue de 148 cm, con tres mazorcas, el peso de 100 granos fue de 27 g mientras que la accesión M24 tuvo una espiga de mayor tamaño (52 cm), la altura de planta fue de 185.5 cm, con una mazorca y un 24 g en el peso de 100 granos; las dos accesiones presentaron mazorcas con granos de color rojo oscuro (Anexo 5).

La panoja es uno de los caracteres importante para la diferenciación de razas de maíz porque se puede determinar la diferencia de colecciones ya que panoja y mazorca son homólogos

(Chavarry, 2014). Por su parte, Macuri (2016) menciona que la panoja se correlaciona directamente con las características externas de la mazorca.

En la investigación realizada por Vidal, Clegg, Johnson, Osuna y Coutiño (2004) afirma que la panoja es uno de los caracteres morfológicos más importantes para predecir la producción de polen ya que combinará caracteres favorables de la mazorca y mejorará la producción del grano. Silva, Alfaro y Jiménez (2008) señala que para un llenado de grano en la mazorca, es importante que la emisión de polen y la aparición de estigmas deben tener un desfase en cuanto a días de floración con el fin de evitar que los estigmas de las hembras se contamine con polen de otras plantas de maíz.

Tabla 15

*Evaluación del descriptor tamaño de espiga*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D8.	Tamaño de espiga (cm)	32.78	7.46	22.75	8.50	52.00

**c) Altura de planta (AP)**

La (AP) presentó un CV de 18.84% de variabilidad con una media de 191.11 cm, se pudo encontrar alturas desde 82 cm (mínimos) hasta los 290 cm (máximos) (Tabla 16). Marín (2008) evaluó variedades comerciales de maíz en relación a su ciclo de maduración y una de las variables evaluadas fue altura de planta, todas sus variedades dieron un valor de 45cm al obtener estos resultados menciona que las plantas con una altura de menor tamaño no son ideales para la obtención de nuevas variedades para grano ya que no presentan diferencias para ese carácter.

Las variación de altura obtenidas en la presente investigación puede deberse a la mezcla de razas que hubo en los parentales, factores ambientales y edáficas del medio ambiente ya que Wellhausen, Roberts y Hernández (2010) mencionan que las plantas del maíz palomero miden hasta 1.7 m

Tabla 16

*Evaluación del descriptor altura de planta*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D9.	Altura de planta (cm)	191.11	36.00	18.84	82.00	290.00

#### d) Altura a la primera mazorca (ANMA)

La (ANMA) muestra un CV de 27.07%, una media de 109.83 cm por lo cual se encontraron plantas con altura de 43.50 cm (mínimos) hasta los 199 cm (máximos) (Tabla 17). Mera y Montaña (2015) realizaron la evaluación de arreglos espaciales y densidades poblacionales en híbridos de maíz donde la variable, altura a la inserción de la mazorca fue significativo (130 -135cm), ya que está relacionado al aumento de densidad de siembra, por esta razón afirman junto con Vásquez (1986) que la altura de la inserción de la primera mazorca está relacionada con la altura de planta y el incremento de densidad.

En la evaluación de variabilidad morfológica de maíces nativos realizado por Araya (2008), la altura de inserción de la mazorca fue uno de los caracteres con mayor CV 25.5% encontrándose plantas con altura a la inserción de la mazorcas desde 60.4 cm 103.4 cm (mínimos y máximos respectivamente), mostrando variación entre las poblaciones evaluadas ya que fueron influenciadas por las altas condiciones ambientales asociadas al cultivo. El coeficiente de variación es similar a la presente investigación.

Carrasco y Pineda (2009) menciona que la inserción de la mazorca más alta determina el aumento de rendimiento en el grano mientras más bajo sean las inserciones de mazorca en la planta, mayor será el rendimiento. También Tercero y Torrez (2004) señalan que la altura a la mazorca más alta es directamente proporcional de la altura del tallo, ya que las mazorcas que se encuentren en la altura media de la planta, tendrán mejores rendimientos.

Tabla 17

*Evaluación del descriptor altura a la primera mazorca*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D10.	Altura al nudo de la mazorca más alta (cm)	109.83	29.73	27.07	43.50	199.00

#### e) Longitud de hoja (LH)

La (LH) dio un CV de 19.59% con una media de 71.29 cm, en lo cual se observa que se ha encontrado hojas desde 20 cm hasta 107.50 cm de longitud (Tabla 18). En la evaluación de maíces comerciales realizado por Marín (2008) obtuvo materiales que tenían hojas de 80.4 cm con un CV de 20.6% también afirma que la longitud de la hoja tiene más importancia que la anchura de la misma en cuanto a la expresión del área foliar. Pavón (2005) afirma que la longitud de la hoja depende de la temperatura del suelo, a mayor temperatura del

suelo, la longitud es reducida pero con mayor anchura, también menciona que el ancho de la hoja depende de la orientación de las hojas de la nutrición mineral.

Tabla 18

*Evaluación del descriptor, longitud de hoja*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D13.	Longitud de hoja (cm)	71.29	13.96	19.59	20.00	107.50

#### **f) Ancho de hoja (AH)**

El descriptor (AH) presentó coeficiente de variación menor del 20%, con un CV de 19.71%, una media fue 7.45 cm, presentando hojas de 3 cm hasta 12 cm (mínimos y máximos, respectivamente) de ancho (Tabla 19). En la investigación realizado por Pardey, García y Moreno (2016) el ancho de hoja tuvo un CV de 4.7 % con una media de 9.0 cm. Palacios (2017) caracterizó materiales de maíces nativos donde el ancho de hoja obtuvo un CV de 11.77%.

Vásquez, Martínez y Gonzales (2016) afirman que el ancho de la hoja aporta en el rendimiento ya que a mayor biomasa habrá un incremento de los niveles de fotosíntesis, también las plantas tendrán una buena absorción de nutrientes cuando son aplicados vía foliar.

Tabla 19

*Evaluación del descriptor ancho de hoja*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D14.	Ancho de hoja (cm)	7.45	1.47	19.71	3.00	12.00

#### **g) Número total de hojas (NTH)**

El descriptor (NTH), tuvo un CV de 13.07%, una media de 11.67, se encontraron plantas con 7 hasta 19 hojas (Tabla 20). Según las observaciones de Blessing y Hernández (2009) indican que el resultado de número de hojas por plantas puede ser de 8 hasta alrededor de 21 hojas, siendo lo más frecuente de 12 a 18 hojas con un promedio de 14; este número de hojas depende del número de nudos del tallo, ya que de cada nudo emerge una hoja.

Por otro lado Obando (2019) afirma que una planta de maíz puede llegar a tener entre 15 a 30 hojas, el número de hojas depende de las variedades que presentan el maíz. Mientras que

Paliwal y Lafitte (2001) menciona que los maíces que son cultivados en zonas templadas producen mayor número y tamaño de hojas.

Al tener las plantas mayor número de hojas, estas proporcionan carbohidratos a la mazorca y llenado de grano, lo que facilita tener una mejor producción (Melgara y Tinoco, 2013).

Tabla 20

*Evaluación del descriptor, número de hojas*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D11.	Número total de hojas (u)	11.67	1.52	13.07	7.00	19.00

#### **4.1.3.2. Características cuantitativas de la mazorca**

##### **a) Número total de mazorcas (NTM)**

Respecto al descriptor número total de mazorcas (NTM) el CV fue de 41.10%, media de 2.31, con presencia de 1 hasta 6 mazorcas (Tabla 21). En la presente investigación se puede observar que las accesiones M4 y M33 presentaron seis mazorcas por planta, las características cualitativas de mazorca y grano se puede observar en el Anexo 6. Con los resultados obtenidos podemos corroborar con Paliwal y Lafitte (2001) ya que afirma que una de las características del maíz reventón es que la planta puede presentar más de dos y hasta seis mazorcas, pero estas son pequeñas o delgadas, pero con mayor número de granos, a pesar de dichas características, el rendimiento es bajo.

Por su parte Peña (2011) menciona que las variedades locales tradicionales, pueden tener genotipos muy buenos que pueden dar ganancias en número de mazorcas por planta, aumentando el rendimiento por hectárea. En la presente investigación observamos que se encontró materiales que pueden dar más de seis mazorcas, según Duvick (2005) esto puede deberse a que las plantas tengan genotipos que optimicen un cien por ciento en producción y rendimiento en mazorcas y haya existido una interacción con el manejo del cultivo.

De la misma forma Paliwal y Lafitte (2001) y Chérrez (2015) mencionan que, otro factor que afecta la variación genética de resistencia a la esterilidad puede ser el manejo de densidades del cultivo, mientras mayor sea la densidad de siembra menor será la prolificidad y a menor densidad de siembra un cultivo de maíz puede dar plantas con más de dos mazorcas debido a que hay mayor intercepción de luz y mayor absorción de nitrógeno.

Tabla 21

*Evaluación del descriptor, número total de mazorcas*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D12.	Número total de mazorcas (u)	2.31	0.95	41.10	1.00	6.00

**b) Peso de mazorca (PM)**

El descriptor peso de mazorca (PM), tiene un alto CV (37.22%), presentando una media de 61.74 g, con un valor mínimo de 19g y un máximo de 136g (Tabla 22).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos en la investigación realizada por Pardey, García y Moreno (2016) donde se caracterizaron las variedades Carioca, Guirua y Clavo, obteniéndose un CV de 39.2% con pesos que van desde 20.1g hasta 73.0g. Por otro lado, en la investigación agromorfológica de maíz realizada por Guacho (2014), se recolectaron 10 muestras de maíz local de San José de Chazo, y en los análisis estadísticos realizados, el peso de la mazorca presentó un CV de 12.1% encontrándose valores desde 182.8g hasta 229.3g; además menciona que el peso está directamente relacionado con la longitud y diámetro de la mazorca, mientras esta sea más grande, el peso será mayor.

En la presente investigación se puede observar que la accesión M9 presenta una mazorca con peso de 19 g y como tal, la longitud es de 9.11 cm y su diámetro de 2.3 cm mientras que la accesión M22 con una mazorca de 136g tienen una longitud de 14.65 cm y diámetro de 3.58 cm (Anexo 7) y su rendimiento es mayor ya que el peso de 100 granos es de 35 g. Estos resultados coinciden con las observaciones de Guacho (2014) en cuanto la relación de tamaño de mazorca y su peso.

Con los resultados de investigaciones anteriores podemos corroborar que en el presente estudio existe una mezcla racial ya que, a pesar de ser maíces raza canguil obtuvieron un CV similar al peso de mazorca de las demás razas de maíces. La variabilidad en los diferentes caracteres que presentan los cultivos de maíz, se puede dar a la mezcla racial, por su forma de reproducción, manejo agronómico o porque son características propias del material (Cárcamo et al., 2001).

Tabla 22

*Evaluación del descriptor peso de mazorca*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D23.	Peso de mazorca (g)	61.74	22.98	37.22	19.00	136.00

### c) Longitud de mazorca (LM)

El descriptor (LM) tuvo un CV 19.38%, presentó una media de 11.16 cm y una longitud de 14.5 cm hasta 17.34cm (Tabla 23). En la evaluación agronómica de líneas de maíz amarillo realizado por Silva et al., (2008) obtuvo un CV de 5.6% en longitud de mazorca, al comparar este resultado con la presente investigación se puede mencionar que los maíces tipo canguil tienen mazorcas más largas que las líneas de los maíces amarillos.

Sin embargo Wellhausen et al., (2010) menciona que la longitud de mazorca del maíz palomero es de corta a muy corta, estos maíces pueden medir de 10-13mm. Rivera (2011) caracterizó mazorcas y plantas de familias avanzadas de maíz amiláceo y encontró mazorcas con longitudes de mazorca de 17.6 cm con un CV de 11.65%, según dicho autor menciona que la homogeneidad se debe a la influencia ambiental edáfica ya el terreno presentó heterogeneidad y efecto en la distribución del riego.

Tabla 23

*Evaluación del descriptor longitud de mazorca*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D24.	Longitud de mazorca (cm)	11.16	2.16	19.38	14.5	17.34

### d) Diámetro de mazorca (DM)

El diámetro de mazorca (DM) dio un CV de 21.44% con una media de 3.26cm en la cual se encontró mazorcas de 1.95 cm hasta 9.60 cm de diámetro (Tabla 24). Blessing y Hernández (2009) mencionan que el diámetro de mazorca se relaciona directamente con la longitud de la misma y está determinado por factores genéticos e influenciados por factores edáficos, nutricionales y ambientales, además es una variable importante para poder medir el rendimiento.

En la presente investigación se observa que la accesión M26 tiene un diámetro de 1.95 cm por ende tienen una longitud pequeña 8.18 cm en comparación de la accesión M5 que tiene un diámetro de 9.6 cm y una longitud de 13.4 cm (Anexo 8).

Tabla 24

*Evaluación del descriptor diámetro de mazorca*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D25.	Diámetro de la mazorca (cm)	3.26	0.70	21.44	1.95	9.60

#### e) Número de hileras (NH)

El descriptor (NH) por mazorca tuvo un CV de 17.64%, una media de 12.52, se encontró mazorcas de 5 hasta 21 hileras (Tabla 25). Wellhausen et al., (2010) indica que el maíz palomero tiene número de hileras elevadas, de 20 o más; frecuentemente con las unidades del par de espiguillas separadas de tal forma que queda un espacio ancho entre los pares de hileras. Vásquez, et al., (2016) da a conocer que la diferencia entre números de hileras de mazorca puede ser por patrones genéticos y a respuestas fisiológicas contrarias o a una combinación genético fisiológico.

En la presente investigación se puede observar que la accesión M17 tuvo menor número de hileras y menor número de granos por hilera, pero a pesar de eso es el que tuvo mayor peso en 100 granos (39 g) a comparación de la accesión M18 obtuvo 21 hileras y el peso de cien granos fue de 20 g. La diferencia de peso que se da es debido a que la accesión M17 tiene granos de apariencia semiharinosa (Anexo 8).

Tabla 25

*Evaluación del descriptor número de hileras*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D26.	Número de hojas (u)	12.52	2.21	17.64	5.00	21.00

#### f) Número de granos por hilera (NGH)

La variable número de granos por hilera (NGH), tuvo un CV de 18.37% con una media de 23.15, mínimo de 11 y máximo 36 (Tabla 26). En la investigación realizada por Vásquez et al., (2016) indica que la cantidad menor de grano que genera una hilera en la mazorca puede ser debido a que no hay una uniformidad con la aparición del polen y la receptividad de los estigmas, también que el rendimiento del grano en una hilera depende de factores ambientales.

Laffite (2001) afirma que un factor para el llenado de grano es la floración ya que se determina la acumulación de materia en el grano y con ello aumentará o disminuirá el rendimiento. Así mismo Melgar y Tinoco (2013) mencionan que el número de granos por hilera está determinado por la variedad y por factores ambientales y manejo del cultivo.

En la presente investigación se puede observar que las accesiones M9, M12, M29 presentaron 11 granos por hilera, en cambio la accesión M18 es un material que presentó 36 granos por hilera siendo el que más número de granos obtuvo entre todos los materiales de canguil evaluados, sin embargo las accesiones M12 y M29 a pesar de tener la conformación de menor granos por hilera son los que tienen mayor rendimiento en peso en 100 granos (34, y 22 g respectivamente ) ya que estos materiales son de tipo harinosos y semicristalinos, respectivamente. (Anexo 9).

Tabla 26

*Evaluación del descriptor número de grano por hilera*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D27.	Numero de granos por hilera (u)	23.15	4.25	18.37	11.00	36.00

f) **Peso del raquis (PTU)**

El peso del raquis (PTU) presentó un CV 51.26%, una media de 6.89 cm, de 1g hasta 19 g, en peso de raquis, lo que implica que existe una amplia variabilidad de tamaño en el grupo de materiales evaluados (Tabla 27).

En el estudio de caracterización de maíz realizado por Guacho (2014) los coeficientes de variación de las variables cuantitativas dieron un valor desde 0.7% hasta 13.3 % mostrando así, que en estos resultados había homogeneidad, ya que el porcentaje mínimo para mostrar expresión de variabilidad es por encima del 20%, como se mencionó anteriormente, entre los valores más altos, fue expresado por la variable peso del raquis con un CV de 13.3% esta poca diferencia que encontró, menciona que puede ser debido a la densidad de siembra y al medio ambiente de la localidad.

En la presente investigación se observó que las accesiones M34, M42 y M45 presentan peso de raquis de 1g mientras que las accesiones M22 y M23 pesan 19 g. Según estos resultados podemos observar que el peso del raquis no incide en el rendimiento ya que el peso de 100 granos no sobrepasa los 26 g, sin embargo la accesión M34 tiene un mayor peso porque son granos harinosos (Anexo 10).

Tabla 27

*Evaluación del descriptor peso del raquis*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D29.	Peso del raquis	6.89	3.53	<b>51.26</b>	1.00	19.00

#### 4.1.3.3 Características cuantitativas del grano

##### a) Grosor de grano (GG)

El grosor de grano (GG) tuvo un CV de 11.08%, una media de 0.473 cm, en la evaluación se obtuvo granos de 0.310 cm hasta 0.330 cm de grosor (Tabla 28). Yépez (2016) caracterizó morfológicamente y evaluó fenológicamente 65 entradas de razas de maíz del Cusco (Paragay, Amarillo, Rojo, Sacsa, Morado culli, Huayrasara, Morocho, entre otros) y entre las variables que evaluaron, el grosor de grano dio un CV de 14.00% donde se observó granos con menor grosor desde los 0.50 cm hasta granos con mayor grosor de 0.88 cm.

Tabla 28

*Evaluación del descriptor grosor de grano*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D34.	Grosor de grano (cm)	4.73	0.52	11.08	3.10	6.30

##### b) Longitud de grano (LG)

El descriptor (LG) tuvo un CV de 5.68% con media de 1.09 cm, con un mínimo de 0.91 cm y un máximo de 1.26 cm (Tabla 29). En la caracterización y evaluación de razas maíces del Cusco, realizado por Yépez (2016) la longitud de grano presentó un CV de 16.33%, la longitud de grano fue desde 1.47 cm hasta 1.86 cm. López (2015) en su investigación afirma que la longitud, grosor y ancho del grano (dimensiones) no son afectados con diferentes densidades de siembra.

Tabla 29

*Evaluación del descriptor longitud de grano*

Cód.	Variable	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D34.	Longitud del grano (cm)	1.09	0.06	11.08	0.91	1.26

##### c) Ancho de grano (AG)

El descriptor presentó un CV de 11.61% con media de 0.66 cm, se encontraron granos de 0.52 cm hasta granos con 0.93 cm (Tabla 30).

Tabla 30

*Evaluación del descriptor ancho del grano*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D36.	Ancho del grano (cm)	0.66	0.08	11.61	0.52	0.93

**d) Peso de 100 granos (P100Gr)**

El descriptor (P100Gr) presentó un CV de 27.12%, con pesos que van desde 11g hasta 41 g, (mínimo y máximo respectivamente), con una media de 27.12g (Tabla 31). Oreamuno y Monge (2018) caracterizaron los granos de maíces nativos de Guanacaste- Costa Rica y en el análisis de peso de 100 semillas se obtuvo pesos desde 16.80 g, hasta 30.60g mostrando que existe variabilidad en cuanto a peso de semilla, igual que las características de maíz raza canguil. Melchior (1995) evaluó una forma de maíz reventón en lo cual la variable peso de 100 semillas obtuvo un CV de 12.6% presentando pesos mínimos desde 3.8g hasta un máximo de 6.5g la razón por la que no encontró alta variación en este carácter, se debe a los procesos de endocria (cruzamiento de individuos emparentados) que estaban sometidos los materiales.

Desde el punto de vista de Pérez et al. (2006) el peso de semillas es una variable importante para poder clasificar el tamaño de la misma, ya que las semillas de mayor tamaño tienen un embrión de mayor volumen y más sustancias de reservas. En la presente investigación se observó que las accesiones M4, M12, M17 y M22 presentan mayor peso entre todos los materiales de canguil evaluados ya que son granos semicristalinos y harinosos a diferencia de la accesión M22, a pesar de ser un maíz cristalino tienen un peso de 35 g, este resultado está relacionado con el número de granos por hilera y grosor de los granos es de 0.53 cm similar a la accesión M12 que son granos harinosos (Anexo 10).

Martínez, Ortiz, Ríos y Acosta (2011) afirman que la variación continua de los caracteres cuantitativos en maíz se debe a las combinaciones de razas debido a la condición alógama, provocando diversidad de la misma. Por otro lado Maigual (2014) indica que la diferencia de peso del grano ésta relacionando con el rendimiento, también menciona que la variación de tamaños del grano se debe a la influencia del ambiente.

Tabla 31

*Evaluación del descriptor peso de 100 granos*

Cód.	Descriptor	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
D.39	Peso de 100 granos (g)	21.45	5.82	27.12	11.00	41.00

#### 4.1.4. Variabilidad morfológica de datos cualitativos

##### 4.1.4.1. Características cualitativas de la planta

###### a) Color de tallo

En lo referente a esta variable, sobresale la presencia de tallos color verde oliva grisáceo y el verde oliva oscuro (38%), seguido por el color oliva y verde oliva (17%) seguido del color rojo oscuro, luego están los colores verde amarillo moderado (15%), marrón rojizo oscuro (7%), verde amarillo fuerte y rojo purpura oscuro con una frecuencia relativa de 3% y 2%, respectivamente (Tabla 32).

Espinosa de los Monteros y Oñate (2007) trabajaron en la evaluación y caracterización de 117 líneas de maíz negro y 42 líneas de maíz dulce provenientes del CIMMYT, encontraron dos colores de tallos rojo y morado provenientes del maíz negro, del mismo modo, pocos materiales de color verde y morado de maíz dulce estos colores son característicos de maíces con granos oscuros por lo cual el color de tallo está relacionado con el color de grano de la mazorca.

Tabla 32

*Frecuencia absoluta y relativa para la característica color de tallo en 55 accesiones de canguil*

Cód.	Variable	Clase	Categorías	FA	FR (%)
D2.	Color de tallo	1	Oliva, verde oliva	47	17
		2	Verde oliva grisáceo, verde oliva oscuro	105	<b>38</b>
		3	Verde oliva amarillo, verde oliva amarillo fuerte	40	15
		4	Rojo, rojo claro	7	3
		5	Rojo amarillento	6	2
		6	Rojo oscuro	47	17
		7	Rojo purpura oscuro	5	2
		8	Marrón rojizo oscuro	18	7

###### b) Tipo de espiga

En el análisis realizado para el descriptor tipo de espiga, dio como resultado que la mayoría de las muestras tienen espiga primaria-secundaria (94%) mientras que la espiga tipo primaria tiene un 6% de todas las muestras evaluadas (Figura 40).

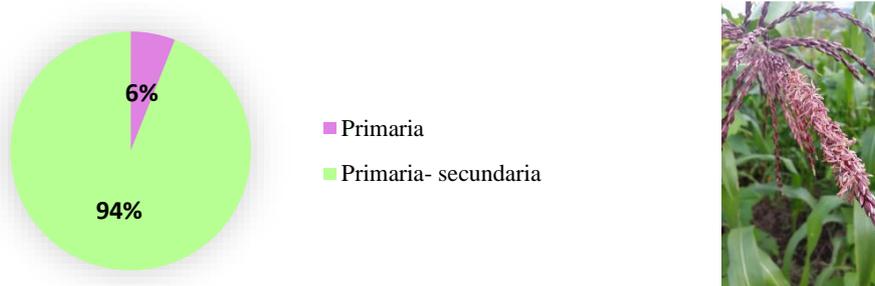


Figura 40. Frecuencia relativa para el tipo de espiga.

### c) Color de hoja

Para el descriptor color de hoja se identificaron 4 tonos de colores, siendo el color más predominante el verde oliva moderado (79%), seguido por el color verde amarillo moderado y verde amarillo fuerte (17%). Los colores verde oliva y el color verde oliva grisáceo presentaron una frecuencia relativa de 3% y 2% respectivamente (Figura 41).

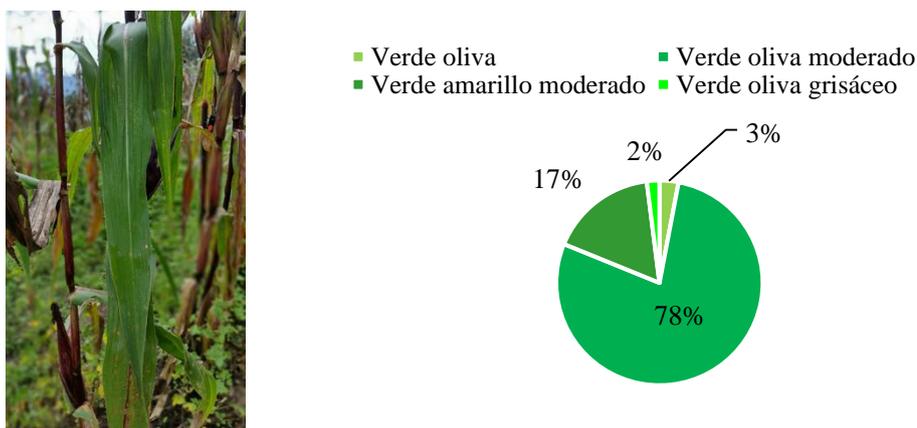


Figura 41. Frecuencia relativa para color de hoja.

Estos resultados coinciden con las observaciones de Yépez (2016) que evaluó sesenta y cinco entradas de maíz del banco de germoplasma del Centro de Investigación de Cultivos Andino (CICA) y encontró que los colores más sobresalientes en hoja fueron verde pálido y verde normal y son colores característicos del cultivo de maíz.

#### 4.1.4.2. Características cualitativas de la mazorca

### d) Cobertura de mazorca

Para el descriptor cobertura de mazorca se han asignado tres categorías (pobre, intermedia y buena) donde, según los resultados analizados en las 55 accesiones hay mazorcas con cobertura buena (94%) cobertura de mazorca pobre (4%) y el 2% de muestras que presentan cobertura de mazorca intermedia (Figura 42).

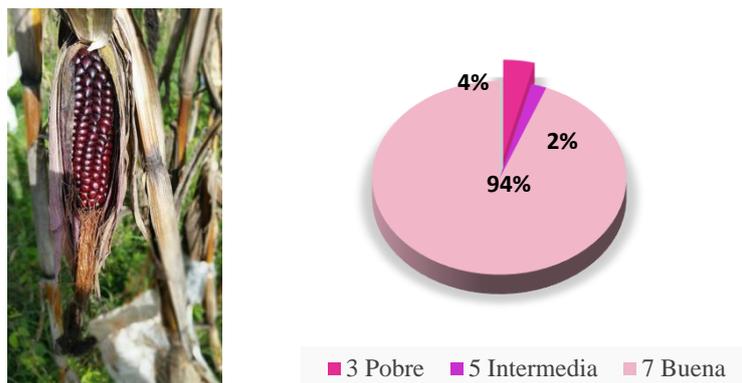


Figura 42. Representación de la frecuencia relativa en cobertura de mazorca.

### e) Daño a la mazorca

Para el descriptor daño a la mazorca, el 79% de las accesiones no presentan daños a la mazorca, mientras que un 14% el daño a la mazorca es poco y solo el 7% presentaron mazorcas con daños graves (Figura 43). Esto se debe a que las plantas del maíz reventón son poco susceptibles a plagas y enfermedades (Ziegler y Hallauer, 2001).

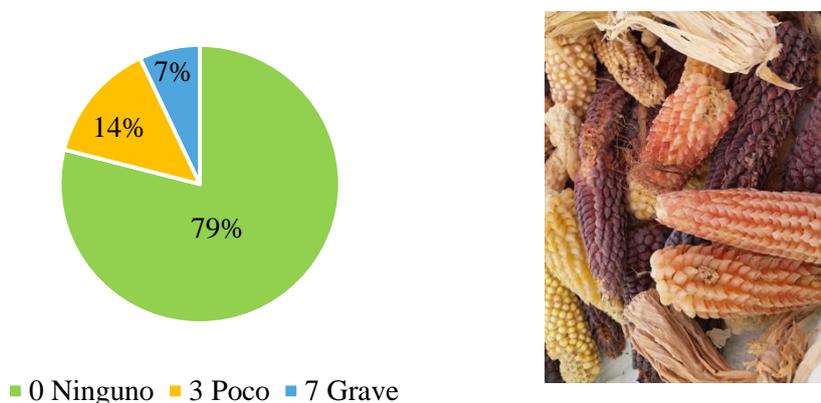


Figura 43. Frecuencia relativa en descriptor daño de la mazorca.

### f) Forma predominante de la mazorca

En el descriptor, forma predominante de la mazorca los resultados que se obtuvo fue la categoría 3 que son mazorcas con forma cónica, representa un porcentaje de 46% de las muestras evaluadas, seguida con la categoría 2 que son mazorcas de forma cilíndrica-cónica que están presentes en un 37%. Las mazorcas con forma cilíndrica con un 16% mientras que un 1%, presentan mazorcas con forma esférica (Figura 44). De igual modo la variedad de maíz palomero V460P tienen característica de forma de mazorca cónica cilíndrica (Valdez-Gutiérrez, Gómez-Montiel, Preciado-Ortiz, Reyes-Méndez y Peña-Herrera, 2014).

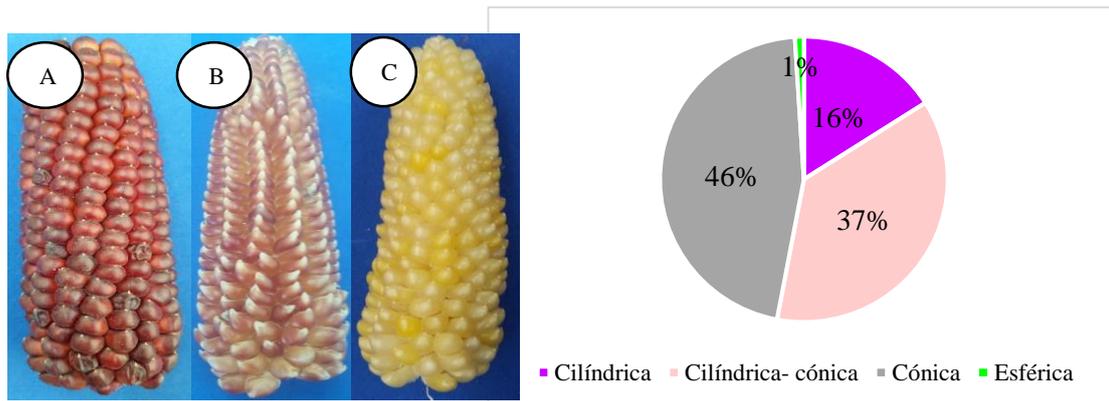


Figura 44. Representación de la frecuencia relativa en la variable forma de la mazorca: (A) cilíndrica, (B) cilíndrica- cónica, (C) cónica.

### g) Disposición de hilera de grano

Con respecto al descriptor hilera de granos, los resultados obtenidos mostraron que el 49% de las accesiones presentaron mazorcas con hileras irregulares, el 33% tienen mazorcas con hileras regulares, el 17% presentaron mazorcas con forma esférica mientras que el 1% son mazorcas con hileras de forma recta (Figura 45).

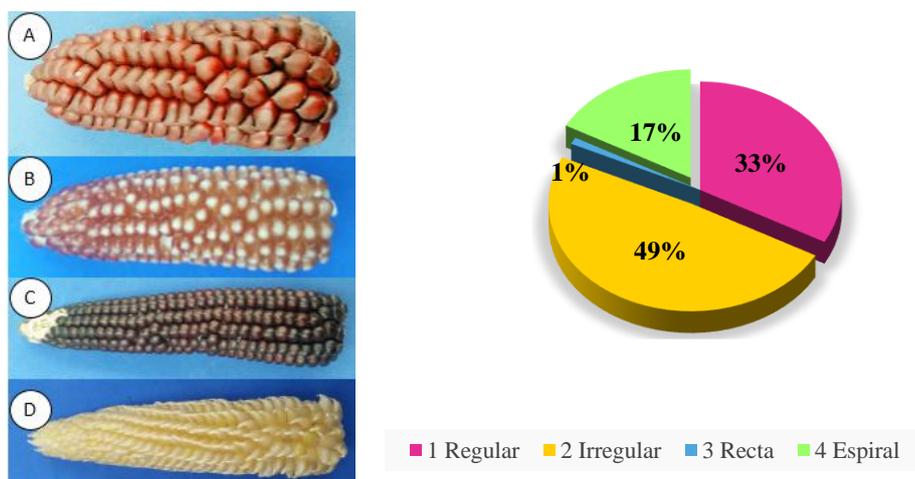


Figura 45. Disposición de hileras de granos representados en frecuencia relativa: A) regular, B) irregular, C) recta, D) espiral.

### h) Color del raquis

En cuanto al color del raquis, se observa que la mayor parte predomina el color blanco (71%) está entre los colores color rojo púrpura oscuro (8%) rojo grisáceo (4%), color rosa púrpura pálido (4%), rojo débil (3%), rosa oscuro (3%), color rojo (2%), color naranja rosa moderado (2%), rojo amarillento y rojo púrpura moderado (1%) al igual que el color púrpura grisáceo oscuro, marrón rojizo oscuro comparten datos similares en cuanto a FR (1%), finalmente, el color café fuerte, está presente con el 1% (Tabla 33).

Tabla 33

*Frecuencia absoluta y relativa para la característica color del raquis en 55 accesiones de Canguil*

Cód.	Variable	Clase	Categorías	FA	FR (%)
D22.	Color del raquis	1	Rojo	4	2
		2	Púrpura grisáceo oscuro	2	1
		3	Café fuerte	1	3.8E-03
		4	Marrón rojizo oscuro	2	1
		5	Blanco	188	<b>71</b>
		6	Rojo débil, rojo pálido	8	3
		7	Rojo amarillento	3	1
		8	Rojo grisáceo, rojo oscuro	11	4
		9	Rojo púrpura moderado	3	1
		10	Rojo púrpura grisáceo, rojo púrpura oscuro	20	8
		11	Rosa moderado	4	2
		12	Rosa oscuro	8	3
		13	Rosa púrpura pálido	11	4

#### **4.1.4.3. Características cualitativas del grano**

##### **a) Tipo de grano**

En el análisis realizado con el tipo de grano presentaron 4 categorías donde el 78% son granos tipo cristalino, 11% tienen granos tipo semicristalino, 8% granos tipo semiharinosos y el 3% tienen granos tipo harinoso (Figura 46). Pérez, Carballo, Santacruz, Hernández y Molina (2001) menciona que el tipo de grano se puede diferenciar por medio de la textura del endospermo, peso del grano, contenido de azúcar y del almidón del endospermo, así como el espesor y estructura del pericarpio.

Al igual que Figueroa et al. (2013) mencionan que la dureza, es como una característica de la textura de los granos de maíz considerado como el resultado de la contribución de varias características que incluyen a los compuestos químicos individuales, así como a sus interacciones y a los arreglos moleculares dentro del gránulo de almidón y el grano de maíz.

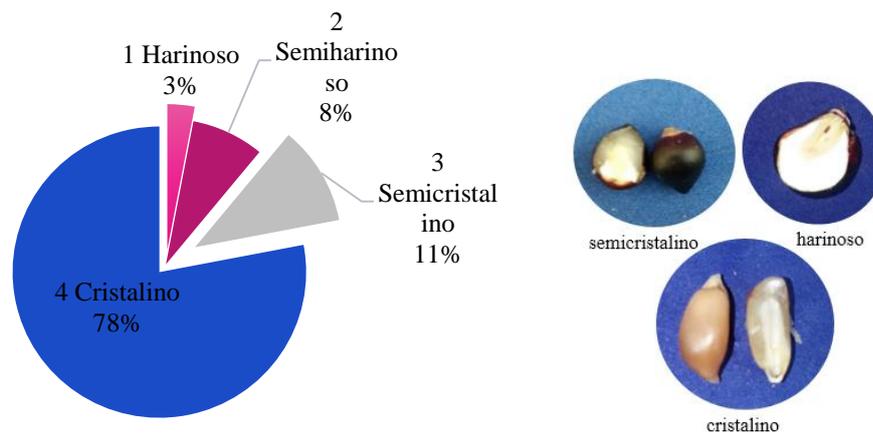


Figura 46. Frecuencia relativa para el tipo de grano.

### b) Apariencia física del grano

En el análisis del descriptor, apariencia física del grano, mostraron resultados, el 83% de las 55 accesiones tienen granos con apariencia de reventador, el 14% granos con apariencia común- blanco, 3% granos con apariencia física de común amarillo (Figura 47). Una diferencia importante es que los granos de las palomitas de maíz son más pequeños y duros que el maíz amarillo y contiene una proporción mucho mayor de endospermo duro a endospermo blando (Ziegler y Hallauer, 2001).



Figura 47. Apariencia física del grano representado en frecuencia relativa.

### c) Color de grano

En el análisis de los datos, se observó que de las accesiones evaluadas el 27% tienen granos de color rojo oscuro 16%, color amarillo 14%, color marrón claro, amarillo rojizo y naranja

rojizo moderado un 9%. También se observó que los granos de color rojo, granos blanco 6%, los granos color naranja marrón y granos rojo púrpura grisáceo un 4% al igual que los granos color rojo débil y el color de grano rojo amarillento presentan similitud en FR (2%), finalmente los granos de color blanco rosado 1% y menos del 1% presentan el color gris rojizo en todas las muestras evaluadas (Tabla 34).

Así mismo en la caracterización de maíces nativos de la Sierra Nororiental de Puebla, México, Contreras, Gil, López, Reyes y Guerrero (2016) en sus colectas predominaron granos de color blanco (62%) amarillo (22%), con un 16% de azules o rojos. Según Rodríguez, Soengas, Landa, Ordás y Revilla (2013) la variabilidad de colores de granos se debe al contenido de antioxidantes, el maíz negro contiene un alto contenido de antioxidantes seguido del morado y rosado mientras que las diferencias entre el amarillo y blanco son mínimas. Espinosa et al. (2009) afirman que la acumulación de antocianinas en el pericarpio y aleurona dan el pigmento al grano de maíz, también mencionan que los granos oscuros tienen mayor concentración de antocianinas de tal forma tienen mayor concentración en número y peso de los granos.

Tabla 34

*Frecuencia absoluta y relativa para la característica color de grano en 55 accesiones de canguil*

Cód.	Variable	Clase	Categorías	FA	FR%
D32.	Color de grano	1	Rojo débil, rojo débil	4	2
		2	Rojo amarillento	4	2
		3	Rojo oscuro	72	<b>27</b>
		4	Rojo púrpura oscuro, rojo púrpura grisáceo claro	6	2
		5	Marrón claro	36	14
		6	Gris rojizo	1	3.8E-03
		7	Blanco rosado	2	1
		8	Blanco	15	6
		9	Amarillo	42	16
		10	Amarillo pálido	10	4
		11	Amarillo rojizo	23	9
		12	Naranja moderado	5	2
		13	Naranja marrón	6	2
		13	Naranja rojizo moderado	23	9
		15	Rojo, rojo claro	16	6

#### **d) Forma de superficie de grano**

En los análisis estadísticos realizados 53% de las accesiones evaluadas presentaron granos con superficie puntiaguda 38% característico del canguil, granos con superficie muy puntiaguda y finalmente con el 9% presentaron granos con superficie redonda (Figura 48).

La variación que presenta el grano de maíz especialmente en las variedades criollas revelan una gran cantidad de genes en movimiento debido a la adquisición o el intercambio de semillas entre los agricultores de la misma comunidad, por conducto de las variedades compradas en los mercados locales y regionales, fenómenos naturales como la dispersión del polen por los insectos y el viento (Wellhausen et al., 2010).



Figura 48. Frecuencia relativa de la forma superficial del grano.

#### 4.2. Análisis de componentes principales (ACP)

En este estudio, los resultados de los componentes principales son interpretados tomando como base sus valores y vectores propios, además de la varianza total explicada por cada uno de los componentes. Los resultados mostrados en el ACP de los promedios de las 19 variables medidas, indicaron que el primer componente representa el 21 %, el segundo 37% y el tercero 51% de variación total; los primeros cuatro componentes representan el 63% de variación fenotípica observada en las poblaciones de los datos, que permite observar la distribución de las variables de mayor peso en los cuatro ejes de los componentes principales y así poder realizar un análisis exploratorio, así los primeros 4 componentes explicaron el 63% de la variación total

Tabla 35

Valores y porcentaje de la variación de cada componente principal de la matriz de las 55 accesiones de tipo canguil con 19 variables morfológicas

Componente	Valor propio	Varianza (%)	Varianza acumulada (%)
1	3.94	21	21
2	3.16	17	37
3	2.55	13	51
4	2.36	12	<b>63</b>

La Tabla 36 se presentan los valores de los tres primeros componentes principales para caracteres morfológicos, de acuerdo a los vectores propios en el primer componente las variables originales con mayor aporte fueron: peso de mazorca (0.36), longitud de mazorca (0.34), peso de 100 granos (0.41). En el segundo componente, las variables originales de mayor importancia fueron: altura de planta (0.45), altura al nudo de la mazorca más alta (0.45), número total de hojas (0.36), ancho de hoja (0.419).

El tercer componente estuvo fuertemente influido por las variables: días hasta la antesis (0.39), días hasta la emisión de estigmas (0.42), tamaño de espiga (0.50), longitud de hoja (0.44) y finalmente el cuarto componente presentó variables con valores positivos que fueron: número de hileras (0.45), numero de granos por hileras (0.47) y variables con valores negativos como grosor (-0.41) y ancho de grano (-0.34).

En la caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Ángeles et al., (2010) realizaron los análisis de componentes principales de 19 variables y como resultado, 12 variables cuantitativas y cualitativas fueron las más representativas mostrando una variación fenotípica entre los cuatro primeros componentes un 57.8% mientras que en la presente investigación la variación fenotípica entre los tres componentes primeros fue de 63%.

Tabla36

*Valores de cuatro componentes principales para los 19 caracteres morfológicos de 55 genotipos de maíz raza canguil*

Variable	Componente			
	1	2	3	4
1. días hasta la antesis	-0.17	-0.12	<b>0.39</b>	0.10
2. días hasta la emisión de estigmas	-0.15	-0.07	<b>0.42</b>	0.16
3. tamaño de espiga	-0.07	0.11	<b>0.50</b>	-0.16
4. altura de planta	0.06	<b>0.45</b>	0.12	-0.09
5. altura a la primera mazorca	0.23	<b>0.45</b>	0.02	0.04
6. número total de hojas	0.24	<b>0.36</b>	-0.20	0.11
7. número total de mazorcas	0.22	0.23	-0.07	0.18
8. longitud de hoja	-0.02	0.13	<b>0.44</b>	-0.10
9. ancho de hoja	0.07	<b>0.41</b>	0.23	-0.02
10. peso de mazorca	<b>0.36</b>	-0.25	0.19	0.23
11. longitud de mazorca	<b>0.34</b>	-0.08	0.22	0.22
12. diámetro de mazorca	0.25	-0.02	-0.06	0.18
13. número de hileras	-0.07	0.02	2.6E-03	<b>0.45</b>
14. número de granos por hilera	0.10	-0.07	0.10	<b>0.47</b>
15. diámetro de tusa	0.25	0.06	1.9E-03	0.08
16. grosor del grano	0.28	-0.09	0.08	<b>-0.41</b>
17. longitud del grano	0.25	-0.25	0.03	0.02
18. ancho de grano	0.29	-0.13	0.02	<b>-0.34</b>
19. peso de 100 granos	<b>0.41</b>	-0.19	0.09	-0.17

### 4.3. Análisis de agrupamiento de las entradas

Para definir relaciones de similitud entre los maíces tipo canguil, se generó un dendrograma con base en las 55 accesiones seleccionadas. A través del análisis de conglomerados se identificó cuatro grupos a una distancia máxima de 1.33. Los grupos I, II, III y IV están integrados por 13, 15, 21 y 6 accesiones respectivamente, los cuales se describen a continuación (Figura 49).

a) **El Grupo I** está representado por 13 accesiones (M46, M24, M48, M22, M23, M12, M33, M16, M34, M3, M13, M2 y M1) las variables más representativas fueron peso de mazorca (PM) que pesan desde 51.8g hasta 117.2g y longitud de mazorca (LM) desde 9.3 cm hasta de 13.3 cm de longitud.

Las poblaciones que se encuentran en este grupo son materiales que tienen hojas de verde oliva moderado, sus mazorcas tienen formas predominantes como cilíndrica, cónica, cilíndrica-cónica, estas mazorcas presentan hileras regulares, son granos cristalinos a excepción de las accesiones M23 y M12 que son granos harinosos que dan la apariencia de ser granos de maíces común- amarillo, mientras que las demás accesiones la apariencia física que presentan son de grano reventador, la mayoría de los granos son de color rojo también estos granos tienen como forma superficial puntiagudos en comparación con los tres grupos restante.

b) **El Grupo II** lo se integran 15 accesiones, las cuales son: M49, M45, M35, M30, M28, M21, M31, M51, M27, M41, M36, M26, M20, M19 y M18. Las variables más representativas que dan mayor peso de variabilidad son altura de planta (AP) agrupando así plantas con menor altura ( 137.7 cm hasta de 198.4 cm), solo dos accesiones presentan de 204.7cm y 220cm (M28 y M41 respectivamente), la altura al nudo de la mazorca más alta (ANMA) es otro carácter que aporta a la diferenciación entre grupos como también la altura a la inserción de mazorca, así también existen accesiones que presentan la primera mazorca a partir 71.8cm de altura, al presentar estas características , es posible encontrar plantas que generan de 2 a 3 mazorcas; respecto al número total de hojas (NTH) son plantas que tienen de 10 a 11 hojas y con ancho de hoja (AH) entre 5.7cm y 8.7cm.

Estas 15 accesiones tienen hojas de color verde oliva moderado, la mayoría de sus mazorcas presentan la forma cilíndrica- cónica con hileras irregulares, el tipo de grano que tienen estas mazorcas son de tipo cristalino con apariencia de reventador, existe una variación en color de grano, las formas de estos granos son muy puntiagudos.

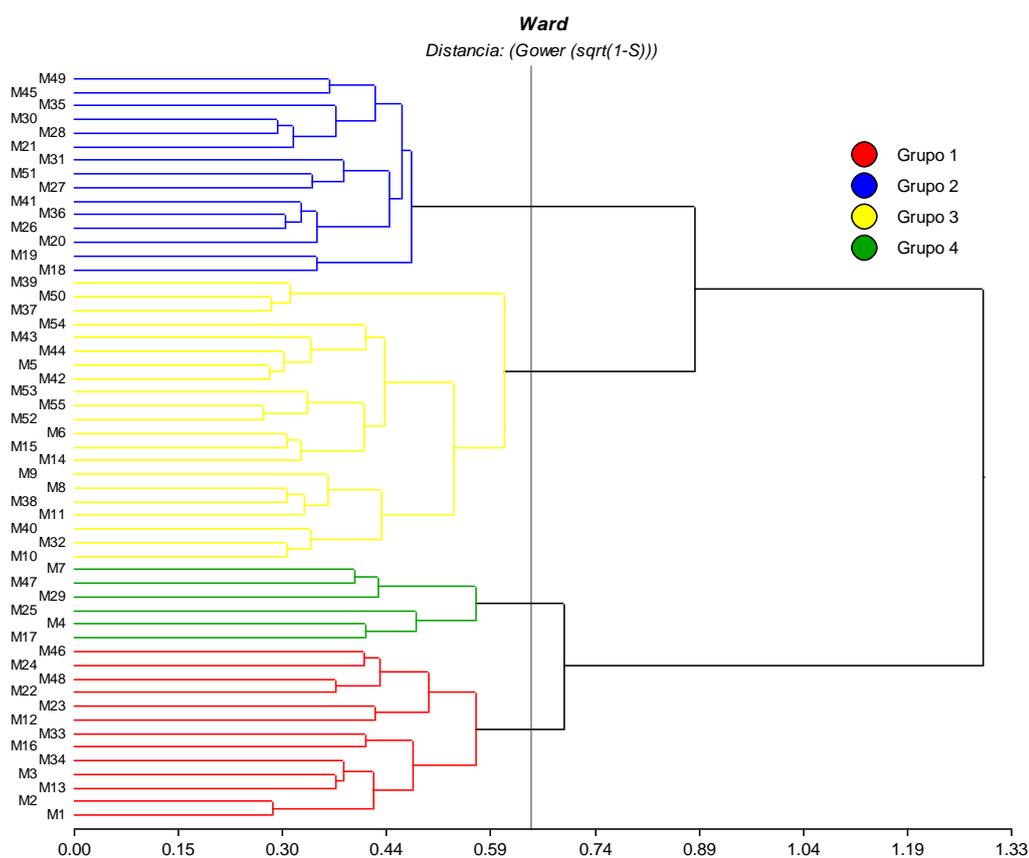


Figura 49. Dendrograma obtenido por análisis de conglomerados para las variables cuantitativas y cualitativas en 55 accesiones de maíz tipo canguil.

c) **El Grupo III**, está conformado por las accesiones M39, M50, M37, M54, M43, M44, M5, M42, M53, M55, M52, M6, M15, M14, M9, M8, M38, M11, M40, M32 y M10. Las variables que más sobresalen para conformar este grupo son: días hasta la antesis (DHA) que en comparación con los demás grupos el inicio de la floración masculina es precoz 86.6 días, en días hasta la emisión de estigmas (DHEDE) inicia a partir de 64 días después de la siembra, tamaño de espiga (TES) se encuentran espigas desde 15.7cm hasta 42.2cm y en longitud de hoja (LH) se encuentra desde los 48.5 cm hasta 92.5cm, siendo accesiones que tienen plantas con mayor longitud de hojas.

El color de hojas del grupo de estas accesiones es verde oliva moderado, con mayoría de mazorcas de forma cónica y pocas de forma cónica cilíndrica, las hileras de estas mazorcas tienen hileras irregulares con granos cristalinos con apariencia de grano tipo reventador, se encuentran granos con tonos de colores amarillos, anaranjados y granos blancos, las formas superficiales de estos granos son muy puntiagudos.

d) **En el grupo IV** se encuentran las accesiones M7, M47, M29, M25, M4 y M17 donde las variables que más predominaron fueron número de hojas (NH) que presentan de 10- 13 hojas, siendo el grupo que más número de hojas tienen por planta, número de granos

por hilera (NGH) con mayor variación en número de hileras ya que hay mazorcas con hileras desde 17.8 hasta 23.4, grosor del grano (GG), presentan granos desde 0.49 cm hasta granos con grosor de 0.56 cm y en cuanto a ancho de grano (AG) existe granos con anchura desde 0.70 cm hasta los 0.90 cm.

Al igual que los demás grupos tienen hojas de color verde oliva moderado, se observa que en cuanto a forma de la mazorca encontramos mazorcas cónicas, cilíndrica- cónica y cilíndrica con hileras irregulares, sus granos son semicristalinos, la mayoría de granos son de tipo harinoso con tonos de color amarillo y rojo, las formas superficiales de estos granos van desde granos muy puntiagudos y granos redondos.

#### **4.4. Valor discriminante para los caracteres cualitativos y cuantitativos**

Los parámetros estadísticos para la selección de descriptores discriminantes tanto cualitativos como cuantitativos se detallan a continuación:

##### **4.4.1. Caracteres cuantitativos**

Al realizar la prueba de Fisher al 5% se determinó que de 15 variables cuantitativas empleadas en la presente investigación 14 resultaron ser significativas y por tal manera contribuyen a la diferenciación entre grupos (Tabla 37). La variable que no aportó a la diferenciación entre grupos fue longitud de hoja.

Es así que en el Grupo 1 posee entradas con días hasta la antesis tardías (101.14 días), días hasta la emisión de estigmas que empezaron a los 98.20 días, con tamaño de espigas de 33.32 cm, se encuentran plantas de mayor tamaño (198.66 cm) por ende la inserción de la primera mazorca comienza a partir de 119.20cm, en este grupo se encuentran plantas que pueden tener 11.83 hojas con una longitud de 73.49cm y ancho hasta 7.56cm, también en este grupo podemos apreciar mazorcas con mayor peso (69.72g) con longitud de 11.69 cm; estas mazorcas pueden llegar a tener más de 12.35 hileras con mayor granos por hilera (22,92), granos con grosor de 5.04, ancho de grano 0.68 y peso de 100 granos fue de 25.35g.

En el Grupo 2 se caracteriza por presentar espigas de menor tamaño (31 cm), tiene plantas pequeñas (179.76 cm) en comparación con el de los otros grupos como tal la inserción de la primera mazorca también es baja (91.53 cm), presenta un menor número de hojas (11.08) por planta, además el grupo está conformado por mazorcas con menor peso (56,18 g) con una longitud de 10.23 cm, tienen granos con grosor de 4.42 mm y ancho de 0.62 mm como tal, tiene menor peso en 100 granos (16.95g).

Tabla 37

Valores promedios para caracteres cuantitativos de maíz raza canguil

Cód.	Descriptor	G1	G2	G3	G4	CV	P- Valor
D6.	Días hasta la antesis	101.14± 1.24 BC	103.69± 1.15 C	97.42± 0.98 A	98.27± 1.82 AB	9.98	0.0004
D7.	Días hasta la emisión de estigmas	98.20± 1.47 B	100.65± 1.37 B	93.97± 1.16 A	99.27± 2.16 B	12.17	0.0018
D8.	Tamaño de espiga	33.32± 0.92 AB	31.00± 0.85 A	34.04± 0.72 B	31.75± 1.35 AB	22.53	0.0421
D9.	Altura de planta	198.66± 4.39 B	179.76± 4.09 A	195.39± 3.45 B	188.12± 6.46 AB	18.52	0.0069
D10.	Altura a la primera mazorca	119.28± 3.42 B	91.53± 3.18 A	117.21± 2.69 B	109.32± 5.03. B	25.07	< 0.0001
D11.	Número total de hojas	11.83± 0.18 B	11.08± 0.17 A	11.91± 0.15 B	11.93± 0.27 B	12.76	0.0012
D13.	Longitud de hoja	73.49± 1.72 A	68.45± 1.60 A	72.83± 1.35 A	68.19± 2.53 A	19.43	<b>0.0576</b>
D14.	Ancho de hoja	7.56± 0.17 B	6.92± 0.16 A	7.91± 0.14 B	6.94± 0.26A	18.93	< 0.0001
D23.	Peso de mazorca	69.72± 2.91 C	56.18± 2.62 A	59.90± 2.22 AB	66.07± 4.26 BC	36.48	0.0038
D24.	Longitud de mazorca	11.69± 0.27 B	10.23± 0.24 A	11.43± 0.21 B	11.50± 0.40 B	18.75	0.0002
D25.	Numero de hileras	12.35± 0.27 B	13.30± 0.25 C	12.50± 0.21 B	10.93± 0.40 A	16.92	< 0.0001
D27.	Numero de grano por hilera	22.92± 0.54 BC	22.84± 0.48 B	24.15± 0.41 C	20.79± 0.79 A	17.95	0.0017
D34.	Grosor de grano	5.04± 0.07 C	4.42± 0.07 A	4.67± 0.06 B	5.10± 0.11 C	9.74	< 0.0001
D36.	Ancho de grano	0.68± 0.01 C	0.62± 0.01 A	0.65± 0.01 B	0.77± 0.02 D	9.82	< 0.0001
D39.	Peso de 100Gr	25.35± 0.55 C	16.95± 0.50 A	20.35± 0.43 B	28.71± 0.82 D	20.23	<0.0001

El Grupo 3 se caracteriza por presentar materiales con días hasta la antesis (97.42 ) más temprano al igual que la emisión de los estigmas (93.97) en comparación con los otros grupos, tiene espigas de mayor tamaño (34.04 cm), ancho de hoja (7.91 cm).

Mientras que el Grupo 4 tienen entradas que presentan mayor número de hojas por planta (11.93), mazorcas con mayor peso (66.07 g) a pesar de eso son mazorcas que tienen menor número de hileras (10.93) por ende menor número de granos por hilera (20.79 granos), tienen granos con grosor de 5.10 mm y ancho de grano de 0.77 mm con mayor peso en 100 granos (28.71 g).

#### 4.4.2. Caracteres cualitativas

Para determinar valores discriminantes se aplicó la prueba de  $X^2$ , Coeficiente de Grammer, Coeficiente de Pearson y el P- valor (Tabla 38) las ocho variables empleadas, resultaron tener valores altamente significativos y por ende son caracteres discriminantes que pueden usarse para diferenciar grupos. Las variables que no aporta la diferenciación entre grupos corresponden a cobertura de mazorca y disposición de hileras de grano.

Tabla 38

*Parámetros para la estimación del valor discriminante en caracteres cualitativos de las 55 accesiones de maíz tipo canguil*

Variable	Chi <sup>2</sup>	G1	Coef. De Grammer	Coef. De Pearson	P-Valor
D1. Cobertura de mazorca	21.62	6	0.16	0.27	<b>0.0014</b>
D2. Disposición de hileras de grano	26.20	9	0.16	0.30	<b>0.0019</b>
D3. Color de hoja	46.74	9	0.21	0.38	> 0.0001
D4. Forma superficial del grano	96.56	6	0.35	0.52	> 0.0001
D5. Color de tallo	99.55	21	0.30	0.52	> 0.0001
D6. Apariencia física del grano	112.40	6	0.38	0.55	> 0.0001
D7. Forma predominante de la mazorca	142.46	12	0.37	0.59	> 0.0001
D8. Tipo de grano	165.62	9	- 0.13	0.62	> 0.0001
D9. Color del raquis	227.47	36	0.46	0.68	> 0.0001
D10. Color de grano	311.04	42	0.54	0.73	> 0.0001

#### 4.5. Análisis de los caracteres cualitativos para grupos conformados

Las características cualitativas de los grupos se encuentran conformados por varias categorías que muestran la variabilidad de la colección, la relación que existe entre los grupos formados con los descriptores de mayor valor discriminante permite comprender la naturaleza del agrupamiento mediante las características de similitud que muestran en la planta, grano y mazorca.

##### a) Color de hoja

Las hojas de color verde oliva moderado predomina en los cuatro grupo con 88%, 80% y 0.50 respectivamente, sin embargo las hojas de color verde oliva muestran ausencia en el Grupo 1 y 3, las hojas de color verde amarillo moderado y fuerte no se presentan en los grupos 2 y 3. En el Grupo 4 en todas sus accesiones que lo conforman, presentan las cuatro categorías de colores de hojas: verde oliva, verde oliva moderado, verde amarillo moderado y verde amarillo fuerte, verde oliva grisáceo (Figura 50).

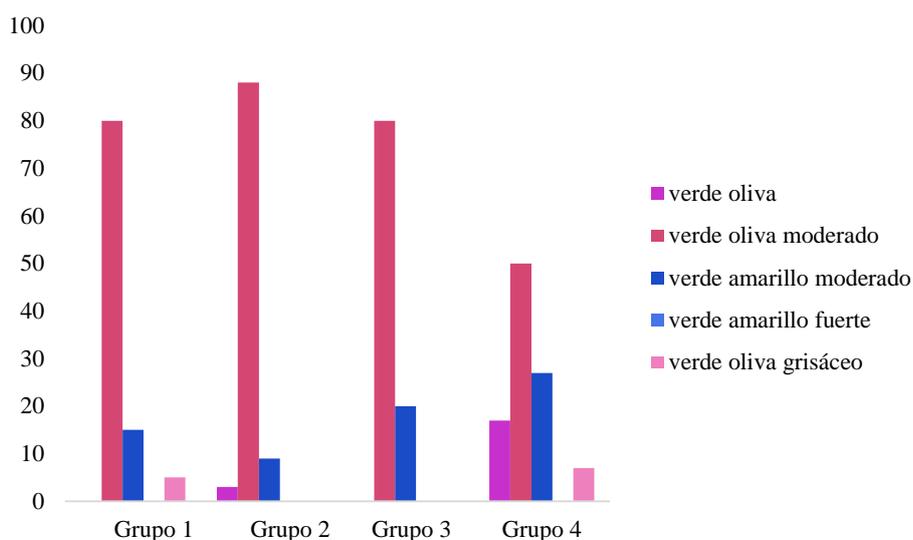


Figura 50. Porcentaje de colores de hojas en grupos conformados.

El caracter color de hoja presenta cuatro tonos los cuales se puede apreciar en la Figura 51.

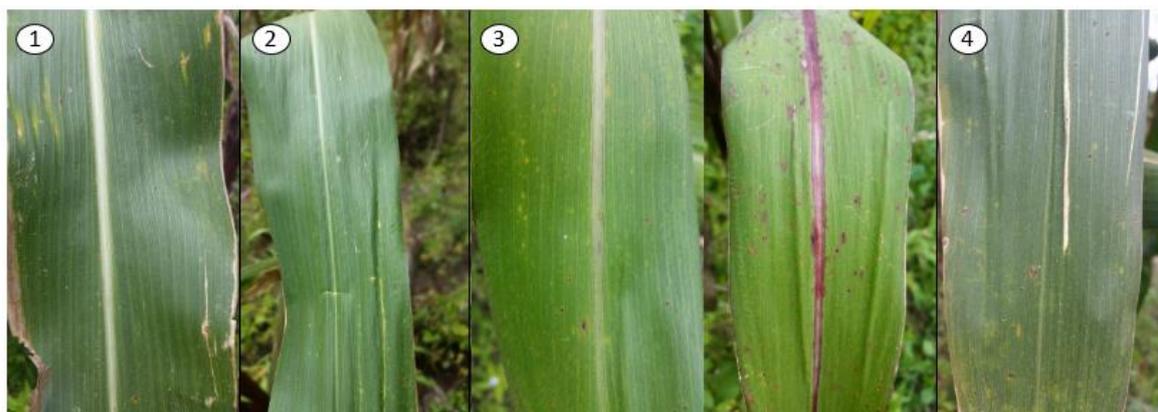


Figura 51. Color de hojas en grupos conformados: (1) verde oliva, (2) verde oliva moderado, (3) verde amarillo moderado, verde amarillo fuerte, (4) verde oliva grisácea.

### b) Color de tallo

Las accesiones del Grupo 4, presentaron tallos de color verde oliva grisáceo y tallos verdes oscuro (60 %) y no presentan tallos de color rojo y rojo claro, el Grupo 3 muestra un porcentaje representativo de tallos de color verde oliva grisáceo y verde oliva oscuro (46%), el Grupo 1 tiene tallos de color rojo oscuro (43%), Los colores de tallos que se encuentran en los cuatro grupos con porcentajes mínimos son oliva, verde oliva y rojo oscuro (Figura 52 y 53).

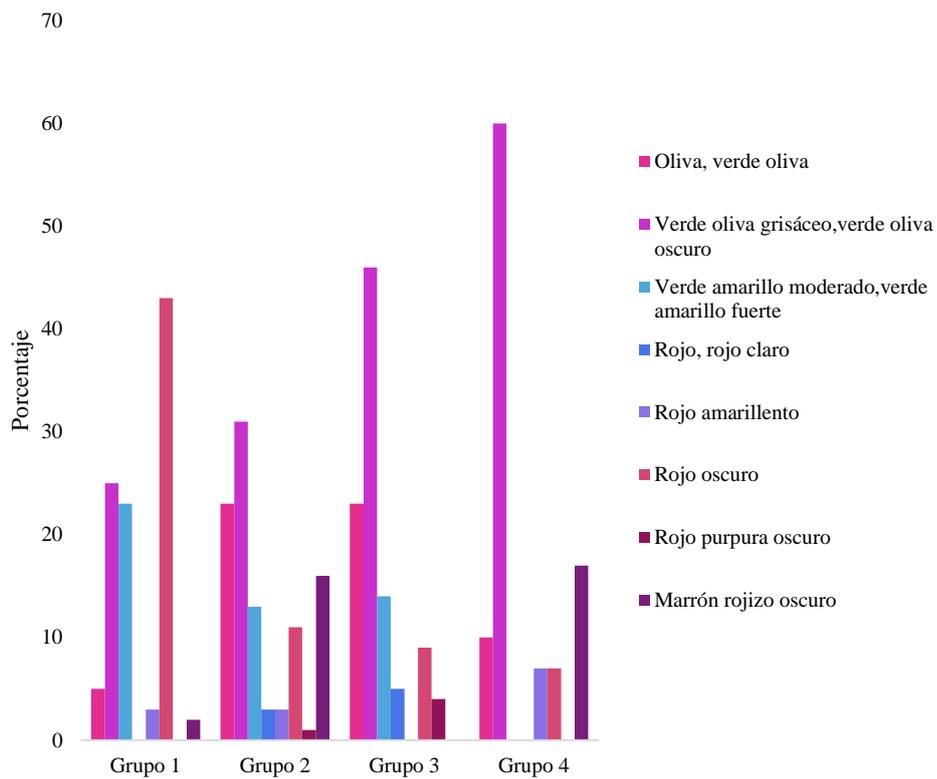


Figura 52. Porcentaje de colores de tallo en las accesiones d de canguil.

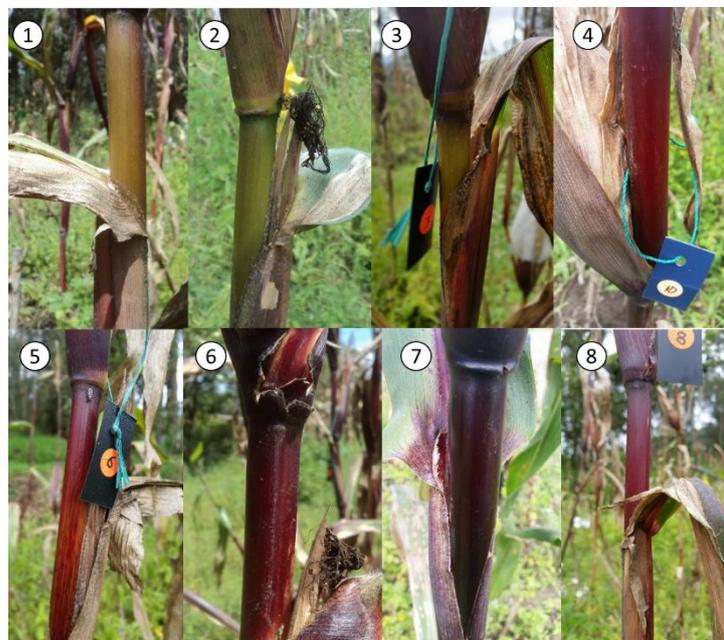


Figura 53. Color de tallo en grupos conformados: (1) oliva, (2) verde oliva grisáceo, (3) verde amarillo moderado, (4) rojo, (5) rojo amarillento, (6) rojo oscuro, (7) rojo purpura oscuro, (8) marrón rojizo oscuro..

### c) Tipo de espiga

La espiga primaria-secundaria son los que más predominan en los cuatro Grupos con 98%, 91%, 97%, 80% respectivamente. Las espigas con ramificación primario con un 20% se

encuentra en el Grupo 4 se puede decir que en este grupo existe materiales que pueden aportar menor cantidad de polen para realizar una polinización controlada ya que una panoja de maíz determina la cantidad de polen según la ramificación que presente, mientras que los grupos 1, 2 y 3 muestran que hay valor mínimo de plantas con panojas con ramificación primaria representando porcentajes bajos de 2%, 9% y 3% respectivamente (Figura 54).

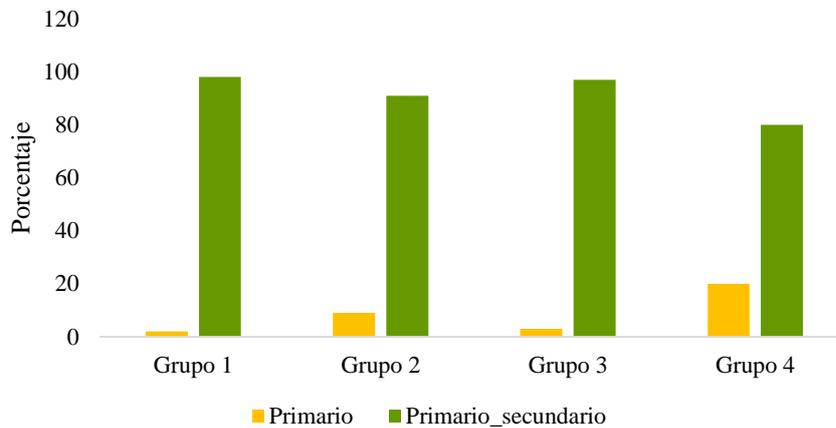


Figura 54. Porcentaje de tipo de espiga en las accesiones de canguil.

En cuanto al caracter, tipo de espiga, la Figura 55 muestra los dos tipo de espigas en las accesiones de canguil.



Figura 55. Tipo de espiga en grupos conformados: (A) primario, (B) primario- secundario.

#### d) Cobertura de mazorca

Los cuatro grupos presentan mazorcas con cobertura buena con porcentajes de 98%, 95%, 94% y 82% respectivamente, esto quiere decir que los daños mecánicos o daños causados por plagas y enfermedades fueron mínimos. El Grupo 1 no presenta mazorcas con cobertura pobre ni cobertura intermedia (2%), debido a que presentan mazorcas con mayor peso

(69.72g); por el contrario, en comparación con los demás grupos el Grupo 4 a pesar de tener mayor cobertura de mazorca pobre (18%) y menor cobertura de mazorca buena (82%) también presentan mazorcas con mayor peso (66.07) ya que tienen granos con mayor grosor (5.10 mm) y ancho (0.77 mm), estos datos se puede apreciar en la Figura 56.

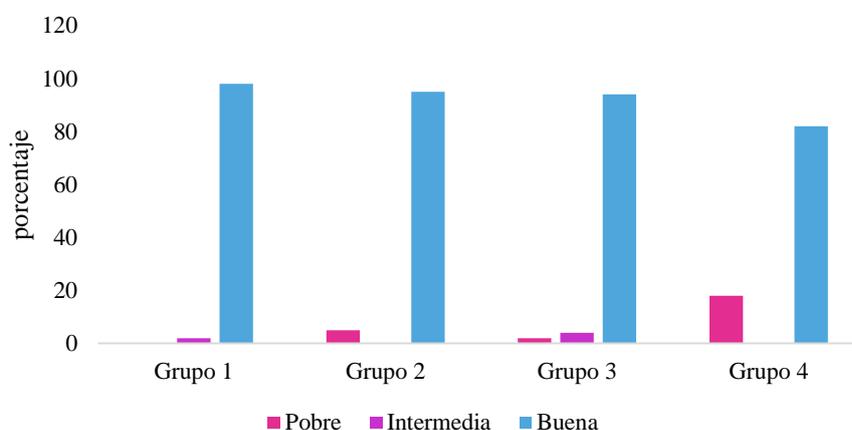


Figura 56. Porcentaje de cobertura de mazorca en las accesiones de canguil.

La categoría carácter de cobertura de mazorca dentro de las accesiones de canguil se puede observar en la Figura 57.

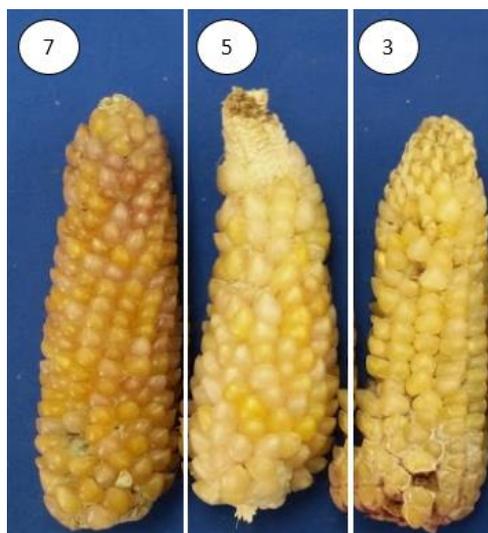


Figura 57. Cobertura de mazorca en grupos conformados: (7) buena, (5) intermedia, (3) pobre.

### e) Forma predominante de la mazorca

El Grupo 2 presenta mazorcas con forma cilíndrica- cónica con un 86% de todas las accesiones que la conforma, seguido de un 9% de mazorcas con forma cilíndrica. En el Grupo 3 podemos encontrar mazorcas de forma cónica con 76%. El Grupo 4, con un 50% de las muestras evaluadas tienen mazorcas con forma cónica, un 21% y 29% de mazorcas con forma cilíndrica y cilíndrica-cónica, respectivamente al igual que en el Grupo 1 con un 42% presentan mazorcas de forma cónica. Las mazorcas de forma esférica muestran

ausencia en los Grupos a excepción del Grupo 3 ya que muestra un 3% de mazorcas con forma esférica (Figura 58).

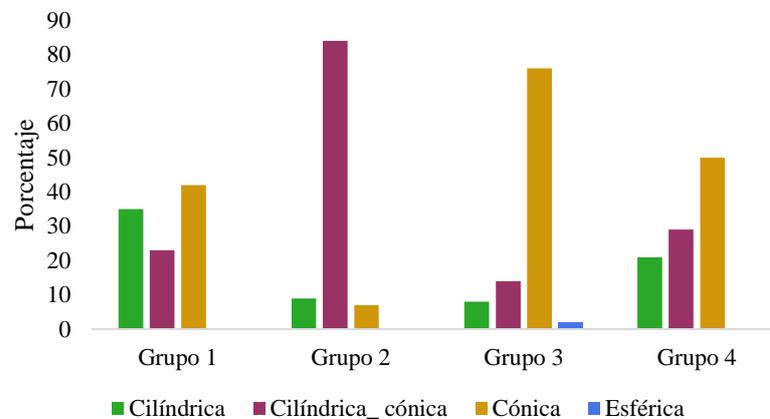


Figura 58. Porcentaje de forma predominante de la mazorca en grupos conformados.

En la Figura 59 se observa las formas predominantes de mazorcas presentes en los grupos conformados de las accesiones de canguil.



Figura 59. Forma predominante de la mazorca en grupos conformados: (1) cilíndrica, (2) cilíndrica- cónica, (3) cónica.

#### f) Disposición de hileras de granos

Las hileras irregulares son las que más sobresalen en los Grupos 2, 3, y 4 con porcentajes de 59%, 47% y 64%, respectivamente mientras que en el Grupo 1, presentan hileras regulares en un (53%) mientras que en los Grupos 2, 3 y 4 presentaron mazorcas con hileras irregulares en un 30%, 25% y 29% respectivamente. Casi no se encuentran mazorcas con hileras rectas en los cuatro grupos (Figura 60).

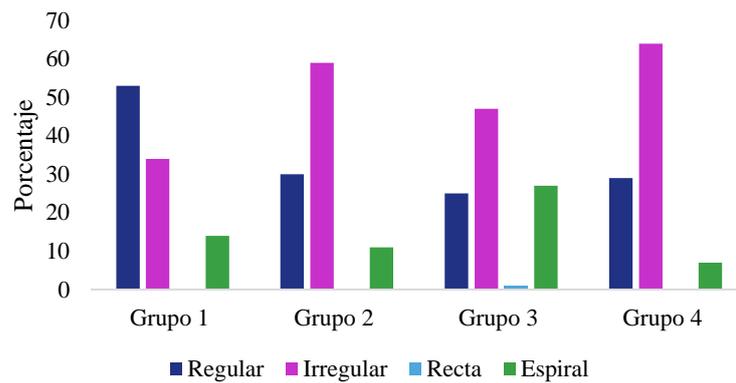


Figura 60. Porcentaje de disposición de hileras en grupos conformados de canguil.

La disposición de hilera en las mazorcas presentes en las accesiones de canguil podemos observar en la Figura 61.



Figura 61. Disposición de hileras en grupos conformados: (1) regular, (2) irregular, (3) recta, (4) espiral.

### g) Color de raquis

El color del raquis que más predomina es el blanco con un 100% y se encuentra en el Grupo 3, seguido por el Grupo 2 con el 86% y Grupo 4 con 61%. El Grupo 1 presenta variabilidad de colores con tonos rojos, rosas, púrpuras, marrones y blancos; En los grupos 2, 3 y 4 muestran ausencia de colores púrpura grisáceo oscuro (10), café fuerte (11), marrón rojizo oscuro (12), rojo amarillento (3), rojo grisáceo y rojo oscuro (4) (Figura 62).

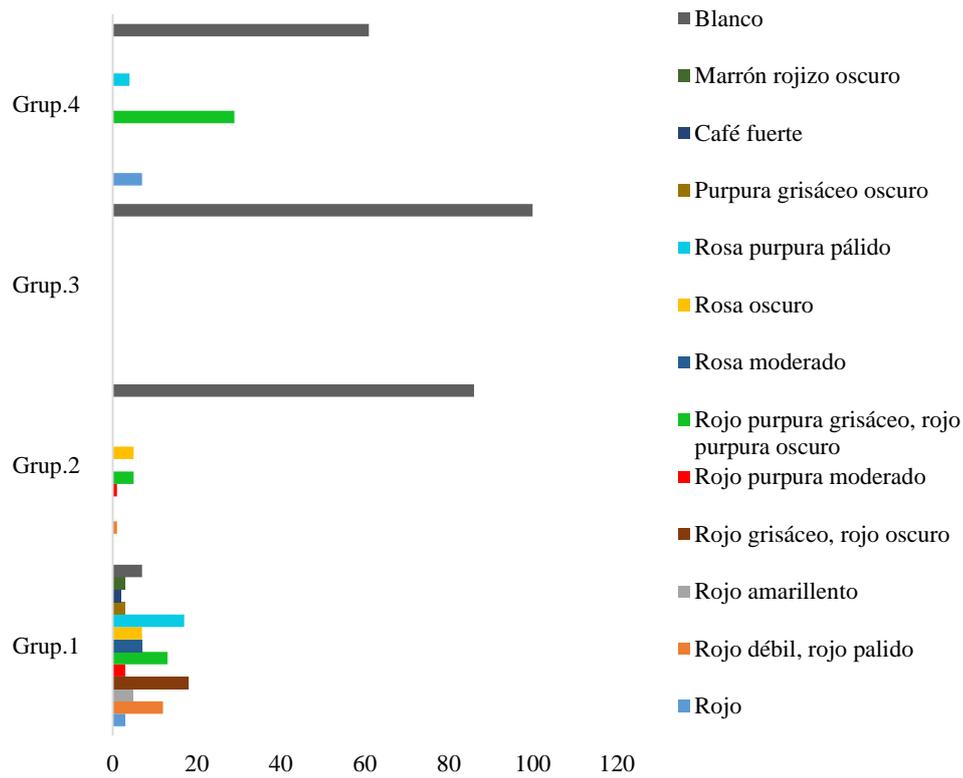


Figura 62. Porcentaje de color del raquis en las accesiones de Canguil.

En la Figura 63 se muestran los tonos de colores de raquis presentes en los grupos conformados de las accesiones de maíz raza canguil.

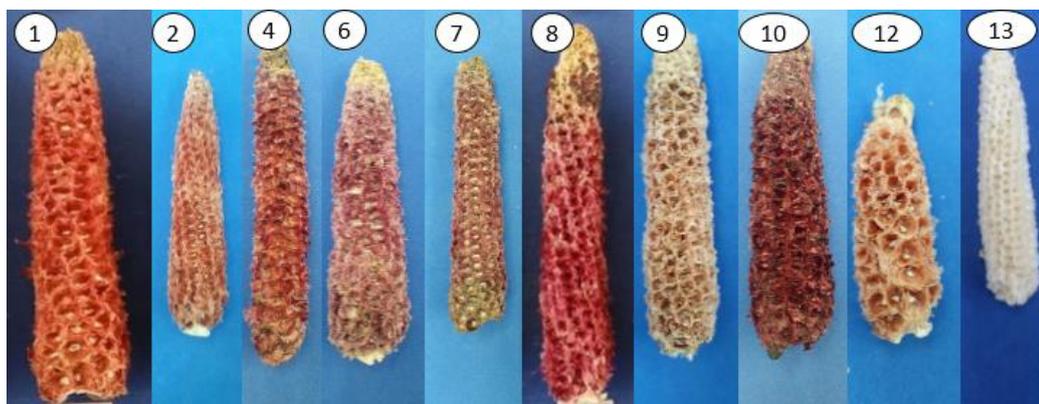


Figura 63. Color de raquis para grupos conformados: (1) rojo, (2) rojo débil, (4) rojo oscuro, (6) rojo púrpura grisáceo, (7) rosa moderado, (8) rosa oscuro, (9) rosa púrpura pálido, (10) púrpura grisáceo oscuro, (12) marrón rojizo oscuro, (13) blanco.

### h) Tipo de grano

En los Grupos 3, 2, 1 y 4 el tipo de grano que más predomina es el cristalino con un 98%, 96%, 63% y 36%, respectivamente. También se observó que dentro del Grupo 1 y 4 hay

variabilidad de tipo de granos mientras que en el Grupo 3 solo se aprecia granos de tipo harinoso y semiharinoso y el Grupo 2 carece de granos tipo harinosos (Figura 64).

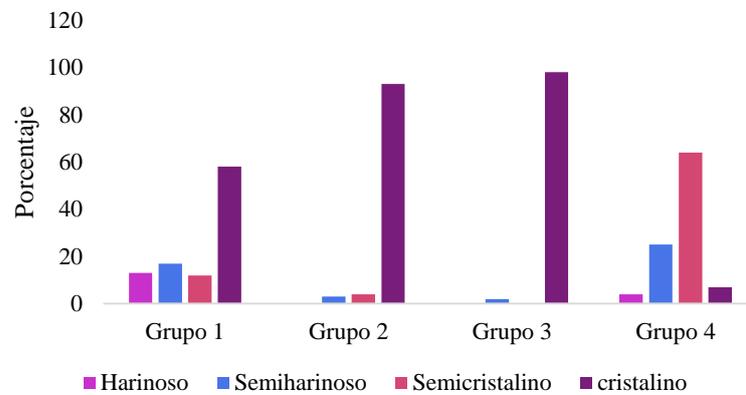


Figura 64. Porcentaje de la característica tipo de granos en grupos conformados.

Tipo de grano en grupos conformados de las accesiones de maíz se puede observar en la Figura 65.



Figura 65. Tipo de grano para grupos conformados: (1) harinoso, (2) semiharinoso, (5) semicristalino, (6) cristalino.

### i) Apariencia física del grano

Los granos con apariencia reventador predominan en los Grupos 2 y 3 con un 96 % y 98%, respectivamente, mientras que en los Grupos 1 y 4 los granos con apariencia de reventador tienen un 63% y un 36% respectivamente; en los 4 Grupos se encuentran granos común-blanco (64%). Tanto en el Grupo 2, 3 y 4 muestran ausencia de granos con apariencia común-amarillo (Figura 66).

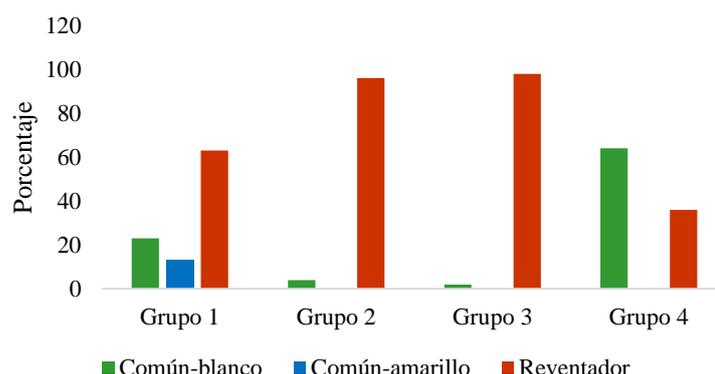


Figura 66. Porcentaje de apariencia física del grano en grupos conformados.

En la Figura 67 se puede apreciar la apariencia física del grano que presentaron las accesiones de canguil evaluados.

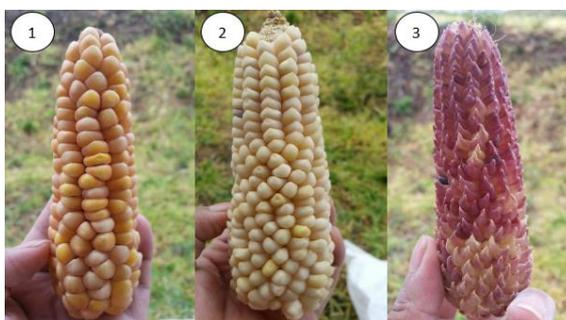


Figura 67. Apariencia física del grano en grupos conformados de canguil: (1) común- amarillo, (2) común- blanco, (3) reventador

### j) Color de grano

En el Grupo 1 se encuentran los colores de tonos rojos en el cual predomina es el rojo oscuro (80%), granos de colores rojo púrpura oscuro y rojo púrpura grisáceo claro (10%). En el Grupo 2 se observa que existe una variación de colores como los granos color naranja rojizo moderado (23%), rojo oscuro (20%) y grano marrón claro (11%). En el Grupo 3 se puede apreciar colores de tonos amarillos y naranjas donde el color amarillo y amarillo fuerte (30%) marrón claro (23%) y amarillo rojizo (18%) mientras que en el Grupo 4 tiene granos amarillos y amarillos fuerte (32%), rojo oscuro, rojo, rojo claro, rojo (18%). No se observa que en los cuatro grupos coincidan con un color, cada grupo muestra similitud de color entre un grupo y otro, pero con porcentajes distintos o muestran ausencia de ciertos colores entre ellos (Figura 68).

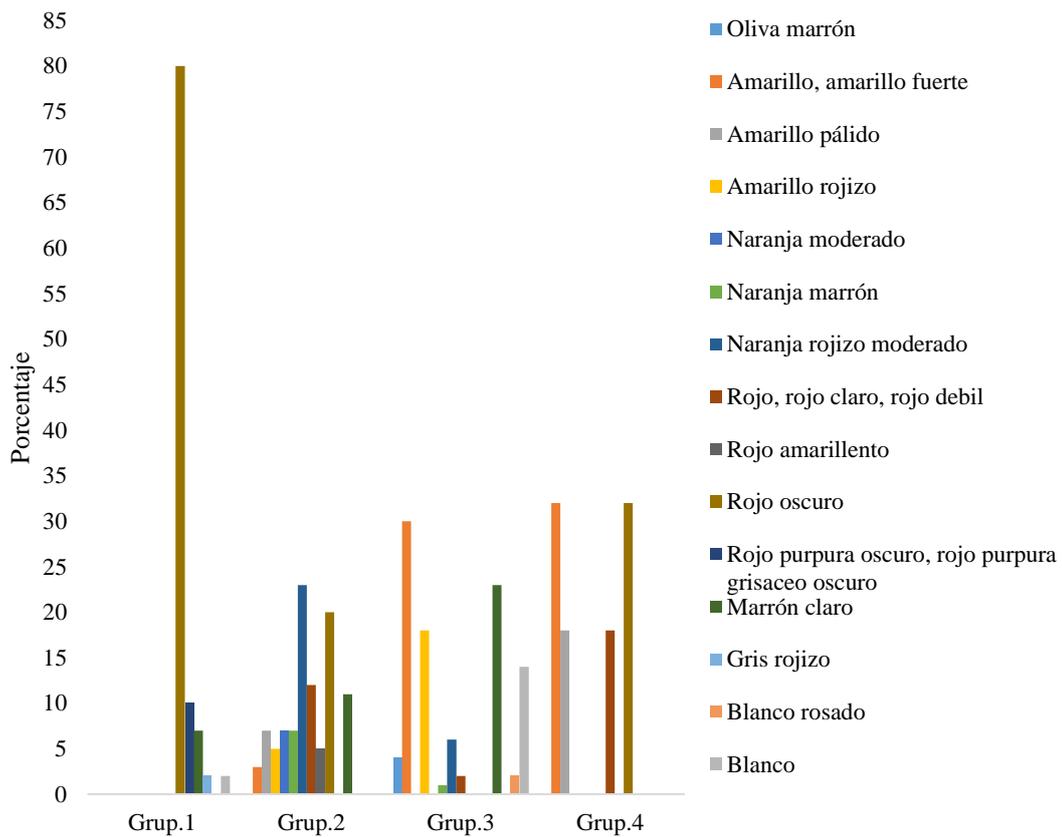


Figura 68. Porcentaje de color de grano en grupos conformados de maíz raza Canguil.

En la Figura 69 se observa los tonos de colores que presentaron los grupos conformados en las accesiones de canguil evaluados.



Figura 69. Color de grano en grupos conformados: (2) amarillo, (6) naranja marrón, (7) naranja rojizo moderado, (9) rojo, (11) rojo amarillento, (12) rojo oscuro, (13) rojo púrpura oscuro, (18) blanco.

### k) Forma superficial de grano

En el Grupo 1 predomina los granos puntiagudos con un 85% y granos redondos y muy puntiagudos con un 8% y 7% respectivamente. El Grupo 2 está conformado por granos

muy puntiagudos (61%) y puntiagudos (35%). En el Grupo 4 se encuentran con mayor porcentaje las tres formas superficiales de grano como son el redondo (46%), puntiagudo (32%) y el muy puntiagudo (21%) ya que en los demás grupos estos se encuentran en bajos porcentajes (Figura 70).



Figura 70. Forma superficial en grupos conformados: (4) redondo, (5) puntiagudo, (6) muy puntiagudo

En la Figura 71 se observa el porcentaje de forma superficial de granos que presentaron las accesiones de canguil en la presente investigación.

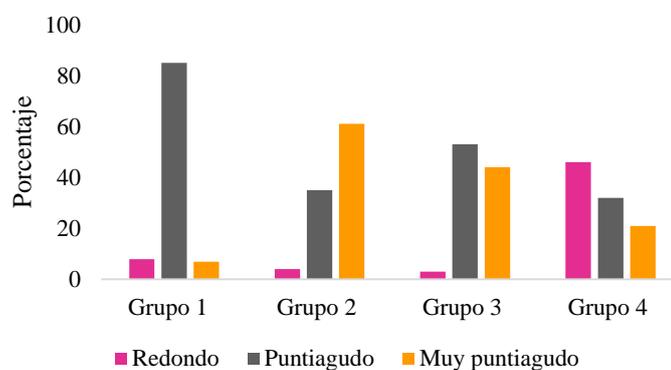


Figura 71. Porcentaje de color de forma superficial de granos en grupos conformados.

#### 4.6. Incidencia de plagas y enfermedades por grupos conformados

Al realizar la prueba de Fisher al 5% se determinó la incidencia de plagas y enfermedades en el maíz raza canguil que se detalla a continuación:

##### 4.6.1. Incidencia de plagas en grupos conformados

###### a) Daño causado por gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith)

Al realizar el análisis estadístico por grupo de accesiones, el resultado muestra que no son significativamente diferentes ( $p= 0.6254$ ) pero al efectuar el análisis por etapas: diez hojas (V10) y catorce hojas (V14), presenta diferencias significativas ( $p$ -valor:  $<0.0001$ ) donde podemos observar que los grupos 1 y 3 en la etapa V10 la incidencia es menor (0.62%), la mayor incidencia de *S. frugiperda* Smith, se presenta en la etapa V14 los grupos con menor incidencia son los grupos 2 y 3 (4.73 y 5.52) respectivamente (Figura 72).

Corroborando con la investigación de incidencia de gusano cogollero (*S. frugiperda* Smith) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) realizado por Romero (2018) menciona que el nivel de daño en las primeras semanas (1 a 2 hojas) no presento ningún ataque de *S. frugiperda*, Smith) mientras que en la segunda semana (12 a 14) de evaluación se registró el mayor porcentaje de ataque.

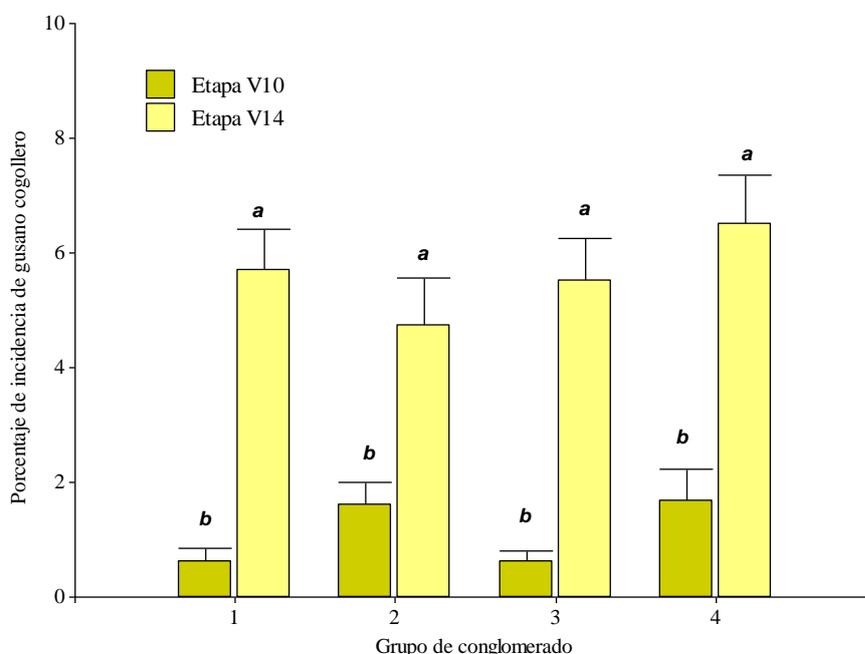


Figura 72. Incidencia de *Spodoptera frugiperda* Smith en etapa V10 y V14.

**b) Daño causado por gusano de mazorca (*Helicoverpa zea* (Boddie))**

No existe diferencia estadística significativa para el daño causado por gusano de la mazorca a nivel de grupos de materiales evaluados ( $p= 0.6444$ ), como se había explicado en acápite anteriores el maíz raza Canguil presenta cierto nivel de resistencia a plagas y enfermedades lo que se corrobora en la presente investigación (Figura 73).

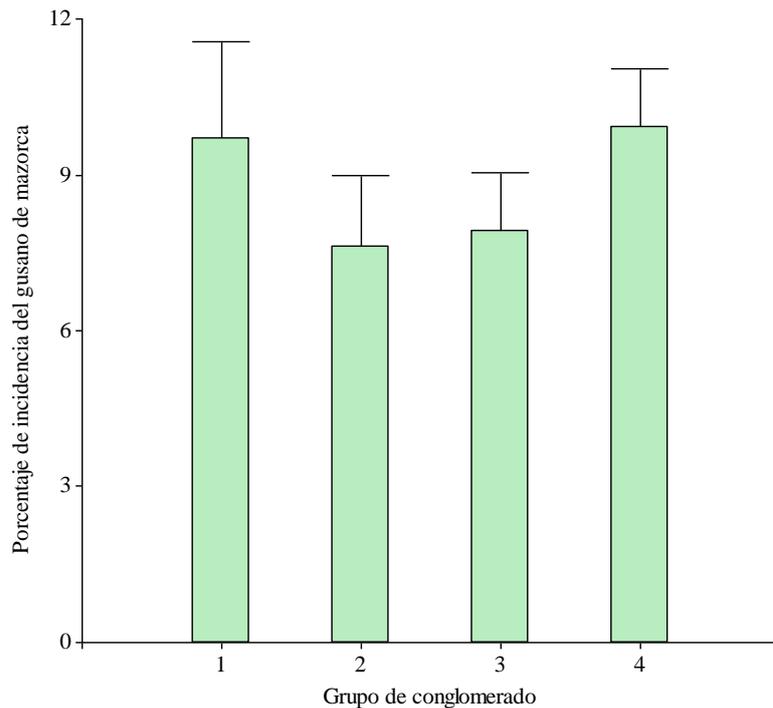


Figura 73. Incidencia del gusano de mazorca (*Helicoverpa zea* (Boddie)).

#### 4.6.2. Incidencia de enfermedades en grupos conformados

##### a) Daños causados por Tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont))

La severidad del tizón tardío a inicios de floración fue de 89% de toda la población de los cuatro grupos tienen una incidencia incipiente, sin embargo el Grupo 4 presentó un 97% de plantas con una incidencia incipiente (empezar a manifestarse), seguido por el Grupo 2 (96%), Grupo 4 (94%) y finalmente el Grupo 1 con un 71%, mostrando que las plantas de dicho grupo llegan a tener un 27% por ciento de una incidencia media.

Los Grupos 2, 3 y 4 no muestran presencia de plantas que hayan tenido una incidencia de plantas con un nivel avanzado. Se puede observar que el Grupo 1 tiene plantas que tienen un porcentaje alto comparado a los demás grupos ya que encontramos plantas con presencia de Tizón tardío incipiente, media y avanzado.

En la madurez fisiológica cuando los estigmas se han secado totalmente (R3) y el almidón del grano tienen una consistencia de pasta (R4), la incidencia del Tizón tardío es baja con un 31% en toda la población de los cuatro grupos en cuanto a plantas incipientes pero en esta etapa muestra que la enfermedad ha avanzado con un 66% mostrando una incidencia media. Donde el Grupo 1 y 2 presenta un 72% de incidencia media, Grupo 3 un 67%, Grupo 2, un 58% de la población evaluada. Se observa que la incidencia de esta enfermedad se presenta en la etapa de madurez fisiológica (Tabla 39).

Tabla 39

*Severidad de Tizón Tardío (Phytophthora infestans (Mont)) en inicio de floración y madurez fisiológica*

Etapa	Clase	Grupos				Total
		1	2	3	4	
Inicio de floración (VT-R1)	1	0.71	0.96	0.94	0.97	<b>0.89</b>
	2	0.27	0.04	0.06	0.03	0.10
	3	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01
	Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Inicio a la madurez fisiológica (R3-R4)	1	0.22	0.42	0.30	0.28	<b>0.31</b>
	2	0.72	0.58	0.67	0.72	0.66
	3	0.06	0.00	0.02	0.00	0.02
	Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**b) Mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl)**

En inicio de la floración, la Mancha de asfalto muestra un 96% de toda la población de los cuatro grupos que la incidencia de esta enfermedad no tiene daño alguno, el Grupo 2 y 4 presenta un 97% de incidencia sin daño alguno, seguido por los Grupo 1 y 3 con un 96%. Igual podemos observar que en todos los grupos también presentan una incidencia de daño ligero, pero con porcentajes bajos de 3 y 4%. Cuando el cultivo llega a la etapa de la madurez fisiológica la incidencia avanza un 58% mostrando que el total de la población presentan plantas con daños ligeros, siendo el Grupo 1 que entre su población de plantas presenta 67% de incidencia de daño ligero, seguido por el Grupo 3 con un 60% mientras que los Grupos 2 y 4 tienen un 48 y 58 % respectivamente. Al igual en esta etapa podemos observar que hay plantas que han presentado una incidencia con daño moderado de un 22% en toda la población de los cuatro grupos, siendo el Grupo 3 el que presenta una incidencia alta de 30% comparada con los demás grupos (Tabla 40).

Tabla 40

*Incidencia de la Mancha de asfalto (Phyllachora maydis Maubl) en inicio de floración y madurez fisiológica*

Etapa	Clase	Grupos				Total
		1	2	3	4	
Inicios de floración	0	0.96	0.97	0.96	0.97	<b>0.96</b>
	1	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04
	Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Madurez fisiológica	0	0.09	0.22	0.22	0.31	0.20
	1	0.67	0.48	0.60	0.58	<b>0.58</b>
	2	0.24	0.30	0.18	0.11	0.22
	Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

### c) Mazorcas múltiples

Se puede apreciar que todas las accesiones de la colección presentan diferencias estadísticas significativas en cuanto a la presencia de mazorcas múltiples. El Grupo 2 entre la colección de accesiones presenta una media de 7.30, siendo el grupo que presenta menos plantas con presencia de mazorcas múltiples. El Grupo 4 tiene una media de 16.27 de plantas con mazorcas múltiples mientras que los grupos 1 y 3 presentan diferencias marcadas con medias de 10.20 y 11.22, respectivamente (Figura 74).

Las anomalías de mazorca se originan en su mayoría a condiciones ambientales como altas temperaturas, estrés por sequía y deficiencias de nutrientes, afectando así el rendimiento productivo y la calidad de la cosecha (Pizarro, 2015), no obstante en la presente investigación, los valores encontrados son inferiores al 20%.

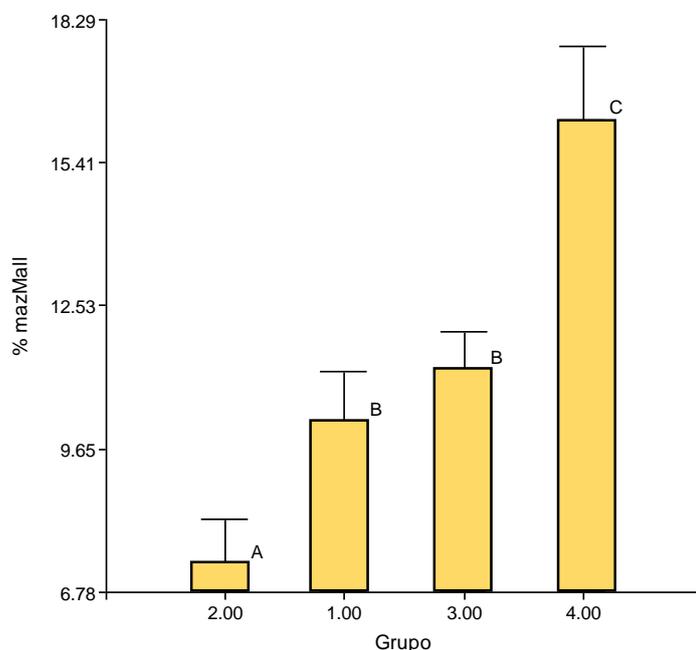


Figura 74. Presencia de mazorcas múltiples, según grupos conformados.

### d) Porcentaje de persistencia

Según los análisis estadísticos realizados se mostró que los datos evaluados son estadísticamente significativos ( $p=0.3795$ ) entre grupos, todos los materiales de los cuatro grupos tienen una persistencia más del 80%, siendo el Grupo 4 con mayor porcentaje (89.29%), seguido por el Grupo 3 (85,15%), Grupo 2 (83.81%) y el Grupo 1 es quien tiene menor persistencia con un 80.40% (Figura 75).

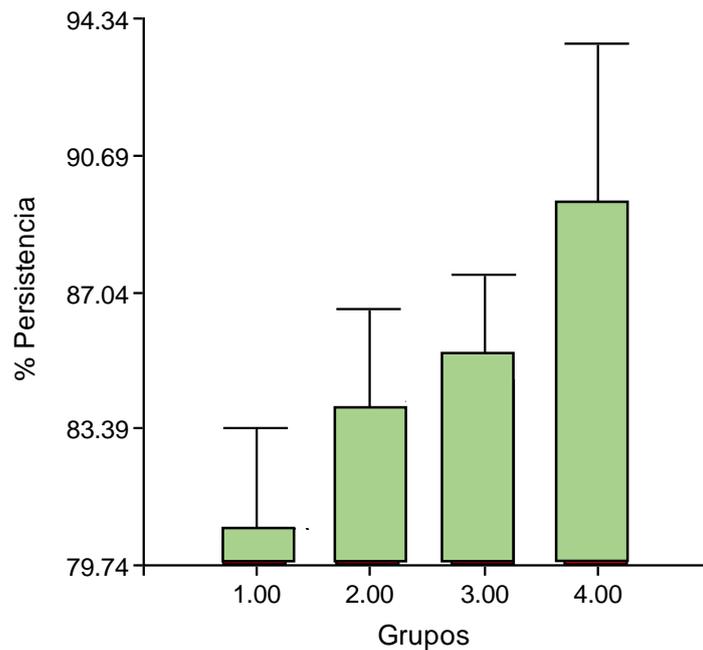


Figura 75. Persistencia de las plantas de maíz durante el ciclo del cultivo de canguil.

#### 4.7. Identificación de morfotipos por grupos

Mediante el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward se obtuvieron cuatro grupos de entradas dentro de los cuales se identificó 17 morfotipos, a continuación se describen las características de cada morfotipo identificado en los grupos.

Dentro del **Grupo I** se determinaron cuatro morfotipos (M1, M2, M3, M4) que se describe a continuación:

a) **Morfotipo 1.** Se caracteriza por presentar mazorcas de forma cónicas y cilíndricas, hileras de granos regulares e hileras irregulares, granos cristalinos y solo la accesión M24 presenta tipo de grano semiharinoso. En la apariencia física del grano el que más predomina son granos tipo reventador, en cuanto a color de grano hay presenta dos colores que son rojo purpura grisáceo y marrón claro a excepción de la accesión M22 que presenta granos de color rojo oscuro, en la forma superficial de todas las accesiones tiene granos muy puntiagudos, para el color de raquis existe una variación de colores que podemos encontrar tusas desde color rosa oscuro, rojo purpura moderado, rojo purpura grisáceo hasta raquis de color rosa purpura pálido (Figura 76 ).



Figura 76. Accesiones M46, M24, M48 y M22 que conforman el morfotipo 1.

b) **Morfotipo 2.** Se conforman por dos accesiones M23 y M12, presentan principalmente mazorcas de forma cilíndrica con hileras regulares, granos harinoso con apariencia de maíces común- amarillo, sin embargo, se encuentra dos variaciones en colores de granos como es el color rojo amarillento y rojo púrpura oscuro, granos semicristalinos y el color de raquis que predomina es el color rojo púrpura grisáceo (Figura 77).



Figura 77. Accesiones M23 Y M12 que conforman el morfotipo 2.

c) **Morfotipo 3.** La accesión M33 presenta mazorcas de forma cilíndrica con disposición de hileras en espiral, la forma superficial de los granos es plano, granos de color blanco con tusa color rosa púrpura pálido mientras que la accesión M16 tienen mazorcas de forma cilíndrica con hileras regulares con granos de color gris rojizo el color de raquis es blanco, tanto la accesión M33 y M16 presentan granos tipo cristalino y con apariencia física de grano reventador (Figura 78).



Figura 78. Accesiones M33 Y M16 que conforman el morfotipo 3.

**d) Morfotipo 4.** La forma que más predomina en la mazorca es la forma cilíndrica con hileras regulares sin embargo la accesión M34 tienen una variación en cuanto a disposición de hileras, en la misma accesión podemos encontrar mazorcas con hileras regular, irregular y en espiral, el tipo de grano que más predomina son granos cristalinos con apariencia física tanto común- amarillo como reventador, son granos de color rojo y variación de colores en cuanto a color de raquis pero la accesión M34 presenta un solo color que es rosa moderado (Figura 79).



Figura 79. Accesiones M34, M3, M13, M2 y M1 que conforman el morfotipo 4.

En el dendograma del Grupo I conformado por 13 accesiones (M46, M24, M48, M22, M23, M12, M33, M16, M34, M3, M13, M2 y M1) se muestra los 4 morfotipos (Figura 80).

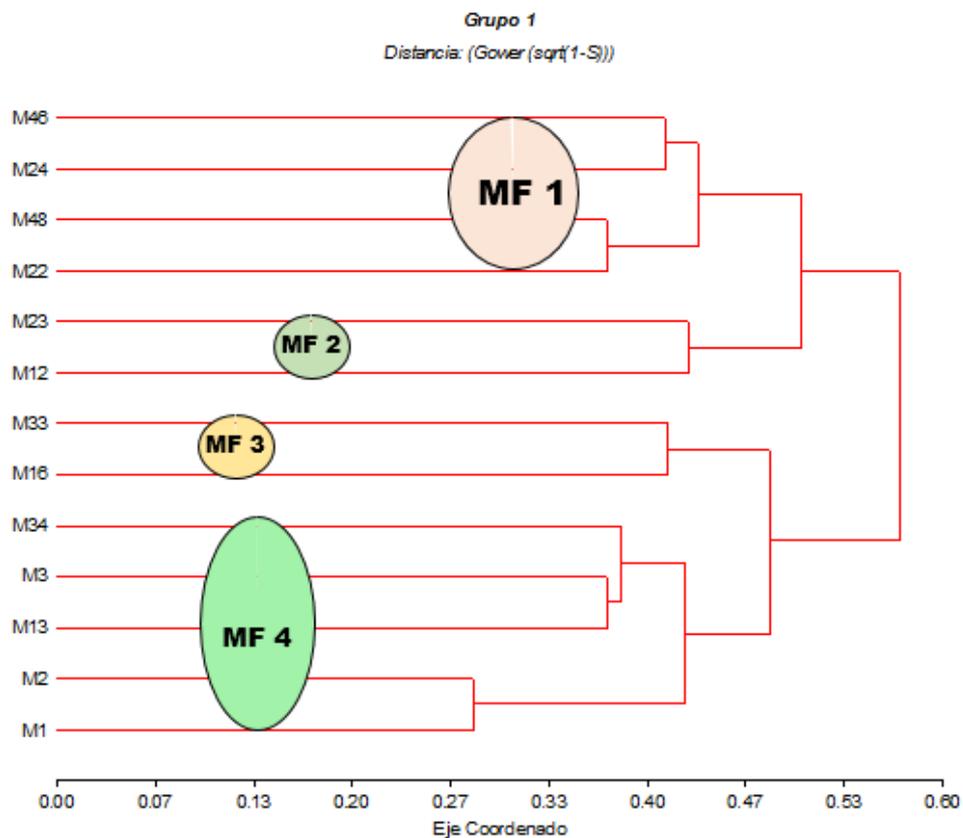


Figura 80. Dendograma de 13 accesiones que conforma el Grupo I.

El **Grupo II** representa 5 morfotipos, que se detallan a continuación:

e) **Morfotipo 5.** Se caracterizan por tener mazorcas de forma cilíndrica- cónica con hileras regulares, son granos tipo cristalino de apariencia reventador presentan dos tonos de color de granos naranja marrón y rojo, las formas de superficie de los granos están entre semicristalinos y cristalinos con raquis de color blanco (Figura 81).



Figura 81. Accesiones M49 y M45 que conforman el morfotipo 5.

f) **Morfotipo 6.** Tienen mazorcas que predomina la forma cilíndrica- cónica con hileras irregulares siendo la que más predomina, son granos tipo reventador con apariencia de grano reventador, hay granos de color marrón claro y naranja moderado siendo el que más sobresale, todos presentan granos puntiagudos con raquis de color blanco (Figura 82).



Figura 82. Accesiones M35, M30, M8 y M21 que conforma el morfotipo 6.

g) **Morfotipo 7.** Se caracteriza por presentar mazorcas de forma cilíndrica- cónica seguido por mazorcas con forma cónica con hileras irregulares, sin embargo, la accesión M51 presenta mazorca con hileras rectas y en espiral, son granos tipo cristalino con apariencia de reventador, se puede apreciar tres colores de granos como amarillo pálido, amarillo rojizo y rojo claro, la forma superficial de estos granos es muy puntiagudo y tienen raquis de color blanco (Figura 83).



Figura 83. Accesiones M31, M51 y M27 que conforma el morfotipo 7.

h) **Morfotipo 8.** Tienen mazorcas de forma cilíndrica- cónica con hileras irregulares de granos cristalinos con apariencia de reventador el color de grano que predomina es el color naranja rojizo moderado seguido por los colores rojo amarillento y rojo oscuro, la forma superficial de estos granos son muy puntiagudos y tienen tusas de color blanco (Figura 84).



Figura 84. Accesiones M41, M36, M26 y M20 que conforman el morfotipo 8.

i) **Morfotipo 9.** Las accesiones que forman este morfo tipo son M19 y M18, se caracterizan por tener mazorcas de forma cilíndrica- cónica con hileras tanto regulares como irregulares, tienen granos tipo cristalino con apariencia física de reventador, el color de grano que se puede apreciar es el color rojo oscuro, existe una variación en la forma superficial del grano ya que presenta granos puntiagudos y muy puntiagudos en cuanto a color de tusa están los colores rojos púrpura grisáceo y rojo oscuro (Figura 85).



Figura 85. Accesiones M19 y M18 que conforman el morfotipo 9.

En el dendograma del Grupo II conformado por 15 accesiones (M49, M45, M35, M30, M28, M21, M31, M51, M27, M41, M36, M26, M20, M19 y M18) se encontraron 5 morfotipos (Figura 86).

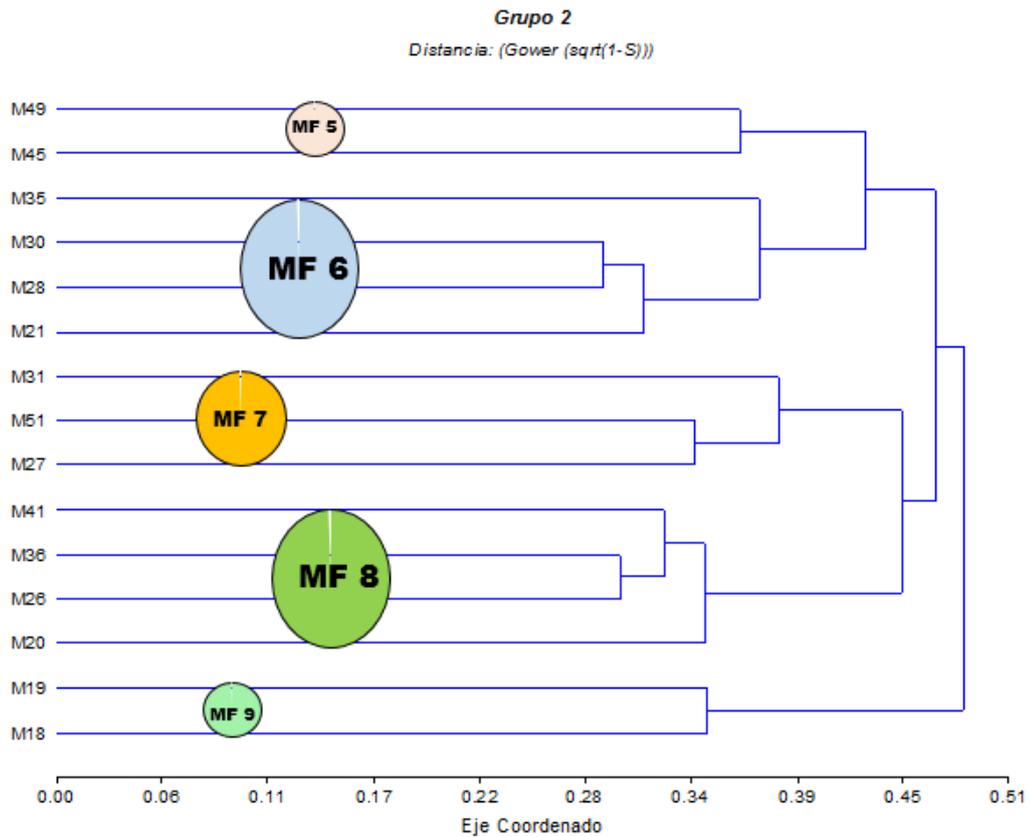


Figura 86. Dendrograma de 15 accesiones que conforman el grupo II.

El **Grupo III** cuenta con cinco morfotipos, las características se detallan a continuación:

**j) Morfotipo 10.** La forma predominante de las mazorcas es cónica con hileras en espiral, tienen granos tipo cristalino con apariencia de reventador, el color que representa a los granos es el color amarillo rojizo, la forma superficial de estos granos muy puntiagudo, y son materiales que presentan tusas de color blanco (Figura 87).



Figura 87. Accesiones M39, M50 y M37 que conforman el morfotipo 10.

k) **Morfotipo 11.** Se caracteriza por presentar mazorcas de forma cónica, en la accesión M5 la disposición de hileras de los granos varía entre regular y esférica para el tipo de grano se encuentra granos cristalinos con apariencia de reventador, todos tienen granos de color amarillo que difiere entre el morfo tipo 10 y morfo tipo 1, presentan una variación en la forma superficial del grano que va desde puntiagudo a muy puntiagudo (Figura 88).



Figura 88. Accesiones M54, M43, M44, M5 y M42 que conforman el morfotipo 11.

l) **Morfotipo 12.** Lo conforma seis accesiones con características de mazorcas con forma cónica con disposición de hileras irregulares, en color de grano variación donde las accesiones M53, M55, M52, M6 tienen granos marrones claros y dos accesiones (M15, M14) que presentan colores rojo pálido y naranja rojizo moderado, respectivamente, presentan dos formas superficiales de granos, puntiagudo y muy puntiagudo y color del raquis es blanco (Figura 89).



Figura 89. Accesiones M53, M55, M6, M15 y M14 que conforman el morfotipo 12.

m) **Morfotipo 13.** Lo conforman las accesiones M9, M8, M30 y M11, hay variación en forma predominante de la mazorca, la accesión M9 presenta mazorcas de forma esférica y las demás accesiones mazorcas con forma cilíndrica- cónica y cónica, en la disposición de hileras prevalece hileras irregulares, son granos cristalinos con apariencia física de granos reventadores, en cuanto a color de grano existe una variación de colores amarillos, amarillo rojizo, marrón claro, blanco rosado y rojo, se puede apreciar que en este grupo de accesiones existe variabilidad de colores, la forma superficial de granos que predomina es puntiagudo, presenta tusas de color blanco (Figura 90).



Figura 90. Accesiones M9, M8, M38 y M11 que conforman el morfotipo 13.

n) **Morfotipo 14.** Hay variación en cuanto a forma predominante de la mazorca porque presentan la forma cónica, cilíndrica- cónica y cilíndrica en cuanto a disposición de hileras presentan dos formas como es espiral y la disposición irregular, son granos tipo cristalino con apariencia de reventador, en color de grano prevalece el color blanco que le diferencia del resto de las accesiones de este morfotipo (Figura 91).



Figura 91. Accesiones M40, M31, y M10 que conforman el morfotipo 14.

En el dendograma del Grupo III conformado por 22 accesiones (M39, M50, M37, M54, M43, M44, M5, M51, M42, M53, M55, M52, M6, M15, M14, M9, M8, M38, M11, MM40, M32 y M10) se encontró 6 morfotipos (Figura 92).

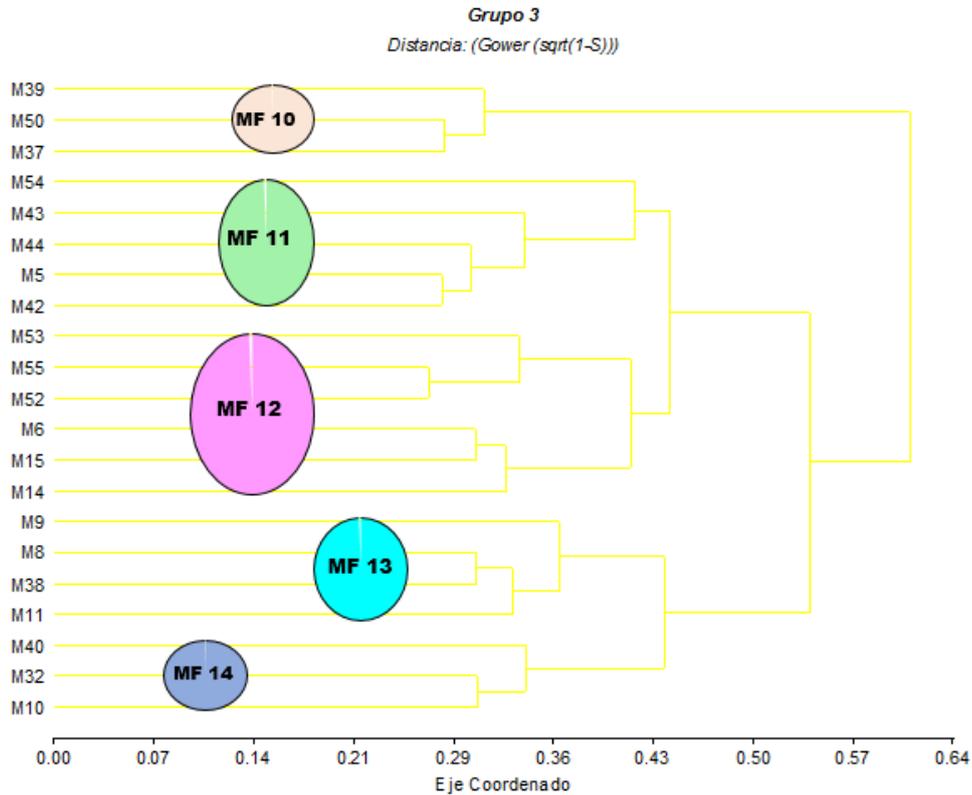


Figura 92. Dendrograma de 22 accesiones que conforman el Grupo III.

El **Grupo IV** presenta variabilidad en cuanto a tipo de grano ya que son granos de gran tamaño y mayor peso en grano en comparación de los demás grupos. Se debe a que estos materiales presentaron una segregación racial llegando a tener un aspecto diferente a las características de un maíz tipo canguil, a pesar de que sus parentales presentaron características similares a este tipo de maíz. Este grupo presenta tres morfo tipos que se describen a continuación:

**o) Morfotipo 15.** Conformado por tres accesiones (M7, M47, M29) tienen una variación en la forma predominante de la mazorca, se encuentran mazorcas con forma cónica, cilíndrica y cilíndrica- cónica, sin embargo, prevalece la forma cilíndrica, la disposición de hileras que más prevalece son las hileras irregulares, son granos semicristalinos con apariencia física de grano reventador y harinoso principalmente en la accesión M29, en color de grano se presenta granos de color amarillo y rojo claro que es el que difiere al resto de las accesiones que conforman este grupo, la forma superficial de grano es semicristalino y presentan tusas de color blanco (Figura 93).



Figura 93. Accesiones M7, M47 y M29 que conforman el morfotipo 15.

p) **Morfotipo 16.** Está conformado por la accesión M25, se caracteriza por presentar mazorcas de forma cilíndrica- cónica con hileras irregulares, el tipo de grano es semicristalino de apariencia harinosa, el color de grano es rojo oscuro, color que está presente dentro del Grupo I, la forma superficial del grano es redonda y en cuanto a color de tusa presenta el color naranja marrón que difiere del resto de morfo tipo que presentan tusas de color blanco (Figura 94).



Figura 94. Accesión M25 que conforma el morfotipo 16.

q) **Morfotipo 17.** Representado por dos accesiones M4 y M17, se caracteriza por presentar mazorcas de forma cilíndrica- cónica con hileras irregulares, son granos tipo semiharinosos que aparenta ser maíz común- amarillo, el color de grano es amarillo pálido con forma superficial redondo y hay una variación en color del raquis entre rojo purpura grisáceo y blanco (Figura 96).



Figura 95. Accesiones M4 y M17 que conforman el morfotipo 17.

En el dendograma del Grupo IV conformado por 6 accesiones (M37, M47, M29, M25 y M4, M4) se encontró 3 morfotipos (Figura 96).

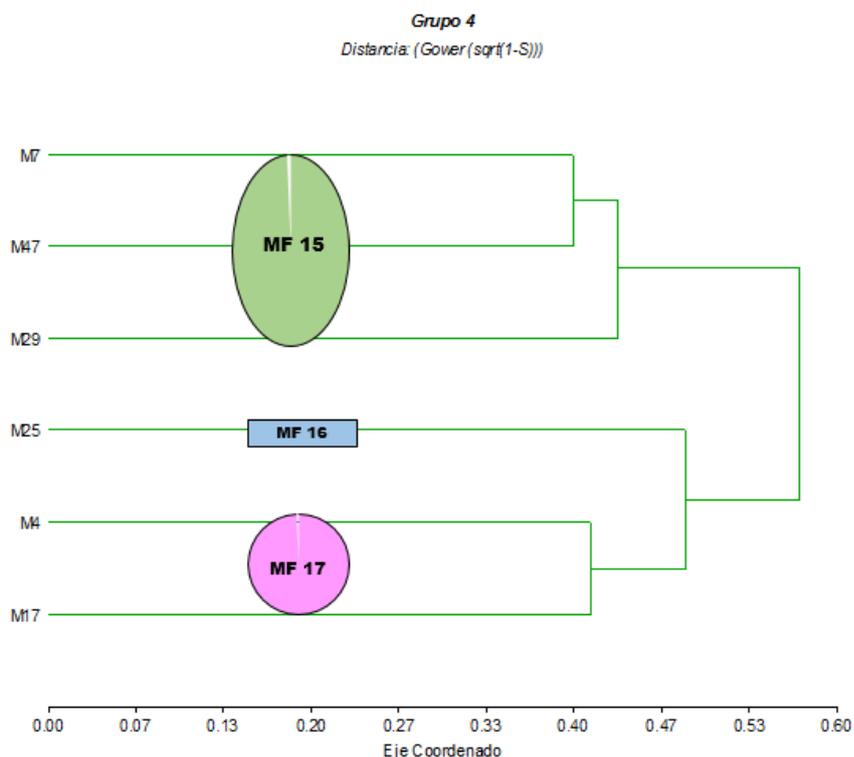


Figura 96. Dendograma de 6 accesiones que conforman en grupo IV.

#### 4.7. Identificación de materiales promisorios

Los materiales promisorios agrupa a especies nativas que pueden tener una amplia diversidad de usos industriales como sustitutos de materias primas o de productos terminados, pero de las cuales no existe un amplio desarrollo en domesticación de cultivos, formas de procesamiento industriales y mercados (Álvarez, 2014). La caracterización morfoagronómica de maíz raza Canguil de la presente investigación ha permitido que

obtenemos posibles materiales promisorios mediante caracteres que sobresalieron tanto en planta, mazorca y grano; la identificación de estos materiales promisorios identificados se realizaron de forma grupal, es así que:

En el **Grupo I**, se encontraron 4 accesiones como materiales promisorios, siendo estos: M22, M46, M34 y M48 (Figura 97 ) que se caracterizan por ser granos de color rojo oscuro a excepción de la accesión M48, todos conforman hileras regulares con mazorcas de forma cónica a diferencia de la accesión M46 que tiene mazorcas de forma cilíndrica- cónica. El porcentaje de reventado que presentó estos materiales fue más del 70%, en cuanto a la incidencia del gusano cogollero y el gusano de la mazorca, esta es baja, las características cualitativas y cuantitativas de estos materiales las podemos observar en el Anexo 12.



Figura 97. Materiales promisorios del Grupo I (M46, M34, M48).

Los materiales promisorios del **Grupo II** son las accesiones M35, M20, M28, M21, M30 (Figura 98) que se caracterizan por tener granos con tonalidades naranja rojizo, rojo amarillento, naranja, marrón y amarillo con mazorca de forma cilíndrica- cónica la mayoría de estas accesiones presentan hileras irregulares, son materiales que tienen más de una mazorca por planta, son plantas que no miden más de dos metros, en peso de cien granos tienen un promedio de 17 a 22 g y presentan un porcentaje de reventado, mayor del 70% sin embargo la accesión M35 obtuvo el 100% de granos reventados como se puede apreciar en el Anexo 13.

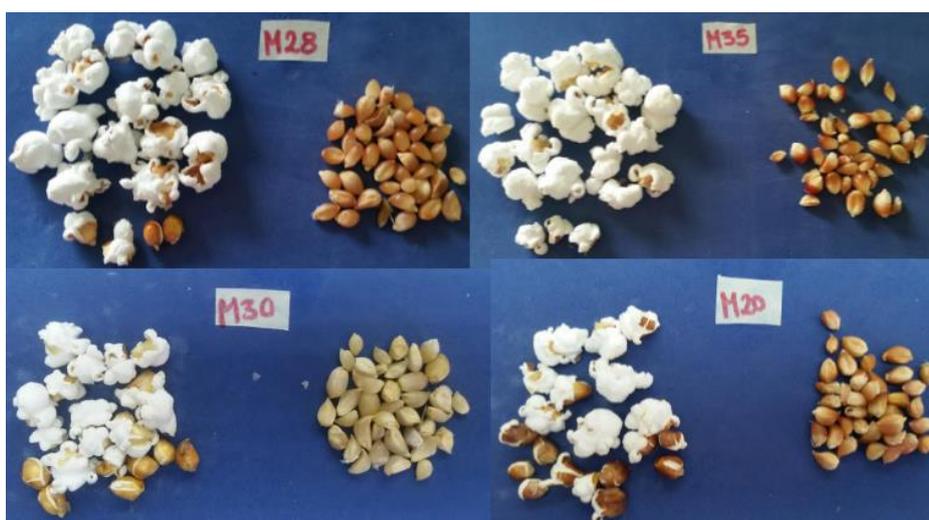


Figura 98. Materiales promisorios del Grupo II (M28, M35, M30, M20).

El **Grupo III** presentó 11 accesiones consideradas como materiales promisorios (Figura 99), se puede apreciar en este conglomerado, que se encuentran granos que presentan un porcentaje de reventado más del 80% con pesos de 19 a 26 g. son granos de colores con tonos de naranja, amarillo, marrón y blanco, las plantas presentan más de dos mazorcas, las demás características podemos observar en el Anexo 14.

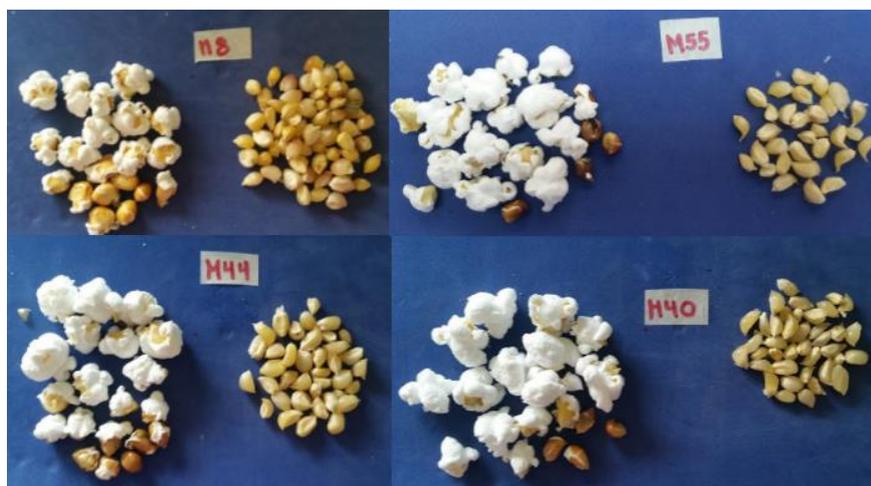


Figura 99. Materiales promisorios del Grupo III (M8, M55, M44, M40).

En el **Grupo IV** se identificaron se identificaron 2 accesiones (M4 y M7) (Figura 100), son granos de color amarillo y rojo, tienen mazorcas de forma cónica tienen hileras irregulares, son materiales que presentan más de dos mazorcas por planta; a pesar que las dos accesiones presentan un porcentaje de reventado de un 75%, hay una diferencia en peso de cien granos, 41 y 23 g. respectivamente (Anexo 15).



Figura 100. Materiales promisorios del Grupo IV (M7, M4).

Cabe mencionar que las variables que más sobresalieron para la caracterización de los posibles materiales promisorios fueron: forma predominante de la mazorca, disposición de hilera de granos, color de grano, altura de planta, altura al nudo de la mazorca más alta, número total de mazorcas, grosor, longitud y ancho de grano, peso de 100 granos, porcentaje de reventado e incidencia tanto del gusano cogollero como del gusano de mazorca.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Los procesos de caracterización morfológica y agronómica en 55 materiales colectados en Cotacachi y Otavalo se identificaron cuatro grupos y 17 morfotipos en función de 31 descriptores, los cuales permitieron diferenciar la variabilidad existente, lo cual permite determinar que dentro de la zona de Imbabura aún existe diversidad de canguil pese que es un cultivo que se encuentra en procesos de erosión genética.
- A través del análisis de agrupamiento se identificó que los materiales del Grupo 4 presentan menos características de un maíz tipo canguil (cristalinos, granos puntiagudos), y materiales del Grupo 2 y 3 son de granos de colores más claros con un porcentaje de más de 70% de reventado, sin embargo se aprecia que en el Grupo 1 también son de tipo reventador pero son de colores oscuros, lo que da una alternativa de consumo a canguiles de otros colores.
- La incidencia y severidad de plagas y enfermedades en el canguil no mostraron diferencias estadísticas significativas lo que implica que un monitoreo y manejo adecuado podría incidir en mejorar la producción.

#### 5.2. Recomendaciones

- Realizar un nuevo ensayo con las semillas obtenidas y poder observar las características propias que sobresalen en cada una de las accesiones de los grupos conformados (Grupo 1, Grupo 2 y Grupo 3) y así recuperar los materiales o realizar más investigaciones para obtener líneas promisorias o variedades mejoradas.
- Elaborar un mapa de distribución geográfica de la variabilidad de Canguil a nivel provincial para permitir el monitoreo de las mismas para así poder evaluar la presencia del canguil a nivel de chacras de agricultores y conocer el manejo e importancia del mismo.
- Crear bancos de germoplasma con la finalidad de disponer de la colección más amplia de la variabilidad genética de Canguil en la provincia de Imbabura y de esa manera se estaría conservando la diversidad y asegurando la existencia de semillas adaptadas a nuestro medio que ayudarían a afrontar el cambio climático y a asegurar la soberanía alimentaria a largo plazo.

- Desarrollar trabajos de mejoramiento genético con las semillas de materiales promisorios ya que muestra características óptimas en cuanto a porcentaje de reventado con relación al peso y color del grano.
- Promover el uso de canguiles locales para mantener la conservación *in situ* en chacras de los agricultores e integrar a los mismos a la conservación de recursos filogenéticos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 30 (2), 113-120.
- Alvares, D. (2014). *Las especies vegetales promisorias: caso del departamento de Antioquia* (tesis de grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Medellín, Colombia.
- Ángeles, E., Ortiz, E., López, P. y López, G. (2010). Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla. *Rev. Fitotec. Mes.*, 33 (4), 287-296.
- Anónimo (2013) Los colores del maíz: Agro biodiversidad campesina del maíz en el Ecuador. Carrera, J. (Ed.), Sara Ilacta, libro del maíz (pp. 55-69), Quito, Ecuador: Sector Publico Gubernamental
- Araya, M. J. (2008). *Variabilidad morfológica en maíz choclero (Zea mays L.)* (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago de Chile. Chile
- Arrieche, I. y Ruiz, M. (2014). Efecto de la fertilización orgánica con NPK sobre la materia orgánica, y el rendimiento del maíz en suelos degradados. *Observador del Conocimiento*, 2 (1), 203-212.
- Asturias, M. A., (2004). Maíz de alimento sagrado a negocio de hambre. Quito, Ecuador: HIVOS.
- Barrera-Bassollos, N., Astier, M., Orozco, Q., y Boege, E. (2009). Saberes locales y defensa de la agrobiodiversidad: maíces nativos vs. maíces transgénicos en México. *Saberes locales y defensa de la agrobiodiversidad*, Num. 92- 93.
- Basantes, E. (2004). Curso de cultivos. Escuela Politécnica del Ejército. Facultad de Ciencias Agropecuarias. IASA.
- Basantes, E. R. (2015). *Manejo de cultivos andinos del Ecuador*. Sangolquí, Ecuador: ESPE.
- Bert, F., y Satorre, E. (2014). Como monitorear y cuando controlar las enfermedades foliares de maíz. *Cultivar Conocimiento Agropecuario*, Brasil. Recuperado de [www.cultivaragro.com.ar](http://www.cultivaragro.com.ar).

- Blessing, D. M., y Hernández, G. T. (2009). *Comportamiento de variables de crecimiento en maíz (Zea maíz L.) Var. NB-6 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca El Plantel. 2007-2008* (tesis de diplomado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Cárcamo, M. I., García, M., Manzur, M. I., Montor, I., Pengue, W., Salgado, A., Velásquez, H., y Vélez, G. (2011). Biodiversidad, erosión y contaminación genética del maíz nativo en América. México: Rallt.
- Carrasco, L. C., y Pineda, L. S. (2009). *Evaluación de ocho genotipos de maíz (Zea mays L.) de polinización libre y tres tipos de fertilizaciones El Castillito, Las Sabana, Madriz* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Castillo, R., Estrella, J. y Tapia, C. (1991). *Técnicas para el manejo y uso de los recursos filogenéticos*. Quito, Ecuador: Provenir.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (2004). *Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo*. Cuarta edición. México, D. F.: CIMMYT.
- Chaqui, C. (2013). *Formación de una variedad experimental de maíz amarillo suave (Zea mays L.) tipo "Misha" a partir de medios hermanos y hermanos completos, Tumbaco, Pichincha* (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Chavarry, B. (2014). *Caracterización morfológica de una muestra de accesiones de maíces peruanos del banco de germoplasma de maíz (Zea mays L.) de la UNALM* (tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Cherrez, V. H. (2015). *Evaluación de dos distancias de siembra y tres niveles de fertilización con N, P, K en el cultivo de maíz (Zea mays L.)* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Chulqui, D., G. (2015). *Estudio de la variabilidad patogénica de poblaciones de Exserohilum turcicum y caracterización de la resistencia de variedades locales de maíz (Zea mays L.) de Cotacachi y Saraguro* (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

- Constitución de la República del Ecuador (2008). Registro oficial Suplemento, 449, 2008, 20, octubre.
- Conteras, J. (2010). Cultivo de maíz: labores culturales. Recuperado de <http://jennywwwagroalimentoscultivados.blogspot.com/2010/05/labores-culturales.html>
- Contreras, O., Gil, A., López, P., Reyes, D. y Guerrero, J. (2016). Caracterización morfológica de maíces nativos de La Sierra Nororiental de Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 17, 3633-3647.
- Del Rincón- Castro, M. C., Méndez- Lozano, J. e Ibarra, J. E. (2006). Caracterización de cepas de *Bacillus thuringiensis* con actividad insecticida hacia el gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Folia Entomológica mexicana*, 45(2), 157-164.
- Delgado, J. (2016). Más sobre el proceso de polinización en el maíz. Obtenido de intagri: <https://www.intagri.com/articulos/cereales/mas-sobre-el-proceso-de-polinizacion-en-el-maiz>
- Duvick, D. N. (2005). The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.). *Advances in Agronomy*, 86, 83-145.
- Espinosa de los Monteros, D. A. y Oñate, J. L. (2007). *Evaluación y caracterización morfoagronómica de 117 líneas de maíz negro y 42 líneas de maíz dulce provenientes del CIMMYT (México)* (tesis de pregrado). Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador.
- Espinosa, T., Mendoza, M. del C., Castillo, F., Ortiz, J., Delgado, A. y Carrillo, A. (2009). Acumulación de antocianinas en pericarpio y aleurona del grano y sus efectos genéticos en poblaciones criollas de maíz pigmentado. *Rev. Fitotec, Mex.*, 32 (4), 303- 309.
- Estrella, J., Manosalvas, R., Marica, J. y Ribadeneira, M. (2005). *Biodiversidad y recursos genéticos: Una guía para su uso y acceso en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Abya Yala.
- Eyherabide, G. (2012). *Bases para el manejo del cultivo de maíz*. Argentina:INTA.
- Fergusosn, J. (2012). Color name diagrams for the Munsell color charts for plants tissues. Toronto, Canadá.

- Figuerola, J., Narváez, D. E., Sánchez, A. M., Taba, S., Gaytán, M., Véles, J.J., Rincón, F. y Aragón, F. (2013). Propiedades físicas del grano y calidad de los grupos raciales de maíces nativos (criollos) de México. *Rev. Fitotec. Mex.*, 36 (3), 305- 314.
- Flores, E. I. (2006). *Fertilización orgánica vs fertilización química en el cultivo de maíz (Var. INIAP 542) en Zamora* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Fontenont, B. (2012). The Atlantic: popcorn may actually be good for you (If You Don't Slather It in Butter). Recuperado de <https://www.theatlantic.com/health/archive/2012/04/popcorn-may-actually-be-good-for-you-if-you-dont-slather-it-in-butter/255596/>
- Foyer, J. (2012). Ver su riqueza en los maíces: un panorama de las iniciativas de conservación de maíces criollos en Mexico. *Human and Social Sciences*. Doi: 00994898
- Franco, T. e Hidalgo, R. (2003). *Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos filogenéticos*. Boletín técnico no, 8. Instituto Internacional de Recursos filogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
- García- Gutiérrez, C., Gózales- Maldonado, M. B., Cortez- Mondaca, E. (2012). Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Ra Ximhai* 8(3), 57-70.
- Genesperu (2015). Validación de la caracterización y evaluación de entradas de Kiwicha del banco de germoplasma del centro de investigación en cultivos andinos de la facultad de agronomía y zootecnia de la universidad nacional de San Antonio ABAD del Cusco (CICA-FAZ-UNSAAC). Cusco, Perú.
- Gobernación de Antioquia (2015). *Manual técnico de cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas*. Colombia: Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Antonio Ante (2017). Chaltura. Recuperado de <https://www.antonioante.gob.ec/AntonioAnte/index.php/canton/simbolos-del-canton/17-canton/98-chaltura>
- Goodman, M.M., y Brown, W.L. (1988). Races of corn. In G.F. Sprague & J.W. Dudley, eds. *Corn and corn improvement*, 3rd ed., p. 33-79. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy.

- Guacho, E. (2014). “*Caracterización agro-morfológica del maíz (Zea mays L.) de la localidad San José de Chazo*” (Tesis de ´grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Hernández, A., E. (2013). Caracterización morfológica de recursos filogenéticos. *Bio Ciencias*, 2 (3), 113-118.
- Horacio, F. (2002). *Plagas de maíz: El barrenador del tallo*. INTA. Buenos Aires, Argentina.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2017). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2004). Manual tecnológico de maíz amarillo duro y de buenas prácticas agrícolas para el valle de Huaura. Lima, Perú: INCAGRO.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (1981). Variedades de maíz para la sierra ecuatoriana. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/214/4/iniapscbd119.pdf>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (2015). Control del pulgón verde del maíz.
- Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias (2008). Informe nacional sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación. Ecuador. Recuperado de FAO: <http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/Ecuador.pdf>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (2008). *Guía para la producción de maíz: Variedad V-322 en Temporal*. Celaya, México.
- Intagri (2017). Manejo integrado del gusano elotero (*Helicoverpa zea*). Series Fito sanidad, Num 82. Artículo técnico de INTAGRI, México, 3p.
- International Board for Plant Genetic Resources (1991). Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City. International Board for Plant Genetic Resources , Roma.
- Kato, T. A., Mapes, C., Mera, L. M., Serratos, J. A. y Bye, R. A. (2009). *Origen y clasificación del maíz: una revisión analítica*. D. E., México: CONABIO.

- Lafitte, H. R. (2001). Fisiología del maíz tropical. En R. L. Paliwal. (Ed.), *El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción*, (pp. 29-36). Roma.
- Larrea, H. (2013). Maíz reventón: Ficha de requisitos técnicos de acceso al mercado de Estados Unidos. Recuperado de <https://es.slideshare.net/hlarrea/bid-maiz-reventonultivo>
- Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de agricultura (2017). *Registro Oficial Suplemento*, 10, 2017, 8, junio.
- López, A. S. (2015). *Efecto de tres densidades de población sobre la calidad física del grano de maíz del híbrido AN-447* (tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, México.
- Macuri, E. R. (2016). *Estudio de la diversidad fenotípica del maíz (Zea mays L.) en la sierra baja del Perú* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Maigual, J.L. (2014). *Caracterización morfo agronómica de razas criollas e indígenas de Zea mays L. colombianas de tierras altas* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Palmira, Colombia.
- Marín, L. F. (2008). *Evaluación agronómica de variedades comerciales de maíz (Zea mays, L.) en relación a sus ciclos de maduración* (tesis de pregrado). Escuela Universitaria Politécnica La Almunia de Doña Godina, Zaragoza, España.
- Martínez, M., Ortiz, R., Ríos, H. y Acosta, R. (2011). Evaluación de la variabilidad morfo agronómica de una colección cubana de maíz (*Zea mays* L.). *Cultivos tropicales*, 32(4), 42-50.
- Melchiorre, P. (1995). *Caracterización y evaluación de una forma de maíz (Zea mays L.) reventón*. *Rev. Facultad de agronomía*, 15(1), 51-58.
- Melgara, Y., y Tinoco, O. D. (2013). *Caracterización y evaluación preliminar de 32 accesiones de maíz (Zea mays L.) en Tisma, Masaya, Postrera, 2011*. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Mera, A. G., y Montaña, C. J. (2015). *Evaluación de arreglos espaciales y densidades poblacionales en híbridos de maíz comercial en zonas de bosque tropical seco durante la época lluviosa* (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

- Muñoz, G., Guiraldo, G. y Fernández, J. (1993). Centro Internacional de Agricultura Tropical (1993). Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Nadal, A. (2000). El caso del maíz mexicano en el NAFTA: Variabilidad genética y liberalización comercial. *Biodiversidad*, 24, 3-12.
- Oñate, L. A. (2016). *Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (Zea mays) var. blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador.
- Orbando, E. S. (2019). *Caracterización de maíz blanco harinoso (Zea mays L.) material nativo "Chazo" de la provincia de Chimborazo* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Cevallos Ecuador.
- Oreamuno, P. y Monge, J. E. (2018). Maíces nativos de Ganacaste, Costa Rica: caracterización de los granos. *Cuadernos de investigación UNED*, 10(2), 353-361.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014). Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Roma.
- Palacios, G. (2017). *Caracterización morfológica, calidad fisiológica de semillas y análisis bromatológicos de plántulas de maíces nativos* (tesis de grado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, México.
- Paliwal, R. L. y Lafitte, H. R. (2001). *El maíz en los trópicos: mejoramiento y reproducción*. Roma: FAO.
- Pardey, C., García, M. A. y Moreno, N. (2016). Caracterización de maíz procedente del departamento del Magdalena, Colombia. *Genética vegetal y biodiversidad*, 17 (2), 167-190.
- Patel, J., Patel, N., Shiyani, R. (2001). Coeficiente de variación en los experimentos de campo y su criterio. Un estudio empírico. *Ciencia actual*, 81(9), 1163-1164.
- Paterniani, E. (1977). *Races of maize in Brazil and adjacent areas*. México: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

- Pavón A. B. (2005). Instalación de riego por goteo en una parcela de maíz. Recuperado de [https://previa.uclm.es/area/ing\\_rural/Proyectos/AntonioPavon/07-AnejoV.pdf](https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioPavon/07-AnejoV.pdf)
- Peña, J. (2011). *Evaluación de dos poblaciones sintéticas de maíz mediante técnicas agronómicas y moleculares* (Tesis de doctorado). Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España.
- Peñaherrera, D. (2011). Manejo integrado del cultivo de maíz de altura, INIAP, Guía N° 4, Quito, Ecuador, 56p.
- Pérez de la C., F de J., Carballo, A., Santacruz, A., Hernández, A. y Molina, J. C. (2001). Calidad fisiológica en semillas de maíz con diferencia estructurales. *Agricultura Técnica de México*, 33 (1), 53- 61.
- Pérez, C., Hernández, A., Gonzales, F. V., García, G., Carballo, A., Vásquez, T. R. y Tovar, M. (2006). Tamaño de la semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. *Agricultura Técnica en México*, 32(3), 341-352.
- Pizarro, J. (2015). ¿Por qué hay mal formaciones en las mazorcas de maíz?. Intagri. Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/cereales/por-que-hay-malformaciones-en-las-mazorcas-de-maiz>
- Rivera, S. C. (2011). *Caracterización morfológica de mazorca y planta de familias avanzadas de maíz amiláceo (Zea mays L.) mediante selección mazorca-hilera, fase X* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Jauja, Perú.
- Rodríguez G. (2015). Análisis de la producción de maíz amarillo duro en las provincias de Barranca y Huara Huacho.
- Rodríguez, V. M., Soegas, P., Landa, A., Ordás, A. y Revilla, P. (2013). Effects of selection for color intensity on antioxidant capacity in maize (*Zea mays* L.). *Euphytica*, 193, 339- 345.
- Romero, C. D. (2018). *Incidencia del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en el cultivo de maíz (Zea mays L.) en las condiciones climáticas del cantón Junín Provincia de Manabí* (tesis de pregrado). Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Ecuador, Manabí.

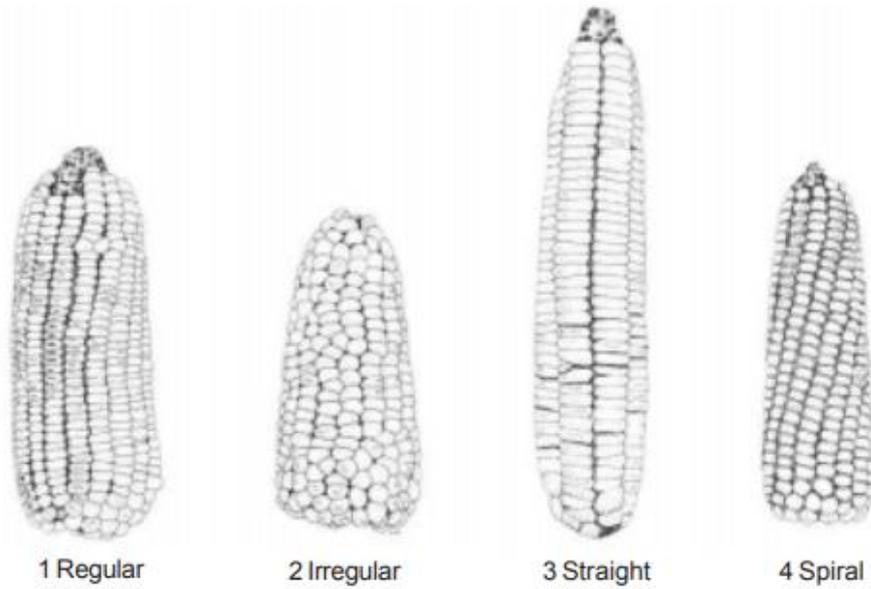
- Ruiz, C. (2001). La Contaminación Genética del Maíz. Se encuentra en: [http://politica.ecoportal.net/contenido/temas\\_especiales/transg\\_nicos/la\\_contaminacion\\_genetica\\_del\\_maiz\\_mexicano](http://politica.ecoportal.net/contenido/temas_especiales/transg_nicos/la_contaminacion_genetica_del_maiz_mexicano).
- Sánchez, C. (2002). El maíz para canguil desaparece de los suelos de Ecuador. EL COMERCIO. Recuperado de El Comercio: <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/maiz-canguil-desaparece-de-suelos.html>
- Sánchez, I. (2014). Maíz (*Zea mays*). *Reduca*, 7 (12), 151-171.
- Sánchez, J., Espinosa, N., y Cadena, P. (2017). Caracterización morfológica de poblaciones de maíz nativo (*Zea mays* L.) en Chiapas, México. *Agro productividad*, 10 (9), 26-33.
- Sánchez, V. (2002). *Evaluación y caracterización morfológica y molecular de maíz (Zea mays) harinoso* (tesis de grado). ESPE, IASA, Sangolquí, Ecuador.
- Santoyo, A. B. (2004). *Polinización de maíz*, (tesis de pregrado). Universidad de Guadalajara, Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal.
- Silva, M., C. (2014). *Caracterización molecular de las razas de canguil, Tusilla y mezclas de maíz del banco de trabajo del Programa de Maíz del INIAP* (Tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas armadas, ESPE, Sangolquí, Ecuador.
- Silva, C., Morillo, E., Yáñez, C., Proaño, K., y Taípe, M. (2014). Caracterización molecular de las razas de canguil, tusilla y mezclas del banco de trabajo del programa de maíz del INIAP. *Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE*, 9 (1), 4-10.
- Silva, W. R., Alfaro, Y. J. y Jiménez, R. J. (2008). Evaluación de las características y agronómicas de cinco líneas de maíz amarillo en diferentes fechas de siembra. *Revista UDO Agrícola*, 9 (4), 743-755.
- Tapia, C. G. (2015). *Identificación de áreas prioritarias para la conservación de razas de maíz en la Sierra del Ecuador* (tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Tercero, H. R., Torrez, O. D. (2004). *Evaluación de siete genotipos de maíz (Zea mays L.) en época de primera y postrera en el año 2000 y 2003 en Chichigalpa, Chinandega* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

- Timothy, D. H., Hatheway, W. H., Grant, U. J., Torregroza, M., Sarria, D. y Varela, D. (1963). *Races of maize in Ecuador*. Washintong, D. C.: National Academes Library.
- Torres, M. (2017). Agro biodiversidad y biotecnología. *Polémika*, 2(5), 130-139-
- Urbina, R. (2015). *Control de calidad en la producción tradicional y no convencional de semillas de variedades de maíz (Zea Mays L.) de polinización libre*. Valle del Cauca, Colombia: CGIAR.
- Valdez- Gutiérrez, J., Gómez- Montiel, N. O., Preciado- Ortiz, R. E., Reyes- Méndez, C. A. y Peña- Ramos, A. (2014). V460P, variedad de maíz palomero para la región de Las Huastecas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp*, 7, 1303- 1308.
- Valdez- Torres, J. B., Soto- Landeros, F., Osuna- Enciso, T. y Báez- Sañudo, M. A. (2012). Modelo de predicción fenológica para maíz blanco (*Zea mays L.*) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith). *Agrociencia*, 46, 399- 410.
- Valverde, M. (2015). *Caracterización e identificación de razas de maíz en la provincia de Azuay* (tesis de maestría). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Vargas, J. E. (2012). *Fisiología de la planta de maíz*. Colombia: Fondo importado de cereales.
- Varón De Agudelo y Sarria (2007). *Enfermedades del maiz y su manejo*, ICA, FENALE. Palmira, Colombia.
- Vásquez, M., Martínez, L.H., y Gonzales, H. J. (2016). *Caracterización agronómica básica de las principales variedades de maíz criollo que se cultiva en cinco municipios del Departamento de Cuscatlan* (tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, San Vicente, El Salvador.
- Vásquez, W. A. (1986). *Evaluación de progenies y variedades experimentales de diferentes tipos de maíz precoz (Zea mays L.)* (Tesis de grado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Velásquez, R. (2012). *Importancia mundial del maíz. Recuperado de productora de semillas:*  
<http://www.productoradesemillas.com/Artecnicos/granos%20basicos/Maiz%20de%20alta%20calidad%20de%20proteina%20QPM.pdf>

- Vidal, V. A., Clegg, M. D., Johnson, B. E., Osuna, J. A. y Coutiño, B. (2004). Phenotypic plasticity and pollen production components in maize. *Agrociencia*, 38, 273-284.
- Vitery, C. (2011). *Propuesta de implementación de un manual dirigido a los agricultores del cantón Baba de la provincia de los Ríos acerca del cultivo de maíz amarillo con fines exportables* (tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Wellhausen, E. J., Roberts, L. M. y Hernández, E. (2010). *Razas de maíz en México, su origen, características y distribución*. México: Rockefeller.
- Yáñez, C. (2007). *Manual de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras*. Quito, Ecuador.
- Yáñez, C., Zambrano, J. L., Caicedo, M. y Heredia, J. (2013). *Guía de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras*, INIAP, Programa de maíz. Guía N° 96. Quito, Ecuador.
- Yépez, E. (2016). *Caracterización morfológica y evaluación fenológica de sesenta y cinco entradas de maíz (Zea mays L.) del banco de germoplasma del CICA-K'AYRA- Cusco* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Kayra, Cusco.
- Ziegler, K. E. y Hallauer, A. R. (2001). *Specialty Corns*. Segunda edición. Boca Raton, London, New York, Washington, D. C.: CRC Press.

## ANEXOS

### Anexo 1. Disposición de hilera de granos en mazorcas de maíz



### Anexo 2. Formas de superficie del grano



Anexo 3. Entrevista dirigida a los productores de Canguil

**ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE SEMILLA DE CANGUIL**

**1. Datos personales**

Nombre: MARTHA HUENALCA Comunidad: GUACHINGUERO  
 Edad: 32 Cantón: OTAVALO  
 Género: FEMENINO

**2. Datos de la semillas**

Nombre de la variedad: BOTO, GUANAJA Tiempo de cosecha: 10 meses  
 Procedencia de la semilla: COTACACHI Distancia de siembra: 50 cm  
 Años de siembra: PRIMERA COSECHA Cantidad de semillas en cada sitio: 2  
 Mes de siembra: OCTUBRE Asociación de cultivo: FÉLIX HABRA  
 Superficie de tierra cultivada: .....

**3. Manejo cultural**

**Riego y drenaje**

Aspersión: Por gravedad Por gravedad  
 Otros: LUVIA Numero de riego: .....

**Control de malezas**

Control químico: .....

Control mecánico: ARAÑA Numero de deshierbas: 2 veces  
 Otros: .....

**Fertilización**

Químico: .....

Orgánico: NATAJA DE OVEJA, GALINA, OVEJA, VACA Otros: .....

**Presencia de plagas y enfermedades**

Nombre: .....

Época de presencia: .....

Daños presentes en la planta: .....

Método de control: .....

**4. Destino de la producción**

Mercado:  (QUITO) Autoconsumo:

- EL CANGUIL BLANCO REVIENTA TODO  
 - SIEMBRA POR CALENDARIO LUNAR (CUARTO CRECIENTE),

Anexo 4. Días a la floración de las accesiones colectadas según localidades de Otavalo y Cotacachi

Agricultor	Localidad	Accesión	DHEDE	DHA	Promedio total	
					DHEDE	DHA
1	Cumbas Conde	m1	86,6	89,2	86	91
		m2	87	89,2		
		m3	86,4	89,2		
		m4	90,2	94,8		
		m5	86,6	94,6		
		m6	86,4	93		
		m7	84,6	92		
2	Cumbas Conde	m12	104,8	99,2	104	95
		m13	104	95,2		
		m14	104	92,8		
		m15	104,4	92,6		
		m16	107,6	97,4		
		m17	102,8	95,2		
		m18	103,8	100,2		
3	Arrayanes	m19	104,2	99,6	104	100
		m20	104,2	99,6		
		m21	104,2	100,2		
		m22	110,4	107,8		
		m23	102,4	102,4		
		m24	102,4	104,4		
		m25	102,4	100,6		
4	San Blas de Cuicocha	m26	102,4	102,4	106	107
		m27	111,6	114,8		
		m28	105	118,6		
		m29	106	104,4		
		m30	110,4	111,8		
		m31	110,4	106,6		
		m32	110,4	110,4		
5	Mojanda	m8	99	100,2	96	100
		m9	99	102,4		
		m10	92,8	101		
		m11	92,8	99,4		
		m33	118,8	112,8		
		m34	106,2	100,4		
		m35	102,2	97,4		
6	Peguche	m36	103,8	100,4	105	102
		m37	106,2	107,2		
		m38	106,2	104		
		m39	99,8	97,6		
		m40	106,2	101,8		
		m41	106,2	104,8		
		m42	99,8	97,4		

		m43	106,2	102,4		
		m44	99,8	101,8		
		m45	109,2	103,4		
7	Camuendo	m46	109,2	103,2	107	105
		m47	103,6	108,6		
		m48	89	86,2		
		m49	89	65,2		
		m50	91,2	82,8		
8	Guachinguero	m51	88,8	84,8	89	76
		m52	92,4	78		
		m53	88,8	74,2		
		m54	86,4	64		
		m55	87,4	75,8		

#### Anexo 5. Tamaño de espiga de las accesiones M16 y M24

Accesión	TE	AP (cm)	NTM	P100GR	CG
M16	8.5	148	3	27	rojo oscuro
M24	52	185.5	1	24	rojo oscuro

TE: tamaño de espiga, AP: altura de planta, NTM: número total de mazorcas, CG: color de grano, P100GR: peso de 100 granos medidos en gramos.

#### Anexo 6. Accesiones M4 y M33 que presentan más de seis mazorcas en una planta.

Acc.	NTM	DHG	FPM	CG	FSG
M4	6	irregular	cónica	amarillo pálido	muy puntiagudo
M33	6	irregular	cilíndrica- cónica	rojo oscuro	puntiagudo

NTM: número total de mazorcas, DHG: disposición de hileras de granos, FPM: forma predominante de la mazorca, CG: color de grano, FSG: forma superficial del grano

#### Anexo 7. Diferencia de peso de mazorcas y diámetro de mazorcas de las accesiones M9, M22, M26 y M5

Acc.	Nº mazorcas	Peso de mazorca	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Grosor de grano	Peso de 100 granos	Color de grano	Apariencia de grano
M9	2	19	9.11	2.3	4	19	amarillo	reventador
M22	2	136	14.55	3.58	5	35	rojo oscuro	reventador
M26	1	20	8.19	1.95	4.2	11	naranja rojizo	reventador
M5	2	56	13.4	9.6	4.5	17	amarillo	reventador

Anexo 8. Accesiones que presentan mayor y menor números de granos por hilera.

Acc.	NGH	P100 GR	CG	TG	FSG
M9		19	amarillo	crystalino	puntiagudo
M12	11	34	rojo	harinoso	puntiagudo
M29		22	oscuro	semicris- talino	muy puntiagudo
M18	36	20	rojo oscuro	crystalino	muy puntiagudo

Anexo 9. Accesiones que presentan mayor y menor peso de raquis.

Acc.	PT	NH	NGH	P100GR	TG
M34	1	11	21	35	semiharinoso
M42	1	12	24	26	crystalino
M45	1	14	21	21	crystalino
M22	19	10	25	23	crystalino
M23	19	12	22	14	harinoso

PT: peso del raquis, NH: número de hileras, NGH: número de granos por hilera, P100GR: peso de 100 granos, TG: tipo de grano

Anexo 10. Accesiones que presentan mayor peso en rendimiento de 100 granos.

Acc.	NH	NGH	GG	TG	P100 GR
M26	10	20	4.2	crystalino	11
M31	14	22	4.2	crystalino	11
M4	10	23	5.6	semicristalino	41
M12	12	17	5,9	harinoso	34
M17	9	21	2	semicristalino	39
M22	11	25	5,3	crystalino	35

NH: número de hileras, NGH: número de granos por hilera, CG: color del grano, AFG: apariencia física del grano, P100GR: peso de 100 granos

Anexo 11. Características cuantitativas y cualitativas de los materiales promisorios del Grupo 1

ACC	GRUP	FPM	DHG	CG	AP	ANM A	NT M	G G	LG	AG	PCG	% REVEN T.	INCL_GUSAN O COGOLLERO	INCL_GUSAN O_ MAZORCA
M22	1	cónica	regular	rojo oscuro	87,3	87,3	2	5,3	1,1 9	0,6 0	35	85	14,3	4,8
M46	1	cilíndric a-cónica	regular	rojo oscuro	227, 2	126,8	1,8	5,2	1,0 4	0,6 6	24	80	0,0	2,4
M34	1	cónica	regular	rojo oscuro	190, 4	108,3	3	4,8	1,0 1	0,6 5	21	75	21,4	9,5
M48	1	cónica	regular	marrón claro	181, 6	85,8	1,8	5,3	1,0 9	0,7 0	26	70	7,1	21,4
M3	1	cilíndric a-cónica	regular	rojo oscuro	222, 2	137,7	3,4	4,9	1,1 4	0,6 7	23	65	28,6	9,5

M33	1	cilíndrica-cónica	irregular	rojo oscuro	214,2	141,9	3	4,3	1,07	0,58	20	60	16,7	11,9
M12	1	cilíndrica	irregular	rojo oscuro	196,2	112,4	1,2	5,9	1,16	0,76	34	55	11,9	9,5
M1	1	cilíndrica-cónica	regular	rojo oscuro	242,6	152,5	2,2	4,9	1,13	0,68	24	50	11,9	9,5
M2	1	cilíndrica-cónica	regular	rojo oscuro	218,4	150,3	2,6	5,1	1,07	0,66	23	50	16,7	11,9
M16	1	cilíndrica	espiral	rojo oscuro	201,4	131,2	3	5,1	1,12	0,70	27	30	19,0	0,0
M23	1	cilíndrica-cónica	irregular	rojo oscuro	223,2	116,9	2	5,2	1,17	0,79	26	30	9,5	23,8
M13	1	cónica	regular	rojo oscuro	185,7	119,1	2,2	4,9	0,99	0,68	22	20	14,3	4,8
M24	1	cónica	regular	rojo oscuro	192,1	80,4	1,8	4,5	1,19	0,73	24	15	23,8	7,1

## Anexo 12. Características cuantitativas y cualitativas de los materiales promisorios del Grupo 2

ACC.	GRUP	FPM	DHG	CG	AP	ANMA	NTM	GG	LG	AG	PCG	% REVENT.	INCL_GUSANO COGOLLERO	INCL_GUSANO - MAZORCA
M35	2	cilíndrica-cónica	espiral	naranja rojizo moderado	140,0	81,7	2,2	4,7	1,1	0,6	22	100	9,5	7,1
M20	2	cilíndrica-cónica	irregular	rojo amarillento	199,3	81,6	2,8	4,6	1,1	0,7	20	70	14,3	7,1
M18	2	cilíndrica	irregular	rojo oscuro	174,8	81,9	2	4,3	1,1	0,7	20	45	23,8	9,5
M51	2	cónica	irregular	amarillo pálido	137,7	76,2	2,4	4,8	1,1	0,6	19	65	4,8	11,9
M19	2	cilíndrica-cónica	regular	rojo oscuro	190,8	95,7	2,6	4,4	1,1	0,6	19	15	0,0	4,8
M28	2	cilíndrica-cónica	irregular	naranja moderado	204,7	100,4	1,8	4,3	1,0	0,6	17	90	19,0	2,4
M21	2	cilíndrica-cónica	irregular	marrón blanco	187,8	76,6	2	4,2	1,1	0,8	17	70	9,5	2,4
M30	2	cilíndrica-cónica	irregular	amarillo	190,5	95,3	1,8	4,3	1,0	0,6	17	70	7,1	0,0
M49	2	cilíndrica-cónica	espiral	naranja marrón	196,4	114,3	2,4	4,6	1,1	0,7	17	65	28,6	7,1
M41	2	cilíndrica-cónica	irregular	rojo oscuro	220,0	140,0	3,2	4,3	1,1	0,6	17	55	16,7	4,8
M36	2	cilíndrica-cónica	regular	naranja rojizo moderado	162,8	110,7	2,6	4,2	1,1	0,6	17	40	11,9	19,0
M27	2	cilíndrica	irregular	amarillo rojizo	142,9	65,5	1,4	4,7	1,1	0,6	16	60	26,2	4,8
M45	2	cilíndrica-cónica	regular	naranja rojizo moderado	187,2	101,6	1,6	4,4	1,0	0,6	14	60	9,5	14,3
M31	2	cónica	irregular	amarillo pálido	163,1	71,8	2,2	4,2	1,1	0,6	11	80	23,8	14,3
M26	2	cilíndrica-cónica	irregular	naranja rojizo moderado	198,4	79,7	1,4	4,2	1,0	0,6	11	60	21,4	4,8

## Anexo 13. Características cuantitativas y cualitativas de los materiales de promisorios del Grupo 3

ACC.	GRUP.	FPM	DHG	CG	AP	ANMA	NTM	GG	LG	AG	PCG	% REVENT.	INCL_GUSANO COGOLLERO	INCL_GUSANO - MAZORCA
M14	3	cónica	irregular	naranja rojizo moderado	178,9	96,1	1,8	5,2	1,09	0,71	24	90	19,0	7,1
M53	3	cónica	regular	marrón claro	207,2	135,0	2,4	4,9	0,98	0,62	21	90	11,9	2,4
M38	3	cónica	espiral	amarillo rojizo	200,2	115,7	3,2	5,3	1,09	0,69	26	80	4,8	16,7

M40	3	cilíndrica	irregular	blanco rosado	176,2	123,8	2,6	3,7	1,09	0,58	26	80	28,6	7,1
M55	3	cónica	regular	marrón claro	175,9	100,2	1,8	4,6	1,15	0,63	23	80	35,7	0,0
M8	3	cónica	regular	marrón claro	227,3	119,2	2,2	5,2	1,03	0,66	20	80	14,3	2,4
M37	3	cónica	espiral	amarillo rojizo	207,4	121,4	3	4,4	1,09	0,60	20	80	11,9	7,1
M9	3	esférica	irregular	amarillo	191,6	94,6	2,2	4,6	1,14	0,59	19	80	19,0	4,8
M43	3	cónica	regular	amarillo	188,3	125,1	4	4,9	1,11	0,68	15	80	14,3	11,9
M44	3	cónica	espiral	amarillo	209,7	130,7	2,8	4,8	1,08	0,68	23	75	9,5	14,3
M54	3	cónica	regular	amarillo	157,9	89,4	1,6	4,9	1,17	0,74	21	75	2,4	11,9
M52	3	cónica	irregular	marrón claro	173,0	112,0	1,8	4,3	1,09	0,58	19	75	4,8	7,1
M39	3	cónica	espiral	amarillo rojizo	222,2	146,7	3	4,2	1,08	0,59	16	70	21,4	19,0
M6	3	cilíndrica	irregular	marrón claro	210,6	126,5	2,4	4,9	1,11	0,70	23	65	14,3	7,1
M15	3	cónica	irregular	naranja marrón moderado	158,5	110,4	1,8	4,9	1,03	0,69	22	65	26,2	7,1
M50	3	cónica	espiral	amarillo rojizo	193,3	122,9	2,6	4,0	1,13	0,56	16	65	11,9	11,9
M42	3	cónica	regular	amarillo	179,5	109,8	2,4	4,4	1,05	0,69	23	60	7,1	11,9
M32	3	cilíndrica -cónica	irregular	blanco	234,9	120,6	1,6	4,9	1,14	0,70	17	60	14,3	7,1
M5	3	cónica	irregular	amarillo	199,7	123,8	2,8	4,5	1,03	0,64	17	55	9,5	4,8
M10	3	cilíndrica	irregular	blanco	189,7	109,7	2	4,6	1,13	0,67	20	40	4,8	0,0
M11	3	cónica	espiral	blanco rosado	221,2	127,8	1,6	4,9	1,00	0,63	18	35	21,4	4,8

#### Anexo 14. Características cuantitativas y cualitativas de los materiales promisorios del Grupo 4

ACC.	GR UP.	FPM	DHG	CG	AP	ANM A	NTM	GG	LG	AG	PCG	% REVE NT.	INCL.GUS. COGOLLE RO	INCL.GUS. _MAZORCA
M4	4	cónica	irregular	amarillo pálido	189,8	117,1	3,6	5,6	1,16	0,84	41	75	23,8	9,5
M7	4	cónica	irregular	rojo	194,0	116,8	2,6	4,9	1,11	0,70	23	75	23,8	11,9
M17	4	recta	irregular	amarillo pálido	180,1	123,4	3,2	5,3	1,16	0,90	39	65	21,4	11,9
M47	4	cilíndrica -cónica	irregular	amarillo	147,6	73,8	1,4	4,8	1,14	0,71	25	65	19,0	4,8
M29	4	cilíndrica	regular	amarillo	187,3	99,8	1,8	5,0	1,07	0,73	22	40	19,0	11,9
M25	4	cilíndrica -cónica	irregular	rojo oscuro	229,9	125,0	2,4	4,9	1,04	0,72	19	15	9,5	9,5