

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



**EVALUACIÓN DEL CUARTO CICLO DE SELECCIÓN POR MEDIOS HERMANOS
DEL CULTIVO DE MAÍZ RAZA CANGUIL ROJO (*Zea mays* L. var Everta) EN
CHALTURA-IMBABURA**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

Línea de investigación: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible

AUTOR:

Gabriel Alejandro Factos Ipiales

DIRECTORA:

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

Ibarra, 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

EVALUACIÓN DEL CUARTO CICLO DE SELECCIÓN POR MEDIOS HERMANOS DEL CULTIVO DE MAÍZ RAZA CANGUIL ROJO (*Zea mays* L. var Everta) EN CHALTURA-IMBABURA

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

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Ing. Doris Chalampunte, PhD.

DIRECTORA



FIRMA

Ing. Marcelo Cevallos, PhD.

ASESOR



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCION DE BIBLIOTECA

1. 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	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1050176898
APELLIDOS Y NOMBRES:	Factos Ipiales Gabriel Alejandro
DIRECCIÓN:	Ibarra
EMAIL:	gafactosi@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO:	0993436446

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación del cuarto ciclo de selección por medios hermanos del cultivo de maíz raza canguil rojo (<i>Zea mays</i> L. var <i>Everta</i>) en Chaltura-Imbabura
AUTOR:	Factos Ipiales Gabriel Alejandro
FECHA:	21 de mayo del 2025
PROGRAMA:	☒ PREGRADO ☐ POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de 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 21 días del mes de mayo del 2025

EL AUTOR

Firma

Factos Ipiales Gabriel Alejandro
CI: 1050176898

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Gabriel Alejandro Factos Ipiales, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 21 días del mes de mayo del 2025



Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

DIRECTORA DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Descripción de donde se estudio

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 21 días del mes de mayo del 2025

Nombres y Apellidos: Gabriel Alejandro Factos Ipiales. Evaluación del cuarto ciclo de selección por medios hermano del cultivo de maíz raza canguil rojo (*Zea mays* L. var Everta) en Chaltura-Imbabura Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 21 días del mes de mayo del 2025, 76 páginas.

DIRECTORA: Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue:

Evaluar el cuarto ciclo de selección por medios hermanos del cultivo de maíz raza canguil rojo (*Zea mays* L. var Everta) en Chaltura-Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Caracterizar el comportamiento agronómico de una población de medios hermanos de maíz raza canguil bajo las condiciones climáticas en Chaltura-Imbabura.
- Evaluar el porcentaje de reventado de canguil procedente de la selección de medios hermanos.
- Seleccionar las mejores familias de medios hermanos de maíz raza canguil para continuar con el proceso de selección de mejoramiento genético.



Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

Directora de Trabajo de Grado



Gabriel Alejandro Factos Ipiales

Autor

AGRADECIMIENTO

Doy las gracias a Dios, por todas las bendiciones brindadas que permitieron cumplir una de mis metas como mi carrera profesional como Ingeniero Agropecuario.

Agradezco a mis padres, Lorena Ipiales y Eduardo León, por darme sus valiosos consejos, por su apoyo en cada decisión tomada a lo largo de mi carrera universitaria, quiero agradecer por los valores enseñados, los mismo que me impulsaron a nunca rendirme y cumplir mi meta de ser un profesional, gracias por siempre estar pendientes de mí, por el apoyo económico y emocional.

A mis hermanos Roberto, Luis y Jessica por darme su apoyo incondicional, gracias por siempre estar a mi lado.

A mi directora de tesis, Ing. Doris Chalampunte, PhD, quien fue mi guía en la elaboración de esta investigación, en ayuda de mis asesores Ing. Marcelo Cevallos, PhD, e Ing. Julia Prado, PhD, su experiencia y apoyo fue fundamental para el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. Cristian Subía, director del Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), y al Ing. Carlos Sangoquiza, gracias por brindarme su ayuda y por compartir sus conocimientos para el desarrollo de la fase de campo.

A la Universidad Técnica del Norte, la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, especialmente a mi carrera Ingeniería Agropecuaria, a los docentes, personal administrativo y trabajadores, quienes, durante mi estancia, me brindaron su sincera amistad.

A mi pareja y compañeros, Adela C., Roberto F., Sebas A., Bryan D., William L., Lenin C., Patricia B., Patricia A., Celeste C., mismos que estuvieron conmigo durante mi formación como profesional, compartimos experiencias y me brindaron su apoyo para concluir mis estudios.

Agradezco a los fondos FIASA, a través del proyecto “Fortalecimiento del Centro de Bioconocimiento La Pradera como eje integrador de bancos comunitarios de semillas de Imbabura y la generación de sistemas alimentarios más sostenibles y resilientes”, con el cual se llevó a cabo la presente investigación.

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mí madre, Lorena Ipiates quien con su esfuerzo diario y amor me sacó adelante me enseñó buenos valores que convirtieron de un niño en un hombre honrado y respetuoso gracias por brindarme este hermoso regalo llamado educación, gracias por ser mi guía, mi apoyo y mi motivación en cada paso de mi camino. Tu dedicación, sacrificio, amor y fe en mí me han permitido alcanzar este logro.

A mi padre, hermanos y familia, quienes con sus palabras de motivación me levantaron cuando sentía que iba a decaer me impulsaron para que siguiera adelante y siempre fuera constante en cumplir mi meta de ser un profesional.

Con todo mi amor y gratitud, este logro es por y para ustedes

Gabriel Factos

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	VIII
RESUMEN	XIV
SUMMARY	XV
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema de investigación	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Hipótesis	5
CAPITULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Generalidades del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.).....	6
2.1.1 Descripción taxonómica y botánica del cultivo de maíz	6
2.1.1.1 Raíz	6
2.1.1.2 Tallo	7
2.1.1.3 Hojas	7
2.1.1.4 Flores.....	7
2.1.1.5 Fruto.....	7
2.1.2 Proceso de polinización en el maíz (<i>Zea mays</i> L.)	7
2.2 Maíz raza canguil ecuatoriano	8
2.2.1 Importancia del canguil para el mundo.....	9
2.2.1 Importancia del canguil para el Ecuador	9
2.2.2 Requerimientos para establecer el cultivo de maíz raza canguil	10
2.2.2.1 Clima.....	10

2.2.2.2 Suelos.....	10
2.2.2.3 Riego.....	10
2.2.2.4 Siembra.....	10
2.2.2.5 Fertilización.....	11
2.2.2.6 Cosecha.....	11
2.3 Mejoramiento genético en maíz.....	11
2.3 Métodos de mejoramiento genético.....	12
2.3.1 Selección masal.....	12
2.3.2 Selección de medios hermanos.....	13
2.5 Marco legal.....	14
CAPITULO III.....	16
MARCO METODOLÓGICO.....	16
3.1 Descripción del Área de Estudio.....	16
3.2 Materiales.....	17
3.2.1 Material genético.....	18
3.3 Métodos.....	18
3.3.1 Factores en estudio.....	18
3.3.2 Diseño experimental.....	18
3.3.3 Características del experimento.....	18
3.3.3.1 Características de la unidad experimental.....	19
3.3.4 Análisis estadístico.....	20
3.3.5 Variables a evaluarse.....	21
3.3.5.1 Porcentaje de emergencia.....	21
3.3.5.3 Días a la floración femenina.....	21
3.3.5.4 Número de plantas acamadas.....	22
3.3.5.5 Altura de la planta (m).....	22
3.3.5.6 Altura de la inserción de la primera mazorca (m).....	23
3.3.5.7 Número de mazorcas por planta.....	23
3.3.5.8 Porcentajes de mazorcas rojas.....	23
3.3.5.9 Peso de 100 semillas(g).....	24

3.3.5.10 Rendimiento del grano por hectárea	24
3.3.5.11 Porcentaje de reventado	24
3.3.5.12 Incidencia de plagas	25
3.4 Manejo del experimento	25
3.4.1 Obtencion de la semilla.....	25
3.4.2 Preparacion del terreno	25
3.4.3 Análisis de suelo	26
3.4.4 Delimitación del terreno	26
3.4.5 Diseño de la parcela	26
3.4.6 Siembra	26
3.4.7 Fertilización	27
3.4.8 Riego	28
3.4.9 Labores culturales	28
3.4.10 Controles fitosanitarios	29
3.4.11 Despanojamiento.....	29
3.4.12 Cosecha	30
3.4.13 Desgrane	30
3.4.14 Selección de las mejores familias	30
CAPÍTULO IV.....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1 Variabilidad morfológica de los datos en variables cuantitativas evaluadas en la población	
111 familias de canguil rojo.....	31
4.1.1 Porcentaje de emergencia (%)	32
4.1.2 Días a la floración femenina	32
4.1.3 Altura de la planta (m)	33
4.1.4 Altura de la inserción de la primera mazorca	34
4.1.5 Número de mazorcas por planta	34
4.1.6 Acame de planta.....	35
4.1.7 Peso de 100 semillas (g)	35
4.1.8 Porcentaje de reventado (100 semillas)	36

4.1.9 Porcentaje de mazorcas rojas de maíz tipo canguil (%)	36
4.1.10 Rendimiento del grano t ha ⁻¹	37
4.1.11 Incidencia de plagas en la población de maíz raza canguil	37
4.1.12 Incidencia de gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> Smith).....	37
4.1.13 Incidencia de gusano de la mazorca (<i>Helicoverpa zea</i>)	39
4.2 Análisis de componentes principales (ACP).....	40
4.3 Análisis de conglomerados para una población de medios hermanos en cultivo de maíz canguil rojo	43
4.4 Análisis de varianza de valores discriminantes de tres grupos de la población de canguil rojo	45
4.5 Análisis de variables de interés agronómico evaluadas en tres grupos identificados en 111 familias de maíz raza canguil rojo que se encuentran dentro del objetivo 1	45
4.5.2 Altura de la inserción de la primera mazorca	45
4.5.3 Porcentaje de mazorcas rojas	47
4.5.3 Rendimiento del grano	48
4.6 Análisis de la variable porcentaje de reventado en tres grupos encontrados en 111 familias de maíz raza canguil rojo	49
4.6.1 Porcentaje de reventado	49
4.7 Selección de materiales promisorios de la población en estudio	51
CAPÍTULO V	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1 Conclusiones	54
5.2 Recomendaciones	55
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Clasificación del grano de acuerdo a la forma.....</i>	9
Figura 2	<i>Selección de medios hermanos.....</i>	14
Figura 3	<i>Ubicación de la investigación en la Granja Experimental La Pradera.....</i>	16
Figura 4	<i>Descripción del diseño experimental de la investigación</i>	19
Figura 5	<i>Descripción del croquis de las parcelas en estudio</i>	20
Figura 6	<i>Emergencia de plantas de maíz a los 12 días después de la siembra</i>	21
Figura 7	<i>Floración femenina cultivo canguil de color rojo.....</i>	21
Figura 8	<i>Plantas con afectaciones de acame.....</i>	22
Figura 9	<i>Altura de la planta de maíz tipo canguil</i>	22
Figura 10	<i>Registro del número de mazorcas por planta en maíz tipo canguil.....</i>	23
Figura 11	<i>Colores de las mazorcas de canguil identificadas en el estudio.....</i>	23
Figura 12	<i>Toma de datos del peso de 100 granos de maíz tipo canguil.....</i>	24
Figura 13	<i>Reventado de la familia 25.....</i>	25
Figura 14	<i>Plagas que afectan al maíz.....</i>	25
Figura 15	<i>Siembra de la tesis de canguil rojo</i>	26
Figura 16	<i>Aplicación de Urea al 46%</i>	27
Figura 17	<i>Riego por gravedad frecuencia 15 días</i>	28
Figura 18	<i>Raleo y aporque en plantas de canguil rojo.....</i>	28
Figura 19	<i>Flor masculina del canguil.....</i>	29
Figura 20	<i>Recolección de mazorcas de canguil rojo.....</i>	30
Figura 21	<i>Incidencia de gusano cogollero en las 111 familias de maíz raza canguil, campaña agrícola</i>	38
Figura 22	<i>Daños causados por gusano cogollero (Spodoptera frugiperda Smith).....</i>	38
Figura 23	<i>Incidencia de gusano de la mazorca en familias de maíz raza canguil, campaña 2023-2024</i>	39
Figura 24	<i>Análisis de componentes principales para la población de maíz tipo canguil, relación componente 1 y 2</i>	41
Figura 25	<i>Análisis de componentes principales para la población de maíz tipo canguil, relación componente 2 y 3</i>	42
Figura 26	<i>Análisis de componentes principales para la población de maíz tipo canguil, relación componentes 1 y 3.....</i>	43
Figura 27	<i>Dendograma del análisis de conglomerados para las 10 variables en las 111 familias de maíz raza canguil rojo</i>	44
Figura 28	<i>Altura de la inserción a la primera mazorca según grupos conformados en el estudio de maíz raza canguil rojo</i>	46
Figura 29	<i>Porcentajes de mazorcas rojas según grupos conformados en el estudio de maíz raza canguil rojo.....</i>	47

Figura 30 Rendimiento del grano según grupos conformados en el estudio de maíz raza canguil rojo.....	48
Figura 31 Porcentaje de reventado según grupos conformados en el estudio de maíz raza canguil rojo.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica del maíz (<i>Zea mays</i> L.).....	6
Tabla 2 Características geográficas del área de estudio	17
Tabla 3 Características climáticas	17
Tabla 4 Materiales utilizados en la investigación	17
Tabla 5 Detalles del experimento.....	18
Tabla 6 Descripción de la unidad experimental	20
Tabla 7 Fertilización utilizada en la investigación.....	27
Tabla 8 Ingredientes activos utilizados en la investigación	29
Tabla 9 Variabilidad morfológica de datos cuantitativos de 111 familias de maíz raza canguil	32
Tabla 10 Variables en componente rendimiento de las 111 familias de canguil rojo.....	35
Tabla 11 Valores de la variación de cada componente principal de la matriz de las 111 familias de maíz raza canguil rojo	40
Tabla 12 Vectores propios para los tres primeros componentes con siete variables agronómicas en 111 familias de maíz tipo canguil rojo.....	41
Tabla 13 Valores promedios para variables cuantitativos de maíz raza canguil rojo	45
Tabla 14 Características de las familias promisorias del maíz raza canguil rojo	51

ANEXOS

Anexo 1 Análisis del suelo del experimento.....	61
--	----

Evaluación del cuarto ciclo de selección por medios hermanos del cultivo de maíz raza canguil rojo (*Zea mays* L. var Everta) en Chaltura-Imbabura

Gabriel Alejandro Factos Ipiales

Universidad Técnica del Norte

Correo: gafactosi@utn.edu.ec

RESUMEN

En Ecuador existen 29 razas de maíz, 17 pertenecen a la Sierra ecuatoriana, sin embargo, el maíz raza canguil ha ido desapareciendo dentro de las comunidades, lo que conduce a procesos de erosión genética. El objetivo de la presente investigación fue evaluar agronómicamente 111 familias de maíz raza canguil rojo y la identificación de los materiales promisorios en base al porcentaje de reventado y el porcentaje de color rojo de las mazorcas, con la finalidad de generar una variedad mejorada con identidad local. Se evaluaron 10 variables agronómicas de las cuales el porcentaje de reventado y el porcentaje de color rojo en las mazorcas fueron de mayor interés para la selección. Se identificó que los días a la floración femenina oscilan los 82 días, además las familias obtuvieron un promedio de altura de la planta de 2.46 m, la altura a la primera mazorca osciló en 0.97 m aproximadamente, mientras que en el número de mazorcas por planta se obtuvo un promedio de 2.34 mazorcas por planta, en cuanto al rendimiento, la población de canguil rojo evaluada presentó un promedio de 4.72 t ha⁻¹. Por otra parte, 74 familias mostraron porcentajes de reventados superiores al 60 %, y en el presente ciclo de evaluación 85 familias presentaron más del 60 % de mazorcas rojas. Finalmente, se seleccionó 69 familias como material promisorio para continuar con los ciclos de selección hasta conseguir la homogeneidad de la población en estudio y disponer de una variedad mejorada con fines productivos y competitivos para el país.

Palabras claves: germoplasma, mejoramiento genético, diversidad genética, maíz palomero. material promisorio

Evaluation of the fourth cycle of half-sib selection of the red popcorn (*Zea mays* L. var Everta) in
Chaltura-Imbabura

Gabriel Alejandro Factos Ipiales

Universidad Técnica del Norte

E mail: gafactosi@utn.edu.ec

SUMMARY

In Ecuador, there are 29 maize varieties, 17 of which are native to the Ecuadorian highlands. However, popcorn varieties have been disappearing within communities, leading to genetic erosion. The objective of this research was to agronomically evaluate 111 families of red popcorn varieties and identify promising cultivars based on popping percentage and the percentage of red cob color, with the goal of generating an improved variety with a local identity. Ten agronomic variables were evaluated, of which popping percentage and red cob color were of greatest interest for selection. It was identified that the days to female flowering oscillate around 82 days, in addition the families obtained an average plant height of 2.46 m, the height to the first ear oscillated around 0.97 m approximately., while in the number of ears per plant an average of 2.34 ears per plant was obtained, in terms of yield, the red popcorn population evaluated presented an average of 4.72 t ha⁻¹. On the other hand, 74 families showed popping percentages higher than 60%, and in the current evaluation cycle, 85 families presented more than 60% of red ears. Finally, 69 families were selected as promising material to continue with the selection cycles until achieving homogeneity of the study population and having an improved variety for productive and competitive purposes for the country.

Keywords: germplasm, genetic improvement, genetic diversity, popcorn. promising material

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Dentro de las gramíneas más importantes cultivadas en el mundo se encuentra el maíz (*Zea mays* L.) en la campaña 2022-2023 fue el cereal que más se cultivó con una producción mundial de 1.160 millones de toneladas métricas (Orus, 2023). En la Sierra ecuatoriana el maíz se encuentra entre los cultivos más importantes debido a la superficie destinada para el mismo, el sistema de información pública agropecuaria del Ecuador, menciona que en el año 2023 se sembraron 344.272 ha de maíz en el Ecuador con un rendimiento de 4.40 toneladas por hectárea de maíz duro seco y una producción de 1.413.382 toneladas por hectárea (SIPA, 2023).

Este cultivo de gran importancia es aprovechado en la alimentación humana siendo un componente fundamental en la dieta de la población, en el Ecuador el consumo per cápita del maíz oscila en los 14.5 kg por año, entre las distintas formas de consumo se encuentra el canguil, mote, choclos, humitas, además es ocupado como la principal materia prima en balanceados para alimentación animal (Zambrano et al., 2021).

Alrededor del mundo se han llevado a cabo varias investigaciones en el área de mejoramiento genético con el fin de desarrollar variedades e híbridos de maíz de alto rendimiento que incrementen la productividad y calidad garantizando la seguridad alimentaria (Yáñez et al., 2013). Las principales variedades nativas de maíz que se cultivan en la zona interandina son: canguil ecuatoriano, cuzco ecuatoriano, racimos de uva, chillos, morocho, patillo, chulpi, y variedades mejoradas como: INIAP-122, INIAP-102, INIAP-153, INIAP-180 e INIAP-103 (Yáñez, 2007).

En la Sierra Ecuatoriana el mejoramiento genético de variedades de maíz de libre polinización da sus inicios en 1962 en la Estación Experimental Santa Catalina, en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), utilizando germoplasma local e introducido, en el año 1972 INIAP desarrollo variedades como Santa Catalina, Amaguaña y Chillos años después con germoplasma de la zona Andina y variedades mejoradas de Latinoamérica se desarrolló otras variedades INIAP-180 e INIAP-101 con alta adaptabilidad a zonas Andinas en los años noventa INIAP prioriza a los maíces criollos considerando características fenotípicas como tamaño, textura y color de grano desarrollando variedades como INIAP-122, INIAP-111, INIAP-124, INIAP-102

e INIAP-199 que son de libre polinización, que actualmente se cultivan en la Sierra ecuatoriana pero su principal limitante es su adaptabilidad específica a ciertos ambientes (Caviedes et al., 2022).

Ecuador tiene una amplia variabilidad genética de maíz debido a su ubicación geográfica y a las buenas condiciones ambientales por lo que es producido en la mayoría del Ecuador (Tapia et al., 2017). En la actualidad en el Ecuador se han registrado 29 razas de maíz, de las cuales 17 corresponden a la región Sierra demostrando la riqueza genética lo que ha permitido a la institución INIAP generar variedades de maíz mejoradas. La distribución de algunas razas se debe a la demanda y costumbres de cada sector, al norte (Provincias del Carchi, Imbabura y Pichincha) se siembra variedades de tipo amarillo harinoso: Chaucho, Huandango, Mishca y Chillos; en la parte central (Chimborazo y Bolívar) se mantiene variedades de grano blanco harinoso: Blanco Blandito y Cuzco Ecuatoriano; en el sur (Provincia de Cañar y Azuay) de tipo Zhima blanco amorochado (Yáñez, 2007).

En la investigación del Departamento de Nutrición y Calidad de la EESC del INAP, se evaluaron los porcentajes de proteína y almidón en varias razas de maíz de altura, en las que se descubrió que la raza canguil presenta porcentajes de (Proteína; 10.72 % y Almidón; 62.88 %), raza chulpi (P; 10.23 % y A; 64.27 %), patillo (P; 10.11 % y A; 66.20 %), chaucho mejorado (P; 9.14 % y A; 74.63 %) y blanco blandito (P; 8.30 % y A; 73.10 %) (Yáñez, 2007).

En investigaciones realizadas en los cantones Otavalo y Cotacachi, Castañeda (2020) colectó germoplasma de maíz raza canguil en las ferias de semilla, logrando identificar 55 accesiones de canguil, clasificadas por colores: blanco, rojo, anaranjado, negro, amarillo y rosado. Para definir relaciones de similitud entre los maíces tipo canguil se realizó un análisis de conglomerados y se identificó cuatro grupos. El Grupo I de granos en tonalidades rojo, el Grupo II presentó variación de colores, el Grupo III se logra apreciar accesiones con granos en tonos amarillos y anaranjados y el Grupo IV agrupó materiales con granos de colores amarillos, anaranjados y rojos oscuros. Respecto a las características cuantitativas el 83 % de las accesiones presentan características de un grano reventador. Finalmente, se determinó que 22 accesiones independientemente del color de grano pueden ser considerados materiales promisorios ya que el porcentaje de reventado supera el 50 % materiales que podrían ser usados para procesos de mejoramiento genético (Castañeda et al., 2021).

Posteriormente, de las 55 accesiones antes descritas, se seleccionaron 35 accesiones de maíz raza canguil que presentaron color rojo y un porcentaje de reventado mayor al 50%. Estas accesiones fueron colocadas en campo y se dejó que cumpla con su ciclo vegetativo con una polinización libre, el material colectado de este trabajo de campo sirvió para una nueva etapa de cultivo donde se evaluó la selección de medios hermanos (Lima, 2021).

De investigaciones previas realizadas por la Universidad Técnica del Norte conjuntamente con el INIAP- Programa de Maíz, se realizó un segundo ciclo de MH seleccionando 136 familias de maíz raza canguil rojo, donde se evaluaron 15 variables, siendo la variable porcentaje de reventado la de mayor interés para la selección de material genético para futuras investigaciones entre sus resultados obtuvo rangos entre 60 % y 80 % de reventado de un grupo de 19 familias cabe recalcar que fueron pocas las familias seleccionadas por estar entre los primeros ciclos de selección concluyendo que es necesario continuar con los ciclos de mejoramiento (Velásquez, 2023).

Trujillo (2024), analizó 18 variables cuantitativas en una población de 117 familias que fueron evaluadas en campo correspondientes al tercer ciclo de mejoramiento genético por medios hermanos del cual las variables discriminantes fueron la variable porcentaje de reventado, y el número de mazorcas rojas donde obtuvo resultados del 60 %.

Los esquemas de selección de mejoramiento genético, han conseguido poblaciones agrónomicamente superiores en cuestión de características como rendimiento, adaptabilidad, precocidad, sin perder la variabilidad genética, de tal manera la selección de medios hermanos, se utiliza para hacer más eficiente el incremento de la frecuencia de los alelos favorables para caracteres de baja heredabilidad y la obtención de materiales mejorados (Lagos, 2020).

1.2 Problema de investigación

Los maíces de tipo reventón llamados canguiles poseen una corteza externa (pericarpio) la cual es gruesa e impermeable a la humedad, sin embargo, tienen una cantidad de humedad en su núcleo almidonado (endospermo), presentan una característica que al exponer los granos a temperaturas de 175 °C el agua que contiene se transforma en vapor, como resultado el almidón de su interior se infla enfriándose rápidamente tomando forma de palomita de maíz (Albán et al., 2023)

Las variedades nativas de tipo reventón en la actualidad están en peligro de desaparecer, debido a que, con el tiempo fueron combinadas con variedades de tipo no reventón, lo que ocasionó la

formación de una capa dura como consecuencia el bajo porcentaje de reventado. De la misma manera. el bajo rendimiento y el costo ha ocasionado que sea sustituido por variedades introducidas como el canguil común ya que una libra se encuentra valorada en 0.50 \$, por otra parte, una libra de canguil nativo en 1.50 \$, además, la baja producción de canguil nativo se debe al desconocimiento de las cualidades nutricionales que tienen en sus granos de color rojo (Aguilar, 2020).

Hace 25 años la producción de canguil del Ecuador superaba las 300 hectárea, actualmente el canguil no forma parte de las estadísticas nacionales. en las últimas décadas la erosión genética se ha hecho más presente debido a la producción de variedades introducidas y las importaciones de maíz de tipo reventón (Simbaña, 2012). De acuerdo con el Sistema de Información Publica Agropecuaria en los años 2023 y 2024 se importó un total de 12.986 toneladas de maíz reventón procedente de países como: Estados Unidos, Chile, Argentina y Brasil (SIPA, 2024).

Estas pérdidas se han ocasionado ya que los agricultores locales utilizan más variedades introducidas dejando a un lado las variedades nativas de maíz ocasionando un déficit de comercialización, la perdida de semilla local y como consecuencia un incremento notorio en las importaciones de maíz tipo reventón en el Ecuador (Cárcamo et al., 2011).

1.3 Justificación

Preservar y mejorar las poblaciones de las plantas se vuelve una necesidad al igual que conservar el germoplasma de nuestro país y así poder dar vida a nuevas variedades de maíz que tengan mejores características morfológicas, fisiológicas y productivas, es importante continuar con los ciclos de mejoramiento para seguir optimizando y obtener una variedad comercial con las características deseadas como un alto porcentaje de reventado y mazorcas de color rojo que aporten beneficios nutricionales (Zavala y López, 2002).

Con la selección de medios hermanos se busca que el maíz raza canguil rojo expresen las características deseadas, tales como mazorcas rojas, rendimientos óptimos y altos porcentajes de reventado, obteniendo una nueva generación adaptada a las condiciones (Lagos et al., 2020). Por lo tanto, este proceso de selección de familias de medios hermanos, busca que en cada ciclo de selección se obtenga estimados de varianza genética aditiva y de heredabilidad de los caracteres deseados en el cultivo (Silva et al., 2018).

Se seleccionó el cultivo de maíz raza canguil rojo por su alto valor nutricional, ya que es uno de los alimentos con mejores propiedades antioxidantes, debido a que contiene antocianinas que son el grupo más importante de compuestos hidrosolubles, responsables del color rojo, negro, púrpura y azul de los alimentos (Boada, 2011). La introducción de estos alimentos en la dieta alimenticia es beneficioso para la salud debido que puede mejorar la agudeza visual, mostrar actividad antioxidante y actuar como agente químico protector del cuerpo (Aguilera et al., 2011).

En investigaciones realizadas por la UTN e INIAP sobre la raza de canguil se tomó como objetivo principal realizar un proceso de selección de medios hermanos donde se obtenga nuevas poblaciones agronómicamente mejores, por lo que el cuarto ciclo de selección está aportando a fijar caracteres deseados como son el color rojo, mayor porcentaje de reventado y un alto rendimiento del grano, con el fin de obtener las mejores familias de una población de maíz provenientes de la provincia de Imbabura, con la finalidad de ser utilizadas en futuras investigaciones.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el cuarto ciclo de selección por medios hermanos del cultivo de maíz raza canguil rojo (*Zea mays* L. var Everta), en Chaltura-Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el comportamiento agronómico de una población de medios hermanos de maíz raza canguil bajo las condiciones climáticas en Chaltura-Imbabura.
- Evaluar el porcentaje de reventado de canguil procedente de la selección de medios hermanos.
- Seleccionar las mejores familias de medios hermanos de maíz raza canguil para continuar con el proceso de selección de mejoramiento genético.

1.5 Hipótesis

Ho. - Ninguna de las familias raza canguil expresan color rojo y un alto porcentaje de reventado.

Ha. - Al menos una de las familias de maíz raza canguil muestran color rojo y un alto porcentaje de reventado.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

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

El maíz se encuentra dentro de los cereales más producidos a nivel mundial, gracias a la capacidad de adaptación es cultivado en la mayoría de regiones del mundo, considerado un alimento con altos valores nutricionales pues forma parte de la dieta de millones de personas a nivel global (Deras, 2020). La producción a nivel mundial de maíz, está por encima de 800 millones de toneladas métricas, 730 millones pertenecen a maíz amarillo y 70 millones de maíz blanco. El mayor porcentaje de maíz de grano amarillo está destinado a la elaboración de concentrados para la alimentación animal y la industria, por otro lado, el maíz blanco debido a su alto contenido nutricional es destinado para el consumo humano (Cruz, 2013).

2.1.1 Descripción taxonómica y botánica del cultivo de maíz

El maíz es un cereal, una planta gramínea anual alta dotada de un amplio sistema radicular fibroso, tallos largos y macizos. De acuerdo con Sánchez, (2014) la clasificación taxonómica se presenta de la siguiente forma:

Tabla 1

Clasificación taxonómica del maíz (Zea mays L.)

Clasificación	Descripción
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>mays</i> L.

2.1.1.1 Raíz. Pertenecce al primer componente del embrión que surge al germinar la semilla, este sistema raíces pueden profundizar hasta 0.8 m y presentan tres tipos primarias que son las primeras raicillas que surgen, seguido brotan las adventicias que salen del nudo de la base del tallo y al último las de sostén conocidas como las de anclaje este sistema radicular es una parte importante para la absorción inicial de agua y nutrientes, tiene un papel importante en el soporte bajando la incidencia de acame (Martínez, 2011).

2.1.1.2 Tallo. El tallo de maíz es erecto, semileñoso y totalmente cilíndrico hueco, lo que lo hace un poco resistente a fuertes vientos, sequías o a suelos que no satisfacen de nutrientes del cultivo, el tallo de maíz es de elevada longitud llegando alcanzar un rango de cuatro a seis metros de altura y presentan entre 12 y 24 nudos aéreos, es robusto y sin ramificaciones se caracteriza por ser resistente y estable ya que logra sostener con facilidad el peso de las mazorcas (Barreto, 2020).

2.1.1.3 Hojas. Tiene los bordes lisos en su mayoría, de aspecto alargado y anchas, las hojas se encuentran determinados a manera de vainas foliares generalmente notables, cilíndricamente en su parte inferior con la función de cubrir los entrenudos del tallo, rodeando las aurículas, pero con los extremos descubiertos, el color de las hojas es de color verde, también se ha evidenciado que existen de color púrpura y blanco.

2.1.1.4 Flores. La planta de maíz es una planta monoica, definida por tener la flor masculina y la flor femenina bien identificadas fácil de diferenciar, las flores masculinas ubicadas en la parte apical del tallo, posicionada en la panícula terminal llamada espiga, por otra parte, las flores femeninas se ubican en la parte inicial de los entrenudos de tallo, generalmente entre 1 y 3 por planta, poseen ovarios que serán polinizados dando inicio a los granos de maíz (Guzmán, 2017).

2.1.1.5 Fruto. Comúnmente conocido como grano de maíz de tipo cariósipide prácticamente el fruto es el ovario desarrollado, este se encuentra insertado en el raquis y la tusa que forman hileras de granos los cuales en conjunto forma la mazorca, espiga cilíndrica o infrutescencia distribuidos en cantidades de 600 hasta 1000 granos por mazorca en hileras de 14 filas el grano de maíz está conformado en tres partes la pared, el embrión y el endospermo (Obando, 2019).

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

El maíz es una planta alógama, monoica y con polinización comúnmente anemófila esto quiere decir que su polinización es por medio del viento la polinización cruzada se favorece por medio del viento y la gravedad que son los agentes que llevan el grano de polen de la espiga al estigma lo cual permite tener una reproducción a grandes distancias con un rango de 200 metros lo que asegura la polinización en el maíz, cada espiga produce alrededor 2 y 5 millones de granos de polen, implicando que entre 2.000 y 5.000 granos de polen se encuentran disponibles por cada

óvulo o su estigma respectivo, un jilote con un excelente desarrollo debe producir entre 750 y 1.000 óvulos cada uno de los cuales producirá su propio estigma o pelo del jilote (Delgado, 2016).

Existen 2 tipos de polinización el proceso natural y el asistido donde interviene la mano humana en donde se toma el polen con una bolsa de las espigas y manualmente se poliniza a las flores femeninas este proceso se realiza con fines de mejoramiento genético, por otro lado, en el proceso natural las anteras desprenden el polen y se asientan sobre los estigmas fertilizando los óvulos, existen casos en los cuales un órgano no ha completado su madurez, es importante indicar que aproximadamente el 95 % de los óvulos son polinizados por polinización cruzada y el 5 % es auto polinizado, en el caso de polinización asistida se utiliza para regenerar o multiplicar accesiones de germoplasma, se utiliza métodos como cruzamientos en cadena o planta a planta (Acosta, 2013).

2.2 Maíz raza canguil ecuatoriano

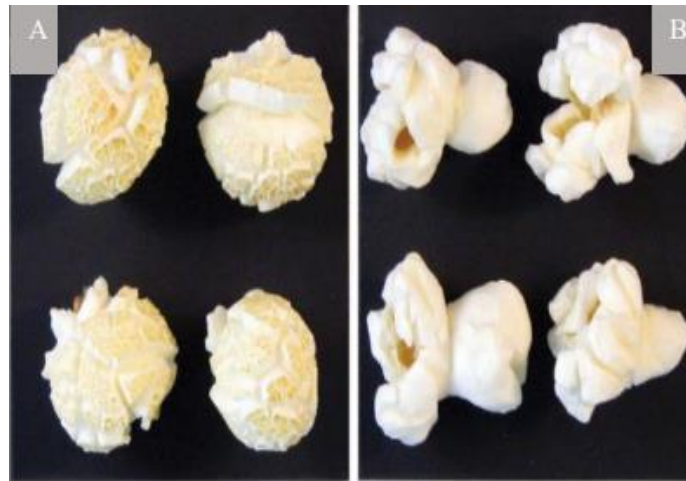
El cultivo de maíz raza canguil pertenece a las variedades criollas o nativas, también conocido como maíz palomero o de tipo reventón es una variedad que se adapta a los 2260 m.s.n.m. produce mazorcas cilíndricas y delgadas, así como una variabilidad de colores como blanco, amarillo, morado y rojo, granos puntiagudos, hojas angostas, una característica es el tamaño de la panoja y producción de más polen, el tallo de la planta de canguil es delgado, pequeño y no es muy resistente (Bautista, 2019).

Esta raza de maíz no está considerada como cultivo comercial debido a, varios factores limitantes como son: el tamaño, volumen, contenido de humedad del grano, capa endurecida que produce bajo porcentaje de reventado entre otros, por este motivo se siembra en muy poca escala, se lo produce para ser consumido en forma de palomitas que sucede cuando se expone a altas temperaturas 175 °C el agua que contiene se calienta y se convierte en vapor, el grano explota y se expande al resultado se lo conoce como palomitas (O-Olán et al., 2018).

El grano de maíz reventado es conocido como palomita o copo, clasificándose en dos tipos de acuerdo a su forma: hongo o mariposa (Figura 1). Las palomitas de tipo mariposa se caracterizan por tener apéndices que se extienden en múltiples direcciones, mientras que las de tipo hongo se producen para mercados comerciales ya que las palomitas son menos susceptibles a romperse (Sweley et al., 2013).

Figura 1

Clasificación del grano de acuerdo a la forma



Nota: Formas de palomitas de maíz. A). Hongo; B). Mariposa.

Fuente: Sweley et al., (2013).

2.2.1 Importancia del canguil para el mundo

El 19 de enero se celebra el día internacional de las palomitas de maíz, esta exquisita golosina es la imponente estrella de un importante mercado global, gracias al valor nutricional de altos contenidos de polifenoles mayores a de las frutas, ya que una porción de frutas contiene 160 mg de polifenoles, mientras que, el canguil alcanza los 300 mg esto se debe a que las frutas son en un 90 % agua, mientras que en el canguil entre el 4 % y el 14 %, debido a, estos beneficios es uno de granos más aceptados y propagados a nivel global. El canguil es la base de varios platos culinarios, cotufas, crispelas, canguil, pipocas, rosetas y poporopos son los nombres que se le da a este grano alrededor de Latinoamérica. De acuerdo, con el análisis del 2023 de The Business Research Company, llegó a una aportación de 11.62 mil millones de dólares en el año 2022 y se estima que para el año 2027 alcance los 16.64 mil millones de dólares (Morales, 2024).

2.2.1 Importancia del canguil para el Ecuador

El maíz raza canguil o maíz palomero es muy apetecido por los niños y adultos, sin embargo, el agro ecuatoriano le da poca importancia, pues la producción de canguil en Ecuador es casi nula, en la actualidad el canguil no aparece en las cifras agro productivas, debido a esto el país se ve obligado a realizar varias importaciones para satisfacer el consumo de este grano (Sánchez, 2012).

Este grano tan apetecido es aprovechado en la alimentación humana como fuente de vitaminas de complejo B, E, polifenoles y antioxidantes, que previenen el daño celular contribuyendo a enfrentar enfermedades cardiovasculares, cáncer y el envejecimiento prematuro, el colesterol y la diabetes, además, es un alimento bajo en calorías y alto en minerales, proteínas y fibra, lo que facilita la digestión por todos estos beneficios y su sabor singular forma parte de la dieta básica de la población, en el Ecuador el consumo per cápita del maíz es alrededor de los 14.5 kg por año, entre las distintas formas de consumo se encuentra el canguil, mote, choclos, humitas (Deras, 2010).

El maíz de tipo reventón forma parte de la cultura y tradición de los ecuatorianos, consumido dulce o salado, los principales consumidores son los infantes, se utiliza el grano seco para su preparación al ser expuesto a altas temperaturas la humedad del grano (14 %) se evapora haciendo que el grano cristalino estalle tomando la peculiar forma de palomita de maíz, además, de su textura y sabor agradable al paladar posee en un considerable valor nutricional (Aguilar, 2020).

2.2.2 Requerimientos para establecer el cultivo de maíz raza canguil

2.2.2.1 Clima. Este cultivo requiere para todo su ciclo una temperatura de 15 y 32 °C y precipitaciones mayores a 600 mm anuales (Aguilar, 2020).

2.2.2.2 Suelos. El maíz tiene una alta adaptabilidad por lo cual se adapta a todo tipo de suelos, de preferencia suelos con pH entre 6 a 7, para el crecimiento radicular se necesita suelos profundos, con excelente materia orgánica, una buena circulación del drenaje para no producir encharcamientos que puede provocar la podredumbre radicular (Aguilar, 2020).

2.2.2.3 Riego. El cultivo de maíz es muy susceptible al estrés de sequía en cualquier momento de su ciclo vegetativo ya que es un cultivo exigente en agua sobre todo en la etapa de floración o fructificación, la cantidad consumida por la planta durante su ciclo esta aproximadamente en 600 mm, hay que tener cuidado si llega a tener dos días de estrés hídrico en la fase de floración puede disminuir el rendimiento en más de un 50 % (Reyes, 2018).

2.2.2.4 Siembra. Se recomienda sembrar en los meses de septiembre a enero es recomendable realizar la siembra a espeque en suelo removido y húmedo, depositar tres semillas por golpe a una profundidad de 3 cm y una distancia de 0,80 m entre hilera y 0,20 m entre planta (Aguilar, 2020).

2.2.2.5 Fertilización. Es recomendable hacer aplicaciones de (N) nitrógeno (P) fosforo (K) potasio en este caso el potasio debe suministrarse solo en caso de deficiencia para una adecuada fertilización se debe realizar un análisis de suelo donde se determine los requerimientos del cultivo se puede aplicar si se va a sembrar grano seco 80-40 kg/ha de N-P₂O₅ o también podemos aplicar 2 sacos de 18-46-0 más 3 sacos de urea el nitrógeno debe estar dividido en un 50 % para la siembra y el resto para después de los 45 días, el fertilizante se recomienda poner a 10 cm fuera de la base del tallo en forma de chorro continuo en suelo húmedo (Yáñez, 2007).

2.2.2.6 Cosecha. La cosecha se hace cuando hayan transcurrido 215 días desde la siembra hasta la cosecha, para esta etapa final se debe tomar en cuenta la madurez fisiológica adecuada de la mazorca, ayuda con el secado si doblamos los tallos, el grano deber tener un porcentaje de humedad de 14 % cortar la parte superior de las plantas (flor masculina o panoja) ayuda a bajar el porcentaje de humedad (Peñaherrera, 2011).

2.3 Mejoramiento genético en maíz

El mejoramiento genético se refiere a la alteración de las plantas con el propósito de alcanzar la su mejor expresión acorde a los objetivos y requerimientos humanos, se puede cosechar más por unidad de superficie o mejorando la calidad de la mazorca, además de mostrar un aumento en la resistencia a plagas y enfermedades, alrededor del mundo se han llevado a cabo varias investigaciones en esta área, con el fin de desarrollar variedades e híbridos de maíz con un alto rendimiento que incrementen la productividad y calidad (Callava, 2020).

El cultivo del maíz ha experimentado un extenso proceso evolutivo tales como: aislamiento reproductivo, mutación, hibridación y selección natural. Por otro lado, los métodos de mejora han creado nuevas técnicas de cultivo del maíz con el fin de incrementar su productividad, primero se emplearon variedades de polinización abierta, compuestas por individuos de distinta composición genética pero que muestran cierta uniformidad en rasgos como el tipo de grano, espina y altura de la planta, el inconveniente de este tipo de material radica en que el desempeño logrado se basará en el comportamiento promedio de las muestras en el ambiente, puesto que son genéticamente distintas (Callava, 2020).

En la década del 60 se inició con los híbridos, material que se obtiene del cruzamiento controlado entre dos genotipos parentales los más usados son las líneas endocriadas, estas líneas puras se

logran por medio de sucesivas autofecundaciones, como resultado se obtiene individuos genéticamente homogéneos y homocigotas para todos los caracteres, permitiendo fijar características deseables que serán transmitidas a su descendencia. Finalmente, la recombinación genética resultante del entrecruzamiento de estas líneas endocriadas dará origen a la semilla de primera generación filial (F1), donde se expresa al máximo el fenómeno de heterosis, se define como el aumento en la expresión de ciertas características del cruzamiento entre variedades. Las F1 son genéticamente uniformes en todos los caracteres, alcanzan un gran vigor híbrido, presentan alto grado de uniformidad y un mayor rendimiento que el de sus parentales (Callava, 2020).

El 50 % del incremento en la productividad de los principales cultivos entre ellos el maíz. es debido a técnicas implementadas de mejoramiento genético como selección masal, selección medios hermanos, fases de laboratorio in vitro, han proporcionado variedades mejoradas que brindan mejores rendimientos a los productores, es importante mencionar que los procesos de selección se encuentran ligados a las necesidades del consumidor y a las exigencias del mercado (Guillermo, 2018).

2.3 Métodos de mejoramiento genético

2.3.1 Selección masal

Alrededor del tiempo se han desarrollado distintos métodos para el mejoramiento genético del maíz unos complejos y otros más simples, pero igual de efectivos, todo empezó por la necesidad de mejorar las plantas para conseguir mejores cosechas, hacía mucho tiempo atrás el hombre observaba que había mejores plantas que daban mejores mazorcas con mejores características agronómicas, dentro de una población existen plantas más productivas, aquellas plantas eran producto de la selección natural. La intervención humana seleccionaba las mejores plantas las que destacaban de la población y se realizaba ensayos reproduciendo estas semillas como resultado se obtenía poblaciones mejoradas con características superiores a las anteriores poblaciones, a esta actividad se le llama selección masal, es uno de los métodos de mejoramiento genético más antiguos desarrollado por el hombre es un método muy práctico y simple como eliminar plantas indeseables o seleccionar las mejores plantas dentro la una población hasta conseguir una población mejorada y homogénea (Saquimux, 2011).

Entonces consiste en seleccionar las mejores plantas de un cultivo y volverlas a sembrar hasta conseguir fijar las características agronómicas deseadas, con este método se han logrado incrementos del rendimiento en el maíz, cantidad de mazorcas, porcentaje de aceite del grano, adaptabilidad al medio ambiente, resistencia a plagas y enfermedades (Saquimux, 2011).

2.3.2 Selección de medios hermanos

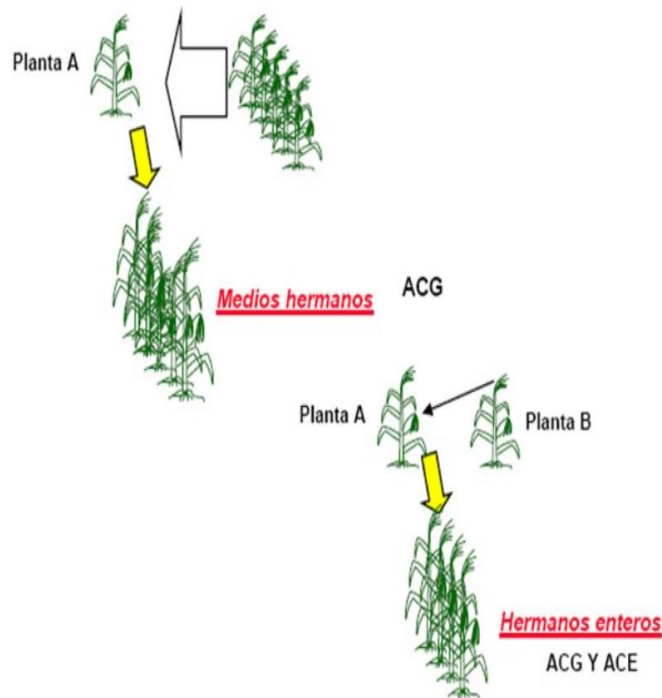
Se trata de una selección en base a la media de las familias de medios hermanos y sus desviaciones con respecto a la media de la población, de todos los promedios familiares esto quiere decir que tienen el mismo progenitor femenino en común pero diferentes padres (Aguirre, 2021).

Cuando solo tiene en común a un progenitor se denominan medios hermanos este método se utiliza para fijar caracteres deseados y seleccionar las familias más adecuadas o sobresalientes entre las demás como se observa en la (Figura 2), esto se da en las plantas alógamas que deben tener una polinización libre, en entonces las semillas producidas por la planta son los medios hermanos, la principal ventaja de este método es la obtención de la variancia genética aditiva y de la heredabilidad de los caracteres a seleccionar (Peña, 2013).

El comportamiento de las familias de medios hermanos muestran una prueba de progenie de los integrantes de la población, que son utilizados como criterio de selección, los medios hermanos se basan en el polinizador que tienen en común todas las familias, comúnmente llamado probador. El probador debe ser una población, un híbrido, una línea genéticamente homogénea, pueden estar emparentados o no con el grupo que se quiere mejorar, los más comunes son líneas no emparentadas, de un grupo diferente a la población que se quiere mejorar. El método más antiguo es espiga x hilera, en este caso el probador es la población, este método es más eficiente al efectuarlo con repeticiones y en diferentes ambientes, de tal manera que solo las gametas femeninas que dan sitio a la semilla de la población mejorada corresponde a las familias seleccionadas (Peña, 2013).

Figura 2

Selección de medios hermanos



Nota: ACG; Aptitud combinatoria general ACE; Aptitud combinatoria específica (Vera, 2017)

2.5 Marco legal

Esta investigación se encuentra dentro de lo establecido por las leyes y artículos que rigen al Estado Ecuatoriano; la Constitución de la República en su artículo 13 establece el derecho de las personas y colectividades al acceso seguro y permanente de alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. Así mismo, el Art. 281 de la Constitución establece que la soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados, de manera permanente, promoviendo 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 (Ley Orgánica de la Soberanía Alimentaria, 2009).

Por otra parte, La Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semilla y fomento de la agricultura en el Art. 7 establece que a fin de estimular la conservación y uso de la agrobiodiversidad, la semilla nativa y tradicional así como la producción de semilla certificada de forma sostenible, orientada a

garantizar la soberanía alimentaria, el Estado en sus diferentes niveles de gobierno, establecerán programas de transferencia e innovación tecnológica participativa para la conservación de las zonas de alta de agrobiodiversidad, fitomejoramiento de semilla, producción y comercialización con énfasis en el desarrollo de proyectos para los pequeños y medianos productores de semillas.

Además, el Art. 15 menciona que se constituirá el Consejo Consultivo de agrobiodiversidad y semillas para el seguimiento, veeduría y evaluación de las políticas públicas en materia de investigación, conservación, protección, acceso, uso e intercambio de las semillas. De igual manera, en el Art. 22 menciona que la Autoridad Agraria Nacional conjuntamente con la institución rectora de la educación superior, ciencia, tecnología e innovación, centros de educación superior y entidades privadas establecerá planes, programas y proyectos para fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica en materia de los recursos filogenéticos y semillas (Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, 2017).

La Ley de obtentor es un derecho de propiedad intelectual que se otorga a los obtentores de variedades vegetales mediante el Convenio de la UPOV, este convenio es un acuerdo internacional que establece un sistema de protección de las obtenciones vegetales, el período de protección que se otorgue depende principalmente del grupo al que la variedad vegetal pertenezca. Para esto se han establecido dos grupos: en el primero se incluyen las vides, árboles forestales y árboles frutales (incluidos su porta injertos); y en el segundo las demás especies. El Convenio de la UPOV, ratificado por el Ecuador en mayo de 1997, establece que la protección para las variedades vegetales se otorga a partir de la fecha de concesión y no podrá ser inferior a dieciocho años para las especies del primer grupo y a quince años para las del segundo grupo. La Decisión 345 por su parte, otorga una protección por un período de 20 a 25 años para las especies del primer grupo y de 15 a 20 años para las demás especies, contados a partir de la fecha de concesión de la variedad vegetal (SNI, 2023).

Dentro del cumplimiento de los ODS agenda 2030, una de las metas del objetivo 2 es mantener la diversidad genética de las semillas, las plantas cultivadas y sus especies silvestres, de la mano de una excelente gestión y diversificación de bancos de semillas y las plantas a nivel nacional, regional e internacional, además, promover el acceso a los beneficios que se deriven del uso de los insumos genéticos y los saberes tradicionales conexos, su distribución justa y equitativa, según lo convenido internacionalmente (Naciones Unidas, 2018).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Descripción del Área de Estudio

Este estudio se realizó en la Granja Experimental La Pradera de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la parroquia San José de Chatura (Figura 3). Este lugar de estudio presenta características geográficas (Tabla 2) y climáticas (Tabla 3), que son apropiadas para el cultivo de maíz raza canguil rojo que se adapta a partir de 2260 m.s.n.m.

Figura 3

Ubicación de la investigación en la Granja Experimental La Pradera

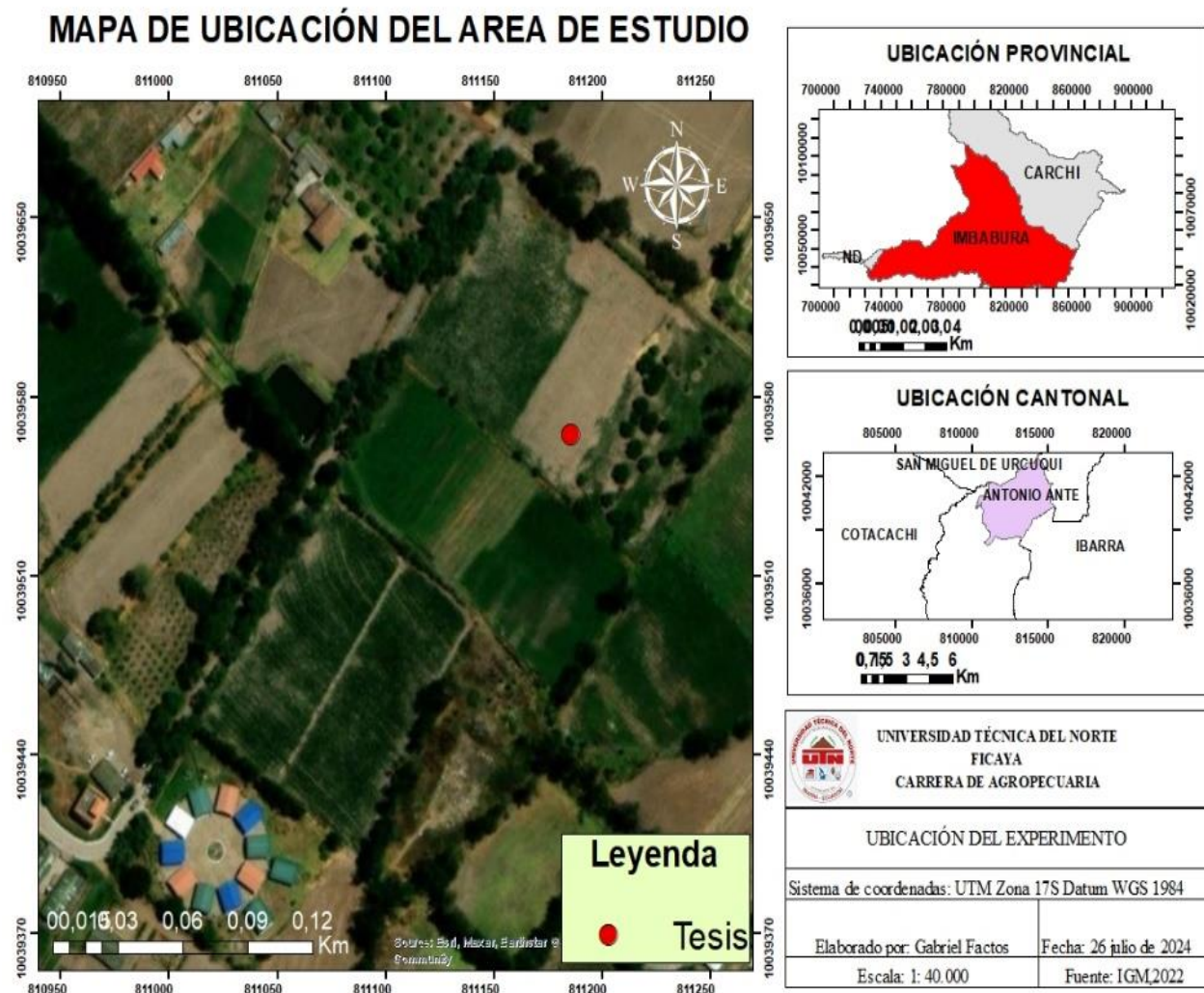


Tabla 2*Características geográficas del área de estudio*

Provincia	Cantón	Parroquia	Altitud	Latitud	Longitud
Imbabura	Antonio Ante	Chaltura	2340 m.s.n.m.	0° 21' 19" N	78° 11' 32" O

Se consideró el lugar de estudio ya que presenta características climáticas requeridas por el cultivo de maíz como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3*Características climáticas*

Detalle	Medida
Temperatura mínima	10 °C
Temperatura máxima	32 °C
Precipitación	750 mm
Humedad relativa	70 % -80 %

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía INAMHI (2022)

3.2 Materiales

Para esta investigación de campo se utilizó diferentes materiales como: material genético, material de campo, insumos y materiales de oficina que se detallados en la (Tabla 4).

Tabla 4*Materiales utilizados en la investigación*

Materiales	Material genético	Insumos	Herramientas	Equipos
Estacas	Semillas del ciclo	Fertilizante	Azadón	Medidor de
Cinta métrica	de mejoramiento	Insecticidas	Pala	humedad
Libro de campo	(2022-2023)	Herbicidas	Rastrillo	Balanza
Etiquetas			Bomba de mochila	Computadora
Calibrador				Olla Canguilera

3.2.1 Material genético

El material genético que se utilizó en la investigación son semillas de maíz raza canguil rojo, provenientes de la campaña de selección masal del ciclo 2022-2023 evaluado en la Granja Experimental La Pradera.

3.3 Métodos

El presente estudio fue de tipo experimental donde, a través del método de selección de medios hermanos, se llevó a cabo su fase intrafamiliar en el lote del campo experimental, con una polinización libre. La finalidad de este experimento fue mejorar las características agronómicas de rendimiento y reventado en el cultivo de maíz raza canguil rojo (*Zea mays* L. var Everta) en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura.

3.3.1 Factores en estudio

El factor de estudio de la investigación fueron 111 familias de maíz raza canguil rojo, provenientes de las cosechas de los ciclos anteriores.

3.3.2 Diseño experimental

En diseño experimental que se utilizó en la investigación es Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA), donde cada familia se sembró en surcos de 5 metros a una distancia de 0.80 m entre surcos. Con la siguiente secuencia dos surcos hembras y un surco macho progresivamente hasta completar las 111 familias en estudio (Figura 4).

3.3.3 Características del experimento

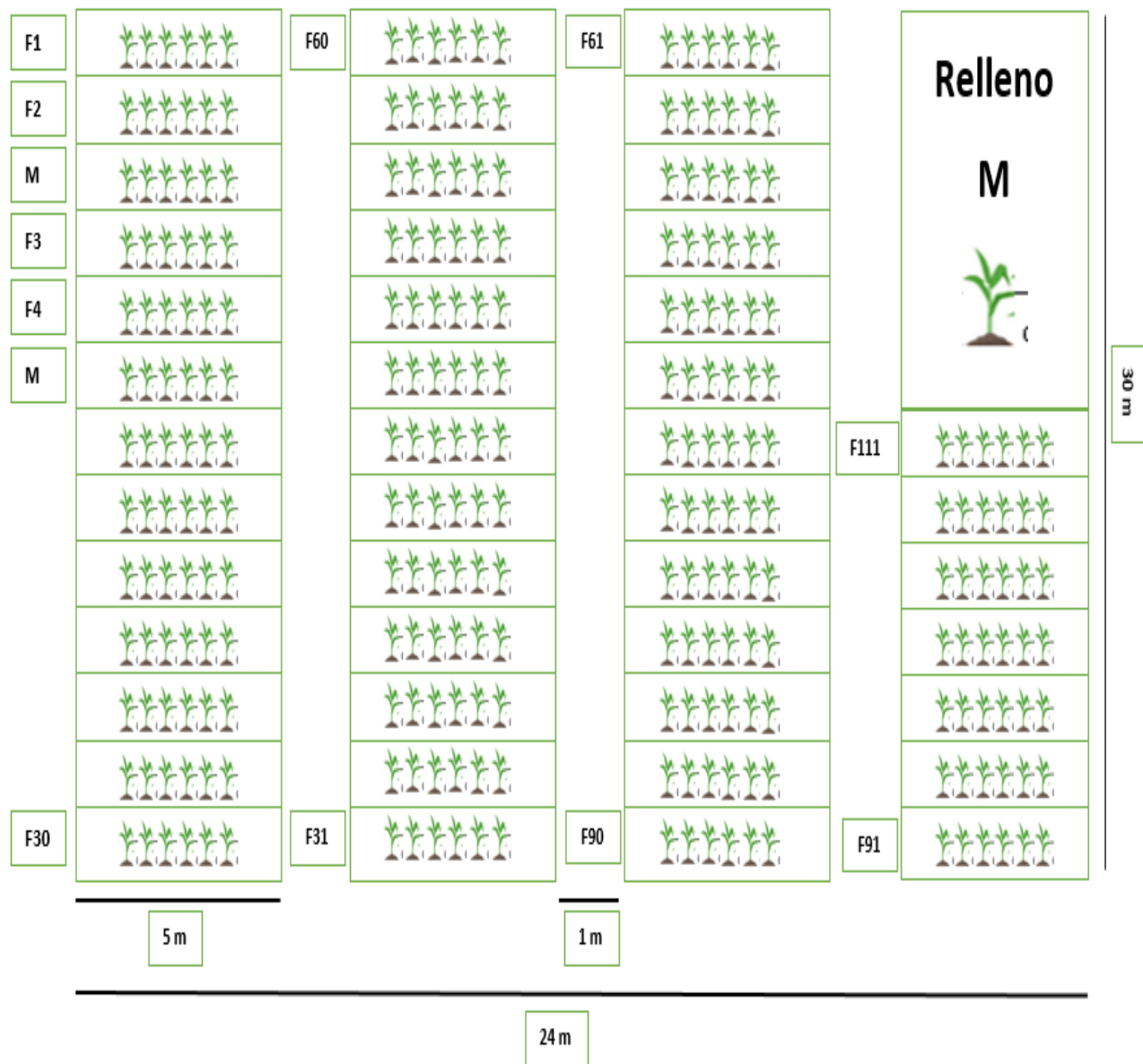
En la (Tabla 5) se observa las medidas del experimento, así como la distancia entre surco y el número de unidades experimentales.

Tabla 5

Detalles del experimento

Detalle	Medidas
Factor en estudio/ familias	111
Número de unidades experimentales	111
Distancia entre surco	0.80 m
Área total del ensayo	912 m ²

Figura 4
Descripción del diseño experimental de la investigación



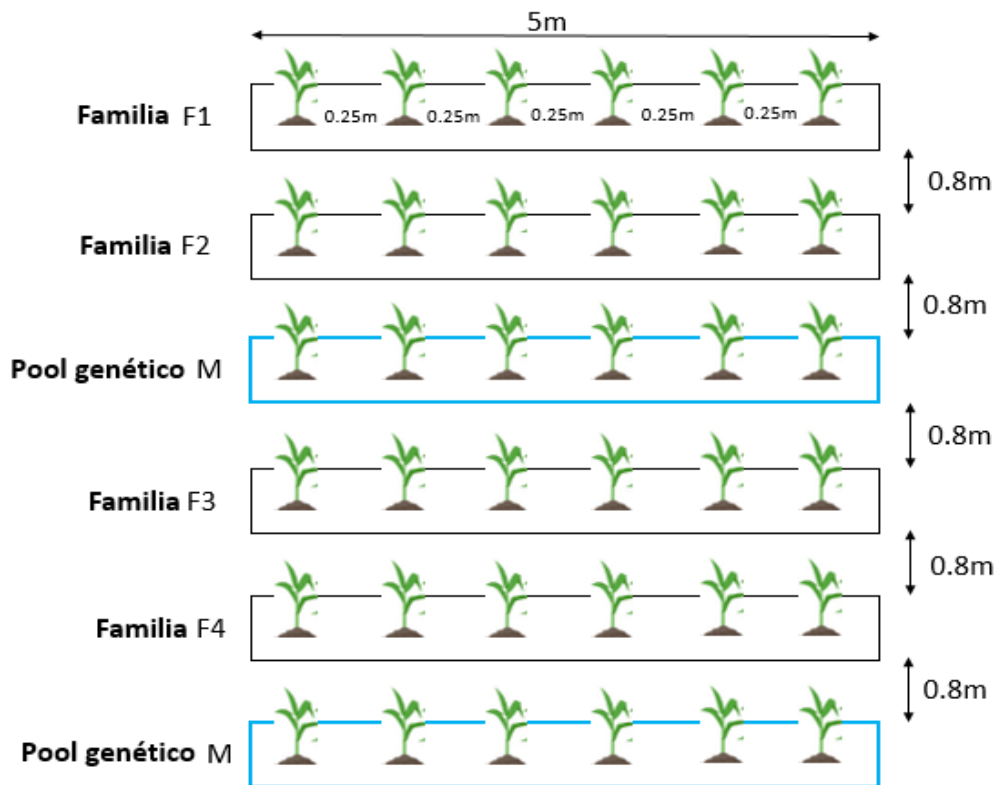
H= Surcos hembra

M= Surcos macho

3.3.3.1 Características de la unidad experimental. Cada una de las unidades experimentales fueron sembradas en surcos de 5 metros de largo a una distancia de 0.80 m entre surcos y una distancia entre planta y planta de 0.25 m (Figura 5).

Figura 5

Descripción del croquis de las parcelas en estudio



En la (Tabla 6) se muestra las características de las unidades experimentales de esta investigación las distancias de siembra, numero de semillas sembradas y el área de cada unidad experimental.

Tabla 6

Descripción de la unidad experimental

Datos	Medidas
Área de la unidad experimental	4 m ²
Distancia entre punto	0.25 m
Nº de semillas por punto	2 semillas
Nº de plantas por unidad experimental	21

3.3.4 Análisis estadístico

El trabajo de caracterización de la población se describió morfológicamente usando el programa Infostat, en donde se realizó pruebas: estadísticas descriptivas a través de medidas de resumen a nivel poblacional, análisis de componentes principales, análisis de conglomerados, análisis de la varianza con la prueba de LS de Fisher al 5 % a dentro y entre conglomerados.

3.3.5 Variables a evaluarse

3.3.5.1 Porcentaje de emergencia. Para esta variable se utilizó la formula $PG = [(N^{\circ} \text{ semillas germinadas}) / (N^{\circ} \text{ semillas sembradas})] \times 100$ procedió a calcular el porcentaje de emergencia que se presentó en cada familia tomando en cuenta las 21 plantas por unidad experimental (Figura 6).

Figura 6

Emergencia de plantas de maíz a los 12 días después de la siembra



3.3.5.3 Días a la floración femenina. Para la variable días a la floración femenina se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que existan los filamentos o cabellos de la mazorca en un 50 % de la planta (CIMMYT, 2017) (Figura 7).

Figura 7

Floración femenina cultivo canguil de color rojo



3.3.5.4 Número de plantas acamadas. En cada unidad experimental se contabilizó el número de plantas que presentan acame de tallo o raíz. Esto se realizó tomando en cuenta las plantas que se encontraban dobladas y formaban un ángulo de 45° o más desde la parte inferior del tallo con la superficie de la tierra (Figura 8).

Figura 8

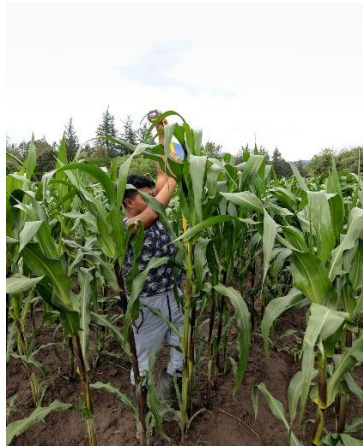
Plantas con afectaciones de acame



3.3.5.5 Altura de la planta (m). Se evaluó 5 plantas al azar de cada unidad experimental con la ayuda de una cinta métrica se midió los metros de la planta desde el punto de la inserción de las raíces hasta la base de la espiga los resultados fueron expresados en metros (CIMMYT, 2017).

Figura 9

Altura de la planta de maíz tipo canguil



3.3.5.6 Altura de la inserción de la primera mazorca (m). Para evaluar esta variable altura de la inserción de la primera mazorca se procedió a medir cinco plantas al azar de las 111 unidades experimentales la medición se realizó desde la inserción de las raíces hasta el nudo de la primera mazorca.

3.3.5.7 Número de mazorcas por planta. Para evaluar la variable número de mazorcas por planta se realizó un conteo de las mazorcas en cinco plantas al azar de cada unidad experimental y se procedió anotar en el registro. (Figura 10).

Figura 10

Registro del número de mazorcas por planta en maíz tipo canguil



3.3.5.8 Porcentajes de mazorcas rojas. Del total de las mazorcas cosechadas en campo se realizó el conteo de las mazorcas que presentan coloración roja, para posteriormente realizar el cálculo de porcentaje de mazorcas rojas que existen por unidad experimental (Figura 11).

Figura 11

Colores de las mazorcas de canguil identificadas en el estudio



3.3.5.9 Peso de 100 semillas(g). Se separaron 100 semillas de maíz de cada familia, los cuales fueron llevados a un recipiente y pesados en una balanza (Figura 12).

Figura 12

Toma de datos del peso de 100 granos de maíz tipo canguil



3.3.5.10 Rendimiento del grano por hectárea. El rendimiento del grano se evaluó una vez cosechada y desgranadas las mazorcas de cada unidad experimental (CIMMYT, 2017). A través de la fórmula establecida por el programa de maíz (INIAP) el rendimiento de cada unidad experimental se proyectó a $t\ ha^{-1}$.

Formula:

$$Rendimiento = \frac{PC * FD * MS * 1000}{86 * AP}$$

PC: Peso de campo

FD: Factor de desgrane

MS: Materia seca

86: Porcentaje de materia seca (constante)

AP: Área de la parcela neta

Fuente: Programa de maíz cálculo de rendimiento de maíz (Yáñez, 2014)

3.3.5.11 Porcentaje de reventado. Para esta variable, se tomó 100 granos de canguil con una humedad de 14 %, mismos que fueron procesados en una olla canguilera. El tiempo de exposición al equipo fue de 3 minutos ya que según The Royal Society Interface (2015) el 96 % de los granos revientan en este tiempo a una temperatura de 180 °C (Interface, 2015). Se contabilizó los granos que reventaron y se transformó a porcentaje (Figura 13).

Figura 13

Reventado de la familia 25



3.3.5.12 Incidencia de plagas. Se monitorea semanalmente las plagas del cultivo de canguil en las etapas fenológicas del canguil, se registró datos de plantas al azar de las plagas más comunes en la zona como el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) y la mosca de la mazorca (*Helicoverpa zea*) (Figura 14).

Figura 14

Plagas que afectan al maíz



Fuente: Agudelo et al. (2022)

3.4 Manejo del experimento

3.4.1 Obtencion de la semilla

El material genético de maíz raza canguil rojo se obtuvo del anterior ciclo de mejoramiento 2022-2023, mismo que se realizó en la Granja Experimental La Pradera.

3.4.2 Preparacion del terreno

Se realizó con la ayuda del tractor utilizando el arado y rastra para eliminar restos de cultivos anteriores, se realizó esta actividad para que el suelo quede suelto y sin terrones, posteriormente se realizó el surcado para la siembra.

3.4.3 Análisis de suelo

En el área se realizó un muestreo de suelo de 1 Kg de peso el cual fue enviado al laboratorio de INIAP, este análisis permitió conocer las bondades y deficiencias del suelo con lo que se determinó los requerimientos nutricionales del cultivo de maíz.

3.4.4 Delimitación del terreno

Se realizó el cálculo para establecer las 111 familias de canguil rojo, el área total delimitada fue de 912 m² donde se llevó a cabo esta investigación, para esta actividad se utilizó una cinta métrica, estacas y piola para la delimitación del terreno.

3.4.5 Diseño de la parcela

Para el diseño se estableció 111 familias de canguil rojo en el que se sembró dos surcos hembras, seguido de un macho en parcelas de 5 m, siguiendo esta secuencia hasta completar las 111 familias en estudio.

3.4.6 Siembra

La siembra se realizó el 19 de octubre del año 2023, se depositó 2 semillas por punto con una distancia de 0.25 m entre planta y entre surcos una distancia de 0.80 m, (Figura 15).

Figura 15

Siembra de la tesis de canguil rojo



3.4.7 Fertilización

Se realizó la fertilización en base a las recomendaciones brindadas por el INIAP, (Tabla 7), el análisis de suelo indico que en la tabla de interpretación alto, medio, bajo en cuanto a los elementos fosforo y potasio presentaron valores altos, por otra parte, se observó deficiencias en nitrógeno, por lo que para esta investigación se utilizó el fertilizante Urea al 46 % para cubrir con el déficit de nitrógeno en el suelo, el fertilizante lo proporciono por INIAP, después de realizar el correspondiente cálculo se aplicó 13.05 kg en 912 m² (Figura 16).

Tabla 7

Fertilización utilizada en la investigación

Resultados del análisis de suelo (ppm)	Fertilizante utilizado	Cantidad recomendada (kg/ha)	(kg/ área experimental) 912 m ²	Etapas del cultivo
N= 37.90 M	Urea 46-0-0	94	13.05	45 días
P= 36.80 A	X	40	X	X
K= 21.84 A	X	20	X	X

Figura 16

Aplicación de Urea al 46%



3.4.8 Riego

El riego se lo realizó por gravedad durante todo el tiempo de desarrollo del cultivo, la cantidad de agua que se proporcionó al cultivo fue lo necesario para un buen desarrollo, el riego se lo realizó cada quince días tomando en cuenta las precipitaciones (Figura 17).

Figura 17

Riego por gravedad frecuencia 15 días



3.4.9 Labores culturales

Se realizó el deshierbe seguido de la selección de las mejores plantas para proceder con el raleo y el aporque para mejorar la estabilidad de la planta, con la ayuda de herramientas como palas y azadones es necesario mencionar que en el raleo se dejó las plantas con tallos vigorosos y plantas sanas para tener mejores resultados genéticamente (Figura 18).

Figura 18

Raleo y aporque en plantas de canguil rojo



3.4.10 Controles fitosanitarios

Los controles fitosanitarios se realizaron de acuerdo al moniterio y a la severidad como se muestra en la (Tabla 8), aplicando productos químicos para plagas al igual que para enfermedades con la finalidad de controlar posibles problemas en el cultivo.

Tabla 8

Ingredientes activos utilizados en la investigación

Ingrediente activo	Dosis	Plaga, enfermedad o maleza	Época de aplicación
Nicosulfuron	5gr en una bomba de 20 litros	Arvenses de hoja ancha y angosta	Post- emergencia
Clorpirifos	25 cc en una bomba de 20 litros	Gusano cogollero	30 días
Cipermetrina	25 cc en una bomba de 20 litros	Gusano de la mazorca	80 días

3.4.11 Despanojamiento

Se procedió a retirar la flor masculina entre los 65 y 70 días después de la siembra (Figura 18), de los surcos hembra de las plantas de maíz, para efectuar el método de selección por medios hermanos se conservó las flores masculinas de los surcos machos para que polinicen los surcos femeninos y así obtener medios hermanos (Figura 19).

Figura 19

Flor masculina del canguil



3.4.12 Cosecha

Cuando el cultivo estuvo en la etapa de madurez fisiológica, se procedió a cosechar con la ayuda de estudiantes de la carrera de Ingeniera Agropecuaria y técnicos de INIAP colocando en sacos plásticos las mazorcas por familia con su respectiva etiqueta para luego ser llevadas almacenar (Figura 20).

Figura 20

Recolección de mazorcas de canquil rojo



3.4.13 Desgrane

Luego de cosechar las mazorcas de los surcos pertenecientes a cada familia fueron desgranados y secados nuevamente al sol hasta que tengan un porcentaje de humedad de 14 % o 15 %. Este material fue guardado en fundas de papel cartón, cada una con su respectiva etiqueta.

3.4.14 Selección de las mejores familias

En base a los datos registrados del estudio se realizó la selección de las familias promisorias se eligió a las familias en un 20 % superior, en su comportamiento agronómico, rendimiento y sobre todo las familias que presentaron por encima del 60 %, de reventado y de presencia de color rojo en las mazorcas,

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta investigación se analizaron 111 familias de maíz de la raza canguil rojo (*Zea mays* L. var Everta), familias seleccionadas provenientes del tercer ciclo de mejoramiento genético (2022-2023), en este estudio se llevó acabo el análisis de 10 variables cuantitativas entre las que destacan las variables porcentaje de reventado de 100 semillas (%) y el porcentaje de mazorcas rojas (%) variables que determinaran las familias promisorias para el siguiente ciclo de selección. A continuación, se detallan los resultados obtenidos en esta evaluación:

4.1 Variabilidad morfológica de los datos en variables cuantitativas evaluadas en la población 111 familias de canguil rojo

Los resultados del experimento indican que existe descriptores cuantitativos con valores máximos de Coeficiente de Variación (CV) con más del 100 %, tales como la variable (Acame de planta) con un 116.26 %, presentando valores de acame entre 0 % y 23 % aproximadamente; mientras que existen variables con porcentajes de (CV) con porcentajes inferiores al 5 % como son las variables relacionadas con el porcentaje de emergencia presentando valores entre 80.95 % y 100 %, los días a la floración femenina obtuvo un coeficiente de variación de 4.35 % presenta días a la floración femenina entre 78 días y 88 días, de igual manera la variable altura de la planta obtuvo un (CV) de 4.83 %

Patel et al. (2001) mencionan que el coeficiente de variación (CV) fluctúan considerablemente, de acuerdo, al tipo de experimento que se realice, los autores mencionan que los rangos que se consideran admisibles deben estar entre 6-8 % para que exista variabilidad en los experimentos de tipo agrícolas. En esta investigación las variables no presentan coeficientes de variación (CV) dentro del rango mencionado por los autores, sin embargo, existen variables con coeficientes de variación inferiores al 6 % como son Porcentaje de emergencia (%), Días a la floración femenina, Altura de la planta (m), por otro lado, hay la presencia de variables con un (CV) por encima del 8 % tales como altura inserción de la primera mazorca (m), número de mazorcas por planta, peso de 100 granos (g), porcentaje de reventado de 100 semillas (%), porcentaje de mazorcas rojas (%) y rendimiento del grano ($t\ ha^{-1}$).

Tabla 9*Variabilidad morfológica de datos cuantitativos de 111 familias de maíz raza canguil*

Variables	Media	D.E.	CV	Min	Max
Porcentaje de emergencia (%)	94.20	5.11	5.43	80.95	100.00
Días a la floración femenina	82.59	3.59	4.35	78.00	88.00
Altura de la planta (m)	2.46	0.12	4.83	2.11	2.80
Altura inserción de la primera mazorca (m)	0.97	0.13	13.34	0.66	1.25
Número de mazorcas por planta	2.34	0.43	18.37	1.60	3.60
Acame de planta (%)	5.32	6.18	116.26	0.00	23.81

A continuación, se describen los resultados por variable obtenidos en el análisis poblacional.

4.1.1 Porcentaje de emergencia (%)

Esta variable se registró a los 45 días transcurridos después de la siembra, se contabilizó las plantas que emergieron de las 21 semillas sembradas por unidad experimental y se transformó a porcentaje (%). El análisis estadístico mostro que 39 familias están por debajo del promedio de emergencia 94.20 %, por otra parte, 72 familias están por encima del promedio, cabe recalcar que 32 familias presentaron el 100% de emergencia.

Lima (2021) evaluó el primer ciclo de mejoramiento de canguil en el que obtuvo que 10 accesiones de las 35 evaluadas presentaron un porcentaje de emergencia mayor al 80 %, por otro lado, 3 accesiones presentaron porcentaje de emergencia menores al 50 %, de modo que, los datos de este estudio son superiores a los del autor mencionado, puesto que, al transcurrir por varios procesos de mejoramiento ha adquirido vigor genético.

De acuerdo con Martínez et al. (2010) el porcentaje de emergencia depende del tipo de suelo, temperatura, humedad así como el vigor genético de la semilla lo que se define como la capacidad de la semilla para producir, en forma rápida y uniforme plántulas normales.

4.1.2 Días a la floración femenina

Fue evaluada cuando los estigmas se expresaron en el 50 % de cada unidad experimental, al realizar el análisis estadístico, se observó que la floración femenina apareció desde los 78 días hasta el día 88 después de la siembra, con una media poblacional de 82.59 días (Tabla 9). El 56.75 % (63 familias) se encuentran entre el promedio poblacional, sin embargo, el 27.02 % (30 familias)

presentaron la floración femenina a los 78 días considerándose familias precoces, por otra parte, el 16.21 % (18 familias) fueron las más tardías en presentar la floración femenina.

En la investigación realizada por Trujillo (2024), los estigmas surgieron entre los 84 y los 95 días posteriores a la siembra, mientras que en el estudio realizado por Lima (2021), los estigmas aparecieron desde el día 85 hasta los 102 días posteriores a la siembra, dado que, de las investigaciones de los autores mencionados se obtuvo las familias promisorias para esta investigación los valores obtenidos son similares.

De acuerdo con Ángeles et al. (2010), los días ideales para la floración femenina es a partir de los 81 días tras la siembra. Este elemento es de gran relevancia agronómica, dado que los periodos de tiempo de floración tienen un impacto en los periodos de cosecha.

4.1.3 Altura de la planta (m)

La variable altura de la planta (m) se registró a los 150 días transcurrido la siembra, en el análisis estadístico, se observó que las plantas alcanzaron alturas máximas de 2.80 m, una altura mínima de 2.11 m con una media poblacional de 2.46 m (Tabla 9). Sin embargo, la altura de 2.80 m solo se expresó en apenas dos familias de la investigación, mientras que 30 familias presentaron plantas más pequeñas, con alturas inferiores a 2.4 m.

Al contrastar con la información tomada por Trujillo (2024), quien evaluó el anterior ciclo de mejoramiento utilizando el mismo germoplasma registro un promedio de 2.60 m de altura de planta, del mismo modo, Velásquez (2023), obtuvo un promedio de 2.68 m de altura de la planta valores superiores a los de la presente investigación. Pavón (2005) menciona que la altura de planta está relacionada con el tiempo de madurez de las plantas, Velásquez (2023) mostro una floración masculina y femenina tardía a los 85 y 102 días y, por ende, una mayor altura de 2.68 m, mientras que la presente investigación mostró una floración masculina y femenina precoz a los 78 y 88 días obteniendo una menor altura de 2.46 m.

Este comportamiento es considerado como positivo en el proceso de mejoramiento genético ya que, Vásquez et al. (2016), mencionan que una altura desmesurada de la planta no es deseada por los agricultores debido a que, plantas altas son más propensas a sufrir acame de tallo y raíz. Dos Santos et al. (2019) mencionan que las plantas que tienen una altura media de 2 a 2.40 m muestran una mayor tolerancia al acame, por lo contrario, las plantas que poseen alturas superiores a 2.5 m

tienden a ser desplazadas por las lluvias o las precipitaciones. intensos vientos, ocasionando pérdidas en la producción de los agricultores.

4.1.4 Altura de la inserción de la primera mazorca

Esta variable fue medida en cinco plantas por unidad experimental, se evaluó desde la base hasta el nudo de la primera mazorca. El análisis estadístico mostró una media poblacional de altura a la primera mazorca de 0.97 m, por lo tanto, se identificó plantas con altura entre (0.66 m y 1.25 m) (Tabla 9). Se distinguió que el 45.04 % de la población de canguil alcanzó una altura a la inserción de la primera mazorca mayor a 1 m, mientras que, el 54.95 % obtuvo datos por debajo de este rango.

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a la de la anterior investigación hecha por Trujillo (2024), quien obtuvo un promedio de 1.10 m de altura de la inserción a la primera mazorca, En otro estudio de maíz reventón realizado por Guamán et al. (2020), obtuvieron resultados de altura a la inserción de la primera mazorca entre los (0.69 m y 0.81 m) datos relativamente similares a los registrados por esta investigación, esto es considerado un rasgo beneficioso para facilitar la cosecha, lo que concuerda con Chura (2014), quien indica que la altura de inserción es crucial al momento de la cosecha, también, menciona que las mazorcas más bajas son las que presentan mayor calidad y por ende, un mayor rendimiento.

4.1.5 Número de mazorcas por planta

En el análisis estadístico se observó que las familias de canguil presentaron una media poblacional de 2.34 mazorcas por planta, con un valor mínimo de 1.60 y máximo de 3.60 mazorcas por planta (Tabla 9). Este estudio reveló que el 27.02 % de las familias produjeron al menos una mazorca por planta, mientras que, el 72.07 % mostro al menos dos mazorcas, por otra parte, apenas el 9 % presentaron 3 mazorcas por planta.

Trujillo (2024), presento valores de número de mazorcas de 1.60 como mínimo y 4 mazorcas como máximo, por otra parte, Velásquez (2023), encontró plantas con una mazorca como mínimo y dos mazorcas como máximo, al igual que, Lima (2021) quien obtuvo los mismos valores, por otra parte, Castañeda (2020) menciona que dos de las accesiones evaluadas en su investigación presentaron seis mazorcas por planta datos que no se presenciaron en este estudio, por otro lado, Dos Santos et al. (2019) afirma que la cantidad de mazorcas por planta afecta la productividad del

cultivo, dado que podrían ser mazorcas de menor tamaño en términos de longitud y diámetro, por consiguiente una reducción en el peso de los granos.

4.1.6 Acame de planta

Para esta variable se contabilizo las plantas acamadas por familia teniendo en cuenta que por unidad experimental se evaluó 21 plantas, desde una perspectiva general, no se detectó acame significativo en las familias de canguil rojo, a pesar de ello, en el análisis estadístico se observa un valor mínimo de 0 % de acame y un valor máximo 23.81 % (8 plantas) este valor lo presentó una familia de la población, mientras que, 25 familias presentaron acame del 4.76 %, por otra parte, 63 familias no presentaron acame (Tabla 9).

Arellano et al. (2010) en su estudio obtuvieron porcentajes de acame entre 12 % y 24 % en rangos de altura de 2.5 m y 2.8 m de altura, asemejándose a la presente investigación que se obtuvieron datos de 0 % a 23.81 % de acame en alturas entre 2.11 m y 2.80 m. Según Morales (2021), la altura es un factor para la presencia de acame, afirma que plantas con una altura superior a los 2.5 m son propensas a sufrir acame de tallo y raíz.

Tabla 10

Variables en componente rendimiento de las 111 familias de canguil rojo

Variables	Media	D.E.	CV	Min	Max
Peso de 100 granos (g)	20.26	1.88	9.27	15.67	24.67
Porcentaje de reventado de 100 semillas (%)	67.41	10.79	16.01	49.00	92.00
Porcentaje de mazorcas rojas (%)	81.30	15.15	18.63	28.57	100.00
Rendimiento del grano (t ha ⁻¹)	4.72	0.97	20.59	2.58	8.06

4.1.7 Peso de 100 semillas (g)

Se llevaron a cabo las evaluaciones estadísticas de la variable del peso de 100 semillas, los hallazgos señalan que hay un promedio de 20.26 g, valores más bajos de 15.67 g y más altos de 24.67 g (Tabla 10). Por lo tanto, el 74.77 % (83 familias) alcanzaron valores por encima del promedio 18.28 g, por otra parte, el 25.22 % (28 familias) están por debajo de promedio.

En la investigación realizada por Velásquez (2023), mostró que sus promedios de peso de 100 semillas fueron de 13 g como valor mínimo y 26 g como valor máximo, valores que se asemejan a los de la presente investigación, por otra parte, Castañeda (2020) tuvo pesos entre 11 g y 41 g

como mínimos y máximos respectivamente, siendo superior a los valores máximos de la presente investigación con una diferencia de 15 g, sin embargo, es necesario mencionar la presencia del peso de 41 g se expresó en una accesión evaluada.

Vásquez (2016) menciona que la variabilidad con respecto a los pesos de las semillas está relacionada con el manejo agronómico, condiciones climáticas y diferencia genética dentro de la misma población.

4.1.8 Porcentaje de reventado (100 semillas)

Los análisis estadísticos muestran que existe una media de 67.41 % con un rango de (49 % - 92 %) como mínimos y máximos respectivamente. Es así que de las 111 familias en estudio 74 familias presentan porcentaje de reventado mayor al 60 %.

En el primer ciclo de mejoramiento genético del canguil rojo, Lima (2021) obtuvo un promedio de reventado del 40 %, por otra parte, en el estudio de Velásquez (2023), el porcentaje de reventado incremento al 44 %, del mismo modo, Trujillo (2024), quien realizó el tercer ciclo de mejoramiento del canguil obtuvo un aumento llegando al 60 % de reventado, a pesar de ello, en la presente investigación el porcentaje de reventado se elevó al 67 %, de tal modo, que se puede observar que el proceso de mejoramiento está siendo efectivo el incremento del porcentaje de reventado en estos 4 ciclos de mejoramiento es notable.

4.1.9 Porcentaje de mazorcas rojas de maíz tipo canguil (%)

El análisis estadístico indica mínimos de 28.57 % y máximos del 100 % de mazorcas de color rojo en las familias evaluadas, de las 111 familias analizadas 24 familias presentaron el 100 % de coloración rojo, además, se identificó una familia con el mínimo de 28.57 % de segregación de color rojo, mientras que 7 familias mostraron porcentajes menores al 60 %, por otra parte, 104 familias presentaron porcentajes mayores al 60 %, por lo que, estas familias estarían consideradas para futuros estudios de maíz raza canguil rojo.

En la investigación realizada por Velásquez (2022) identificó que de las 132 familias evaluadas 4 familias presentaron 100 % de color rojo y 38 familias mostraron el 80 % de coloración roja. En otro estudio ejecutado por Trujillo (2024) obtuvo 97 familias con porcentajes de color rojo mayores al 60 %, esto concuerda con el actual estudio en el que el color rojo es el más predominante en todas las familias de canguil. Esto nos llevó a deducir que el mejoramiento

genético de maíz que se ha llevado a cabo es efectivo, ya que, se observa un incremento de segregación de color rojo en las mazorcas en cada ciclo transcurrido.

Con respecto a la variación de colores en el maíz, González et al. (2019), mencionan que hay una diversidad de colores en los maíces, producida por los agricultores, generando patrones de variedad, que se ajustan a las condiciones ambientales en las que se encuentran los cultivos.

4.1.10 Rendimiento del grano $t\ ha^{-1}$

En el caso de esta variable el análisis estadístico mostró una media de $4.72\ t\ ha^{-1}$, con rendimientos máximos de $8,06\ t\ ha^{-1}$ y rendimientos mínimos de $2,58\ t\ ha^{-1}$. El 45.94 % de la población evaluada presenta rendimientos por encima del promedio.

Trujillo (2024) al final de su investigación alcanzo datos promedio de rendimiento de $4.82\ t\ ha^{-1}$, por otra parte, Aguilar (2020) en su estudio obtuvo datos de $4.11\ t\ ha^{-1}$ en el cultivo de maíz canguil. La presente investigación obtuvo datos similares a los obtenidos por los autores mencionados con un promedio de $4.72\ t\ ha^{-1}$ debido a que, fue evaluado en condiciones similares.

Quevedo et al. (2018) menciona que el rendimiento del cultivo de maíz está directamente relacionado con la densidad de siembra, ya que una alta densidad aumenta la competencia por nutrientes, agua y radiación solar, lo que afecta el rendimiento por planta pero se contrarresta por el número de plantas cosechadas.

4.1.11 Incidencia de plagas en la población de maíz raza canguil

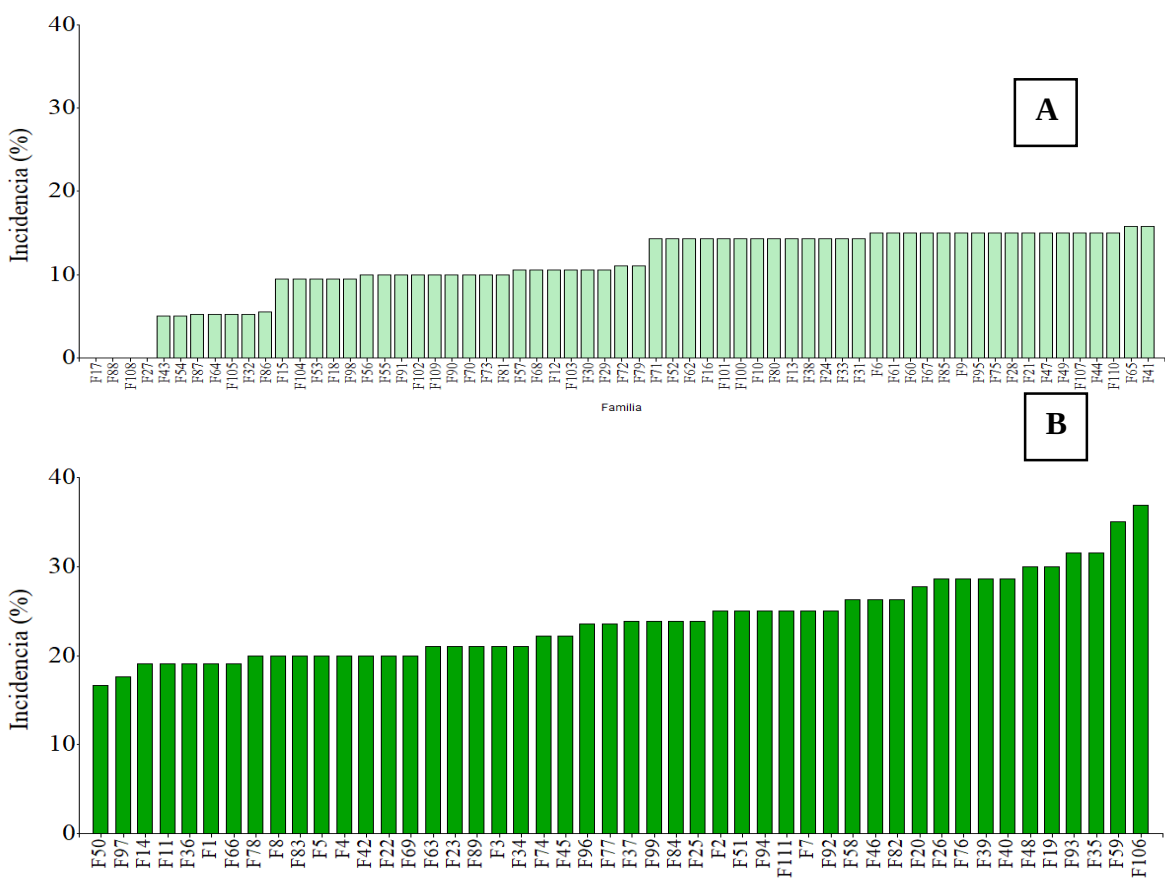
Al realizar la prueba de LS de Fisher al 5 % se determinó la incidencia de plagas en el cultivo maíz raza canguil rojo en el que se encontró dos plagas gusano cogollero y gusano de la mazorca que se detalla a continuación:

4.1.12 Incidencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith)

Los análisis estadísticos de las 111 familias en estudio muestran que existe un mínimo de daño del 5 % y un máximo de 36.84 % como se muestra en la (Figura 21). Las familias que no presentaron daños esta plaga fueron: 17, 88, 108, 27 mientras que, las familias con mayor incidencia de esta plaga fueron: 19, 93, 35, 59 y 106.

Figura 21

Incidencia de gusano cogollero en las 111 familias de maíz raza canguil, campaña agrícola



Nota: Grupo con menor incidencia de gusano cogollero (A); grupo con mayor incidencia de gusano cogollero (B)

Figura 22

*Daños causados por gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith)*

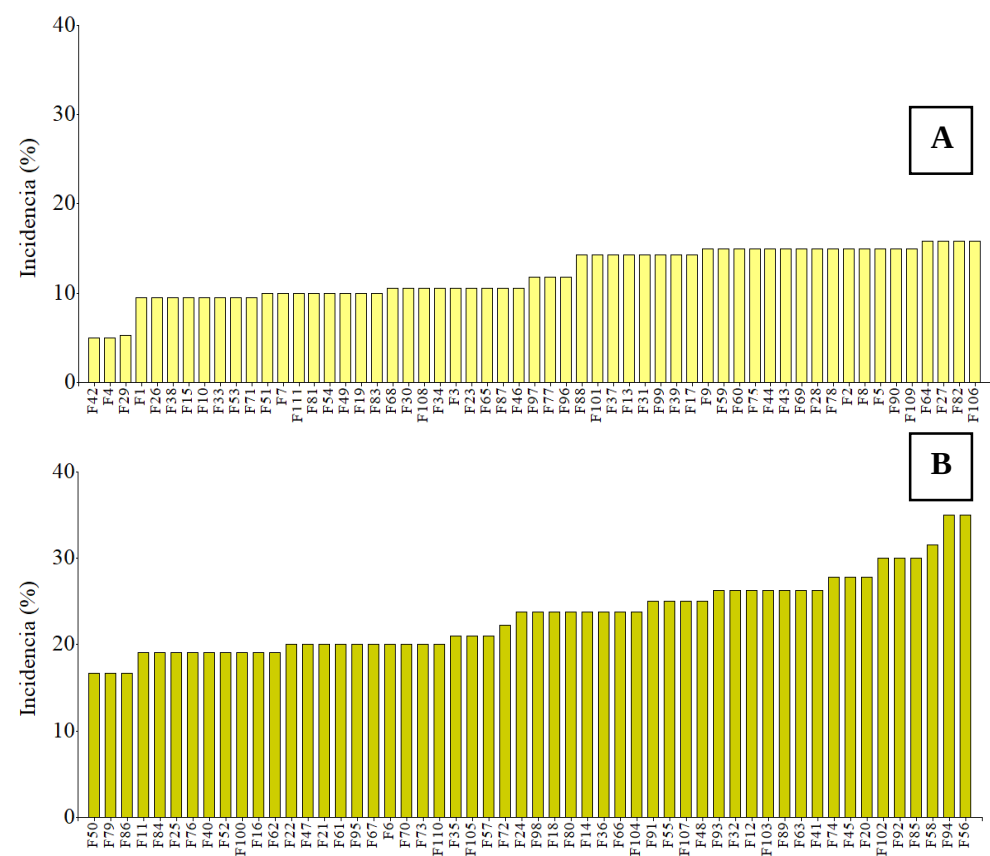


En el estudio realizado por Trujillo (2024), quien evaluó la misma variable en canguil rojo obtuvo un mínimo daño con 3.12 % y un máximo de daño por gusano cogollero de 48.75 % valores similares al del presente estudio.

4.1.13 Incidencia de gusano de la mazorca (*Helicoverpa zea*)

Los análisis estadísticos de la incidencia de gusano de la mazorca realizados a las 111 familias en estudio determinaron que existe daño mínimo causado por el gusano de la mazorca del 5 % y un daño máximo del 35 % como se muestra en la (figura 23). De las familias en estudio 11 familias presentaron porcentajes de incidencia del gusano de la mazorca menores al 10 %, mientras que, 6 familias presentaron daños por gusano de la mazorca por encima del 30 %.

Figura 23
Incidencia de gusano de la mazorca en familias de maíz raza canguil, campaña 2023-2024



Nota: Grupo con menor incidencia de gusano de la mazorca (A); grupo con alta incidencia de gusano de la mazorca (B)

4.2 Análisis de componentes principales (ACP)

Los resultados de componentes principales son interpretados partiendo como base sus valores y vectores propios, además de la varianza total por cada uno de los componentes. El análisis de componentes principales indica que el 59 % de la variabilidad acumulada se expresa en tres componentes: El primer componente representa el 22 %, el segundo 20 %, mientras que el tercero el 16 % de variación total (Tabla 11).

Tabla 11

Valores de la variación de cada componente principal de la matriz de las 111 familias de maíz raza canquil rojo

Componentes	Valor propio	Varianza (%)	Varianza acumulada (%)
1	1.55	22	22
2	1.43	20	43
3	1.12	16	59

En la tabla 11 se muestra los valores de los tres componentes principales para características fenotípicas de las familias evaluadas en las cuales se aprecia la asignación de las variables de mayor peso para cada componente. En el primer componente las variables originales con mayor peso son: acame de planta (0.49), altura de la inserción de la primera mazorca (0.49) y número de mazorcas por planta (0.47). En el segundo componente fue conformado por el porcentaje de emergencia (0.53) y rendimiento del grano $t\ ha^{-1}$ (0.59). El tercer componente las variables con más peso fueron: días a la floración femenina (0.61) y el porcentaje de reventado de 100 semillas (0.50).

Ángeles et al. (2010) realizaron una investigación sobre la caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, en el cual evaluaron 19 variables dando como resultado 12 variables entre cuantitativas y cualitativas que fueron las de mayor peso en el análisis de componentes principales, indicando una variación fenotípica entre los cuatro primeros componentes del 57.8 %, por otra parte, en el presente estudio la variación fenotípica en los primeros tres componentes fue de 59 %.

Tabla 12

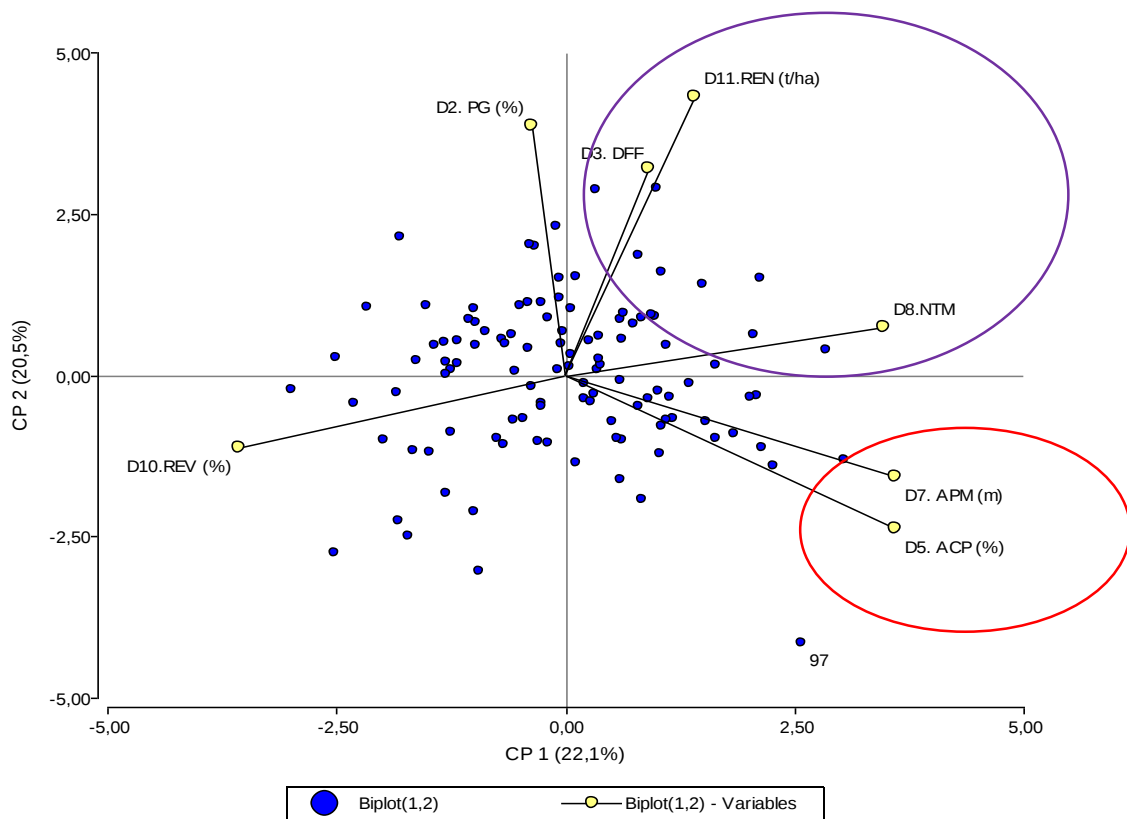
Vectores propios para los tres primeros componentes con siete variables agronómicas en 111 familias de maíz tipo canguil rojo

Variable	Componentes		
	1	2	3
Porcentaje de emergencia	0.05	0.53	-0.43
Días a la floración femenina	0.12	0.44	0.61
Acame de planta	0.49	-0.32	-0.21
Altura de la inserción de la primera mazorca	0.49	-0.21	0.29
Numero de mazorcas por planta	0.47	0.10	0.22
Porcentaje de reventado (100 s)	0.49	-0.15	0.50
Rendimiento del grano t ha ⁻¹	0.19	0.59	0.01

En la figura 24 se observa las agrupaciones de las variables que relacionan entre sí.

Figura 24

Análisis de componentes principales para la población de maíz tipo canguil, relación componente 1 y 2

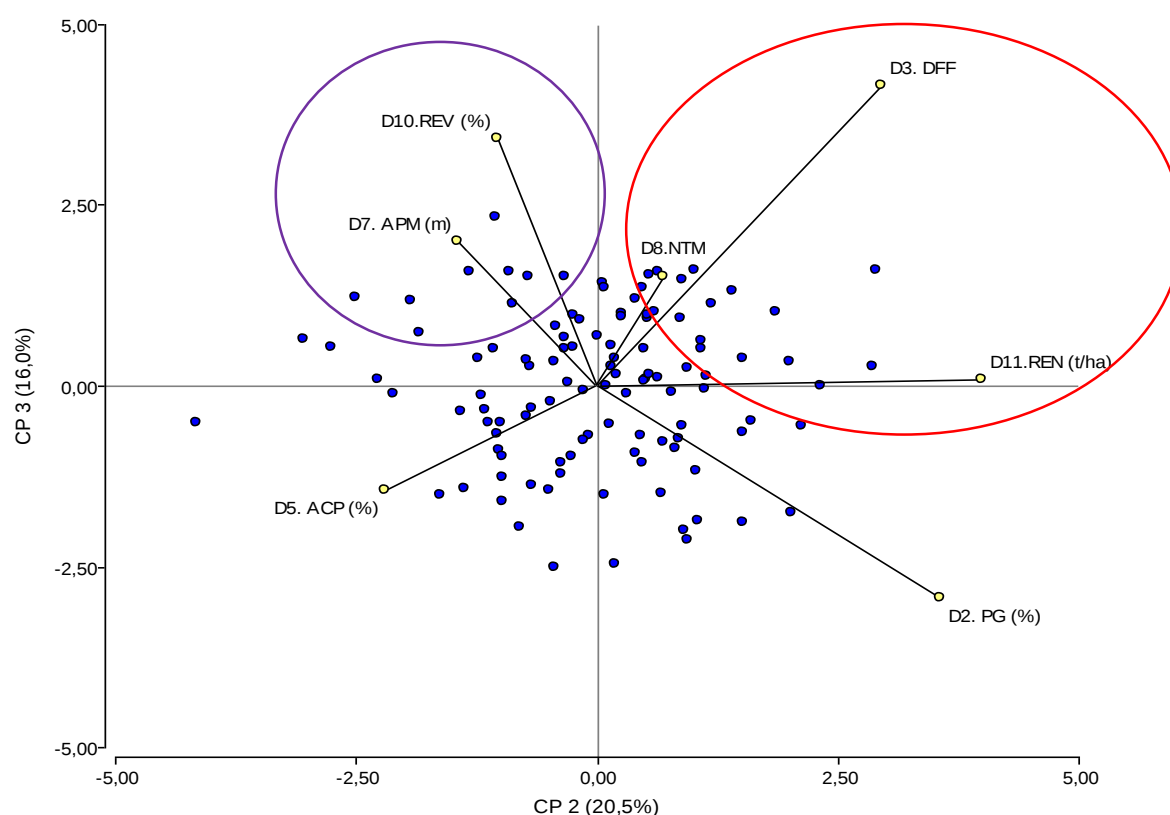


Nota: REV (%); Porcentaje de reventado, PG (%); Porcentaje de emergencia REN (t ha⁻¹); Rendimiento del grano, DFF; Dias a la floración femenina, NTM; Numero de mazorcas por planta, APM (m); Altura de la inserción de la primera mazorca, ACP (%) Acame de la planta

En la (figura 24) se aprecia dos agrupaciones de variables relacionadas entre sí, una indica relación entre la variable altura de la inserción de la primera mazorca y el porcentaje de acame, por otro lado, la segunda agrupación indica relación de las variables: días a la floración femenina, numero de mazorcas por planta y rendimiento del grano $t\ ha^{-1}$, sin embargo, las variables porcentaje de emergencia y porcentaje de reventado no muestran relación con las demás variables.

Figura 25

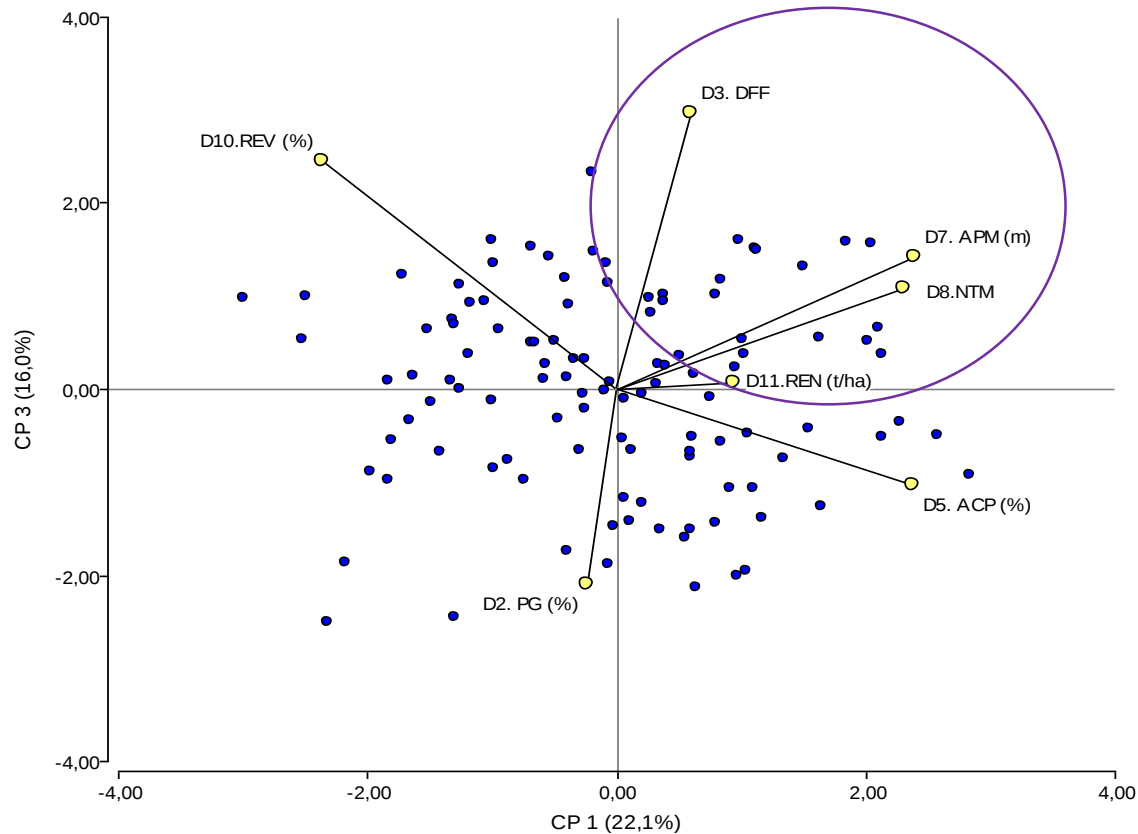
Análisis de componentes principales para la población de maíz tipo canguil, relación componente 2 y 3



En la (figura 25) se muestran dos agrupaciones, dentro se encuentran variables relacionados entre sí, en la primera se encuentran relacionadas las variables porcentaje de reventado y altura a la primera mazorca, de la misma forma, en la segunda agrupación se encuentran variables que tienen relación en cuanto al rendimiento, dentro de la misma se encuentran los días a la floración femenina, el rendimiento del grano y el número de mazorcas por planta.

Figura 26

Análisis de componentes principales para la población de maíz tipo canguil, relación componentes 1 y 3



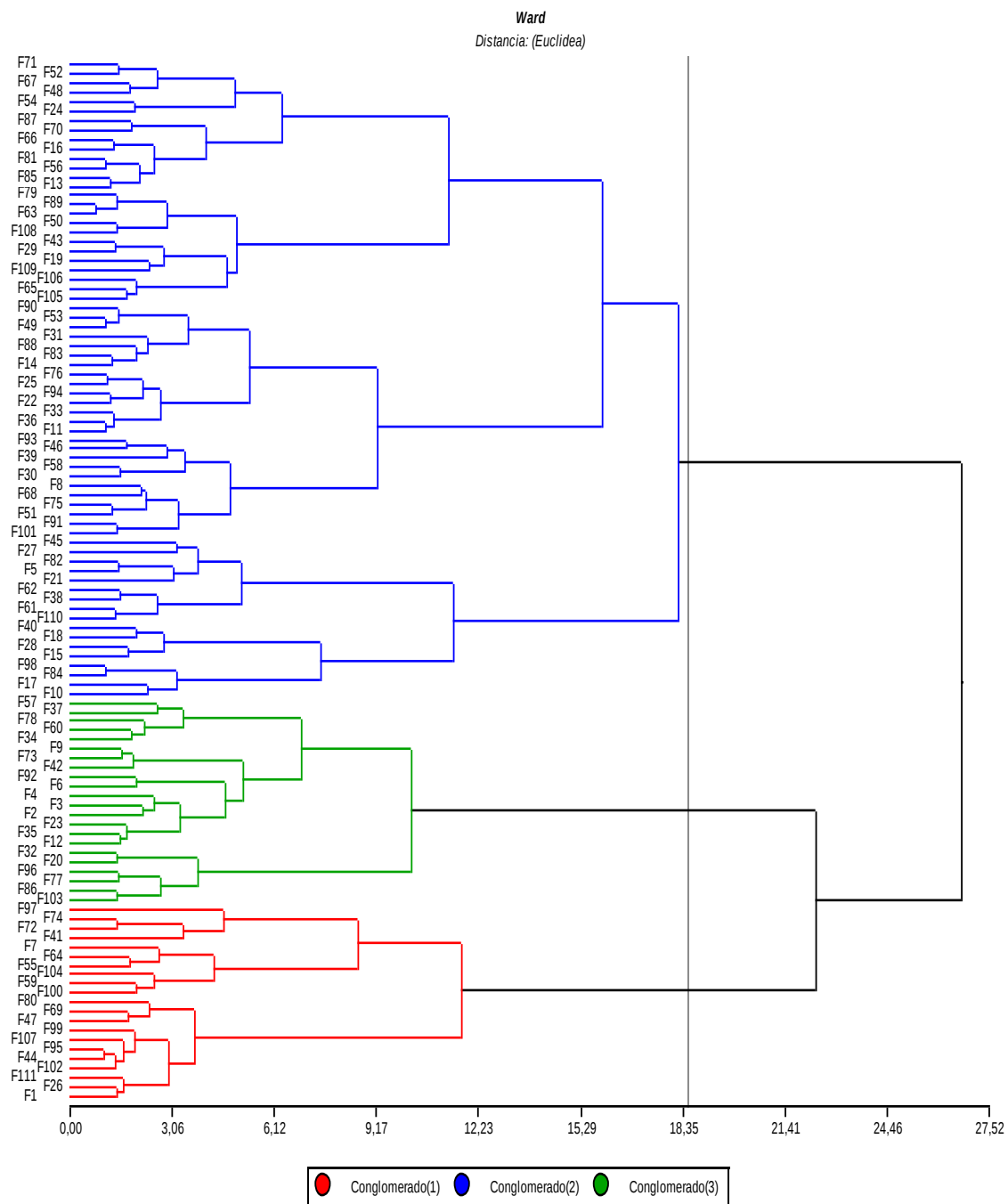
En la (figura 26) se conformó una agrupación de variables que tienen relación entre sí, el grupo está conformado por variables que tienen relación en cuanto al rendimiento, las cuales son altura a la primera mazorca, numero de mazorcas por planta, rendimiento del grano y días a la floración femenina, por otra parte, hay variables que no son independientes como el porcentaje de emergencia, el porcentaje de reventado y el porcentaje de acame de planta.

4.3 Análisis de conglomerados para una población de medios hermanos en cultivo de maíz canguil rojo

Para el análisis se utilizó la distancia de Euclidia y la metodología de agrupamiento de Ward, en donde las 111 familias de canguil rojo conformaron 3 grupos, con una correlación cofenética de 0.402, este valor está considerado bajo para estudios de agrupamiento. El grupo 1 está conformado por 21 familias, grupo 2: 68 familias y el grupo 3: 22 familias (Figura 27).

Figura 27

Dendrograma del análisis de conglomerados para las 10 variables en las 111 familias de maíz raza canguil rojo



4.4 Análisis de varianza de valores discriminantes de tres grupos de la población de canguil rojo

En la tabla 13 se observa 6 variables con diferencia significativa dentro de los grupos conformados, por otro lado, se aprecia que las familias más precoces se agruparon dentro del grupo 3, así mismo, dentro de este grupo se agruparon las familias con mayor porcentaje de reventado de 100 semillas con un promedio de 70.80 % de reventado, por otro parte, en el grupo 2 se juntaron las familias con menos acame, de igual manera, este grupo obtuvo rendimientos superiores al grupo 1 y 2 con una diferencia de una tonelada con un promedio de 5.03 t ha⁻¹.

La prueba de LS de Fisher al 5 %, demostró que, de las 10 variables evaluadas en esta investigación, un total de 7 variables cuantitativas aportaron a la diferenciación de los tres grupos encontrados conformados por las 111 familias de canguil rojo. Por otra parte, las variables que no contribuyeron a la distinción entre grupos fueron: la variable altura de la inserción a la primera mazorca (m), peso de 100 semillas (g) y porcentaje de mazorcas rojas (%).

Tabla 13

Valores promedios para variables cuantitativos de maíz raza canguil rojo

Variable	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	P valor
Porcentaje de emergencia (%)	94.10 ± 1.08 AB	95.16 ± 0.60 B	91.34 ± 1.05 A	0.0084
Días a la floración femenina	81.33 ± 0.71 A	83.78 ± 0.40 B	80.14 ± 0.70 A	<0.0001
Acame de planta (%)	14.29 ± 0.95 C	2.66 ± 0.53 A	4.98 ± 0.93 B	<0.0001
Altura inserción primera mazorca	1.04 ± 0.03 B	0.93 ± 0.01 A	1.01 ± 0.03 B	0.0008
Porcentaje de reventado (100 s)	58.66 ± 1.85 A	66.04 ± 1.03 B	79.80 ± 1.81 C	<0.0001
Rendimiento del grano (t ha ⁻¹)	4.43 ± 0.19 A	5.03 ± 0.11 B	4.06 ± 0.19 A	<0.0001
Número de mazorcas por planta	2.40 ± 0.09 A	2.34 ± 0.05 A	2.26 ± 0.09 A	0.57830

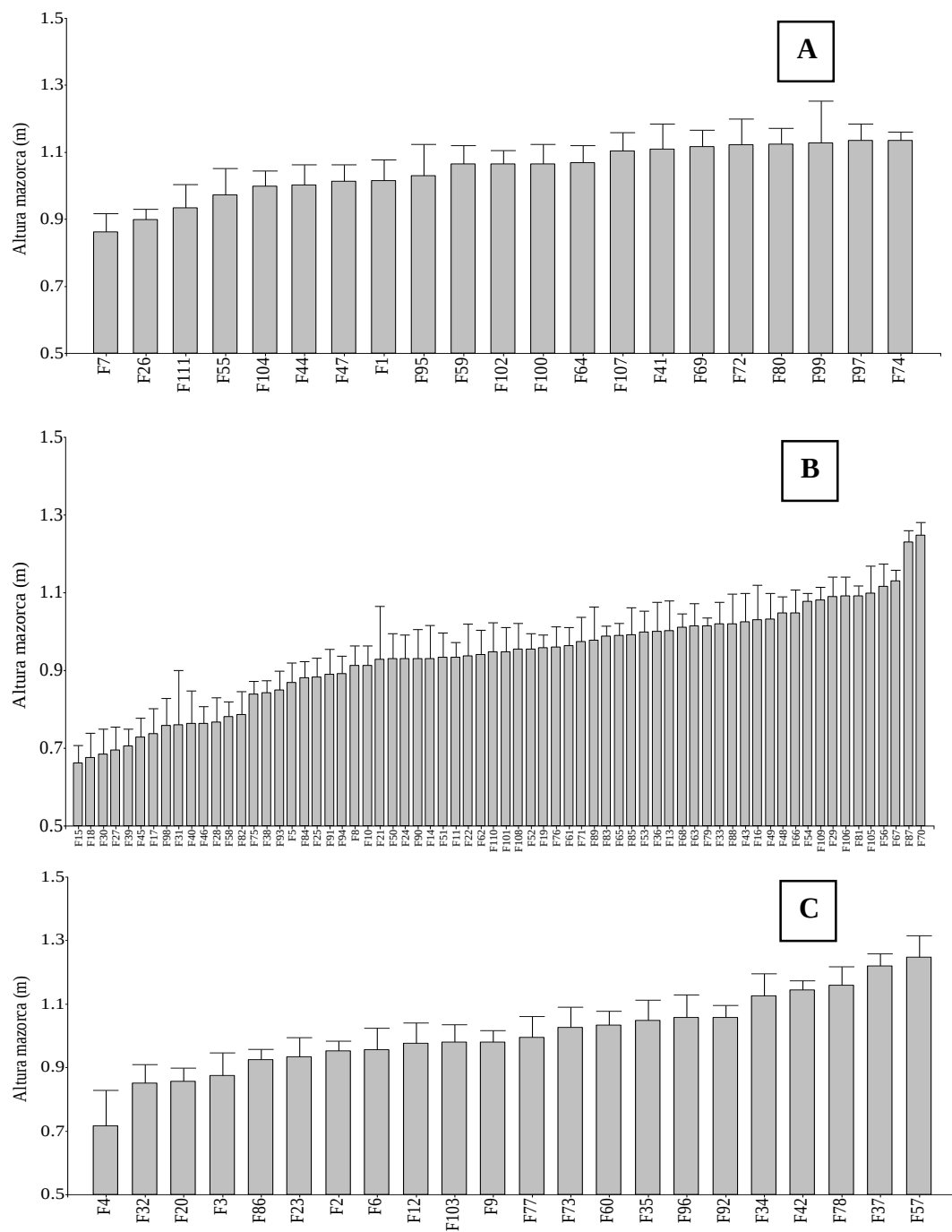
4.5 Análisis de variables de interés agronómico evaluadas en tres grupos identificados en 111 familias de maíz raza canguil rojo que se encuentran dentro del objetivo 1

4.5.2 Altura de la inserción de la primera mazorca

El grupo 2 presenta la menor altura con mínimos de 0.66 m y máximos de 1.25 m, una media poblacional de 0.93 m (Figura 28 B), el grupo 3 muestra un promedio de 1.01 m de altura (Figura 28 C), El grupo 1 presenta la mayor altura con una media de 1.04 m (Figura 28 A), superior al grupo 2, sin embargo, presenta valores similares a los presentados por el grupo 3.

Figura 28

Altura de la inserción a la primera mazorca según grupos conformados en el estudio de maíz raza canguil rojo



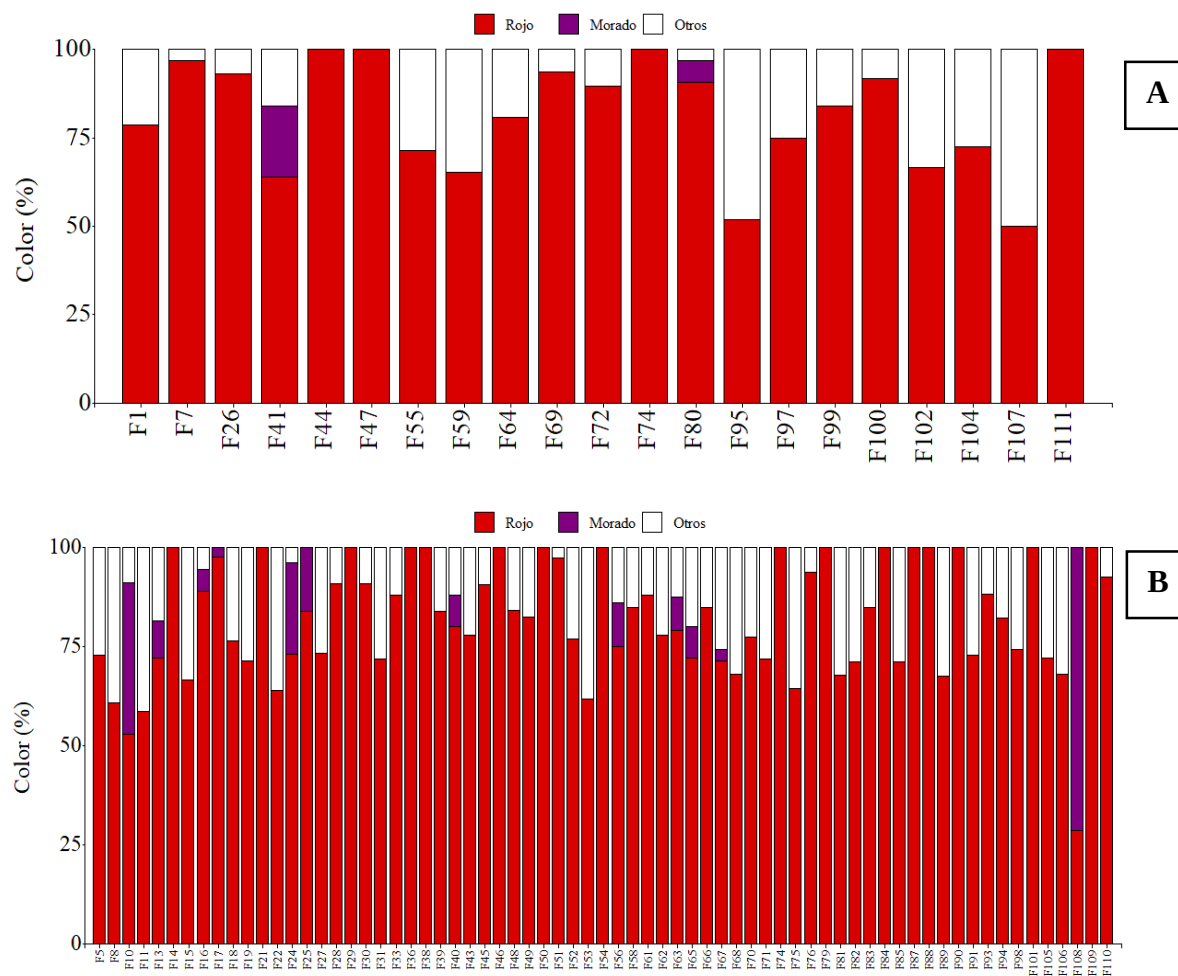
Nota: Altura de la inserción de la primera mazorca grupo 1 (A); grupo 2 (B); grupo 3 (C)

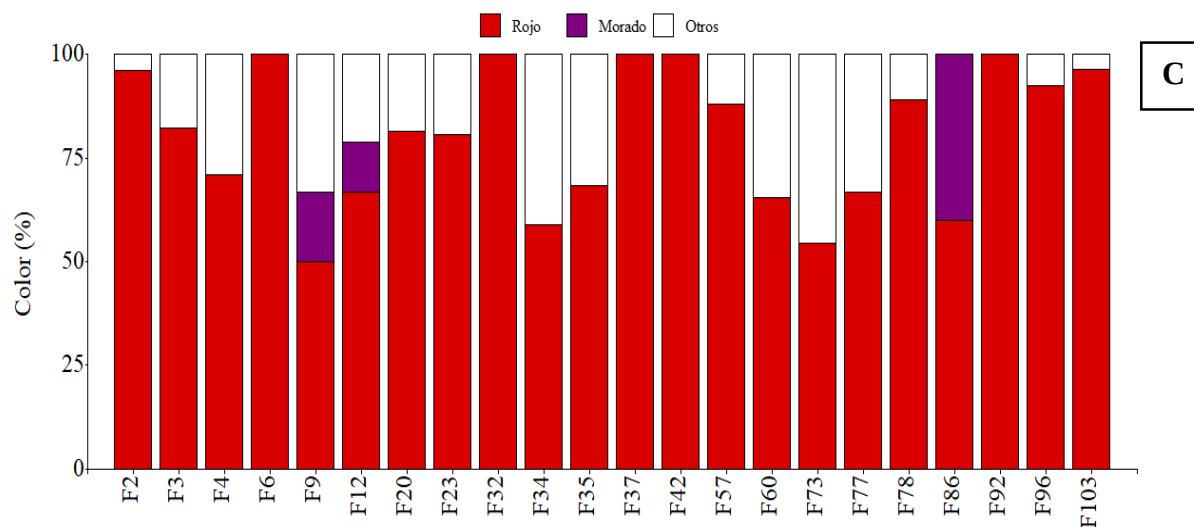
4.5.3 Porcentaje de mazorcas rojas

El grupo 1 presenta 4 familias que expresan el 100 % de color rojo, además, se puede observar 8 familias con más del 80 %, de igual manera 8 familias con valores mayores al 60 % y apenas 2 familias presentaron porcentaje mazorcas rojas menores al 60 % (Figura 29 A). El grupo 2 muestra 15 familias con el 100 % de mazorcas de color rojo, 20 familias presentaron más del 80 %, así mismo, 31 familias indican porcentaje mayor al 60 % y 2 familias con porcentajes menores al 60 % (Figura 29 B). El grupo 3 presenta 5 familias con el 100 % de pigmentación de color rojo, 8 familias con porcentajes mayores al 80 %, por otra parte, 6 familias presentaron porcentajes mayores al 60 % y 3 familias menores al 60 % (Figura 29 C).

Figura 29

Porcentajes de mazorcas rojas según grupos conformados en el estudio de maíz raza canguil rojo





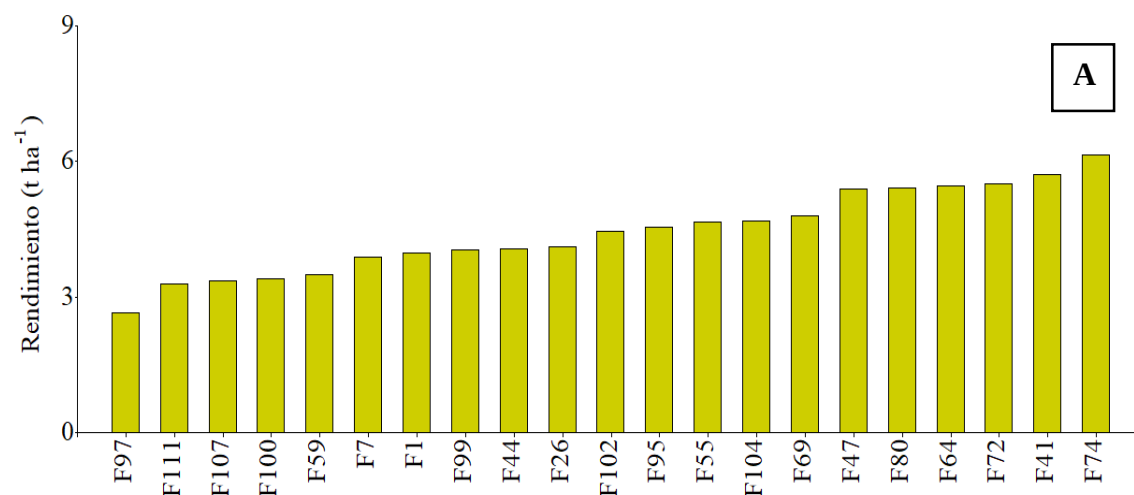
Nota: Porcentaje de mazorcas rojas grupo 1 (A); grupo 2 (B); grupo 3 (C)

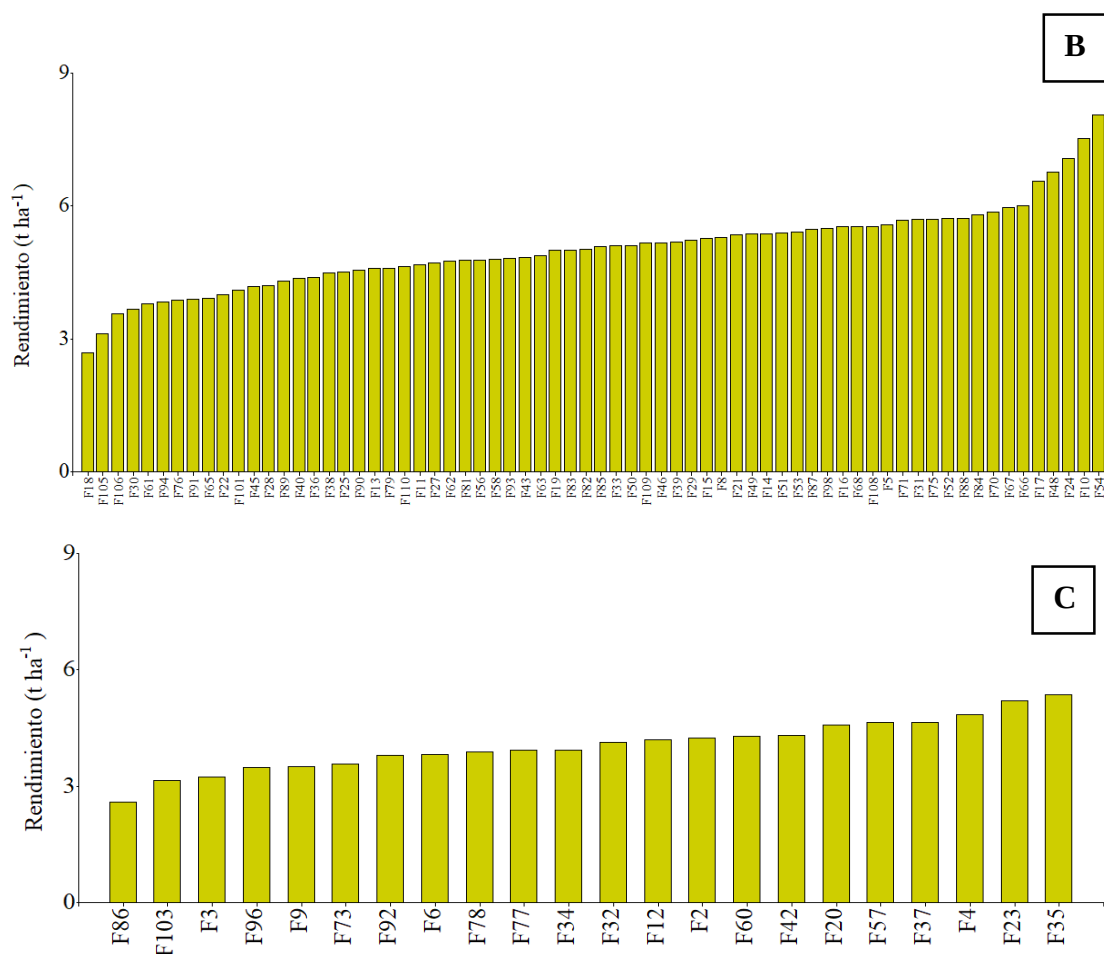
4.5.3 Rendimiento del grano

El análisis de conglomerados indica que el grupo 3 está formado por 11 familias con rendimientos mayores a 4 ($t\ ha^{-1}$) y 1 familia con rendimiento menor a 3 ($t\ ha^{-1}$) (Figura 30 C), mientras que dentro del grupo 1 se identificó 14 familias con rendimientos superiores a 4 ($t\ ha^{-1}$) a si mismo 1 familia presentó rendimiento menor a 3 ($t\ ha^{-1}$) (Figura 30 A), por otra parte, el grupo dos es el que mayor rendimiento de grano presenta con valores superiores a 4 ($t\ ha^{-1}$) presentes en 60 familias de igual forma se identificó 1 familia con rendimiento menor a 3 ($t\ ha^{-1}$) (Figura 30 B).

Figura 30

Rendimiento del grano según grupos conformados en el estudio de maíz raza canguil rojo





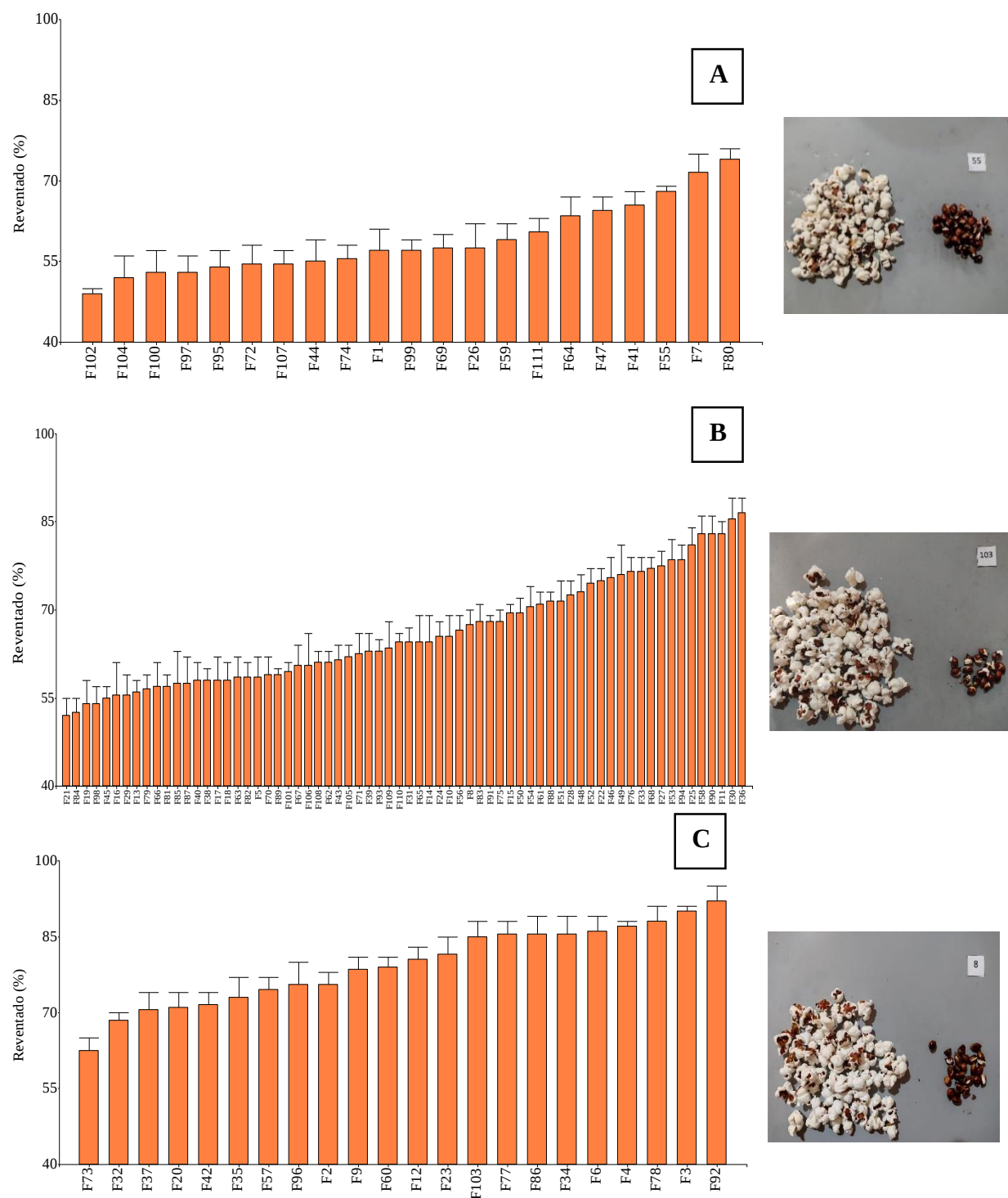
Nota: Rendimiento del grano del grupo 1 (A); grupo 2 (B); grupo 3 (C)

4.6 Análisis de la variable porcentaje de reventado en tres grupos encontrados en 111 familias de maíz raza canguil rojo

4.6.1 Porcentaje de reventado

El grupo 1 conformado por 21 familias indica 2 familias con porcentaje de reventado mayor al 70 %, a si mismo 14 familias presentaron porcentajes menores al 60 %, de igual manera, 5 familias presentan porcentaje de reventado de 60.5 % - 68 % (Figura 31 A). El grupo 2 está formado por 68 familias de las cuales 6 familias muestran porcentajes de reventado mayor al 80 %, además 16 familias presentan porcentajes mayores al 70 %, de igual manera 23 familias presentan porcentajes entre el 52 % - 59.50 %, además 23 familias presentan porcentajes de reventado entre 60.5 % - 69.5 % (Figura 31 B), por último, el grupo 3 conformado por 22 familias de las cuales 11 familias presentan porcentajes superiores al 80 % y 10 familias muestran porcentajes de reventado entre el 62.5 % y 79 % (Figura 31 C).

Figura 31
Porcentaje de reventado según grupos conformados en el estudio de maíz raza canguil rojo



Nota: Porcentaje de reventado del grupo 1 (A); grupo 2 (B); grupo 3 (C)

4.7 Selección de materiales promisorios de la población en estudio

Para la selección de las familias promisorias que serán utilizadas en el quinto ciclo de mejoramiento, se tomó en cuenta 2 variables de selección las cuales fueron el porcentaje de reventado (%) y el porcentaje de color rojo en las mazorcas superior al 60 % características de interés para el proceso de mejoramiento genético del maíz raza canguil rojo. El grupo 1 posee 21 familias de las cuales 7 familias que presentan porcentajes mayores al 60 % en las variables de porcentaje de reventado y color rojo en las mazorcas, por otra parte, el grupo 2 formado por 68 familias de las cuales 43 familias presentan porcentaje de reventado y coloración roja mayores al 60 %, finalmente el grupo 3 el cual está conformado por 22 familias de este grupo 19 familias presentan porcentajes superiores al 60 % de las variables de selección de familias promisorias (Tabla 14). De los grupos evaluados un total de 69 familias presentan las características para ser considerados como material para la siguiente investigación de mejoramiento genético del maíz raza canguil rojo.

Tabla 14

Características de las familias promisorias del maíz raza canguil rojo

Grupos	Familias	D_F_F	AL_P (m)	%_MZ_RJ	R_G (t ha ⁻¹)	%_RV
1	80	81	2.53	90.62	5.42	74.0
1	7	88	2.29	96.66	3.88	71.5
1	55	84	2.61	71.42	4.67	68.0
1	41	84	2.47	64.00	5.71	65.5
1	47	78	2.28	100	5.39	64.5
1	64	86	2.49	80.64	5.47	63.5
1	111	78	2.55	100	3.29	60.5
2	36	84	2.48	100	4.38	86.5
2	30	86	2.43	90.90	3.67	85.5
2	11	81	2.52	62.06	4.67	83.0
2	58	86	2.60	84.84	4.79	83.0
2	90	88	2.39	100	4.56	83.0
2	25	86	2.40	83.87	4.51	81.0
2	53	86	2.47	61.76	5.41	78.5
2	94	84	2.33	82.14	3.84	78.5
2	27	88	2.37	73.33	4.71	77.5
2	68	86	2.51	66.66	5.54	77.0

2	33	84	2.46	87.87	5.11	76.5
2	76	88	2.49	93.75	3.88	76.5
2	49	88	2.41	82.50	5.37	76.0
2	46	86	2.56	100	5.17	75.5
2	22	86	2.53	64.00	4.00	75.0
2	52	78	2.68	78.37	5.72	74.5
2	48	81	2.52	84.21	6.76	73.0
2	28	78	2.17	90.09	4.20	72.5
2	51	84	2.22	97.36	5.39	71.5
2	88	88	2.11	100	5.73	71.5
2	61	78	2.38	87.87	3.79	71.0
2	54	88	2.58	100	8.06	70.5
2	15	78	2.80	66.66	5.27	69.5
2	50	86	2.43	100	5.11	69.5
2	75	84	2.53	64.51	5.70	68.0
2	83	88	2.24	84.84	5.01	68.0
2	91	84	2.52	72.72	3.89	68.0
2	8	81	2.31	60.71	5.28	67.5
2	56	86	2.39	75	4.77	66.5
2	24	86	2.62	73.07	7.07	65.5
2	14	88	2.37	100	5.37	64.5
2	31	88	2.59	71.79	5.69	64.5
2	65	88	2.44	72	3.91	64.5
2	110	81	2.47	92.50	4.63	64.5
2	109	88	2.47	100	5.15	63.5
2	93	88	2.55	88.23	4.81	63.0
2	39	88	2.32	83.87	5.19	63.0
2	71	78	2.43	71.87	5.68	62.5
2	105	88	2.55	72.22	3.12	62.0
2	43	86	2.67	77.77	4.84	61.5
2	62	78	2.41	77.77	4.75	61.0
2	67	81	2.53	71.42	5.96	60.5
2	106	84	2.64	68.00	3.57	60.5
3	92	78	2.36	100	3.79	92.0
3	3	81	2.48	82.14	3.24	90.0
3	78	86	2.44	88.88	3.88	88.0
3	4	81	2.47	70.96	4.85	87.0

3	6	84	2.48	100	3.82	86.0
3	77	78	2.44	66.06	3.92	85.5
3	86	78	2.59	60.50	2.58	85.5
3	12	81	2.56	66.66	4.20	80.5
3	103	78	2.48	96.42	3.15	85.0
3	23	78	2.37	80.64	5.20	81.5
3	60	84	2.42	65.38	4.28	79.0
3	2	78	2.52	96.15	4.24	75.5
3	96	78	2.46	92.30	3.49	75.5
3	57	81	2.26	87.87	4.64	74.5
3	35	81	2.34	68.42	5.35	73.0
3	42	81	2.36	100	4.31	71.5
3	20	78	2.39	81.48	4.57	71.0
3	37	84	2.48	100	4.65	70.5
3	32	78	2.23	100	4.14	68.5

Nota: D_F_F; Días a la floración femenina, AL_P (m); Altura de la planta, %_MZ_RJ; Porcentaje de mazorcas rojas, R_G (t ha-1); Rendimiento del grano, %_RV; Porcentaje de reventado

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se identificó que a nivel poblacional las variables evaluadas presentaron coeficientes de variación inferiores al 21 %, a excepción de la variable acame de planta la cual presento un CV elevado de 116.26 %, debido a la dispersión de datos ya que existieron familias sin acame y algunas familias con valores de 23.81 % de acame de planta.
- De las 10 variables cuantitativas analizadas, 7 demostraron ser relevantes para la distinción de grupos morfológicos. Siendo así el porcentaje de emergencia (%), días a la floración femenina, acame de planta (%), altura inserción primera mazorca, numero de mazorcas por planta, porcentaje de reventado (100 s) y rendimiento del grano (t ha^{-1}) las variables con las que se diferenciaron los tres grupos morfológicos de maíz raza canguil rojo.
- El grupo 2 posee las plantas con menor altura a la inserción de la primera mazorca con un promedio de 0.93 m en comparación al grupo 1 y 3 que presentan promedios de 1.04 m y 1.01 m respectivamente, características que influye en el rendimiento del grano pues el grupo 2 presenta el mayor rendimiento con 5.03 t ha^{-1} mientras que el grupo 1 y 3 muestran valores de 4.43 t ha^{-1} y 4.06 t ha^{-1} respectivamente. Por otra parte, el grupo 3 alcanzo el mayor porcentaje de reventado con un promedio de 79.80 %, mientras que el grupo 2 presenta un 66.04 % de reventado seguido del grupo 1 que tiene el valor promedio de reventado más bajo de 58.86 % en relación al grupo 2 y 3.
- Se seleccionó las familias promisorias para futuros estudios en base al porcentaje de color rojo y porcentaje de reventado superior al 60 %, en el grupo 1 se encuentran 7 familias, en el grupo 2 se identificó 43 familias, por último, en el grupo 3 un total de 19 familias dando un total de 69 familias que presentan las características para ser consideradas para la siguiente investigación de mejoramiento genético del maíz raza canguil rojo.

5.2 Recomendaciones

- Continuar con los ciclos de mejoramiento genético por medios hermanos en el cultivo de canguil rojo, utilizando las 69 familias promisorias seleccionadas de los 3 grupos conformados.
- Mejorar el control de plagas y enfermedades del cultivo de canguil, implementando técnicas amigables con el medio ambiente.
- Finalmente, se recomienda aumentar la presión de la selección de familias promisorias, con la finalidad de que la selección sea más efectiva, haciendo énfasis en las características deseadas como el porcentaje de reventado, el color rojo de las mazorcas y el rendimiento.

REFERENCIAS

- Acosta, R., Martínez, M., Colomer, A., & Ríos, H. (2013). Evaluación morfoagronómica de una población de maíz (*Zea mays*, L.) en condiciones de polinización abierta en el municipio Batabanó, provincia Mayabeque. *Cultivos Tropicales*, 34(2), 52-60. Recuperado en 03 de abril de 2025, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000200009&lng=es&tlng=pt.
- Aguilar, D. (2020). *Efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz canguil (Zea mays L.), en la zona de Babahoyo*. Tesis Ingeniería, Universidad Técnica de Babahoyo, UTB. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7267>
- Aguilera, M., Reza, M., Chew, R., & Meza, J. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Biotecnia*, 13(2), 16–22. <https://doi.org/10.18633/bt.v13i2.81>
- Albán, M., Caviedes, M., & Zambrano, J. (2023). Memorias del I Simposio Ecuatoriano del Maíz Ciencia, Tecnología e Innovación Archivos Académicos USFQ, 38 1-54. <https://doi.org/10.18272/archivosacademicos.vi38.3040>
- Ángeles, E., Ortiz, E., López, P., & López, G. (2010). Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla. *Nexo Revista fitotecnica mexicana*, 33(4), 287-296. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802010000400006&lng=es&tlng=es.
- Aguirre, F. (2021) *Comportamiento agronómico de 33 familias de medios hermanos de maíz morado (Zea mays L.) en Puembo-Pichincha*. Tesis Ingeniera, Universidad San Francisco de Quito. USFQ. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/10677/1/139784.pdf>.
- Arellano, J., Gámez, A., & Ávila, M. (2010). Potencial agronómico de variedades criollas de maíz cacahuacintle en el valle de Toluca. *Nexo Revista fitotecnica mexicana*, 33(spe4), 37-41. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018773802010000500009&lng=es&tlng=es.
- Barreto, L. (2020). *Computamiento morfológico y agronómico de diferentes cultivares de maíz (zea mays) en la granja Santa Inés*. Tesis Ingenieria, Universidad Tècnica de Machala. UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16139/1/TTUACA-2020-IA-DE00022.pdf>.
- Bautista, E., Salinas, Y., Santracruz, A., Córdova, L & López, H. (2019). Características físicas y químicas de la raza de maíz Palomero Toluqueño. *Nexo Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(2), 441-446. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i2.1604>.
- Boada, P., & Raquel, P. (2011). *Utilización de la cebada, grano y corontas de maíz negro en la elaboración de una bebida funcional*. Tesis Ingeniería, Escuela Politécnica Del Ejercito. ESPE. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/718>
- Callava, S. (2020). *Caracterización morfológica y selección de diferentes genotipos de maíz (Zea mays L.)* Tesis Ingeniería, Universidad Nacional del Sur. UNS. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5235/Callava%20Tiznad%20Sofia%20Trabajo%20de%20Intensificaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Cárcamo, M., Garcia, M., Manzur, M., Montoro,., Pengue, W. et al. (2011). Biodiversidad, Erosión y Contaminación Genética del Maíz Nativo en América Latina. Red por una América Latina Libre de Transgénicos. RALLT. https://semillas.org.co/apc-aa-files/5d99b14191c59782eab3da99d8f95126/biodiversidad__erosion_contaminaciongenetica_maiznativo_al.pdf.
- Castañeda, L. (2020). *Estudio de la variabilidad morfológica de maíz (Zea Mays) raza canquil en la Granja Experimental "La Pradera"*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte. UTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10549>
- Caviedes, M., Carvajal, F., & Zambrano, L. (2022). Generación de tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Ecuador. Avances En Ciencias e Ingenierías. ACI 14(1), 21. <https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2588>
- CIMMYT. (2017). Protocolos para mediciones de plantas en las plataformas de investigación. <https://repository.cimmyt.org/server/api/core/bitstreams/871b2151-23b5-433d-9213-1e4f0f6b0a78/content>
- Dos Santos, L., Garruña, R., Andueza, R., Latourneri, L., Mijangos, J., & Pineda, A. (2019). Comportamiento agronómico y fisiológico de maíces nativos del sureste de México. *Nexo Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(6), 1247-1258. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.908>
- Chura, J., & Tejada, J. (2014). Comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro en la localidad de La Molina, Perú. *Idesia (Arica)*, 32(1), 113-118. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000100014>
- Cruz, O. (2013). *Manual para el cultivo de maíz en Honduras*. Tercera Edición. Tegucigalpa, Honduras. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. DICTA. <https://dicta.gob.hn/files/2013,-Manual-cultivo-de-maiz--G.pdf>.
- Delgado, J. (2016). Más sobre el Proceso de Polinización en el Maíz. Intagri. <https://www.intagri.com/articulos/cereales/mas-sobre-el-proceso-de-polinizacion-en-el-maiz>.
- Deras, H. (2010). Guía técnica: el cultivo del maíz. (pág. 42). <https://hdl.handle.net/11324/11893>.
- Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. (2009). Constitución Asamblea. <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-04/LEY%20ORG%20C3%81NICA%20DEL%20R%C3%89GIMEN%20DE%20LA%20SOBERAN%C3%8DA%20ALIMENTARIA%20-%20LORSA.pdf>
- Guillermo, S. (2018). Maíz: Objetivos del mejoramiento genético. Cereales de verano. Universidad Nacional de la Plata. UNLP. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/162705>
- González, J., Vanoye, V., Chacón, J., Rocandio, M. (2019). Diversidad y caracterización de maíces nativos de la Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. *Ciencia UAT*, 14(1), 6-17. <https://www.redalyc.org/journal/4419/441962430001/html/>
- Guzmán, A. (2017). *Etapas fenológicas del maíz (Zea mays L.) VAR. Tusilla bajo las condiciones climáticas del cantón Cumandà, provincia de Chimborazo*. Tesis Ingeniería, Universidad Técnica de Ambato. UTA. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25123>

- Guamán, R., Vera, T., Abril, Á., Cortázar, S., & Salguero, E. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. *Siembra*, 7(2), 047-056. <https://www.redalyc.org/journal/6538/653869547005/html/>
- Interface, R. (2015). Resuelven el misterio de por qué explotan las palomitas de maíz. BBC https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/02/150212_palomitas_maiz_explosion_lp
- Lagos, L., Vallejo, F., Lagos, T., & Duarte, D. (2020). Evaluación agronómica de familias de medios hermanos de lulo de Castilla, *Solanum quitoense* Lam. *Nexo Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1), e1334. <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1334>
- Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable. (2017). FAOLEX. <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC168628/>
- Lima, J. (2021). *Evaluación agronómica del cultivo de maíz (Zea mays L.), de la raza canguil rojo en la granja experimental La Pradera, Chaltura*. Tesis Ingeniería, Universidad Técnica del Norte. UTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11726>
- Martínez, E., Peña, E., & Bucio, J. (2011). La arquitectura radicular del Maíz (*Zea mays* L.). *Ciencia Nicolaita*, 53, Article 53. UMSNH. <https://doi.org/10.35830/cn.vi53.6>
- Martínez, J., Virgen, J., Peña, M., & Romero, A. (2010). Índice de velocidad de emergencia en líneas de maíz. *Nexo Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1(3), 289-304. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000300002&lng=es&tlng=es.
- Morales, F. (2024). CYMMYT. Maíz palomero: una flor en cada grano. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/maiz-palomero-una-flor-en-cada-grano/>
- Morales, T. (2021). *Caracterización de razas de maíz (Zea mays L.) procedentes del banco de germoplasma del Iniap, en el cantón Cotacachi, provincia de Imbabura*. Tesis Ingeniería, Universidad Técnica del Norte. UTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11610>
- Naciones Unidas, (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>
- Obando, S. (2019). *Caracterización morfológica de maíz blanco harinoso (Zea mays L.) material nativo "Chazo" provincia de chimborazo*. Universidad Técnica de Ambato. UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29726/1/Tesis-234%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20636.pdf>
- O-Olán, M., Santacruz, A., Sangerman, D., Gámez, A., Vázquez, J., Bustos, M., Ávila, A. (2018). Estandarización del método de reventado para la evaluación experimental del maíz palomero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(7), 1471-1482. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i7.1675>

- Orus, A. (2023). *Producción de cereales en todo el mundo en 2022/2023*. <https://es.statista.com/estadisticas/1140499/produccion-mundial-de-cereales-portipo/#:~:text=El%20ma%C3%ADz%20fue%20el%20cereal,y%20la%20tercera%20posici%C3%B3n%2C%20respectivamente>.
- Patel, J.K., Patel, N.M. and Shiyani, R.L. (2001) Coefficient of Variation in Field Experiments and Yardstick Thereof—An Empirical Study. *Current Science*, 81, 1163-1164. <https://pdfs.semanticscholar.org/2e12/ac240249178564338c173fb608b592fe44e9.pdf>
- Pavón, B. (2005). Instalación de riego por goteo en una parcela de maíz. https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioPavon/07- AnejoV.pdf
- Peñaherrera, D. (2011). Manejo integrado del cultivo de maíz de altura: Módulos de capacitación para capacitadores. Módulo 4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2720>
- Peña, A., Guerrero, H., Rodríguez, J., Sahagún, J., & Magaña, Natanael. (2013). Selección temprana en familias de medios hermanos maternos de tomate de cáscara de la raza Puebla. *Nexo Revista Chapingo. Serie horticultura*, 19(1), 5-13. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.01.18>
- Quevedo, Y., Beltrán, J., & Barragán, E. (2018). Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento y rentabilidad de un híbrido de maíz en condiciones tropicales. *International System for Agricultural Science and Technology. AGRI*. <https://agris.fao.org/search/en/providers/123836/records/66228346d3a67e3364423338>
- Reyes, C. (2018). Los requerimientos hídricos del maíz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. <https://panorama-agro.com/?p=2990>
- Simbaña, A. (2012). *El maíz para canguil desaparece de los suelos de Ecuador*. El Comercio. <https://ocaru.org.ec/2012/02/22/el-maiz-para-canguil-desaparece-de-los-suelos-de-ecuador/>
- Santacruz, A., Olán, M., Alegría, H., Ortega, R., López, H., & Sangerman, D. (2022). Efecto de Xenia sobre las características de reventado en maíz palomero. *Nexo Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(8), 1411-1421. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i8.3350>
- Saquimux, I. (2011). *Selección masal en el cultivo de maíz (Zea mays L.) para pequeños agricultores*. Quetzaltenango: Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas. ICTA. <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Maiz/seleccion%20del%20maiz.pdf>
- Sweley, J., Rose, D., & Jackson, D. (2013). Quality Traits and Popping Performance Considerations for Popcorn (*Zea mays* Everta). *Food Reviews International*, 29(2), 157-177. <https://doi.org/10.1080/87559129.2012.714435>
- Silva, R., Garcia, P., Faleiro, D., & Lopez, C. (2018). Determinación de componentes de la varianza y parámetros genéticos en una población segregante de maíz tropical. *Bioagro*, 30(1), 6777. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612018000100007&lng=es&tlng=es.
- SIPA. (2023). Sistema de Información Pública Agropecuaria, Cifras Agroproductivas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador. <https://sipa.agricultura.gob.ec/>

- SIPA. (2024). Maíz reventón. Sistema de Información Pública Agropecuaria. <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/maiz>
- SNI. (2023). Sistema Nacional de Información. Derecho de obtentor, Convento UPOV. <https://www.derechosintelectuales.gob.ec/preguntas-frecuentes-ob-vegetales-y-con-tradicionales/#:~:text=%C2%BFEn%20qu%C3%A9%20consiste%20el%20convenio,propiedad%20intelectual%20de%20los%20obtentores>.
- Tapia, B., Paredes, N., Naranjo, E., Tacán, M., Monteros, A., Pérez, C., Valverde, Y. (2017). Caracterización morfológica de la diversidad de razas de *Zea mays* en la Sierra norte de Ecuador. *Nexo Revista la Técnica* 18:6-17 <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4856>
- Trujillo, T. (2024). *Evaluación del tercer ciclo de selección por medios hermanos del cultivo de maíz raza canguil rojo (Zea Mays L. Var Everta), en la granja experimental La Pradera-Imbabura*. Tesis Ingeniería, Universidad Técnica del Norte. Repositorio UTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/16066>
- Vásquez, M. (2016). *Caracterización agronómica básica de las principales variedades de maíz criollo que se cultiva en cinco municipios del Departamento de Cuscatlan. San Vicente*. Tesis Ingeniería. Universidad de El Salvador. Repositorio UES. <https://hdl.handle.net/20.500.14492/25489>
- Velásquez, R. (2023). *Evaluación de una población de medios hermanos de maíz raza canguil (zea mays l. Var. Everta) en La Granja Experimental La Pradera, provincia de Imbabura*. Tesis Ingeniería, Universidad Técnica del Norte. Repositorio UTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15146>
- Yáñez G., C. (2007). Manual de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras 2007. J. Valencia E. (Ed.). Quito, Ecuador: FAO. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/394>
- Yanez, C., Zambrano, L., Caicedo, M., & Heredia, J. (2013). Guía de Producción de maíz para pequeños. Quito Ecuador: Programa de maíz, 28p, (Guía N° 96).
- Zambrano, J., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Sangoquiza, C., Cartagena, Y., & Villacrés, E. (2021). Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana. *Manual No 122*. INIAP, Quito, Ecuador.
- Zambrano, J., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Sangoquiza, C., Cartagena, Y., Villacrés, E., Garcés, S., Ortiz, R., León, J., Campaña, D., et al. (2021). Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana. INIAP, Manual No. 122. Quito, Ecuador. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5796>
- Zavala, J., López, J., Molina, J., & Cervantes, T. (2022). Selección masal visual estratificada y de familias de medios hermanos en una cruce intervarietal F2 de maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 25(4), 387. <https://doi.org/10.35196/rfm.2002.4.387>

ANEXOS

Anexo 1

Análisis del suelo del experimento

MC-LASPA-2201-01

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1, S/N, Culegagua, Tels. (02) 3507284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec	
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 23-0544

NOMBRE DEL CLIENTE: Embajada de la República de Corea
PETICIONARIO: Embajada de la República de Corea
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Embajada de la República de Corea
DIRECCIÓN: Av. Amazonas y Unión de Periodistas

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:
FECHA DE ANÁLISIS:
FECHA DE EMISIÓN:
ANÁLISIS SOLICITADO:

27/10/2023
 11:00
 30/10/2023
 08/11/2023
 54

Analisis	pH	N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca+Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Z	Bases	MO	CO ²	Textura (%) [*]				IDENTIFICACION
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	mg/100g	mg/100g	mg/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	%	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	
23-2526	6,81 P N	29,08 B	51,29 A	10,20 B	0,65 B	3,12 A	10,48 A	3,40 A	4,8 M	7,2 A	45 A	14,5 M	3,08	3,05	12,45	15,00	1,03 M			39	43	18	FRANCO	Muestra Tests Maci Congo
23-2527	7,18 P N	38,06 M	35,46 M	16,26 M	0,85 B	0,24 M	14,32 A	5,30 A	1,7 B	8,0 A	45 A	12,2 M	2,81	21,48	81,79	39,86	2,05 A			43	39	18	FRANCO	Muestra Acabado Plastico

Analisis	Al-H ⁺	Al ³⁺	Na ⁺	C.E. [*]	N. Total [*]	N-NO ₃ [*]	K H ₂ O [*]	P H ₂ O [*]	Cl ⁻	pH KCl [*]	IDENTIFICACION
	ppm	ppm	mg/100g		%	ppm	mg/100g	ppm	ppm		

OBSERVACIONES:

* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOS/USAS			
pH =	Suero Agua (1:2.5)	P H Ca Mg =	Otro: Otro: Otro:
NB =	Fuente de Calcio	Ca Fe Mn Zn =	Otro: Otro: Otro:
		B =	Extracción

INTERPRETACION			
pH		Elementos	
Ac =	Acido	N =	Neutro
Alc =	Alcali	M =	Mucho
LAL =	Lige. Alcali	LAL =	Lige. Alcali
PL =	Pres. Neutro	AL =	Alcali
NE =	Neutro	T =	Todo (Bajo)

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOS/USAS	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Extracción de Polifenol
ADH =	Tienditas: No 28



LABORATORISTA

INTERPRETACION			
Al-H ₂ O y Na		C.E.	
B =	Bajo	NS =	No Salino
M =	Medio	S =	Salino
T =	Todo	LS =	Lig. Salino
		MS =	Muy Salino
		M =	Mucho
		A =	Mucho



RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este como electrónico o físico es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

* Opiniones de interpretación ,etc, que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.