



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DE ADAPTABILIDAD Y DIFERENCIAS EN EL DESARROLLO Y
CRECIMIENTO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ(ZEA MAIS) A LAS CONDICIONES
EDAFOCLIMÁTICAS DEL CAMPUS SALACHE”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo

Autor:

Altamirano Camacho Marcos Arahin

Tutor:

Jiménez Jácome Cristian Santiago

Co-tutor:

Subía García Cristian Roberto.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Altamirano Camacho Marcos Arahin, con cédula de ciudadanía N° 0504424722; declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“ANÁLISIS DE ADAPTABILIDAD Y DIFERENCIAS EN EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ(ZEA MAIS) A LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CAMPUS SALACHE”**, siendo el Ingeniero Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg, Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 23 de febrero del 2026

Altamirano Camacho Marcos Arahin..

Estudiante

CC: 0504424722

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ALTAMIRANO CAMACHO MARCOS ARAHIN**, identificado con cédula de ciudadanía N° 0504424722, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Dr. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema, en calidad de Rectora y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Análisis De Adaptabilidad Y Diferencias En El Desarrollo Y Crecimiento De Híbridos De Maíz(Zea Mais) A Las Condiciones Edafoclimáticas Del Campus Salache” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico:

Inicio de la carrera: abril 2022 - agosto 2022

Finalización de la carrera: octubre – marzo 2026

Aprobación en Consejo Directivo: 26 de septiembre del 2025

Tutor: Ingeniero Mg. Cristian Santiago Jiménez Jácome.

Tema: “Análisis De Adaptabilidad Y Diferencias En El Desarrollo Y Crecimiento De Híbridos De Maíz(Zea Mais) A Las Condiciones Edafoclimáticas Del Campus Salache”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a. La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b. La publicación del trabajo de grado.
- c. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título: **“ANÁLISIS DE ADAPTABILIDAD Y DIFERENCIAS EN EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ(ZEA MAIS) A LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CAMPUS SALACHE”**, de ALTAMIRANO CAMACHO MARCOS ARAHIN, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 23 de Febrero del 2026

Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg..

DOCENTE TUTOR

CC: 0501946263

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: **ALTAMIRANO CAMACHO MARCOS ARAHIN**, con el título de Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DE ADAPTABILIDAD Y DIFERENCIAS EN EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ(ZEA MAIS) A LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CAMPUS SALACHE”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 23 de Febrero del 2026

Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.,

C.C: 0504424402

LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuetete, Mg

C.C: 0502409725

LECTOR 2 (MIEMBRO)

Ing. Emerson Jácome Mogro, Ph.D

C.C: 0501974703

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, especialmente a la carrera de Agronomía por impartirme todos los conocimientos adquiridos durante esta etapa de mi vida, así como también a todos mis docentes, un infinito agradecimiento.

Al Instituto Nacional De Investigaciones agropecuarias Del Ecuador junto a los ingenieros encargados les tengo un sincero agradecimiento por proporcionar varios medios para la ejecución del proyecto,

Agradezco a mi familia, especialmente a mis padres por todos los consejos y apoyo incondicional que me brindaron durante todos estos años, también por darme un ejemplo de humildad, sacrificio y enseñarme el valor de las cosas.

A mis amistades, por ser unas excelentes personas y amigos/as; por formar parte de esta maravillosa etapa de mi vida, agradecerles por los buenos y malos momentos que pasamos juntos; por las experiencias y conocimientos que impartimos juntos durante estos años.

Estoy en deuda con todas aquellas personas que mantienen viva la internet permitiéndome acceder a conocimientos que de otra manera serían sumamente difíciles o imposibles de obtener con la facilidad con la que pude hacerlo.

Altamirano Camacho Marcos Arahin

DEDICATORIA

Le dedico este proyecto de titulación a mi abuelita , a mis padres , a mis hermanos , a mis mascotas , a mis amigos , a mis profesores , a mis tutores y a mis futuros colegas , sin ellos no hubiese podido llegar tan lejos , sin ellos no hubiese podido levantarme un Día más para lograr alcanzar donde estoy

Altamirano Camacho Marcos Arahin

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO “ANÁLISIS DE ADAPTABILIDAD Y DIFERENCIAS EN EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ(ZEA MAYS) A LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CAMPUS SALACHE”.

Autor:

Altamirano Camacho Marcos Arahin

RESUMEN

El proyecto de investigación evaluó la adaptabilidad de 31 híbridos experimentales de maíz proporcionados por el INIAP-Estación Experimental Santa Catalina a las condiciones edafoclimáticas del Campus Salache (2780 msnm) de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se evaluaron: porcentaje de emergencia, días a floración masculina y femenina, altura de planta (nueve mediciones), altura de inserción de mazorca, longitud y diámetro de mazorca, número de mazorcas y rendimiento (t/ha). Se aplicó una selección por cuello de botella artificial con tres filtros: emergencia $\geq 80\%$, rendimiento ≥ 8 t/ha y asincronía floral ≤ 20 días.

Los resultados mostraron variabilidad genética significativa. La emergencia osciló entre 53% (Híbrido 28) y 92% (Híbrido 7), con media de 75,55%. La floración masculina varió de 78 a 131 días y la femenina de 87 a 135 días. La asincronía floral presentó desde sincronía perfecta 3, 5 y 23 hasta asincronías extremas de 40-43 días. La altura final de planta osciló entre 128 cm (Híbrido 20) y 168,33 cm (Híbrido 6), sin diferencias significativas. La altura de inserción de mazorca varió entre 55 y 95 cm. La longitud de mazorca osciló entre 16 y 19 cm, el diámetro entre 4 y 5 cm, y el número de mazorcas de 16 a 40 por línea. El rendimiento fluctuó entre 6,03t/ha y 10,57 t/ha, sin diferencias significativas entre genotipos.

Mediante la estrategia de cuello de botella artificial se identificaron cinco híbridos (1, 3, 7, 15 y 27) que superaron los tres filtros. El híbrido 7 destacó por su alta emergencia (92%), rendimiento de 10,13 t/ha y sincronía floral de 4 días. El híbrido 3 presentó sincronía floral perfecta y porte de 142 cm ,rendimiento de 9,81 t/ha. El híbrido 15 mostró un perfil equilibrado con 88% ,de emergencia, 9,81 t/ha y 39 mazorcas por planta. El híbrido 1 alcanzó 40 mazorcas por planta, con 83% de emergencia y 6 días de asincronía. El híbrido 27 cumplió los umbrales mínimos con 80% de emergencia, 8,3 t/ha y 6 días de asincronía. Se concluye que estos cinco híbridos presentan características agronómicas sobresalientes que los perfilan como materiales promisorios para continuar en programas de mejoramiento y potencial transferencia a productores de la sierra ecuatoriana, contribuyendo así al incremento de la productividad del maíz en la región.

Palabras clave: Adaptabilidad, híbridos de maíz, condiciones edafoclimáticas, rendimiento, sincronía floral, cuello de botella artificial, sierra ecuatoriana.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “ANÁLISIS DE ADAPTABILIDAD Y DIFERENCIAS EN EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ (ZEA MAYS) A LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CAMPUS SALACHE”.

Author:

Altamirano Camacho Marcos Arahin

ABSTRACT

The research project evaluated the adaptability of 31 experimental corn hybrids provided by INIAP-Santa Catalina Experimental Station to the soil and climate conditions of the Salache Campus (2780 meters above sea level) of the Technical University of Cotopaxi.

A randomized block design with three replicates was used. The following were evaluated: emergence percentage, days to male and female flowering, plant height (nine measurements), ear insertion height, ear length and diameter, number of ears, and yield (t/ha). Artificial bottleneck selection was applied with three filters: emergence $\geq 80\%$, yield ≥ 8 t/ha, and floral asynchrony ≤ 20 days.

The results showed significant genetic variability. Emergence ranged from 53% (Hybrid 28) to 92% (Hybrid 7), with an average of 75.55%. Male flowering varied from 78 to 131 days and female flowering from 87 to 135 days. Floral asynchrony ranged from perfect synchrony of 3, 5, and 23 days to extreme asynchrony of 40-43 days. The final plant height ranged from 128 cm (Hybrid 20) to 168.33 cm (Hybrid 6), with no significant differences. The ear insertion height varied between 55 and 95 cm. Ear length ranged from 16 to 19 cm, diameter from 4 to 5 cm, and the number of ears from 16 to 40 per row. Yield fluctuated between 6.03 t/ha and 10.57 t/ha, with no significant differences between genotypes.

Using the artificial bottleneck strategy, five hybrids (1, 3, 7, 15, and 27) were identified that passed all three filters. Hybrid 7 stood out for its high emergence (92%), yield of 10.13 t/ha, and floral synchrony of 4 days. Hybrid 3 showed perfect floral synchrony and a height of 142 cm, with a yield of 9.81 t/ha. Hybrid 15 showed a balanced profile with 88% emergence, 9.81 t/ha, and 39 ears per plant. Hybrid 1 reached 40 ears per plant, with 83% emergence and 6 days of asynchrony. Hybrid 27 met the minimum thresholds with 80% emergence, 8.3 t/ha, and 6 days of asynchrony.

It is concluded that these five hybrids have outstanding agronomic characteristics that make them promising materials for continued breeding programs and potential transfer to producers in the Ecuadorian highlands, thus contributing to increased corn productivity in the region.

Keywords: Adaptability, corn hybrids, soil and climate conditions, yield, floral synchrony, artificial bottleneck, Ecuadorian highlands.

Índice de Contenido

1. INFORMACIÓN GENERAL Título del proyecto	1
Línea de vinculación	2
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
Beneficiarios directos.....	3
Beneficiarios indirectos	3
4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS.....	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA	6
Planta de Maíz.....	6
Temperatura en maíz.....	6
Régimen hídrico.....	6
Condiciones edáficas	7
Etapas fenológicas	7
Floración masculina y femenina	7
Precocidad.....	8
Altura de planta y altura de mazorca	8
Componentes del rendimiento	8
Enfoques integrativos modernos.....	8
Integradores funcionales de las variables en estudio	8
Numero de germinaciones	9
Altura de la planta.....	9
Altura de inserción de maíz	9
Rendimiento de grano	9
8. HIPÓTESIS.....	9
Hipótesis alternativa.....	9
9. METODOLOGÍA/DISEÑO EXPERIMENTAL.....	10
Ubicación	10
Tipo de investigación.....	11
Experimental.....	11
Cuantitativa.....	11

Alcance comparativo–explicativo.....	11
Modalidad básica de la investigación	11
Campo.....	11
Bibliográfica y documental.....	12
Técnicas e instrumentos para recolección de datos	12
Observación en campo.....	12
Registro de datos.....	12
Análisis de datos	12
Método de evaluación	12
Prueba de comparaciones múltiples de Tukey.....	13
Escala de medición zadoks	13
Estrategia de selección a través del cuello de botella artificial.....	14
Especificaciones del campo experimental	14
Diseño experimental	14
Factores en estudio.....	15
Distribución de parcela experimental	15
Croquis.....	16
Operacionalización de variables	17
Días a la floración	18
Altura de planta.....	18
Altura de inserción de mazorca.....	18
Rendimiento.....	18
Manejo específico del experimento	18
Fase de campo.....	19
Selección de lote	19
Preparación de suelo	19
Trazado de parcelas.....	19
Siembra	19
Riego.....	20
Fertilización	20
Manejo de malezas.....	20
Control fitosanitario.....	20
Cosecha.....	21
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	21
Indicadores agronómicos y morfológicos	21

Emergencia	21
Días a la floración	24
Días a Floración Masculina	24
Días a Floración Femenina	25
Sincronicidad flor masculina y femenina	26
Evolución de crecimiento	28
Alturas final plantas	45
Alturas de inserción de mazorca	47
Cantidad de mazorcas	49
Longitud de mazorca.....	51
Diámetro de mazorca	53
Peso de mazorca en gramos	55
Peso de mazorca convertido a hectáreas	57
Tabla de resultados	60
11. CONCLUSIONES	63
12. RECOMENDACIONES	63

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Etapas fenologicas del maíz.....	7
Ilustración 2 Area Experimental	10
Ilustración 3 Croquis parcela neta.....	15
Ilustración 4 Croquis.....	16

Índice de Tablas

Tabla 1 Objetivos.....	5
Tabla 2 Esquema del ADEVA.....	15
Tabla 3 Porcentajes de germinación.....	22
Tabla 4 líneas de $\geq 80\%$ de germinación.....	23
Tabla 5 Días a la floración masculina.....	24
Tabla 6 Floraciones femeninas.....	25
Tabla 7 Floraciones masculina y femenina.....	26
Tabla 8 líneas sincronía floral ≤ 20 días.....	27
Tabla 9 Esquema del ADEVA alturas 19/4/2025.....	28
Tabla 10 Alturas 19/4/2025.....	28
Tabla 11 Esquema del ADEVA alturas 3/5/2025.....	29
Tabla 12 alturas 3/5/2025.....	30
Tabla 13 Esquema del ADEVA alturas 17/5/2025.....	31
Tabla 14 alturas 17/5/2025.....	32
Tabla 15 Esquema del ADEVA altura 31/5/2025.....	33
Tabla 16 alturas 31/5/2025.....	34
Tabla 17 Esquema del ADEVA alturas 14/6/2025.....	35
Tabla 18 alturas 14/6/2025.....	36
Tabla 19 Esquema del ADEVA alturas 28/6/2025.....	37
Tabla 20 alturas 28/6/2025.....	38
Tabla 21 Esquema del ADEVA alturas 14/7/2025.....	39
Tabla 22 alturas 14/7/2025.....	40
Tabla 23 Esquema del ADEVA Alturas 2/8/2025.....	41
Tabla 24 alturas 2/8/2025.....	42
Tabla 25 Esquema ADEVA alturas 16/8/2025.....	43
Tabla 26 alturas 16/8/2025.....	44
Tabla 27 Esquema del ADEVA Alturas finales.....	45
Tabla 28 Alturas de plantas clases.....	45
Tabla 29 Esquema del ADEVA Alturas de inserción de mazorca.....	47
Tabla 30 altura de inserción de mazorca clases.....	47
Tabla 31 esquema de ADEVA Cantidad de mazorcas.....	49
Tabla 32 número de mazorcas.....	49
Tabla 33 Esquema del ADEVA Longitud de mazorcas.....	51
Tabla 34 Longitud de mazorcas.....	51
Tabla 35 Esquema del ADEVA Diámetro de mazorca.....	53
Tabla 36 Diámetro de mazorcas.....	53
Tabla 37 Esquema del ADEVA Peso de mazorca en gramos.....	55
Tabla 38 peso de mazorca.....	55
Tabla 39 esquema del ADEVA Peso de mazorca por hectárea.....	57
Tabla 40 peso por hectárea.....	57
Tabla 41 líneas ≥ 8 t/ha.....	59
Tabla 42 Tabla de resultados.....	60
Tabla 43 Híbridos con mejor equilibrio de características.....	62

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto

“ANÁLISIS DE ADAPTABILIDAD Y DIFERENCIAS EN EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ(ZEA MAYS) A LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CAMPUS SALACHE”

Fechas de inicio y finalización

Inicio:

Marzo de 2025

Fin:

Agosto de 2025

Lugar de ejecución

Universidad técnica de Cotopaxi Barrio Salache - Parroquia Eloy Alfaro - Cantón Latacunga - Provincia de Cotopaxi - Zona 3.

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN).

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Estación Experimental Santa Catalina.

Carrera que auspicia

Carrera de Agronomía.

Proyecto de investigación vinculado

Fortalecimiento de las capacidades productivas de la zona 3

Responsable del Proyecto de investigación:

Ing. Marin Quevedo Karina Paola, Mg

Equipo de Trabajo

Tutor: Jiménez Jácome Cristian Santiago, Mg.

Co-tutor: Subía García Cristian Roberto, Mg. (Convenio Interinstitucional Estación Experimental Santa Catalina, INIAP)

Lector 1:Ing. Marín Quevedo Karina Paola, Mg

Lector 2:Ing. Chasi Vizuete Wilman Paolo, Mg

Lector 3:Ing. Jácome Mogro Emerson Javier, PhD

Responsable de la investigación:

Altamirano Camacho Marcos Arahin

Teléfono: 0950835491

Correo Electrónico: Marcos.altamirano4722@utc.edu.ec

Área de conocimiento

Agricultura- Agricultura, Silvicultura y Pesca- Agronomía

Línea de investigación

Línea 1: : Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad y los recursos naturales, basado en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, usos ancestrales de los recursos naturales, la adecuada atención al cambio climático y los ecosistemas frágiles, permitiendo el desarrollo de planes de manejo, producción, equidad social y conservación del patrimonio natural, así como el uso racional de los recursos naturales para reducir y mitigar riesgos naturales.

Línea de vinculación

Gestión de recursos naturales, biotecnología, biodiversidad y gestión para el desarrollo humano y social

Convenio

Convenio vigente de colaboración interinstitucional UTC(CAREN)-INIAP(Estación Santa Catalina)

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales más relevantes para la seguridad alimentaria, la nutrición humana y animal, así como para la industria agroalimentaria a nivel mundial. En las últimas décadas, la demanda global de maíz ha seguido en aumento. Este crecimiento se debe, sobre todo, a que la población ha crecido y a que se ha intensificado la producción agropecuaria. También han influido los cambios en los hábitos alimentarios de naciones emergentes, especialmente China; allí el uso de grano con fines industriales y para alimentar animales ha aumentado considerablemente.(Boada & Espinosa, 2016)

En estas circunstancias, América Latina muestra una gran diversidad en términos de producción. Ecuador, particularmente la región Sierra, se mantiene entre los países sudamericanos con menos rendimiento promedio de maíz, mientras que naciones como Brasil, Argentina y Estados Unidos tienen un rendimiento promedio superior a 8-10 t\ ha. Cabrera Amat, (2018) señala que en 2014 el rendimiento promedio de maíz seco en la sierra ecuatoriana fue menor a 1 t\ ha, lo cual es una cifra bastante baja si se compara con el potencial productivo del cultivo y con los estándares de la región Sudamericana.

El maíz desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria local y en los sistemas de producción campesinos de Cotopaxi. Se trata de un cultivo esencial para el consumo propio, la alimentación animal y el mercado interno (Moya, 2021).

El Campus Salache es un ambiente experimental que representa las condiciones edafoclimáticas de la Sierra centro ecuatoriana, representando un punto de referencia en cuanto a las limitaciones medioambientales que afectan el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos.(Sarzosa., 2021). El análisis producirá información validada a nivel local acerca del comportamiento agronómico de materiales con propiedades de precocidad y un desarrollo estable, facilitando al pequeño agricultor una herramienta para aumentar la rentabilidad y productividad de los productores agrícolas de Cotopaxi. Los hallazgos ayudarán a la vez a la soberanía alimentaria provincial, nacional y al saber científico sobre el ajuste del maíz a la altura.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos

Universidad Técnica de Cotopaxi

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) - Centro Experimental Santa Catalina. Y la Universidad Técnica de Cotopaxi son los destinatarios directos de la investigación. .

Beneficiarios indirectos

Productores de Maíz de la Región Interandina

4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación tiene como objetivo responder a las limitaciones más serias de la producción de maíz andino (temperaturas frías, vientos fuertes y heladas) mediante la evaluación de 31 híbridos experimentales de maíz en el Campus Salache (2.780 msnm). Las variedades que están disponibles hoy en día no se han ajustado de manera específica a estas condiciones, lo que tiende a provocar una producción baja tasa de rendimiento por hectárea de maíz siendo el promedio de producción en la Sierra Ecuatoriana entre 1t/h a 2,5t/h de maíz dando esto un elevado riesgo productivo

Una de las principales metas en los programas de mejora genética. Este es un procedimiento dinámico que permite medir el desempeño de una serie de híbridos, que normalmente cambian de un año a otro. en la que se incorporan nuevos materiales para su evaluación, mientras que otros son descartados debido a su escaso rendimiento. Para establecer la conducta de los genotipos analizados en entornos contrastantes, es esencial incorporar las nociones de estabilidad y adaptabilidad en términos de producción. Por otra parte, la adaptabilidad alude a la habilidad de los genotipos para beneficiarse de los estímulos del entorno, en lo que respecta a la estabilidad, se refiere a la habilidad de los genotipos para mostrar un conducta muy predecible en relación con el estímulo del entorno. (Flores, 2016)

Se calcula que en 2024 el mercado del maíz alcanzó un valor de 143,62 mil millones de dólares y que llegará a los 166,57 mil millones de dólares en 2029. Durante el periodo estimado, se prevé que crezca a una tasa anual compuesta del 3,01%.(Alban., 2024)

De acuerdo con Soledad Mallitasig, (2025) las condiciones climáticas, el Centro Experimental Académico Salache (CEASA) de la Universidad Técnica de Cotopaxi tiene las características edafoclimáticas propias de la región interandina , teniendo de esta manera los mismos retos que podría enfrentar un agricultor de la region interandina

5. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la adaptabilidad de diferentes Híbridos a las condiciones edafoclimáticas del campus Salache.

Objetivos específicos

- Identificar que híbridos se adaptan mejor a las condiciones del campus Salache
- Determinar cuáles de los híbridos muestran altos niveles de rendimientos
- Evaluar que híbridos presentan las mejores características combinadas en cuanto a rendimiento y adaptabilidad.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS

Objetivos, actividades, resultados de la actividad (técnicas e instrumentos).

Tabla 1 Objetivos

Objetivos	Actividades	Resultados de la actividad	Medios e verificación	
Objetivo 1: identificar que híbridos se adaptan mejor a las condiciones del campus Salache	Selección de híbridos con diversidad genética e importancia para la zona realizado por el INIAP	31 híbridos de maíz con características de interés	Fotos, libro de campo, hoja de cálculo,	
	Establecimiento del experimento diseño de bloques al azar con repeticiones	Establecimiento 15 tratamientos con tres repeticiones , cada tratamiento de 5mx0,5m		
	Manejo agronómico aplicación de paquetes tecnológicos proporcionados por el inap,	Cultivo fertilizado		
		Cultivo libre de maleza		
		Cultivo con riego		
	Evaluación de variables fenológicas y adaptabilidad medida directa en campo	Numero de emergencias en porcentajes.		
		datos de altura en centímetros.		
		número de días a la floración masculina.		
número de días a la floración femenina.				
	datos de la altura final de la planta en centímetros			
Realizar un análisis estadístico de las variables obtenidas	Análisis de datos de cada una de las variables.			
Objetivo 2: determinar cuáles de los híbridos muestran altos niveles de rendimientos	Cosechar por parcelas(tratamiento)	cantidad de mazorcas obtenidas por parcela	Fotos, libro de campo, hoja de cálculo	
		peso total de mazorcas por híbrido.		
		Rendimiento de híbrido por hectárea.		
	Realizar un análisis estadístico de las variables obtenidas	Análisis de datos de cada una de las variables.		
Objetivo 3: • evaluar que híbridos presentan las mejores características combinadas en cuanto a rendimiento y adaptabilidad.	Realizar un cuadro de segregación incluyendo todas las variables en estudio	Líneas segregadas según el método cuello de botella artificial.	Cuadro de resumen	

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

Planta de Maíz

El maíz (*Zea mays* L.) es una especie botánica que se clasifica en la familia Poaceae (también conocida como gramíneas), en la subfamilia Panicoideae y en la tribu Andropogoneae. Es una planta anual, monoica y de polinización mayormente anemófila, que es cultivada extensamente en zonas templadas, subtropicales y tropicales del planeta debido a su gran valor en términos de alimentación, forraje e industria. (Corcuera, 2012)

Según Juan de Cardenas y Sebastian Figueroa, (2020) : El maíz siempre germinará con facilidad, ya sea en climas secos o húmedos, ya sea en invierno o verano, con riego o sin él, en zonas de montañas o pasturas. La gruesa hoja del maíz protege al grano de caer al suelo , de plagas y contaminantes; además, su amplia superficie foliar le permite captar una cantidad significativa de luz solar. Su largo sistema radicular extrae agua y nutrientes a lo largo de un área extensa. Solo necesita 120 días para producir 200 granos a partir de una única semilla.

El maíz se domesticó en Mesoamérica hace unos 9.000 años, a partir de su antepasado silvestre, el teosinte. Gracias a la elasticidad genética del maíz , desde que fue domesticado, ha pasado por un proceso de mejoramiento genético muy intenso, lo cual ha facilitado el surgimiento de híbridos así como de variedades con altos niveles de productividad y que se adaptan a una gran variedad de condiciones edafoclimáticas. (Fuentes Lázaro , 2015)

Adaptabilidad en cultivos

La adaptabilidad es la habilidad de un genotipo para mostrar un desempeño agronómico estable y efectivo en determinadas condiciones medioambientales. Esto es el resultado de cómo interactúan los factores edafoclimáticos específicos de un agroecosistema con la composición genética del organismo. Esta habilidad se manifiesta en la capacidad de sostener variables esenciales como el crecimiento, la fenología, el rendimiento y el desarrollo sin sufrir alteraciones negativas frente a los cambios del medio ambiente. (Hamawaki, 2015)

Temperatura en maíz

La temperatura, como variable climática esencial, regula la dinámica metabólica y fisiológica de las plantas, puesto que controla la rapidez de las reacciones bioquímicas que participan en procesos como la fotosíntesis, la respiración, la división celular, el alargamiento de tejidos y la diferenciación reproductiva. En el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), la temperatura es un factor limitante clave que establece no solo la duración del ciclo fenológico, sino también la eficacia con que el genotipo manifiesta su potencial de producción. (Arnoldo , 2006)

Régimen hídrico

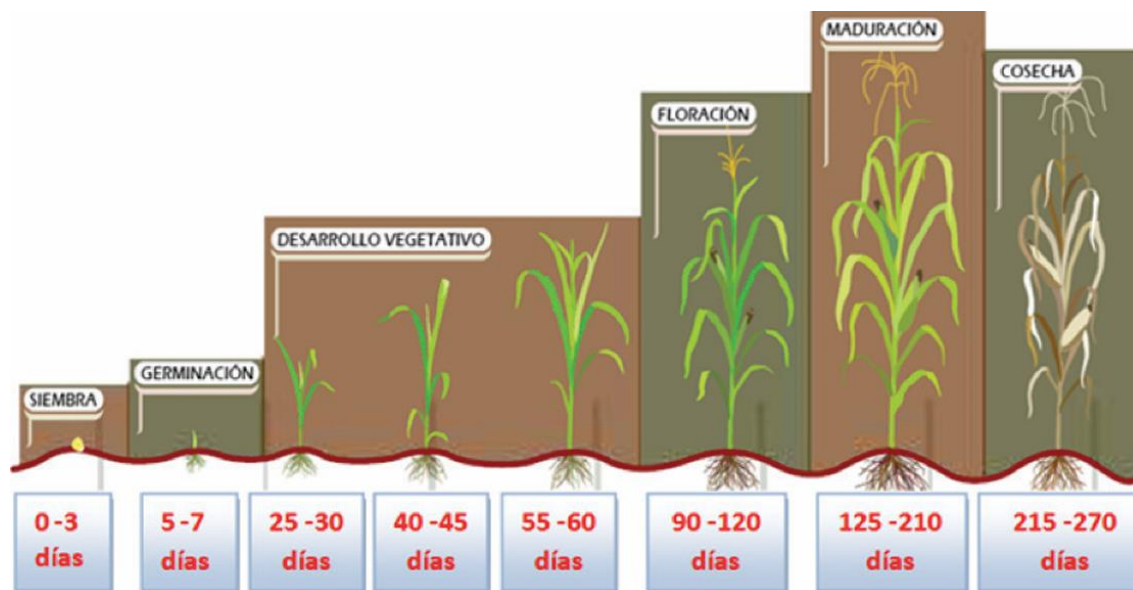
El régimen hídrico está fuertemente relacionado con cómo reacciona el maíz en cuanto a capacidad de exploración de las raíces, la eficacia del empleo del agua así como los procesos de resistencia al estrés hídrico, como el cierre estomático, la distribución de nutrientes y el ajuste osmótico. La escasez de agua, especialmente durante la floración y el llenado de grano, causa disminuciones importantes en la cantidad de granos por mazorca y en el peso individual del grano, lo que repercute directamente sobre el rendimiento. (Giménez, 2012)

Condiciones edáficas

El ambiente edáfico comprende el conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que condicionan la respuesta fisiológica y productiva del maíz, influyendo de manera determinante en su adaptabilidad y rendimiento bajo condiciones edafoclimáticas específicas.(Arnoldo , 2006)

Etapas fenológicas

Ilustración 1 Etapas fenológicas del maíz



(Ponce-Molina , 2020)

Floración masculina y femenina

La etapa reproductiva del cultivo de maíz está marcada por la floración masculina y femenina. Este proceso fisiológico es esencial para determinar, en gran medida, el rendimiento final del grano y el éxito de la reproducción. El maíz es una especie monoica, lo que quiere decir que tiene flores masculinas y femeninas en la misma planta, aunque separadas. Esto favorece la fecundación cruzada y la diversidad genética.(Fassio, 1998)

La panoja, que está situada en la parte más alta del tallo, es el lugar donde se produce la floración masculina. En este proceso, el polen brota y se libera desde dicha panoja. Este acontecimiento señala el comienzo de la etapa reproductiva y se distingue por la generación de abundante polen viable, cuyo desprendimiento está condicionado por las condiciones del medio ambiente, sobre todo la humedad relativa, la temperatura y la radiación solar.(Flénet , 2001)

En maíz, la floración femenina se produce cuando los estigmas surgen desde la punta de la mazorca en desarrollo. Esto sucede, por lo general, entre dos y tres días después de que empieza la liberación del polen a partir de la panoja masculina. Lo cual está condicionado por el medio ambiente, sobre todo la humedad relativa, la temperatura y la radiación solar.(Hernandez-Trejo , 2023)

Precocidad

La precocidad es una característica esencial para la evaluación de híbridos de maíz, ya que facilita la adaptación eficaz del ciclo fenológico a las condiciones ambientales y edáficas locales, lo cual contribuye a la estabilidad en términos reproductivos y al rendimiento cuando se presentan variaciones en el medio ambiente.(Chávez , 2009)

Altura de planta y altura de mazorca

La altura de la planta se determina como la distancia entre el ápice de la panoja y la base del tallo, que está al nivel del suelo. Esta variable es la consecuencia de procesos de alargamiento y división celular que están regulados a nivel genético, pero también son influenciados por factores del entorno como lo son la densidad de siembra, la fertilidad del terreno, la temperatura y el acceso al agua.(Marcial Pablo , 2019)

La distancia que se extiende desde el nivel de la tierra hasta donde se inserta la mazorca principal en el tallo es lo que conocemos como altura de mazorca. Esta variable es muy importante desde el punto de vista agronómico, porque afecta directamente a la estabilidad de la planta, a cómo se distribuye la biomasa y a qué tan fácil es cosecharla, ya sea con maquinaria o manualmente.(Ángeles-Gaspar 2010)

Componentes del rendimiento

La interacción de varios factores, entre los cuales se encuentran el número de mazorcas, la cantidad de granos en cada mazorca y el peso del grano, determina la productividad del maíz. El estudio de estos elementos posibilita entender cómo responden diferentemente los híbridos al entorno y apoya la evaluación de su adaptabilidad y estabilidad productiva.(García-hernández , 2022)

Enfoques integrativos modernos

La adaptabilidad y el desempeño son características que surgen del entrecruzamiento de genética, entorno y administración. Esta perspectiva se refleja en el método utilizado en este estudio, que combina bases agronómicas, fisiológicas y estadísticas dentro de una herramienta científica coherente, operativa y reproducible.(Marcial Pablo, 2019)

La literatura científica sostiene que no es suficiente con identificar híbridos de rendimiento promedio más alto; los programas de selección contemporáneos persiguen combinaciones balanceadas de arquitectura vegetativa, estabilidad, precocidad y rendimiento. Asimismo, los instrumentos estadísticos y los modelos integradores que abordan tanto el rendimiento en grano como la reacción a situaciones de estrés abiótico (como las altas temperaturas o la sequía) son el centro de atención actual.(Zi , Weng Yu, 2026)

Integradores funcionales de las variables en estudio

Las variables elegidas para este estudio no operan de forma independiente, sino que funcionan como indicadores funcionales entrelazados que posibilitan la caracterización de la capacidad de adaptación y el potencial productivo de los híbridos de maíz bajo condiciones específicas edafoclimáticas. La articulación entre teoría, variables e índices asegura la consistencia conceptual, la robustez metodológica y la aplicabilidad práctica de los hallazgos.(J. M. D. Rodríguez et al., 2025)

El rendimiento del maíz está relacionado con variables morfológicas y fisiológicas importantes (como la cantidad de granos, el número de hileras y el peso de la mazorca), además de con mecanismos para tolerar el estrés. Esto evidencia que es necesario tomar en cuenta varias variables al desarrollar modelos de selección y al implementar prácticas de mejoramiento.(Veliz-Piguave , 2023)

La fenología, desde la perspectiva fisiológica-adaptativa, es un indicador fundamental de la habilidad del genotipo para coordinar su desarrollo con las condiciones ambientales locales. En los entornos interandinos, que se distinguen por su variabilidad hídrica y amplitud térmica, la precocidad fenológica es una característica adaptativa que posibilita disminuir la exposición al estrés en etapas fundamentales como el llenado de granos y la polinización.(Garcia Cabrera et al., 2021)

Numero de germinaciones

El número de germinaciones hace referencia al total de semillas que comienzan con éxito el proceso de germinación en un lote sembrado, durante un período específico de tiempo y bajo condiciones ambientales concretas. Este parámetro es un indicador directo de la viabilidad fisiológica de una semilla y de su potencial para generar plántulas normales en el campo.(Martínez Rengel , 2021)

Altura de la planta

La altura de la planta es la distancia vertical que va desde el suelo hasta el punto más elevado de la planta, que suele ser el ápice de la panoja. Se registra al término del periodo de evaluación, cuando el cultivo ha llegado a su mayor altura y el crecimiento vegetativo se ha detenido. El desarrollo del maíz sigue un modelo sigmoideo que incluye etapas claramente definidas de instauración, crecimiento acelerado y estabilización. En este sentido, el punto de inflexión es un parámetro fundamental para evaluar el rendimiento adaptativo y fisiológico de los híbridos. (Osorio Santiago, 2022)

Altura de inserción de maíz

La altura de inserción de la mazorca es un rasgo morfoestructural importante porque afecta la estabilidad mecánica de la planta, la eficacia reproductiva y la capacidad de adaptación que tienen los híbridos de maíz frente a condiciones específicas del clima y el suelo.(Chávez ., 2009)

Rendimiento de grano

La longitud, el peso y el diámetro de la mazorca son elementos funcionales del rendimiento del maíz, ya que incorporan la habilidad para formar, cuajar y llenar granos, además de mostrar la eficacia adaptativa y fisiológica de los híbridos analizados.(Ángeles-Gaspar , 2010)

8. HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa

Una línea híbrida de maíz del INIAP, como mínimo, se adapta a las condiciones agroclimáticas del campus Salache.

Hipótesis nula

Ninguna de las líneas híbridas de maíz del INIAP se adapta a las condiciones agroclimáticas del campus Salache.

9. METODOLOGÍA/DISEÑO EXPERIMENTAL

Ubicación

La investigación se está realizando en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ubicado en Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Ecuador

- **Altitud:** 2780 msnm
- **Longitud:** 78°37'21" Oeste
- **Latitud:** 00°59'56" Sur
- **Temperatura promedio anual:** 11°C
- **Precipitación anual:** 980mm
- **Tipo de suelo:** Arcillo-arenoso

Ilustración 2 Area Experimental



Fuente. (Google Maps,)

Tipo de investigación

Experimental

Un estudio experimental es aquel en el que una persona controla y manipula una o varias variables independientes mientras examina la variable dependiente para medir variaciones que ocurren al mismo tiempo.(Hurtado De Barrera, 2014)

Se considera experimental porque el investigador manipuló intencionadamente la variable independiente, que se refiere a los híbridos de maíz (*Zea mays* L.), con el objetivo de examinar su impacto en un grupo de variables dependientes vinculadas al desarrollo, crecimiento, floración y rendimiento de la cosecha. La evaluación se llevó a cabo con un diseño de bloques al azar con repeticiones, lo cual permitió controlar la variabilidad ambiental del lugar de experimentación y asegurar una estimación más precisa de los efectos de los tratamientos.

Cuantitativa

La investigación toma como perspectiva el método cuantitativo, pues se fundamenta en la medición objetiva de las variables agronómicas expresadas en términos numéricos, como la altura de las plantas, la altura a la que se inserta la mazorca, el número de mazorcas, los días hasta que florecen las flores masculinas y femeninas, así como el peso del campo y el tamaño de la mazorca. Se realizó un análisis estadístico descriptivo, inferencial y multivariado con estos datos, lo cual facilitó la comparación imparcial entre los híbridos analizados.(Inche M. , 2014)

Alcance comparativo–explicativo.

El estudio tiene un enfoque comparativo-explicativo, porque se confrontaron varios híbridos de maíz con la intención de detectar disparidades significativas en su desempeño agronómico examinando cómo las variables morfoestructurales, fenológicas, productivas explican las distinciones que se observan en cuanto a rendimiento y adaptabilidad.(Beatriz & Osorio, 2024)

Modalidad básica de la investigación

Campo

La recolección directa de datos en el lugar donde suceden los fenómenos estudiados, sin alterar artificialmente el medio ambiente, es un rasgo distintivo del método de investigación de campo. Esta modalidad posibilita el análisis de los procesos en circunstancias reales, teniendo en cuenta la interacción natural entre los organismos investigados y los factores medioambientales, lo cual favorece una mayor validez externa de los resultados y su implementación en situaciones productivas concretas. (Soto & Durán, 2010)

Bibliográfica y documental

Recopilar, analizar y sintetizar información de fuentes secundarias, como libros, documentos institucionales, informes técnicos, artículos científicos y normativas es la base de la investigación documental o bibliográfica. Su objetivo es proporcionar una base teórica para el estudio, situar el problema de investigación en su contexto y apoyar la interpretación de los hallazgos a través del contraste con el conocimiento científico que ya se ha producido.(Arias-Odón, 2023)

Técnicas e instrumentos para recolección de datos

Observación en campo

La observación en campo es un método sistemático de recolección de datos que facilita el registro del comportamiento de los sujetos o fenómenos estudiados en su ambiente natural, de forma directa y objetiva. Esta metodología permite reconocer, siempre que se ejecute de manera estructurada y conforme a criterios previamente establecidos, patrones, sucesos y alteraciones significativas a través del tiempo. (Sara, 2023)

Registro de datos

El registro de datos abarca el grupo de procesos que se emplean para documentar las observaciones y mediciones efectuadas en una investigación. Este procedimiento se basa en herramientas como sistemas digitales, cuadernos de campo o fichas de registro, y su objetivo es asegurar la exactitud, coherencia y trazabilidad de los datos recogidos.(Guerra -Claudia & Barreiro, 2019)

Análisis de datos

Para el análisis de variables se utilizó el estadístico anova , el método del cuello de botella artificial. Más adelante, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey para examinar las diferencias entre las medias, tomando en cuenta un nivel de significancia del 5%..(Beatriz & Osorio, 2024)

Método de evaluación

La evaluación de las variables se llevó a cabo utilizando un método completo que fusionó técnicas morfológicas, fenológicas y productivas, con el fin de caracterizar sistemáticamente el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los tratamientos evaluados. Los análisis estadísticos descriptivos e inferenciales se aplicaron a los datos obtenidos, después de corroborar las hipótesis del modelo, lo que permitió establecer comparaciones objetivas y detectar diferencias relevantes entre los tratamientos. Este enfoque metodológico propició una caracterización completa, fiable y reproducible de la conducta de los tratamientos analizados..(Keeley, 2020).

Prueba de comparaciones múltiples de Tukey

Se empleó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (HSD - Honest Significant Difference) para determinar qué pares específicos de híbridos presentaban diferencias significativas, cuando el ANOVA mostró que una variable específica tenía diferencias relevantes ($p < 0.05$).

Base de la prueba Tukey: La prueba Tukey, cuando se llevan a cabo múltiples comparaciones por pares al mismo tiempo, mantiene bajo control la tasa de error familiar (Family-Wise Error Rate - FWER), previniendo así aumentos en el error Tipo I. Utiliza la siguiente fórmula para calcular una diferencia mínima significativa (DMS):

Formula

$$DMS = q(\alpha, k, N - k) \times \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

En donde:

q = Valor crítico de la distribución de rango studentizado

α = Grado de significación (0.05)

k = Cantidad de tratamientos (31)

N = Total de observaciones (93)

CME = Cuadrado medio del error en el análisis de varianza

r = Cantidad de repeticiones (3)

Interpretación: Se considera que dos híbridos son estadísticamente distintos al nivel $\alpha = 0.05$ si sus medias no coinciden en más de DMS. Los resultados se exponen a través de letras significativas. Los híbridos que comparten la misma letra no muestran diferencias significativas entre ellos.

Escala de medición zadoks

La Escala Zadoks es un método de codificación decimal a nivel mundial que sirve para caracterizar las fases de desarrollo de algunos cereales, como el centeno, la cebada, el trigo y la avena; también se puede utilizar con el maíz si se hacen algunas adaptaciones. (Zadoks et al., 1999) la crearon como una mejora de escalas anteriores, ofreciendo un lenguaje común estandarizado para técnicos, investigadores y agricultores.

Estrategia de selección a través del cuello de botella artificial

Se desarrolló un método de cuello de botella artificial, basado en los principios de selección intensiva utilizados en la mejora genética (Wilkinson & Finlay, 1963), para determinar híbridos prometedores que se adapten concretamente a las condiciones del Campus Salache.

Proceso de filtrado por secuencias:

Filtro 1 – Germinación inicial:

Variable: Porcentaje de emergencia

Umbral: 80% o más

Motivo: Valores bajos producen stands desiguales y disminuyen la efectividad en el uso de recursos (Sowmya, 2018).

Filtro 2: Potencial de productividad:

Variable: Eficiencia de grano

Umbral: igual o mayor que 8 t/ha

Razonamiento: El mínimo de productividad comercial para híbridos en condiciones ideales (Aliyu, 2021)

Filtro 3 - Eficiencia fisiológica en términos de reproducción:

Variable: Diferencia entre los días de floración masculina y los de floración femenina

Umbral: 20 días o menos

Razón: Diferencias más grandes ponen en peligro la viabilidad polínica y la receptividad estigmática (Nleya, 2019).

Especificaciones del campo experimental

Diseño experimental

Se trabajó con un diseño de bloques al azar con repeticiones, obteniendo 31 tratamientos 3 repeticiones, cada tratamiento refiriéndose a un híbrido.

Tabla 2 Esquema del ADEVA.

Fuentes De Variación	Grados de libertad		
Repetición	r-1	3-1	2
Tratamientos	t-1	31-1	30
Error	(r-1) (t-1)	(3-1) (31-1)	60
Total	t.r-1	31.3-1	92

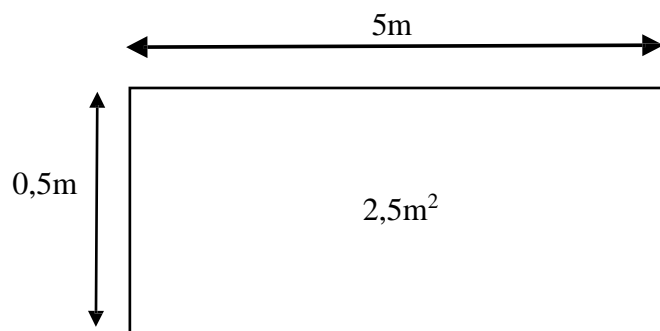
Factores en estudio

La semilla de Maíz fue facilitada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) – Estación Experimental Santa Catalina.

Distribución de parcela experimental

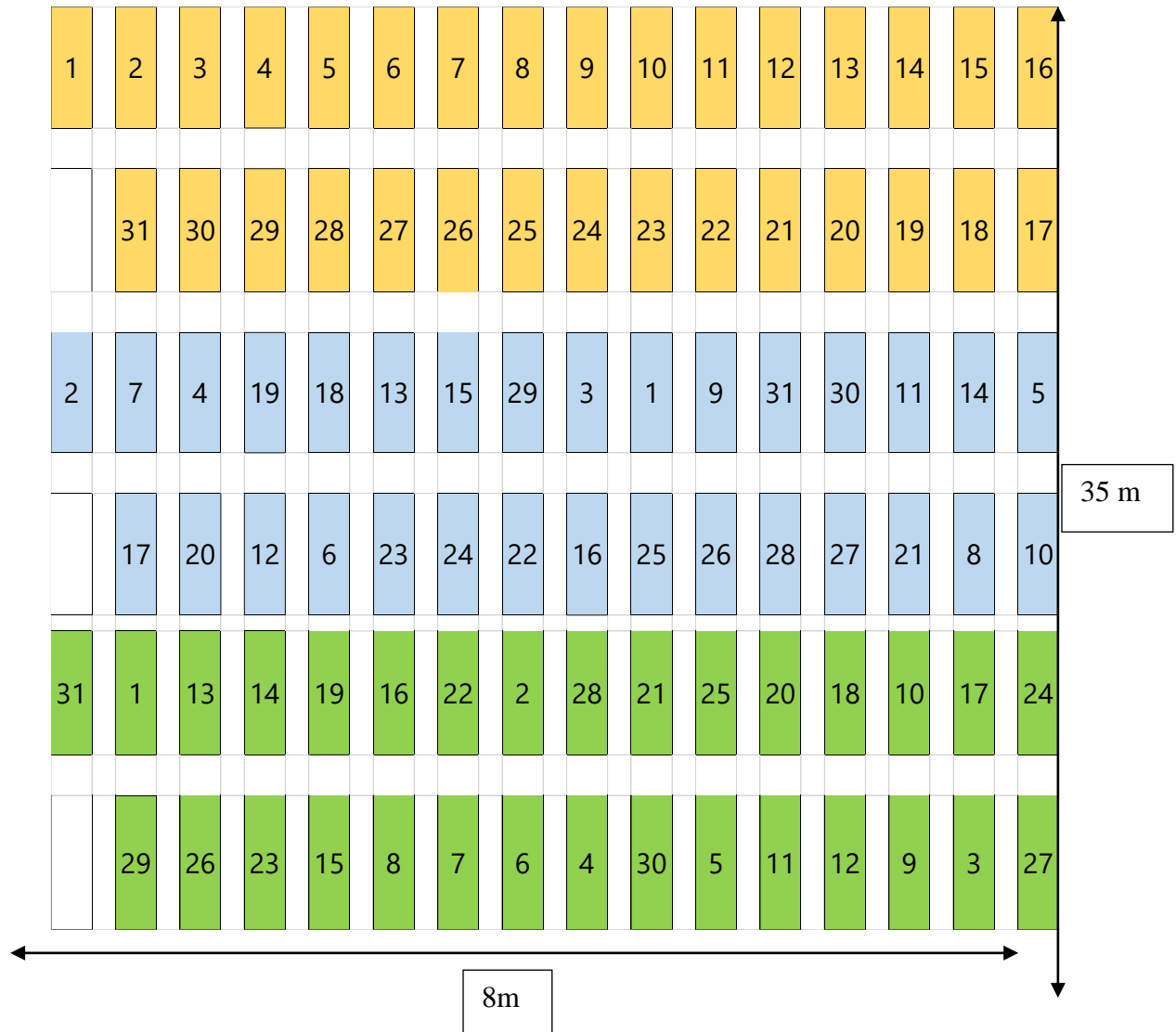
Ilustración 3 Croquis parcela neta

Parcela neta: 2,5m²



Croquis

Ilustración 4 Croquis



Operacionalización de variables

Tabla 3 Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Índice (unidad de medida)	Técnica	Instrumentos
Híbridos de maíz (Variable independiente)	Material genético resultante del cruzamiento controlado entre líneas parentales de <i>Zea mays</i> L., evaluado por su comportamiento agronómico bajo condiciones edafoclimáticas específicas.	Genotipo	Tipo de híbrido	Categórica (31 híbridos experimentales)	Observación	Registro experimental
Comportamiento agronómico (Variable dependiente)	Respuesta fenológica, morfológica y productiva de los híbridos de maíz frente a las condiciones ambientales del Campus Salache.	Fenológica	Días a floración masculina	Días después de la siembra (DDS)	Observación directa	Registro de campo
			Días a floración femenina	Días después de la siembra (DDS)	Observación directa	
	Morfológica	Altura de planta	cm	Medición directa	Cinta métrica	
		Altura de inserción de mazorca	cm	Medición directa	Cinta métrica	
	Productiva	Número de mazorcas	Número por unidad experimental	Conteo	Registro de campo	
		Longitud de mazorca	cm	Medición directa	Regla	
		Diámetro de mazorca	cm	Medición directa	Cinta métrica	
Peso de mazorca (peso de campo)		kg o t·ha ⁻¹	Pesaje	Balanza		

Días a la floración

Cuando, al menos, el 50% de las flores masculinas y femeninas se presentan en la parcela observada en las variables morfológicas, fenológicas y productivas, esta variable se analiza visualmente para determinar si están influenciadas principalmente por el efecto genético de los híbridos evaluados.(Fassio, 1998)

Altura de planta

La altura de la planta fue medida cada quince días durante el periodo de desarrollo, hasta llegar al día de cosecha. Con este propósito, se eligieron al azar plantas normales, es decir, sin daños mecánicos ni alteraciones externas dentro del área útil de cada parcela experimental. En cada planta, se midió en centímetros la distancia vertical desde el ápice de la inflorescencia masculina completamente extendida hasta la superficie del suelo. Esta medición se realizó con una vara o regla métrica rígida de 2 metros de largo, que tenía un margen de error de ± 1 centímetro. El valor final de altura de planta para cada parcela se determinó promediando cinco mediciones individuales.(Luis Rodríguez Larramendi, 2019)

Altura de inserción de mazorca

Al mismo tiempo que se medía la altura total, se calculó la altura de inserción de la mazorca principal. Se midió la distancia en centímetros desde la superficie del suelo hasta el lugar de inserción de la mazorca, que se definió como el primer brote reproductivo con granos totalmente desarrollados y maduros fisiológicamente. Esto se realizó en las cinco plantas muestreadas. La medición se realizó utilizando una regla graduada, garantizando que permaneciera en vertical y tocando el tallo principal. El valor fue registrado con una exactitud de ± 1 cm. Una menor altura de inserción otorga a la planta mayor estabilidad y simplifica significativamente las cosechas mecanizadas, lo que disminuye los desperdicios en el campo; por eso es un rasgo deseable.(Álvarez , 2022)

Rendimiento

Para calcular el rendimiento, se cosechó de manera manual toda la superficie útil de cada parcela experimental, excluyendo las plantas de los bordes para evitar el impacto de la competencia periférica. Después de la recolección, se pesaron al instante todas las mazorcas que resultaron de la parcela útil en el mismo sitio, empleando una balanza portátil con gancho que tenía una precisión de ± 0.1 kg. Se calculó el peso del grano; luego, el rendimiento por parcela se extrapoló a hectáreas según el área neta cosechada y se expresó en kilogramos por hectárea (kg ha^{-1}). Con el fin de asegurar la precisión y la trazabilidad de los datos desde el campo hasta el resultado final, todos los cálculos se automatizaron en una hoja de cálculo.(Corona-Mendoza ., 2018)

Manejo específico del experimento

Con la finalidad de asegurar que los resultados sean confiables y disminuir la variabilidad del experimento, se realizó el experimento con un diseño experimental que incluía tres repeticiones. Cada repetición consistió en 15 parcelas experimentales, distribuidas según el diseño de bloques al azar con repeticiones , lo que posibilitó una comparación apropiada entre los tratamientos analizados.

Las parcelas experimentales, que abarcaban un área de 2,5 m² cada una, se sembraron con los híbridos pertinentes y se conservaron condiciones agronómicas uniformes a lo largo de todo

el ensayo. Disponer las parcelas de manera uniforme y gestionar el cultivo uniformemente ayudó a reducir la influencia de variables externas, garantizando que los cambios en las variables morfológicas, fenológicas y productivas se debieran sobre todo al efecto genético de los híbridos analizados.(Pérez-Hernández ., 2021)

Fase de campo

La etapa de campo abarcó desde la siembra y el acondicionamiento del terreno hasta la recolección y valoración final de las variables relacionadas con la producción. En esta fase, se llevaron a cabo las observaciones fenológicas con regularidad, documentando los acontecimientos de floración masculina y femenina de acuerdo con criterios previamente fijados. Las mediciones morfológicas se llevaron a cabo al final del ciclo vegetativo, en el momento en que las plantas llegaron a su desarrollo estructural más avanzado.(Adolfo & Moreno, 2012)

Selección de lote

El ensayo del comportamiento agronómico de Maíz se lleva a cabo en el lote de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache. Este terreno cumplió con todos los requisitos para la siembra: no albergar ningún otro cereal y tener una superficie plana sin pendientes superiores al 10%. (Sabando, 2018)

Preparación de suelo

El laboreo se lleva a cabo con antelación e involucra un arado un mes antes de sembrar, para garantizar que los abonos orgánicos , residuos y/o malas hierbas estén totalmente descompuestos. El objetivo es que el terreno esté suelto y sin terrones ni malezas en el momento de la siembra, lo cual propicia la germinación y el desarrollo de las plantaciones.(A. Rodríguez , 2016)

Trazado de parcelas

Antes de sembrar, se realizó el trazado físico del ensayo en el campo del Campus Salache. Se mantuvo rigurosamente el diseño experimental preestablecido y las dimensiones indicadas por los ingenieros fitotécnicos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Este método aseguró la precisión en el área de cada unidad de experimentación, la adecuada separación entre parcelas y el cumplimiento de los caminos de acceso, lo cual es esencial para reducir al mínimo el impacto del pisoteo y hacer más fáciles las evaluaciones subsiguientes.(García-López & Hernández, 2023)

Siembra

La siembra se llevó a cabo de forma manual en el periodo agronómico ideal para la región. En términos de densidad poblacional y distribución espacial, se siguió la recomendación técnica del INIAP. El procedimiento consistió en sembrar dos semillas por golpe o sitio de siembra, a una profundidad uniforme de alrededor de 3-5 centímetros. Conforme al marco de siembra establecido, la distancia entre las plantas y los surcos se mantuvo constante, garantizando una densidad poblacional homogénea en todas las parcelas como condición para efectuar una comparación válida entre tratamientos.(López Gómez & Van Loon, 2018).

Riego

El sistema de riego por gravedad, que está a cargo de la infraestructura universitaria, fue el método utilizado para proveer agua al cultivo. Los riegos se llevaron a cabo de forma complementaria a la precipitación natural, de acuerdo con un calendario que dio prioridad a las etapas críticas fenológicas. Desde la fase de floración (estadios R1-R2), el monitoreo del estado hídrico del suelo se intensificó. Se implementaron riegos de apoyo cada 10-12 días cuando no había lluvias importantes, con sesiones que duraban aproximadamente una hora para asegurar que el perfil del suelo estuviera debidamente húmedo. En el sector, la precipitación natural observada complementó de manera efectiva el programa de riego y ayudó al crecimiento del cultivo sin crear condiciones de estrés hídrico grave.(Guzmán Luna., 2023)

Fertilización

Antes de la operación de siembra y durante la preparación del terreno, se utilizó una fórmula completa de fertilizante granular en toda el área experimental. Se efectuó una fertilización de cobertura inicial unas cuatro semanas después de la siembra, cuando comenzó el periodo de crecimiento vegetativo acelerado. Una segunda se llevó a cabo en torno al día 40 después de la siembra, justo antes del periodo crucial de floración y creación de mazorca. Con el fin de disminuir las pérdidas por volatilización y optimizar la absorción del fertilizante por el sistema de raíces, se llevaron a cabo todas las aplicaciones de cobertura al lado del surco, introduciendo un poco el fertilizante en la tierra. (Antúñez-Ocampo , 2023)

Manejo de malezas

Se realizó el control de las malas hierbas aplicando un herbicida selectivo, que es específico para maíz, en las primeras etapas de crecimiento del cultivo. De esta manera se evitó la competencia por agua, nutrientes y luz a lo largo de las fases más críticas del establecimiento. Siguiendo las dosis sugeridas en la ficha técnica del producto y bajo condiciones ambientales apropiadas, se realizó la aplicación utilizando una bomba de aspersion manual de 20 litros. Para conservar condiciones uniformes entre las parcelas, en la zona experimental también se llevaron a cabo tareas de limpieza manuales adicionales.(Giraldeli , 2019)

Control fitosanitario

El ensayo empleó semillas que, antes de ser utilizadas, habían sido tratadas con un fungicida-insecticida comercial. Esto hizo posible una protección inicial contra los insectos dañinos y los patógenos del suelo, lo que favoreció una emergencia homogénea del cultivo.(Trejo , 2019)

Se realizó un control periódico de la aparición de plagas a lo largo del ciclo del cultivo, prestando particular atención a insectos típicos de la región, como las polillas del maíz y el gusano cogollero. Cuando se detectó la existencia de signos o daños que concordaban con infestaciones se aplicaron de manera puntual insecticidas y fungicidas, con el fin de optimizar la eficacia de la aspersion mediante coadyuvantes.

Cosecha

Cuando la mayoría de los genotipos alcanzó el estado fisiológico de madurez, se llevó a cabo la cosecha manualmente en un solo día. Para prevenir el efecto de competencia periférica, se recolectaron todas las mazorcas que se encontraban en la zona útil de cada parcela experimental, sin incluir las plantas de los bordes.

Se eligió aleatoriamente una submuestra de cinco mazorcas de lo que se recolectó en cada parcela. Se utilizó una cinta métrica para medir la longitud total de la mazorca sin hojas, desde el ápice hasta la base, con una exactitud de ± 0.5 cm. El diámetro del centro de cada mazorca se estableció con un pie de rey o calibrador vernier, y la medición se registró con una exactitud de ± 0.1 cm. El peso de cinco mazorcas fue registrado en el campo, empleando una balanza con gancho. (Reyes González, 2021)

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Indicadores agronómicos y morfológicos

Emergencia

Cuadro de promedios de la variable emergencia a los 8 días en porcentaje (%), se tomó en esa fecha debido a que a los siete días termina la germinación usual del maíz.

Tabla 3 Porcentajes de germinación

Línea 1	83%
Línea 2	82%
Línea 3	88%
Línea 4	76%
Línea 5	76%
Línea 6	77%
Línea 7	92%
Línea 8	75%
Línea 9	75%
Línea 10	59%
Línea 11	67%
Línea 12	67%
Línea 13	83%
Línea 14	69%
Línea 15	88%
Línea 16	84%
Línea 17	77%
Línea 18	67%
Línea 19	71%
Línea 20	58%
Línea 21	70%
Línea 22	73%
Línea 23	72%
Línea 24	80%
Línea 25	78%
Línea 26	75%
Línea 27	80%
Línea 28	53%
Línea 29	82%
Línea 30	84%
Línea 31	63%

El promedio del porcentaje de emergencia fue de $75.55\% \pm 10.15\%$, y el rango se movió entre el 53% (Híbrido 28) y el 92% (Híbrido 7). Siguiendo el criterio de selección de emergencia $\geq 80\%$ Garófalo & Ponce,(2019) se encontraron 11 híbridos (35.5% del total) que sobrepasaron este límite: 1(83%), 2(82%), 3(88%), 7(92%), 13(83%), 15(88%), 16(84%), 24(80%), 27(80%) y 30(84%).

Los híbridos 7 (92%), 3 y 15 (88%) sobresalieron entre estos por tener los porcentajes de emergencia más altos, lo que demuestra un vigor de semilla excepcional y una capacidad para establecerse en las condiciones del Campus Salache. En cambio, 20 híbridos (64.5%) no superaron el umbral mínimo, siendo los híbridos 10 (59%), 20 (58%) y 28 (53%) los que presentaron las cifras más bajas (<60%). De acuerdo con , esto señala problemas seri Lizeth & Hernández,(2023)os de establecimiento que probablemente están vinculados a una débil adaptación al terreno, una profundidad de siembra inapropiada o a la propensión a estrés abiótico temprano.

El estándar de $\geq 80\%$ de emergencia resultó ser selectivo, pero realizable, descartando 20 materiales y permitiendo el progreso a 11 con un establecimiento fiable.

Tabla 4 líneas de $\geq 80\%$ de germinación

Línea	Porcentaje de Germinación
3	88%
7	92%
15	88%
1	83%
13	83%
16	84%
30	84%
2	82%
29	82%
24	80%
27	80%

Días a la floración

Días a Floración Masculina

Tabla 5 Días a la floración masculina

Líneas	Floración. M
1	90
2	82
3	99
4	90
5	87
6	82
7	113
8	82
9	91
10	117
11	94
12	107
13	82
14	103
15	93
16	83
17	99
18	78
19	103
20	115
21	128
22	109
23	131
24	112
25	124
26	108
27	103
28	129
29	99
30	98
31	107

La floración masculina mostró un promedio de 101.23 ± 15.08 días, variando entre los 78 días (Híbrido 18, muy precoz) y los 131 días (Híbridos 23 y 28, muy tardíos).

Según Jose Velasquez ., 2010 el crecimiento de todas las plantas de maíz es igual. No obstante, el intervalo entre las fases de crecimiento puede cambiar en función del tipo de maíz, la fecha de siembra, la ubicación geográfica, la altitud a la que se cultive el maíz y otros factores. Por lo general, el ciclo de floración del maíz en La Sierra Ecuatoriana dura entre noventa y ciento veinte días.

Días a Floración Femenina

Tabla 6 Floraciones femeninas

Líneas	Floración. F
1	96
2	122
3	99
4	96
5	87
6	114
7	109
8	87
9	120
10	128
11	109
12	129
13	103
14	113
15	108
16	116
17	123
18	121
19	112
20	129
21	90
22	89
23	131
24	129
25	131
26	124
27	109
28	89
29	108
30	118
31	135

La floración femenina tuvo un promedio de 112.13 ± 14.79 días, con cifras que oscilaban entre los 87 días (Híbridos 5 y 8) y los 135 días (Híbrido 31).). De acuerdo con Hidalgo-Sánchez, 2018 el lapso entre las etapas de crecimiento puede variar dependiendo de la variedad de maíz, el momento en que se siembra, la localización geográfica, la altitud en que se cultiva y otros aspectos. En términos generales, el ciclo de floración del maíz en la Sierra de Ecuador abarca un periodo de entre noventa y ciento veinte días.

Sincronicidad flor masculina y femenina

Tabla 7 Floraciones masculina y femenina

Datos Completos de los 31 Híbridos				
Híbrido	Floración M (días)	Floración F (días)	Diferencia (F-M)	Grupo Sincronía
1	90	96	6	≤10 días
2	82	122	40	>30 días
3	99	99	0	≤5 días
4	90	96	6	≤10 días
5	87	87	0	≤5 días
6	82	114	32	>30 días
7	113	109	4	≤5 días
8	82	87	5	≤5 días
9	91	120	29	>20 días
10	117	128	11	11-15 días
11	94	109	15	11-15 días
12	107	129	22	>20 días
13	82	103	21	>20 días
14	103	113	10	≤10 días
15	93	108	15	>15 días
16	83	116	33	>30 días
17	99	123	24	>20 días
18	78	121	43	>30 días
19	103	112	9	≤10 días
20	115	129	14	11-15 días
21	128	90	38	>30 días
22	109	89	20	>20 días
23	131	131	0	≤5 días
24	112	129	17	>15 días
25	124	131	7	≤10 días
26	108	124	16	>15 días
27	103	109	6	≤10 días
28	129	89	40	>30 días
29	99	108	9	≤10 días
30	98	118	21	>20 días
31	107	135	28	>20 días

La diferencia media entre la floración de machos y hembras fue de 10,9 días, con una distribución que osciló entre la sincronía perfecta (0 días en los híbridos 3, 5 y 23) hasta variar en asincronías extremas de entre 40 y 43 días (híbridos 2, 18, 21, 28). Se encontró un total de 21 híbridos que cumplían con la condición de sincronía floral ≤20 días (Lee & Tollenaar, 2007) lo que representa el 67.7% del total: 1(6), 3(0), 4(6), 5(0), 7(4), 8(5), 10(11), 11(15), 13(21), 14(10), 15(16), 19(9), 20(14), 22(20), 23(0), 24(17), 25(7), 26(16), 27(6) y 29(9).

Los híbridos 13, 22 y 30 mostraron un total de 20-21 días exactos, lo cual marca el límite del criterio. La sincronía excepcional (0-5 días) de los híbridos 3, 5, 7, 8 y 23 fue notable, lo que representa una condición fisiológica ideal para garantizar una polinización eficaz. En cambio, 10 híbridos (32.3%) fueron desechados debido a una asincronía crítica (>20 días). Los que presentaron la mayor discrepancia fueron los híbridos 18(43), 28(40), 2(40), 21(38) y 16(33); Fassio (1998) sostiene que esto los vuelve poco viables para la producción comercial sin polinización asistida.

El criterio de cuello de botella artificial de ≤ 20 días fue menos restrictivo que el de emergencia, lo que permitió avanzar a 21 materiales; sin embargo, detectó críticas asincronías en híbridos que, si no fuera por este criterio, podrían parecer prometedores a causa de otras propiedades.

Tabla 8 líneas sincronía floral ≤ 20 días

Híbrido	Floración Masculina (días)	Floración Femenina (días)	Diferencia
1	90	96	6
3	99	99	0
4	90	96	6
5	87	87	0
7	113	109	4
8	82	87	5
10	117	128	11
11	94	109	15
14	103	113	10
15	93	108	15
19	103	112	9
20	115	129	14
22	109	89	20
23	131	131	0
24	112	129	17
25	124	131	7
26	108	124	16
27	103	109	6
29	99	108	9
30	98	118	20

Evolución de crecimiento

Tabla 9 Esquema del ADEVA alturas 19/4/2025

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Hibrido	65,88	30	2,2	0,7	0,8543	NS
Repetición	9,37	2	4,69	1,5	0,2321	NS
Error	187,81	60	3,13			
Total	263,06	92				

Tabla 10 Alturas 19/4/2025

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,71204				
Error: 3,1302 gl: 60				
Hibrido	Medias	n	E.E.	
línea 16	11,7	3	1,02	A
línea 14	11,5	3	1,02	A
línea 15	11,43	3	1,02	A
línea 19	11,37	3	1,02	A
línea 1	11,27	3	1,02	A
línea 3	11,27	3	1,02	A
línea 18	11,17	3	1,02	A
línea 25	11,17	3	1,02	A
línea 21	11,13	3	1,02	A
línea 4	11	3	1,02	A
línea 28	10,7	3	1,02	A
línea 23	10,67	3	1,02	A
línea 8	10,67	3	1,02	A
línea 6	10,57	3	1,02	A
línea 7	10,5	3	1,02	A
línea 10	10,47	3	1,02	A
línea 24	10,4	3	1,02	A
línea 13	10,3	3	1,02	A
línea 29	10,23	3	1,02	A
línea 27	10,07	3	1,02	A
línea 20	10,03	3	1,02	A
línea 26	9,93	3	1,02	A
línea 9	9,9	3	1,02	A
línea 22	9,7	3	1,02	A
línea 12	9,7	3	1,02	A
línea 2	9,5	3	1,02	A
línea 11	9,43	3	1,02	A
línea 30	9,2	3	1,02	A
línea 17	8,9	3	1,02	A
línea 31	8,87	3	1,02	A
línea 5	8,47	3	1,02	A

El primer dato de alturas, que fue tomado por el Test de Tukey, muestra que todas las medias se agrupan bajo la misma letra (A). Esto es una confirmación gráfica: en términos estadísticos, la Altura de la Línea 16 11.7 no se diferencia de la Altura de la Línea 5 , 8.47. La DMS (Diferencia Mínima Significativa) es de 5.71, un valor tan alto que cubre la mayor parte del rango de datos. Según Adolfo & Moreno, (2025), La fase de establecimiento es muy importante porque, durante este período, la planta comienza a desarrollar un sistema radicular que la mantendrá en las etapas subsiguientes. El desarrollo de las hojas es un indicador de la capacidad de aprovisionamiento que tiene la raíz.

Tabla 11 Esquema del ADEVA alturas 3/5/2025

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Hibrido	588,51	30	19,6	5	<0,0001	**
repetición	257,09	2	128,54	32,77	<0,0001	**
Error	235,35	60	3,92			
Total	1080,95	92				

Tabla 12 alturas 3/5/2025

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,39427						
Error: 3,9225 gl: 60						
Hibrido	Medias	n	E.E.			
línea 15	24	3	1,14	A		
línea 16	23,94	3	1,14	A		
línea 4	23,94	3	1,14	A		
línea 27	23,92	3	1,14	A		
línea 29	23,57	3	1,14	A		
línea 30	23,55	3	1,14	A		
línea 8	22,5	3	1,14	A	B	
línea 28	21,89	3	1,14	A	B	C
línea 3	21,82	3	1,14	A	B	C
línea 24	21,76	3	1,14	A	B	C
línea 1	20,96	3	1,14	A	B	C
línea 26	20,69	3	1,14	A	B	C
línea 13	20,27	3	1,14	A	B	C
línea 7	20,16	3	1,14	A	B	C
línea 23	19,86	3	1,14	A	B	C
línea 6	19,71	3	1,14	A	B	C
línea 12	19,6	3	1,14	A	B	C
línea 14	19,34	3	1,14	A	B	C
línea 25	19,31	3	1,14	A	B	C
línea 11	19,23	3	1,14	A	B	C
línea 19	18,66	3	1,14	A	B	C
línea 31	18,65	3	1,14	A	B	C
línea 5	18,45	3	1,14	A	B	C
línea 2	18,05	3	1,14	A	B	C
línea 10	17,88	3	1,14	A	B	C
línea 18	17,81	3	1,14	A	B	C
línea 20	17,77	3	1,14	A	B	C
línea 9	16,35	3	1,14		B	C
línea 17	15,94	3	1,14			C
línea 22	15,89	3	1,14			C
línea 21	15,73	3	1,14			C

El p-valor de "Híbrido" es menor que 0.0001, lo que demuestra que hay diferencias genéticas significativas en la rapidez del crecimiento vegetativo temprano entre los materiales analizados.

Grupo A: Vigor vegetativo elevado. Líneas 15, 16, 4, 27, 29 y 30 (medias superiores a los 23.5 cm). En las fases vegetativas, son los más vigorosos. Grupo C de bajo vigor vegetativo: líneas 17, 22 y 21 (medias de aproximadamente 15.8-16.3 cm). Al principio, el crecimiento es más lento.

Grupo intermedio B/C: La mayoría de las líneas, incluidas nuestras elegidas, están experimentando un crecimiento moderado.

De acuerdo a Ramírez-díaz (2021) durante esta fase, se determina la capacidad de la planta para la formación meristemática.

Tabla 13 Esquema del ADEVA alturas 17/5/2025

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Híbrido	1235,47	30	41,18	4,11	<0,0001	**
repetición	207,03	2	103,52	10,33	0,0001	**
Error	601,53	60	10,03			
Total	2044,02	92				

Tabla 14 alturas 17/5/2025

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,22256								
Error: 10,0254 gl: 60								
Hibrido	Medias	n	E.E.					
línea 29	41,1	3	1,83	A				
línea 16	40,14	3	1,83	A	B			
línea 28	39,78	3	1,83	A	B			
línea 4	38,39	3	1,83	A	B			
línea 1	37,12	3	1,83	A	B	C		
línea 24	37,06	3	1,83	A	B	C		
línea 27	36,63	3	1,83	A	B	C		
línea 3	36,35	3	1,83	A	B	C		
línea 15	35,82	3	1,83	A	B	C	D	
línea 31	35,75	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 13	35,57	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 30	35,19	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 8	35	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 2	33,82	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 26	33,69	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 7	33,18	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 18	33,09	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 25	33,04	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 5	33,02	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 19	32,96	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 6	32,67	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 12	32,52	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 11	31,98	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 17	31,89	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 10	31,57	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 23	31,43	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 20	31,15	3	1,83	A	B	C	D	E
línea 9	30,14	3	1,83		B	C	D	E
línea 14	27,87	3	1,83			C	D	E
línea 22	25,79	3	1,83				D	E
línea 21	25,55	3	1,83					E

La comparación de varianza de la altura final de planta en madurez fisiológica mostró que existían variaciones genéticas significativas ($p < 0.0001$) entre los híbridos, con un rango de variación que iba desde 25.55 cm (Línea 21) hasta 41.10 cm (Línea 29). Esta amplitud de aproximadamente 15.5 cm constituye una variabilidad significativa en la arquitectura de la planta, una característica importante que tiene un impacto directo en la propensión al acame y en la eficacia de la cosecha. Las líneas 4, 16, 28 y 29 se presentaron como las de mayor porte final, constituyendo así el conjunto estadístico con la altura más elevada.

Es significativo examinar la estabilidad del comportamiento de los genotipos durante el ciclo. La Línea 15, que tuvo el crecimiento vegetativo más fuerte al principio (24 cm en una medición temprana), mostró una altura final moderada (35.82 cm, Grupo C/D), lo que indica que su desarrollo se desaceleró tras las fases vegetativas iniciales. La Línea 29, en contraste, con un buen pero no el más alto crecimiento inicial (23.57 cm), llegó a la mayor altura final (41.10 cm), lo que demuestra una tasa de crecimiento sostenida por más tiempo. Este patrón enfatiza que no solo importa el vigor inicial, sino la dinámica entera del crecimiento.

De acuerdo con Stalin,(2022) durante esta fase, se determina la capacidad de la planta para la formación meristemática.

Tabla 15 Esquema del ADEVA altura 31/5/2025

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Hibrido	3131,93	30	104,4	6,21	<0,0001	**
repetición	350,3	2	175,15	10,42	0,0001	**
Error	1008,89	60	16,81			
Total	4491,12	92				

Tabla 16 alturas 31/5/2025

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=15,09313							
Error: 21,9225 gl: 60							
Hibrido	Medias	n	E.E.				
línea 29	61,68	3	2,7	A			
línea 4	56,33	3	2,7	A	B		
línea 27	55,43	3	2,7	A	B	C	
línea 30	54,87	3	2,7	A	B	C	
línea 16	54,54	3	2,7	A	B	C	
línea 28	54,18	3	2,7	A	B	C	
línea 31	52,77	3	2,7	A	B	C	
línea 15	52,43	3	2,7	A	B	C	
línea 3	52,21	3	2,7	A	B	C	
línea 1	52,07	3	2,7	A	B	C	
línea 25	51,84	3	2,7	A	B	C	
línea 24	51,3	3	2,7	A	B	C	
línea 13	50,8	3	2,7	A	B	C	
línea 26	49,18	3	2,7	A	B	C	
línea 8	48,73	3	2,7	A	B	C	
línea 6	48,65	3	2,7	A	B	C	
línea 10	48,63	3	2,7	A	B	C	
línea 2	48,21	3	2,7	A	B	C	
línea 12	47,86	3	2,7	A	B	C	
línea 17	47,25	3	2,7	A	B	C	
línea 7	46,9	3	2,7	A	B	C	
línea 5	46,25	3	2,7		B	C	
línea 18	45,72	3	2,7		B	C	
línea 19	45,69	3	2,7		B	C	
línea 11	44,41	3	2,7		B	C	D
línea 23	44,29	3	2,7		B	C	D
línea 14	44,19	3	2,7		B	C	D
línea 20	44,12	3	2,7		B	C	D
línea 9	41,04	3	2,7			C	D
línea 22	40,42	3	2,7			C	D
línea 21	29,78	3	2,7				D

El rango ahora es de aproximadamente 32 cm (29.78 a 61.68 cm), lo que equivale casi al doble del que se observó en la medición anterior. Esto señala que, durante la etapa de rápido alargamiento del tallo anterior a la floración y durante esta, las variaciones genéticas en la velocidad de crecimiento se hacen más grandes.

Surgen cuatro grupos más claros, que se identifican como A-D. La Línea 29 (61.68 cm) se destaca claramente en el Grupo A. Las Líneas 21 (29.78 cm) y 22 (40.42 cm) conforman el grupo más pequeño (C/D), lo que fortalece su perfil enano.

Crecimiento rápido y continuo (Línea 29), que mantuvo elevados índices de elongación a lo largo del ciclo; Crecimiento vigoroso en las primeras etapas, con una posterior desaceleración (Línea 15), que pasó de ser el más alto en las fases vegetativas iniciales a una posición media-alta (52.43 cm) durante la etapa reproductiva; Crecimiento constantemente bajo (Líneas 21, 22, 9), que evidenció tasas de elongación bajas en todas las mediciones. De acuerdo con Carmona & Forestal, (1998) en esta etapa empieza la transición a la etapa reproductiva.

Tabla 17 Esquema del ADEVA alturas 14/6/2025

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Hibrido	3771,54	30	125,72	3,32	<0,0001	**
repetición	434,88	2	217,44	5,74	0,0052	*
Error	2271,01	60	37,85			
Total	6477,43	92				

Tabla 18 alturas 14/6/2025

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=21,29578						
Error: 43,6434 gl: 60						
Híbrido	Medias	n	E.E.			
línea 4	84,43	3	3,81	A		
línea 29	77,49	3	3,81	A	B	
línea 28	76,87	3	3,81	A	B	
línea 24	75,41	3	3,81	A	B	
línea 26	74,48	3	3,81	A	B	C
línea 10	74,36	3	3,81	A	B	C
línea 15	73,73	3	3,81	A	B	C
línea 1	72,99	3	3,81	A	B	C
línea 14	72,06	3	3,81	A	B	C
línea 31	71,94	3	3,81	A	B	C
línea 27	71,92	3	3,81	A	B	C
línea 25	70,95	3	3,81	A	B	C
línea 30	70,5	3	3,81	A	B	C
línea 8	70,19	3	3,81	A	B	C
línea 3	69,16	3	3,81	A	B	C
línea 16	68,47	3	3,81	A	B	C
línea 6	68,25	3	3,81	A	B	C
línea 23	67,45	3	3,81	A	B	C
línea 17	67,37	3	3,81	A	B	C
línea 11	67,36	3	3,81	A	B	C
línea 7	66,91	3	3,81	A	B	C
línea 12	66,33	3	3,81	A	B	C
línea 5	66,25	3	3,81	A	B	C
línea 13	64,61	3	3,81	A	B	C
línea 2	64,08	3	3,81	A	B	C
línea 19	63,99	3	3,81	A	B	C
línea 18	63,12	3	3,81		B	C
línea 20	61,28	3	3,81		B	C
línea 21	57,88	3	3,81		B	C
línea 9	56,64	3	3,81		B	C
línea 22	53,22	3	3,81			C

El rango es de aproximadamente 31 cm (53.22 a 84.43 cm), parecido al anterior, lo que indica que el crecimiento en vertical ya se había ralentizado o detenido de forma significativa.

La Línea 4 (84.43 cm) se convierte en la más elevada, por encima de la Línea 29 (77.49 cm), que había liderado las mediciones previas. Esto señala que, en las fases más recientes, la Línea 4 ha mantenido una tasa de crecimiento bastante estable.

Las líneas 22 (53.22 cm), 9 (56.64 cm) y 21 (57.88 cm) continúan siendo las de menor altura, lo que ratifica su arquitectura enana como una característica estable.

De acuerdo con Stiven & Hernandez,(2007) en esta etapa se marca la acumulación de nutrientes por parte de la planta para pasar vegetativa a reproductiva.

Tabla 19 Esquema del ADEVA alturas 28/6/2025

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Hibrido	11732,17	30	391,07	2,27	0,0034	*
repetición	87,33	2	43,67	0,25	0,7766	NS
Error	10318,49	60	171,97			
Total	22137,99	92				

Tabla 20 alturas 28/6/2025

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=41,76156					
Error: 167,8359 gl: 60					
Híbrido	Medias	n	E.E.		
línea 29	137,96	3	7,48	A	
línea 1	136,72	3	7,48	A	B
línea 4	129,9	3	7,48	A	B
línea 5	126,6	3	7,48	A	B
línea 31	126,1	3	7,48	A	B
línea 26	125,04	3	7,48	A	B
línea 2	124,21	3	7,48	A	B
línea 25	123,25	3	7,48	A	B
línea 23	120,72	3	7,48	A	B
línea 6	119,51	3	7,48	A	B
línea 3	119,22	3	7,48	A	B
línea 24	115,99	3	7,48	A	B
línea 27	112,63	3	7,48	A	B
línea 8	112,23	3	7,48	A	B
línea 7	112,22	3	7,48	A	B
línea 9	110,68	3	7,48	A	B
línea 16	108,18	3	7,48	A	B
línea 14	108,14	3	7,48	A	B
línea 20	107,91	3	7,48	A	B
línea 11	106,84	3	7,48	A	B
línea 28	106,08	3	7,48	A	B
línea 19	105,95	3	7,48	A	B
línea 13	104,34	3	7,48	A	B
línea 15	103,96	3	7,48	A	B
línea 22	103,35	3	7,48	A	B
línea 12	102,51	3	7,48	A	B
línea 10	101,91	3	7,48	A	B
línea 30	101,7	3	7,48	A	B
línea 17	100,54	3	7,48	A	B
línea 18	97,06	3	7,48	A	B
línea 21	95,02	3	7,48		B

Al examinar la altura en su valor absoluto final, se nota que el rango es de 95 a 138 cm. Las líneas 29, 1 y 4 se destacan como las más altas al final (>129 cm), mientras que las más bajas (<101 cm) son las líneas 18, 21 y 17. No obstante, la prueba de Tukey, que tiene una Diferencia Mínima Significativa muy amplia (DMS=41.76 cm), ubica a casi todos los genotipos en un único grupo homogéneo (Grupos A/B). Esto señala que, desde una perspectiva estrictamente estadística, las variaciones numéricas vistas en el campo son mayormente no significativas. Esto contrasta con la distinción visual y agronómica que estos mismos rangos de altura muestran.

De acuerdo con Reyes González , (2021) la planta de maíz tiene un crecimiento explosivo que luego se desacelerara ,usualmente relacionada al desarrollo completo de la panoja y aparecimiento de los primeros pelos que darán origen alas mazorcas.

Tabla 21 Esquema del ADEVA alturas 14/7/2025

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Hibrido	7500,24	30	250,01	2,5	0,0013	**
repetición	153,67	2	76,84	0,77	0,4683	NS
Error	6000,9	60	100,01			
Total	13654,81	92				

Tabla 22 alturas 14/7/2025

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=32,11718						
Error: 99,2673 gl: 60						
Híbrido	Medias	n	E.E.			
línea 29	145,43	3	5,75	A		
línea 1	143,41	3	5,75	A	B	
línea 5	142,09	3	5,75	A	B	C
línea 4	141,31	3	5,75	A	B	C
línea 26	140,4	3	5,75	A	B	C
línea 25	139,1	3	5,75	A	B	C
línea 14	137,42	3	5,75	A	B	C
línea 31	135,32	3	5,75	A	B	C
línea 8	133,94	3	5,75	A	B	C
línea 23	131,33	3	5,75	A	B	C
línea 7	130,1	3	5,75	A	B	C
línea 15	129,22	3	5,75	A	B	C
línea 28	128,89	3	5,75	A	B	C
línea 24	128,38	3	5,75	A	B	C
línea 6	127,3	3	5,75	A	B	C
línea 19	126,39	3	5,75	A	B	C
línea 2	126,13	3	5,75	A	B	C
línea 27	125,64	3	5,75	A	B	C
línea 10	125,13	3	5,75	A	B	C
línea 3	124,42	3	5,75	A	B	C
línea 11	124,22	3	5,75	A	B	C
línea 9	124,21	3	5,75	A	B	C
línea 16	124,13	3	5,75	A	B	C
línea 13	122,7	3	5,75	A	B	C
línea 20	121,85	3	5,75	A	B	C
línea 30	120,99	3	5,75	A	B	C
línea 12	120,49	3	5,75	A	B	C
línea 21	117,37	3	5,75	A	B	C
línea 22	113,28	3	5,75		B	C
línea 18	113,06	3	5,75		B	C
línea 17	110,38	3	5,75			C

Las Líneas 29, 1, 5 y 4 dominaron el grupo de mayor altura (medias >137 cm), en tanto que las Líneas 17, 18 y 22 pertenecieron de manera constante al grupo de menor Altura (<114 cm). Esta evidente estratificación al término del ciclo confirma que los contrastes detectados en las primeras fases vegetativas se convirtieron en arquitecturas finales estables y diferenciadas.

La Línea 18 se estableció en el grupo de baja Altura (113.06 cm, Grupo C), validando su perfil de crecimiento limitado vinculado a su estrategia de precocidad. Por su parte, las Líneas 2 y 3 se posicionaron con firmeza dentro del grupo de Altura media (124-126 cm, Grupo B), lo que evidencia su táctica equilibrada que combina un vigor apropiado con otros rasgos adaptativos. Es digno de mención que la Línea 15, con un rendimiento óptimo, mostró una altura media-alta (de 129.22 cm). Según Taco Tenorio, (2017) en esta etapa ya comienza el llenado de grano.

Tabla 23 Esquema del ADEVA Alturas 2/8/2025

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Hibrido	6616,54	30	220,55	2,44	0,0016	**
repetición	770,64	2	385,32	4,27	0,0185	*
Error	5414,02	60	90,23			
Total	12801,19	92				

Tabla 24 alturas 2/8/2025

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=32,19557					
Error: 99,7525 gl: 60					
Híbrido	Medias	n	E.E.		
línea 14	158,38	3	5,77	A	
línea 4	157,11	3	5,77	A	
línea 8	156,35	3	5,77	A	
línea 15	154,43	3	5,77	A	B
línea 5	153,56	3	5,77	A	B
línea 7	152,8	3	5,77	A	B
línea 1	152,67	3	5,77	A	B
línea 10	151,15	3	5,77	A	B
línea 31	150,99	3	5,77	A	B
línea 29	150,31	3	5,77	A	B
línea 11	148,63	3	5,77	A	B
línea 19	148,59	3	5,77	A	B
línea 23	147,23	3	5,77	A	B
línea 25	146,06	3	5,77	A	B
línea 28	145,99	3	5,77	A	B
línea 27	145,91	3	5,77	A	B
línea 24	145,64	3	5,77	A	B
línea 16	145,03	3	5,77	A	B
línea 13	144,13	3	5,77	A	B
línea 6	142,37	3	5,77	A	B
línea 12	141,54	3	5,77	A	B
línea 3	141,18	3	5,77	A	B
línea 9	139,6	3	5,77	A	B
línea 30	139,45	3	5,77	A	B
línea 2	138,09	3	5,77	A	B
línea 26	135,54	3	5,77	A	B
línea 20	135,4	3	5,77	A	B
línea 21	134,76	3	5,77	A	B
línea 18	129,99	3	5,77	A	B
línea 22	129,29	3	5,77	A	B
línea 17	124,15	3	5,77		B

La Línea 14 (158.38 cm) es la de mayor altura. La Línea 4 (157.11 cm) continúa en su posición elevada. La Línea 29 (150.31 cm), que ocupó el primer lugar en casi todas las mediciones, se encuentra ahora en el décimo lugar.

Únicamente se diferencian los grupos A y B, con la Línea 17 (124.15 cm) únicamente en el grupo B. La DMS=32.19 cm continúa siendo alta. La Línea 14 (158 cm) no presenta diferencias significativas con la Línea 3 (141 cm) desde una perspectiva estadística.

De acuerdo con Soto , (2023) en esta fase, que es fundamental desde un punto de vista fisiológico, se determina el peso final del grano. La planta casi no crece más y sus recursos se utilizan para llenar el grano.

Tabla 25 Esquema ADEVA alturas 16/8/2025

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Hibrido	6689,82	30	222,99	2,54	0,0011	**
repetición	702,86	2	351,43	4	0,0233	*
Error	5267,6	60	87,79			
Total	12660,28	92				

Tabla 26 alturas 16/8/2025

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=31,63313					
Error: 96,2977 gl: 60					
Híbrido	Medias	n	E.E.		
línea 14	158,73	3	5,67	A	
línea 4	157,45	3	5,67	A	
línea 8	156,2	3	5,67	A	B
línea 5	155,65	3	5,67	A	B
línea 15	154,44	3	5,67	A	B
línea 1	153,83	3	5,67	A	B
línea 7	153,65	3	5,67	A	B
línea 31	150,9	3	5,67	A	B
línea 10	150,63	3	5,67	A	B
línea 29	150,58	3	5,67	A	B
línea 19	148,33	3	5,67	A	B
línea 11	148,33	3	5,67	A	B
línea 23	147,23	3	5,67	A	B
línea 25	146,14	3	5,67	A	B
línea 28	145,77	3	5,67	A	B
línea 24	145,74	3	5,67	A	B
línea 27	145,11	3	5,67	A	B
línea 16	145,03	3	5,67	A	B
línea 13	143,7	3	5,67	A	B
línea 6	142,65	3	5,67	A	B
línea 3	141,54	3	5,67	A	B
línea 12	141,46	3	5,67	A	B
línea 9	139,99	3	5,67	A	B
línea 30	139,45	3	5,67	A	B
línea 2	137,55	3	5,67	A	B
línea 20	135,4	3	5,67	A	B
línea 26	134,52	3	5,67	A	B
línea 21	134,4	3	5,67	A	B
línea 22	131,1	3	5,67	A	B
línea 18	130,12	3	5,67	A	B
línea 17	124,83	3	5,67		B

El monitoreo a través del tiempo de la altura de la planta, desde los primeros estadios vegetativos hasta la plena madurez de cosecha, mostró una dinámica de crecimiento compleja y distinta entre genotipos. El análisis secuencial reveló tres etapas: una fase de establecimiento homogéneo, en la que no se encontraron diferencias genéticas importantes; una fase de divergencia durante el crecimiento vegetativo rápido, donde aparecieron diferencias notables y la Línea 29 se destacó como la más alta; y una etapa final en la que algunos genotipos, como las Líneas 14, 4 y 8, superaron a la Línea 29. De acuerdo con Reséndiz Ramírez, (2017) esto probablemente se deba por variaciones en la senescencia tardía, el mantenimiento de la turgencia del tallo o la longitud final de la panoja.

Alturas final plantas

Tabla 27 Esquema del ADEVA Alturas finales

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
REPETICIÓN	6986,41	2	3493,2	12,07	<0,0001	**
Líneas	11243,89	30	374,8	1,3	0,195	NS
Error	17359,59	60	289,33			
Total	35589,89	92				

Tabla 28 Alturas de plantas clases

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=54,91640				
Error: 289,3265 gl: 60				
Líneas	Medias	n	E.E.	
20	128	3	9,82	A
18	131	3	9,82	A
19	133	3	9,82	A
9	136,33	3	9,82	A
3	142,33	3	9,82	A
2	143,33	3	9,82	A
17	144,33	3	9,82	A
5	148	3	9,82	A
29	148,67	3	9,82	A
22	150,33	3	9,82	A
23	151,67	3	9,82	A
10	152,33	3	9,82	A
13	152,67	3	9,82	A
31	154,33	3	9,82	A
24	157	3	9,82	A
15	158	3	9,82	A
28	160,33	3	9,82	A
7	160,67	3	9,82	A
11	161,67	3	9,82	A
4	161,67	3	9,82	A
12	161,67	3	9,82	A
14	161,67	3	9,82	A
27	162	3	9,82	A
1	162,33	3	9,82	A
16	162,67	3	9,82	A
30	163,33	3	9,82	A
8	163,67	3	9,82	A
26	164,67	3	9,82	A
21	165,33	3	9,82	A
25	167,33	3	9,82	A
6	168,33	3	9,82	A

Las líneas que comparten una letra no son estadísticamente diferentes

Se descubrió que las diferencias de altura entre los híbridos no tenían significancia estadística ($F=1.30$, $p=0.195$). Según el análisis, la Altura promedio general se mantuvo en un amplio rango, con H20 (128 cm) y H6 (168.33 cm) como extremos, pero estas diferencias no se debieron al genotipo. El test de Tukey ($DMS=54.92$ cm) corroboró que todos los híbridos son parte de un mismo conjunto estadístico, sin diferencias notables entre ellos. La impresión generalizada entre los técnicos y los agricultores es que una mayor altura de la planta con un rendimiento potencial más alto en maíz., no obstante, esta relación no está respaldada por evidencia científica Sólida según Flénet , (2001) que elementos como la eficiencia de absorción de luz, el reparto de asimilados y la estructura de las hojas tienen más impacto que la altura en sí misma , estos valores tienden a depender de la variedad.

Alturas de inserción de mazorca

Tabla 29 Esquema del ADEVA Alturas de inserción de mazorca

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
REPETICIÓN	523,12	2	261,56	2,2	0,12	NS
Líneas	5829,03	30	194,3	1,63	0,0536	NS
Error	7143,55	60	119,06			
Total	13495,7	92				

Tabla 30 altura de inserción de mazorca clases

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=35,22811					
Error: 119,0591 gl: 60					
Líneas	Medias	n	E.E.		
20	55	3	6,3	A	
19	71,67	3	6,3	A	B
18	73,33	3	6,3	A	B
9	75	3	6,3	A	B
2	76,67	3	6,3	A	B
26	76,67	3	6,3	A	B
22	78,33	3	6,3	A	B
5	78,33	3	6,3	A	B
3	80	3	6,3	A	B
17	80	3	6,3	A	B
14	81,67	3	6,3	A	B
15	81,67	3	6,3	A	B
24	81,67	3	6,3	A	B
21	81,67	3	6,3	A	B
28	83,33	3	6,3	A	B
23	85	3	6,3	A	B
25	85	3	6,3	A	B
16	85	3	6,3	A	B
10	86,67	3	6,3	A	B
8	86,67	3	6,3	A	B
29	86,67	3	6,3	A	B
12	86,67	3	6,3	A	B
13	86,67	3	6,3	A	B
4	88,33	3	6,3	A	B
27	88,33	3	6,3	A	B
31	91,67	3	6,3		B
1	91,67	3	6,3		B
30	91,67	3	6,3		B
11	91,67	3	6,3		B
6	95	3	6,3		B
7	95	3	6,3		B

Las líneas que comparten una letra no son estadísticamente diferentes

La altura de inserción de mazorca mostró una variación moderada entre las líneas estudiadas, con medidas que oscilaron entre los 55 cm (Línea 20) y los 95 cm (Líneas 6 y 7). Numero de mazorca

El análisis de varianza reveló que las distancias entre las líneas se acercaron al límite de significancia estadística ($F=1.63$, $p=0.0536$), aunque el impacto de las repeticiones no fue importante ($p=0.12$). La prueba de Tukey ($DMS=35.23$ cm) mostró que se formaron dos conjuntos estadísticos que se superponen: las líneas con menor altura de inserción (55 a 88.33 cm) conformaron el grupo "A", mientras que las de mayor altura (86.67 a 95 cm) constituyeron el grupo "B". Esta agrupación señala que, a pesar de la presencia de un gradiente de valores, las distinciones estadísticas evidentes solo se presentan entre los extremos del rango (como en el caso de la Línea 20 y las Líneas 6, 7, 11, 30 o 31). La mayor parte de las líneas (25 de 31) se situaron dentro de un intervalo más o menos homogéneo, entre 71.67 y 88.33 cm, lo que indica una conducta agronómica convergente para esta característica. En términos prácticos, la mayoría de los materiales presentan una altura media de inserción, lo que ayuda a estabilizar el cultivo, reduce el peligro de acame y hace más fácil la cosecha.

Desde la perspectiva de la agronomía, es conveniente que la altura de inserción de mazorca sea intermedia porque esto favorece la estabilidad del cultivo, disminuye el peligro de acame y hace más sencillas las tareas de recolección. En este sentido, la mayoría de las líneas evaluadas mostraron propiedades apropiadas, lo que sugiere un comportamiento agronómico positivo para esta variable.(Elizondo-Salazar, 2011)

Cantidad de mazorcas

Tabla 31 esquema de ADEVA Cantidad de mazorcas

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Líneas	2359,44	30	78,65	4,85	<0,0001	**
REPETICIÓN	9,43	2	4,72	0,29	0,7488	NS
Error	973,49	60	16,22			
Total	3342,36	92				

Tabla 32 número de mazorcas

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13,00460										
Error: 16,2248 gl: 60										
<u>Líneas</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>							
15,00	38,93	3	2,33	A						
2,00	37,57	3	2,33	A	B					
11,00	36,93	3	2,33	A	B	C				
1,00	36,77	3	2,33	A	B	C				
4,00	36,43	3	2,33	A	B	C	D			
3,00	35,73	3	2,33	A	B	C	D	E		
30,00	33,33	3	2,33	A	B	C	D	E	F	
20,00	33,23	3	2,33	A	B	C	D	E	F	
21,00	31,93	3	2,33	A	B	C	D	E	F	
18,00	31,57	3	2,33	A	B	C	D	E	F	
13,00	30,50	3	2,33	A	B	C	D	E	F	
14,00	30,40	3	2,33	A	B	C	D	E	F	G
6,00	30,07	3	2,33	A	B	C	D	E	F	G
16,00	30,00	3	2,33	A	B	C	D	E	F	G
26,00	29,67	3	2,33	A	B	C	D	E	F	G
12,00	29,50	3	2,33	A	B	C	D	E	F	G
5,00	28,93	3	2,33	A	B	C	D	E	F	G
22,00	28,60	3	2,33	A	B	C	D	E	F	G
28,00	27,33	3	2,33	A	B	C	D	E	F	G
29,00	27,27	3	2,33	A	B	C	D	E	F	G
19,00	27,27	3	2,33	A	B	C	D	E	F	G
8,00	27,10	3	2,33	A	B	C	D	E	F	G
24,00	25,93	3	2,33	A	B	C	D	E	F	G
7,00	25,23	3	2,33		B	C	D	E	F	G
17,00	25,10	3	2,33		B	C	D	E	F	G
25,00	24,67	3	2,33		B	C	D	E	F	G
10,00	24,10	3	2,33			C	D	E	F	G
27,00	23,43	3	2,33				D	E	F	G
23,00	23,17	3	2,33					E	F	G
9,00	22,50	3	2,33						F	G
31,00	17,40	3	2,33							G

Las líneas que comparten una letra no son estadísticamente diferentes Tukey (0,05)

La cantidad de mazorcas por línea presentó diferencias entre los materiales analizados, con cifras que fluctuaban entre 16 y 40 mazorcas. La media general fue de 28,8 mazorcas y la desviación estándar de 5,42, lo que muestra una variabilidad moderada entre las líneas analizadas. La mediana fue 28 mazorcas, lo que sugiere que más de la mitad de los materiales tuvieron valores próximos a este intervalo.

Se observó que la concentración más alta de líneas se encontraba entre 26 y 32 mazorcas, lo cual indica una conducta relativamente uniforme en la mayoría de los tratamientos. No obstante, se detectaron líneas con valores más altos, llegando hasta 40 mazorcas en la línea 1, lo que indica un potencial de producción mayor, y líneas con cifras más bajas, como 16 mazorcas en la línea 31, que podrían estar vinculadas a factores genéticos, problemas de establecimiento o condiciones ambientales desfavorables durante las fases cruciales del cultivo.

En términos agronómicos, si las mazorcas tienen un desarrollo y llenado de grano apropiados, su cantidad está directamente vinculada con el rendimiento potencial del cultivo (Zambrano Rivera, 2022) .

Longitud de mazorca

Tabla 33 Esquema del ADEVA Longitud de mazorcas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Líneas	91,33	30	3,04	6,42	<0,0001	**
REPETICIÓN	1,67	2	0,83	1,76	0,1815	NS
Error	28,46	60	0,47			
Total	121,45	92				

Tabla 34 Longitud de mazorcas

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,22359							
Error: 0,4743 gl: 60							
Líneas	Medias	n	E.E.				
7	19,47	3	0,4	A			
27	19,37	3	0,4	A			
18	18,43	3	0,4	A	B		
14	18,3	3	0,4	A	B		
2	17,87	3	0,4	A	B	C	
22	17,87	3	0,4	A	B	C	
8	17,83	3	0,4	A	B	C	
26	17,8	3	0,4	A	B	C	
31	17,7	3	0,4	A	B	C	
28	17,67	3	0,4	A	B	C	
3	17,63	3	0,4	A	B	C	
9	17,63	3	0,4	A	B	C	
4	17,53	3	0,4	A	B	C	
6	17,5	3	0,4	A	B	C	
20	17,5	3	0,4	A	B	C	
29	17,47	3	0,4	A	B	C	
25	17,27	3	0,4	A	B	C	D
30	17,27	3	0,4	A	B	C	D
5	17,13	3	0,4		B	C	D
21	17,1	3	0,4		B	C	D
11	16,93	3	0,4		B	C	D
16	16,8	3	0,4		B	C	D
10	16,73	3	0,4		B	C	D
19	16,73	3	0,4		B	C	D
12	16,63	3	0,4		B	C	D
13	16,47	3	0,4		B	C	D
1	16,37	3	0,4		B	C	D
17	15,77	3	0,4			C	D
24	15,7	3	0,4			C	D
15	15,2	3	0,4				D
23	15,07	3	0,4				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

La longitud de la mazorca mostró diferencias entre las líneas analizadas, con cifras que variaron entre 16 y 19 cm. La media fue de 17,4 cm, lo que señala una conducta relativamente uniforme entre los materiales analizados. Bajo las condiciones experimentales, la mayor parte de las líneas se centraron en el intervalo de 17 a 18 cm, lo que demuestra una estabilidad fenotípica para esta variable.

Las líneas que llegaron a longitudes máximas de 19 cm muestran un desarrollo más óptimo del órgano reproductivo. Esto podría estar vinculado con una mayor capacidad de llenado del grano y, tal vez, con un rendimiento superior., mientras que las de 16 presentan

La longitud de la mazorca es un referente importante del potencial productivo desde el ángulo agronómico, porque generalmente tiene una correlación positiva con el número de granos por mazorca y el peso final del grano.(Blandón R, 2021)

Diámetro de mazorca

Tabla 35 Esquema del ADEVA Diámetro de mazorca

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Líneas	7,1	30	0,24	3,85	<0,0001	**
REPETICIÓN	0,99	2	0,49	8,03	0,0008	**
Error	3,69	60	0,06			
Total	11,77	92				

Tabla 36 Diámetro de mazorcas

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,80029							
Error: 0,0614 gl: 60							
Líneas	Medias	n	E.E.				
17	4	3	0,14	A			
1	4,1	3	0,14	A	B		
31	4,17	3	0,14	A	B	C	
23	4,2	3	0,14	A	B	C	
25	4,3	3	0,14	A	B	C	D
27	4,3	3	0,14	A	B	C	D
15	4,4	3	0,14	A	B	C	D
10	4,4	3	0,14	A	B	C	D
14	4,4	3	0,14	A	B	C	D
29	4,4	3	0,14	A	B	C	D
2	4,43	3	0,14	A	B	C	D
26	4,47	3	0,14	A	B	C	D
28	4,53	3	0,14	A	B	C	D
30	4,57	3	0,14	A	B	C	D
7	4,6	3	0,14	A	B	C	D
21	4,63	3	0,14	A	B	C	D
24	4,67	3	0,14	A	B	C	D
8	4,67	3	0,14	A	B	C	D
4	4,67	3	0,14	A	B	C	D
13	4,7	3	0,14	A	B	C	D
9	4,73	3	0,14	A	B	C	D
22	4,73	3	0,14	A	B	C	D
16	4,8	3	0,14	A	B	C	D
12	4,83	3	0,14		B	C	D
20	4,83	3	0,14		B	C	D
11	4,87	3	0,14		B	C	D
6	4,87	3	0,14		B	C	D
18	4,9	3	0,14		B	C	D
3	4,93	3	0,14			C	D
5	5,07	3	0,14				D
19	5,1	3	0,14				D

Las líneas que comparten una letra no son estadísticamente diferentes

Las líneas que fueron evaluadas presentaron variaciones en el diámetro de la mazorca, con medidas que oscilaban entre 4 y 5 cm; este rango es típico de materiales de maíz con un desarrollo morfológico adecuado. Bajo las condiciones agroclimáticas del ensayo, el diámetro medio fue de 4,7 cm, lo que muestra una tendencia a mazorcas de diámetro medio a alto.

La mayor parte de las líneas mostró un diámetro de 5 cm, lo que indica una formación apropiada del grano y un proceso de llenado adecuado, probablemente relacionado con una translocación efectiva de fotoasimilados en la etapa reproductiva. Por el contrario,

Desde la perspectiva de la producción, el diámetro de la mazorca está estrechamente vinculado con el peso y el número de filas de granos; por ello, diámetros más grandes tienden a favorecer el rendimiento por hectárea. (Reynoso ., 2020)

Peso de mazorca en gramos

Tabla 37 Esquema del ADEVA Peso de mazorca en gramos

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Líneas	175326,11	30	5844,2	1,09	0,3778	NS
REPETICIÓN	37097,76	2	18548,88	3,46	0,0377	*
Error	321321,65	60	5355,36			
Total	533745,53	92				

Tabla 38 peso de mazorca

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=236,26660				
Error: 5355,3609 gl: 60				
Líneas	Medias	n	E.E.	
31	465,63	3	42,25	A
7	373,8	3	42,25	A
27	373,47	3	42,25	A
12	358,23	3	42,25	A
6	357,27	3	42,25	A
26	356,57	3	42,25	A
9	348	3	42,25	A
28	346,33	3	42,25	A
22	341,6	3	42,25	A
11	329,6	3	42,25	A
21	328,8	3	42,25	A
8	319,47	3	42,25	A
16	317,57	3	42,25	A
29	317	3	42,25	A
24	314,6	3	42,25	A
30	312,27	3	42,25	A
18	312,23	3	42,25	A
17	308,4	3	42,25	A
19	299,6	3	42,25	A
2	293,3	3	42,25	A
14	292,77	3	42,25	A
5	289,3	3	42,25	A
20	289,23	3	42,25	A
15	288,5	3	42,25	A
3	286,97	3	42,25	A
23	281,33	3	42,25	A
13	279,47	3	42,25	A
10	269,03	3	42,25	A
4	255,63	3	42,25	A
25	251,6	3	42,25	A
1	250,1	3	42,25	A

La mazorca tuvo una variación significativa en el peso entre las líneas estudiadas, con valores que oscilaban entre los 250,10 g (Línea 1) y los 465,63 g (Línea 31). No obstante, el análisis de varianza reveló que las disparidades entre líneas no tuvieron significancia estadística ($F=1,09$, $p=0,3778$).

La prueba de Tukey ($\alpha=0,05$, $DMS=236.27$ g) mostró que todas las medias de peso de mazorca pertenecen a una sola categoría homogénea de relevancia ("A"). Esto quiere decir que, aunque se ha observado un rango amplio una diferencia de 215,53 g entre los extremos, no se han encontrado diferencias estadísticas notables entre el peso de las mazorcas de los distintos híbridos bajo las condiciones experimentales de esta investigación.

Peso de mazorca convertido a hectáreas

Tabla 39 esquema del ADEVA Peso de mazorca por hectárea

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Líneas	122,97	30	4,1	0,85	0,6826	NS
REPETICIÓN	10,67	2	5,33	1,1	0,338	NS
Error	289,74	60	4,83			
Total	423,39	92				

Tabla 40 peso por hectárea

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,09479				
Error: 4,8291 gl: 60				
Líneas	Medias	n	E.E.	
11	10,57	3	1,27	A
2	10,53	3	1,27	A
7	10,13	3	1,27	A
6	10,13	3	1,27	A
26	10,07	3	1,27	A
12	9,97	3	1,27	A
3	9,97	3	1,27	A
15	9,8	3	1,27	A
20	9,53	3	1,27	A
30	9,5	3	1,27	A
1	9,5	3	1,27	A
5	9,4	3	1,27	A
22	9,23	3	1,27	A
13	8,97	3	1,27	A
18	8,87	3	1,27	A
4	8,87	3	1,27	A
16	8,83	3	1,27	A
28	8,7	3	1,27	A
21	8,57	3	1,27	A
14	8,47	3	1,27	A
29	8,4	3	1,27	A
9	8,37	3	1,27	A
8	8,33	3	1,27	A
17	8,33	3	1,27	A
27	8,3	3	1,27	A
19	8,3	3	1,27	A
10	7,53	3	1,27	A
24	7,53	3	1,27	A
23	6,57	3	1,27	A
31	6,23	3	1,27	A
25	6,03	3	1,27	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Entre los 31 híbridos analizados, no se identificaron variaciones en el peso de mazorca por hectárea que fueran estadísticamente relevantes ($F=0,85$, $p=0,6826$). El efecto de las repeticiones no fue significativo tampoco ($p=0,338$), lo que sugiere una mayor uniformidad ambiental para esta variable en comparación con otras características evaluadas.

La ausencia de diferencias perceptibles entre genotipos fue confirmada por la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$), que determinó que todas las líneas pertenecen a un solo grupo homogéneo de medias ("A"). El rango observado (de 6,03 a 10,57 t/ha) no muestra variaciones genéticas importantes bajo las condiciones experimentales de este estudio.

La variable peso es una de las que se busca calificar un filtro de cuello de botella artificial el filtro es de 8 toneladas métricas por hectárea, considerando las variedades que se igualan o superan esta cifra. Este límite actúa como un punto de referencia que posibilita distinguir entre los materiales con un verdadero potencial comercial y aquellos que, en el entorno estudiado, afrontan barreras productivas insalvables. Según Aliyu (2021), la capacidad mínima de producción de los híbridos comerciales de maíz bajo condiciones favorables es aproximadamente de 8 toneladas por hectárea.

Tabla 41 líneas ≥ 8 t/ha

Línea	Media (t/ha)
11	10.57
2	10.53
7	10.13
6	10.13
26	10.07
12	9.97
3	9.97
15	9.80
20	9.53
30	9.50
1	9.50
5	9.40
22	9.23
13	8.97
18	8.87
4	8.87
16	8.83
28	8.70
21	8.57
14	8.47
29	8.40
9	8.37
8	8.33
17	8.33
27	8.30
19	8.30

De las 31 líneas de maíz analizadas, 25 (80.6%) sobrepasaron el umbral mínimo de 8 t/ha fijado como estándar para híbridos comerciales en condiciones ideales (Aliyu, 2021), evidenciando de esta manera un potencial productivo factible. Estas líneas elegidas tienen un rango de rendimiento que va de 8.30 t/ha (L19) a 10.57 t/ha (L11). Se observa una variabilidad moderada, aunque no hay diferencias significativas desde el punto de vista estadístico entre ellas. En cambio, seis líneas (19.4%) —L10, L24, L23, L31, L25 y L19— no alcanzaron el umbral establecido y poseen promedios que oscilan entre 6.03 y 7.53 t/ha; por esta razón se estima que tienen un potencial comercial limitado en el entorno analizado y se excluyen para fases futuras de selección.

Tabla de resultados

Tabla 42 Tabla de resultados

		LÍNEAS																														
VARIABLES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
		Variables agronómicas y morfológicas																														
Porcentaje emergencia		83%	82%	88%	76%	76%	77%	92%	75%	75%	59%	67%	67%	83%	69%	88%	84%	77%	67%	71%	58%	70%	73%	72%	80%	78%	75%	80%	53%	82%	84%	63%
Floración. M		90	82	99	90	87	82	113	82	91	117	94	107	82	103	93	83	99	78	103	115	128	109	131	112	124	108	103	129	99	98	107
Floración. F		96	122	99	96	87	114	109	87	120	128	109	129	103	113	109	116	123	121	112	129	90	89	131	129	131	124	109	89	108	119	135
Alt.planta		162	143	142	162	148	168	161	164	136	152	162	162	153	162	158	163	144	131	133	128	165	150	152	157	167	165	162	160	149	163	154
Alt.mz		92	77	80	88	78	95	95	87	75	87	92	87	87	82	82	85	80	73	72	55	82	78	85	82	85	77	88	83	87	92	92
		Variables a evaluar de rendimiento																														
Long. mz		16	18	18	17	17	18	19	18	18	17	17	17	17	18	16	17	16	18	17	17	17	18	16	16	17	18	19	18	17	17	18
Diam.mz		4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4
N.º mz		40	37	35	37	29	31	25	28	23	25	35	30	30	31	39	29	26	30	28	32	30	28	23	26	26	28	23	26	27	33	16
Peso por hectárea		9,39	10,51	9,76	8,92	9,41	10,18	9,96	8,44	8,23	7,18	10,61	9,95	8,99	8,55	9,81	8,79	8,03	8,82	8,48	9,30	8,57	9,10	6,42	7,53	6,08	9,52	8,30	8,71	8,40	9,54	6,22

Para seleccionar las líneas de maíz que sean prometedoras y se ajusten a las condiciones edafoclimáticas del Campus Salache, es esencial implementar una estrategia artificial de cuello de botella, siguiendo el principio de selección intensiva que se emplea en los programas de mejoramiento genético. El método Wilkinson-Finley o método del cuello de botella artificial actúa como un filtro fenotípico estricto que reproduce condiciones de selección natural intensificada. Este proceso fuerza la aparición de las propiedades genéticas más adecuadas y descarta los materiales que no alcanzan los umbrales mínimos establecidos para cada variable crítica, los umbrales se marcan según datos históricos los cuales se busca igualar o superar. Este método es particularmente útil cuando se trabaja con poblaciones segregantes o grupos de germoplasma variado, ya que al centrar el trabajo evaluativo en un pequeño subconjunto de materiales muy prometedores, acelera la identificación de genotipos. (WILKINSON & FINLAY, 1963)

El primer filtro aplicado en el cuello de botella artificial en este estudio fue la capacidad germinativa y de emergencia, con un límite mínimo del 80%. La importancia primordial de la fase inicial de establecimiento en el ciclo del maíz es el fundamento de este criterio. En general, una proporción de urgencia que no llegue al 80% lleva a posiciones desiguales y a una reducción en la efectividad del aprovechamiento de los recursos medioambientales (Sowmya, 2018) La germinación no solo señala la viabilidad fisiológica de la semilla, sino que también evidencia el potencial del genotipo para superar las barreras biológicas y físicas que existen en el Campus Salache.

El segundo filtro fue un rendimiento mínimo de 8 toneladas por hectárea. Este umbral es un punto de referencia que permite diferenciar entre los materiales con un auténtico potencial comercial y aquellos que, en el ambiente analizado, enfrentan limitaciones productivas insuperables. Teniendo en cuenta que, conforme a Aliyu, (2021) la capacidad mínima de producción de los híbridos comerciales de maíz en condiciones óptimas es alrededor de 8 toneladas por hectárea.

El tercer filtro fue la sincronía floral, que eliminó las líneas con más de 20 días de diferencia entre la floración femenina y masculina. De acuerdo con Nleya, (2019), se estableció este valor porque, si la discrepancia entre anthesis y emergencia de estigmas es excesivamente amplia, el polen que genera la panoja puede perder viabilidad o los estigmas del gineceo pueden secarse antes de ser fecundados, lo que pone en peligro seriamente la formación del grano.

Los cinco híbridos de maíz 1, 3, 7, 15 y 27 que rebasaron los tres filtros de selección establecidos: que la emergencia sea igual o mayor al 80%, el rendimiento sea igual o mayor a las ocho toneladas por hectárea y la sincronía floral no exceda los veinte días. La germinación confiable (80-92%), una sincronía floral apropiada (diferencia de 0 a 15 días) y una arquitectura de planta equilibrada son características agronómicas favorables que se combinan con un buen potencial de rendimiento (entre 8,30 y 9,96 t/ha), haciendo que estos materiales sean genotipos prometedores para los programas de evaluación agronómica avanzada y mejora.

Tabla 43 Híbridos con mejor equilibrio de características

Híbrido	Emergencia	Rendimiento (t/ha)	Alt. Planta (cm)	Alt. Mazorca (cm)	Diferencia Floración (días)	N.º Maz/planta	Long. × Diam. Mazorca (cm)
1	83%	9,39	162	92	6 días (90M/96F)	40	16 × 4
3	88%	9,76	142	80	0 días (99M/99F)	35	18 × 5
7	92%	9,96	161	95	4 días (113M/109F)	25	19 × 5
15	88%	9,81	158	82	15 días (93M/108F)	39	16 × 4
27	80%	8,3	162	88	6 días (103M/109F)	23	19 × 4

De los 31 híbridos estudiados, solo cinco (1, 3, 7, 15 y 27) superaron los tres filtros de selección: un rendimiento mínimo de ocho toneladas por hectárea (≥ 8 t/ha), una emergencia mínima del ochenta por ciento ($\geq 80\%$) y una sincronía floral máxima de veinte días (≤ 20 días). Estos materiales son sobresalientes porque tienen rasgos agronómicos favorables y proporcionan un rendimiento competitivo.

El híbrido 7 se distingue por tener la emergencia más temprana (92%) de todas las líneas analizadas, además del rendimiento más alto del grupo (9,96 t/ha) y una sincronización de las flores muy buena (4 días). Para la producción comercial, este perfil es un candidato extraordinario debido a su elevada viabilidad inicial y productividad.

El híbrido 3 se distingue por una sincronización floral perfecta (0 días de diferencia), un porte de planta óptimo (142 cm) y un establecimiento muy fiable (88% de emergencia). La combinación de vigor inicial y precisión fenológica lo convierte en un material que tiene una eficacia y resiliencia particulares para circunstancias que puedan inducir estrés durante la etapa crítica de floración.

El híbrido 15 tiene un perfil muy equilibrado una emergencia de alta calidad (88%), una producción abundante y sostenida (9,81 t/ha) y un elevado número de mazorcas por planta (39), lo que hace que sea considerado como un genotipo confiable y productivo.

El híbrido 1 muestra una producción potencial excepcional, con 40 mazorcas por planta, la más alta del grupo. Esto está respaldado por un buen porcentaje de emergencia (83%) y una sincronía adecuada (6 días). Esta particularidad lo vuelve perfecto para sistemas de siembra con densidades de población medias o bajas, en los que es fundamental la expresión del rendimiento individual por planta.

Aunque las líneas 1, 3, 7, 15 y 27 poseen los mejores rasgos integrales, existen otras líneas con características notables que se deben considerar para futuros estudios. El híbrido 20 sobresale por tener una Altura de planta muy baja (128 cm) y una inserción de mazorca muy baja (55 cm), lo que es óptimo para resistir el acame. Aunque el híbrido 11 logró la producción más alta de todo el ensayo (10,61 t/ha), fue desechado debido a su escasa germinación (67%). El híbrido 6 mostró la altura de planta más alta (168 cm) y la altura de inserción de mazorca más alta (95 cm) en el estudio, lo que representa una arquitectura

extrema que resulta interesante para investigaciones fisiológicas. El híbrido 2 alcanzó la segunda mayor producción (10,51 t/ha) con una germinación adecuada (82%), pero con una notable asincronía en las flores (40 días). El híbrido 30 presentó un desempeño estable (9,54 toneladas por hectárea) y una germinación óptima (84%), con solo un día de desincronización (21 días). El híbrido 22 fue descartado por su germinación (73%), aunque mostró una sincronía floral exacta al límite (20 días) y un rendimiento competitivo (9,10 t/ha). El híbrido 26 demostró una combinación sobresaliente de altura (165 cm) y producción (9,52 t/ha), con la excepción de que falló en germinación (75%). El híbrido 13, con un rendimiento de 8,99 t/ha y una germinación adecuada (83%), fue excluido por tener una asincronía de 21 días.

11. CONCLUSIONES

Se identificaron cinco híbridos de maíz, específicamente los números 1, 3, 7, 15 y 27, como materiales que cumplen con las condiciones analizadas. Estos genotipos presentan diferentes perfiles de adaptación: el híbrido 7 es el más fiable para la producción comercial, ya que tiene la máxima emergencia del ensayo (92%) y el rendimiento más elevado del grupo (9.96 t/ha); por otro lado, el híbrido 3 se manifiesta como el más eficaz en situaciones de estrés durante la floración, gracias a su sincronía floral perfecta (0 días) y su porte óptimo (142 cm); El híbrido 15 proporciona una mezcla sólida de estabilidad y rendimiento, con un perfil muy equilibrado (88% emergencia, 9.81 t/ha, 39 mazorcas por planta); el híbrido 1 es ideal para sistemas con densidad media-baja y presenta la mayor capacidad reproductiva (40 mazorcas por planta); y el híbrido 27, que satisface los criterios mínimos de los tres filtros, constituye un genotipo eficaz dentro del umbral de selección.

La metodología de selección fue eficaz para reducir los genotipos de 31 a 5, con una tasa de selección del 16.1%, al enfocar el trabajo evaluativo en aquellos materiales que tienen combinaciones fenotípicas más elevadas.

12. RECOMENDACIONES

- Verificar su estabilidad de rendimiento y adaptación en diversas condiciones ambientales y de manejo agronómico, los cinco híbridos seleccionados 1, 3, 7, 15, 27 necesitan ser evaluados a través de pruebas multilocales y multianuales. De esta manera se confirma su potencial comercial.
- Es aconsejable conservar una gestión agronómica apropiada desde la siembra hasta después de la cosecha, con un foco particular en el control de malezas en los períodos cruciales de establecimiento y floración, así como en una fertilización equilibrada. Esto garantizará que se exprese el potencial genético de los híbridos seleccionados.
- Validar y Reevaluar de Líneas con Atributos Extremos Para las líneas 2, 4, 6, 11, 20, 22, 26 y 30 se aconseja ejecutar pruebas replicadas en diversos entornos. Estas líneas exhibieron características destacadas, aunque aisladas (germinación límite, arquitectura singular y alto rendimiento), que podrían demostrar un potencial comercial no detectado en el diseño experimental inicial bajo ciertas condiciones de manejo o en cruzamientos dirigidos.
- Examinar indicadores de calidad tanto nutricional como industrial aceite, dureza del grano, contenido proteico en los híbridos que sean prometedores para determinar

mercados concretos consumo humano, forraje e industria y elevar así su valor comercial.

- Como la emergencia fue un filtro esencial, se aconseja llevar a cabo ensayos de vigor y de envejecimiento acelerado en las semillas de los híbridos elegidos para asegurar que el cultivo se establezca con consistencia a nivel comercial.
- Ejecutar un análisis de costo-beneficio que confronte el rendimiento potencial de los híbridos seleccionados con sus gastos de semilla y administración sugerida, con el objetivo de dar prioridad a su traspaso a los productores.

Referencias-bibliográficas

- Adolfo, G., & Moreno, L. (2012). *Variabilidad del Crecimiento y Rendimiento del Cultivo de Maíz para Choclo (Zea mays L.) como Respuesta a Diferencias en las Propiedades Químicas del Suelo en la Sabana de Bogotá, Colombia*. 65(26), 6579–6583.
- Adolfo, G., & Moreno, L. (2025). *Establecimiento del cultivo de maíz*. <https://bfrrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/8ea02f0a-5db1-42bf-8492-06a702490928/content>
- Alban, G., Velásquez, J., Carvajal, F., & Caviedes, M. (2024). Estudio de la eficiencia productiva del maíz (*Zea mays L.*) amiláceo y duro en el Ecuador. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 16(2). <https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3401>
- Aliyu, K. T., Huising, J., Kamara, A. Y., Jibrin, J. M., Mohammed, I. B., Nziguheba, G., Adam, A. M., & Vanlauwe, B. (2021). Understanding nutrient imbalances in maize (*Zea mays L.*) using the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) approach in the Maize belt of Nigeria. *Scientific Reports*, 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95172-7>
- Álvarez, A., Vidal, V., Bojorquez, J., & García, D. (2022). Respuesta del maíz al impacto ambiental ocurrido en las etapas de floración y ciclo vegetativo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 38(10), 2035–2046.
- Ángeles-Gaspar, E., Ortiz-Torres, E., López, P. A., & López-Romero, G. (2010). Caracterización Y Rendimiento De Poblaciones De Maíz Nativas De Molcaxac, Puebla. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33(4), 287. <https://doi.org/10.35196/rfm.2010.4.287>
- Antúnez-Ocampo, O. M., Sabino-López, J. E., del Ángel Hernández-Galeno, C., & Espinosa-Rodríguez, M. (2023). Maize (*Zea mays L.*) yield in response to soil fertilization with nitrogen, phosphorus and silicon. *Terra Latinoamericana*, 41, 1–12. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V41I0.1682>
- Arias-Odón, F. (2023). *Investigación documental, investigación bibliométrica y revisiones Sistemáticas*. 9–28.
- Arnoldo, J., Castro-Nava, S., Alberto López-Santillán, J., Huerta, A. J., Trejo-López, C., & Briones-Encinia, F. (2006). Temperatura alta y estrés hídrico durante la floración en poblaciones de maíz tropical. *Revista Internacional de BOTANICA EXPERIMENTAL*, 75, 31–40.
- Beatriz, B., & Osorio, G. (2024). *Metodología de la investigación y análisis cuantitativo*.

https://www.researchgate.net/publication/389508393_Metodologia_de_la_Investigacion_y_Analisis_Cuantitativo

- Blandón R, J. O. (2021). Parámetros fenotípicos y genéticos de caracteres de la mazorca asociados al rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) cv NB-6, en postrera, Managua 2014. In *Universidad Nacional Agraria* (Vol. 1, Issue 1). <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnl73r457.pdf>
- Boada, R. y, & Espinosa, J. (2016). Factors affecting yield potential of open pollinated corn in small farmers' fields in the Ecuadorian highlands. *Siembra*, 3(1), 67–82. <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
- Cabrera Amat. (2018). INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue. In *Revista Ciencia e Investigación* (Vol. 1, Issue 4). <https://repositorio.iniap.gob.ec/>
- Carlos, Y., José, V., Diego, P., José, Z., Caicedo Marion, Herredia Jorge, Sangochiza Carlos, & Quimbita Alexis. (2010). El cultivo de maíz de altura. *Repositorio Digital INIAP*, 96.
- Carmona, R. I., & Forestal, I. (1998). *Ciclo de mejoramiento genético*. 49–64.
- Chávez, R., Schmidt, W., & Gutiérrez, G. (2009). Transferencia de genes de precocidad y tolerancia al frío a poblaciones híbridas de maíz en zonas altoandinas del sur del Perú. *Idesia*, 27(1), 67–82. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-68849119458&partnerID=tZOtx3y1>
- Corcuera, V. R. (2012). *Desarrollo y evaluación de nuevo germoplasma de maíz (Zea mays L.) para*. 355. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/16382>
- Corona-Mendoza, E., Martínez-Rueda, C. G., & Estrada-Campuzano, G. (2018). Determinantes del peso de grano en cultivares nativos e híbridos de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(8), 1479–1494. <https://doi.org/10.29312/remexca.v3i8.1315>
- Elizondo-Salazar, J. A. (2011). Influencia de la variedad y altura de cosecha sobre el rendimiento y valor nutritivo de maíz para ensilaje. *Agronomía Costarricense*, 35(2), 105–111. <https://doi.org/10.15517/rac.v35i2.6683>
- Fassio, A. (1998). *Maíz : aspectos sobre fenología y características meteorológicas*. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2844/1/111219240807135855.pdf>
- Figuroa, S. (2020). Conspiraciones vegetales en la narrativa de Juan Cárdenas. *Cuadernos Materialistas*, 5. https://www.academia.edu/45093924/Conspiraciones_vegetales_en_la_narrativa_de_Juan_Cárdenas_Sebastián_Figuroa_Cuadernos_materialistas_2020_?auto=download
- Flénet, F., Kiniry, J. R., Board, J. E., Westgate, M. E., Reicosky, D. C., Sánchez, S. M. M., Escalante, J. A. S. E., Rodríguez, M. T. G., Rodríguez, W., De la Casa, A., Ovando, G., Bressanini, L., Martínez, J., & Rodríguez, A. (2001). Área Y Ángulo Foliar, Coeficiente De Extinción De Luz Y Su Relación Con La Biomasa Y Rendimiento En Genotipos De Maíz. *Agronomía Colombiana*, 28(1), 62–73. <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/InterceptacinLuzfotosntesisdosel.pdf>
- Flores, R. G. M. y H. D. (2016). *Evaluación de la estabilidad y adaptabilidad de híbridos de maíz de grano blanco y amarillo en* (Issue May 2015). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4654.2880>

- Fuertes Lázaro, S. J., Pardo Sanclemente, G., Cirujeda Ranzenberger, A., & Taberner Palou, A. (2015). TEOSINTE (*Zea mays* spp.), una nueva mala hierba del maíz: situación actual y medidas de erradicación. *Phytoma España*, 24–27.
- García-hernández, G., Estrada-campuzano, G., & López-sandoval, J. A. (2022). *respuesta a densidad y fecha de siembra en Toluca Introducción*. 1–14.
- García-López, D., & Hernández, R. A. (2023). Estudio de altas densidades de siembra en la producción de maíz (*Zea mays*) híbrido. *Revista Tecnología En Marcha*, 36, 160–168. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i4.6427>
- García Cabrera, J. M., Castro Piguave, C. A., & Moreno Mera, G. M. (2021). Estudio de la fertilización química y orgánica y su efecto en el cultivo de Maíz (*Zea mays*), en una comuna. *Revista Alfa*, 5(14), 145–152. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.105>
- Garófalo, & Ponce. (2019). Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales. In *INIAP Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias, EC* (Vol. 1, Issue 111). <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391>
- Giménez, L. (2012). Producción de maíz con estrés hídrico provocado en diferentes etapas de desarrollo. *Agrociencia*, 16(2), 92–102. <https://doi.org/10.31285/agro.17.544>
- Giraldeli, A. N. A. L., Fontanetti, A., & Santos, O. D. O. S. (2019). *Weed control in organic maize crop with direct sowing El control de malezas en cultivos de maíz orgánico en la siembra directa*. 13(2), 228–236. <https://doi.org/http://doi.org/10.17584/rcch.2019v13i2.10594>
- Guerra -Claudia, J. A., & Barreiro, M. (2019). El registro como instrumento de recolección de datos: de la observación a la “Investigación basada en las Artes.” *Estudios Sobre Arte Actual*, ISSN 2340-6062, N°. 7, 2019 (Ejemplar Dedicado a: CONGRESO INTERNACIONAL IDEA '19. FACULTAD DE ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA (ECUADOR)), Págs. 269-274, 7(7), 269–274. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7067420&info=resumen&idioma=EN> G
- Guzmán Luna, L., Quevedo Nolasco, A., Pascual Ramírez, F., Bolaños González, M. A., & Guzmán Luna, J. R. (2023). Variación temporal de los requerimientos de riego en maíz método Rodionov en DR001, Pabellón, Aguascalientes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(5). <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i5.3084>
- Hamawaki, R. L., Hamawaki, O. T., Paula, A., Nogueira, O., Divina, C., Hamawaki, L., Sousa, L. B., Lightfoot, D. A., & Kantartzi, S. K. (2015). *Adaptability and Stability Analysis of Soybean Genotypes Using Toler and Centroid Methods Raphael*. June, 1509–1518.
- Hernandez-Trejo, A., López-Santillán, J. A., Estrada-Drouaillet, B., Reséndiz-Ramírez, Z., Coronado-Blanco, J. M., & Malvar, R. A. (2023). Aptitud combinatoria y efectos recíprocos de la precocidad en poblaciones nativas de maíz de Tamaulipas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(2), 171–183. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i2.2990>
- Hidalgo-Sánchez, M. G. (2018). Evaluación morfológica y fisiológica de arquetipos de maíz. *Colegio De Postgraduados*, 1–93. http://colposdigital.colpos.mx:8080/bitstream/handle/10521/3133/Hidalgo_Sanchez_MG_MC_Fisiologia_Vegetal_2018.pdf?sequence=1

- Hurtado De Barrera, J. (2014). *La definición de investigación*.
<https://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/1719/hurtado-de-barrera-metodologicc81a-de-la-inve.pdf>
- Inche M., J., Andía C., Y., Huamanchumo V., H., López O., M., Vizcarra M., J., & Flores C., G. (2014). PARADIGMA CUANTITATIVO: Un Enfoque Empírico y Analítico. *Industrial Data*, 6(1), 023. <https://doi.org/10.15381/idata.v6i1.5938>
- Keeley, T. (2020). Notes on Research Methods. *Reagan's Gun-Toting Nuns*, 251–252. <https://doi.org/10.1515/9781501750762-012>
- Lee, E. A., & Tollenaar, M. (2007). Physiological basis of successful breeding strategies for maize grain yield. *Crop Science*, 47(SUPPL. DEC.). <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.04.0010IPBS>
- Lizeth, M., & Hernández, L. (2023). *Ciencia Unisalle Establecimiento de un cultivo de maíz (Zea mays) en el municipio de Castilla La Nueva , Meta como modelo participativo teórico- practico y de caracterización de los agricultores*.
<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=0ade0bccd0f293d6211df9f797d56546eeee5da2e16b52ff45bf31719a6eb61aJmltdHM9MTc2ODM0ODgwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=32144223-045f-69d3-3045-57d90545681b&psq=problemas+de+establecimiento+en+maíz+.pdf&u=a1aHR0cHM6Ly9jaWVuY2lhLmxhc2>
- López Gómez, J. A., & Van Loon, J. (2018). Evaluación agrotécnica de implementos manuales para la siembra de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 21, 4258–4269. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i21.1524>
- Luis Rodríguez Larramendi, F. G. H. J. O. C. , J. R. M. G. y R. O. P. (2019). Crecimiento E Índice De Cosecha De Variedades Locales De Maíz. *Inca*, 37(3), 137–145. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1404.6967>
- Marcial Pablo, M. de J., Ojeda Bustamante, W., Jiménez Jiménez, S. I., & Ontiveros Capurata, R. E. (2019). Estimación De La Altura Del Cultivo De Maíz Usando Imágenes RGB Obtenidas Con Un Dron. *Quinto Congreso Nacional de Riego y Drenaje*.
<https://www.riego.mx/congresos/comeii2019/docs/ponencias/extenso/COMeII-19001.pdf>
- Martínez Rengel, Á., Álvarez Morejon, C., Torres Cedeño, M., & Renteria Valencia, N. (2021). Valoración de experto sobre la germinación de la semilla de maíz. *Revista Alfa*, 5(15), 417–427. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i15.127>
- Moya, M. N. (2021). “*DETERMINACIÓN DE ZONAS APTITUDINALES PARA LOS CULTIVOS DE MAÍZ (ZEA MAYS) Y PAPA (SOLANUM TUBEROSUM), MEDIANTE UN MODELO GEOGRÁFICO EN LA PARROQUIA DE MULALILLO, PROVINCIA DE COTOPAXI 2020-2021*”. 6.
- Nleya, T., Chungu, C., & Kleinjan, J. (2019). *Corn Growth and Development*. 1–10. https://www.researchgate.net/publication/331683778_Corn_Growth_and_Development
- Osorio Santiago, V. J. (2022). *PRODUCCIÓN DE MATERIA VERDE DE MAÍZ (Zea mays L.) EN DIFERENTE DENSIDAD DE SIEMBRA*.
- Pérez-Hernández, R. G., Cach-Pérez, M. J., Aparicio-Fabre, R., van der Wal, H., &

- Rodríguez-Robles, U. (2021). Physiological and microclimatic effects of different agricultural management practices with maize. *Botanical Sciences*, 99(1), 132–148. <https://doi.org/10.17129/BOTSCI.2640>
- Ponce-Molina, L., Campaña Cruz, D. F., Noroña, P., & Garófalo, J. (2020). *Actividades de Investigación en Cereales Año 2019* (Issue 175). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5588>
- Ramírez-díaz, J. L., Torre, I. A., Bautista-ramírez, E., & Ledesma-miramontes, Y. S. A. (2021). A LA DENSIDAD DE POBLACIÓN RESPONSE OF SUBTROPICAL MAIZE HYBRIDS TO PLANT DENSITY. 44(2), 173–182.
- Reséndiz Ramírez, J. A., López Santillán, J. A., Estrada Drouaillet, B., Poot Poot, W. A., Castillo Gutiérrez, A., & Osorio Hernández, E. (2017). Rendimiento de Grano y Características de Mazorca de Poblaciones de Maíz nativas y Exóticas en Tamaulipas. *Acta Fitogenética*, 4, 139.
- Reyes González, F., Galvis Spinola, A., Almaraz Suárez, J. J., & Hernández-Mendoza, T. M. (2021). Modelo estadístico para la predicción del rendimiento de grano en maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(3), 447–459. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i3.2482>
- Reynoso, R. O., Álvarez. Escobar José Luis, Peralta, M. M. de los Á., García, R. A. R., Castro, H. E., & Lagarda-Valenzuela, J. L. (2020). Calidad de mazorca y grano en maíces criollos de la Costa Chica, Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 24, 239–246.
- Rodríguez, A., Cristóbal, D., Álvarez, E., & Uribe, M. (2016). Indicadores de calidad de un suelo para la producción de maíz bajo sistemas agroforestal y monocultivo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 16, 3263–3275. <http://www.redalyc.org/pdf/2631/263146726009.pdf> http://ibsaweb.com/~inifap4/index.php/Forestales/article/viewFile/759/757%5Cnhttp://www.inifap.gob.mx/Documents/revistas/rmca/vol1_num4.pdf
- Rodríguez, J. M. D., Guevara, D. M. M., Hernández, L. T., Alonso, R. G., & Cepero, M. C. G. (2025). Behavior of physiological variables in maize plants (*Zea mays*) under controlled deficit irrigation (CDI) in stages. *Cultivos Tropicales*, 46(3), 1–6.
- Sabando, A. (2018). *Distribución espacial del grado de pendiente del terreno y su relación con la producción y rentabilidad de campos comerciales de maíz, en la zona de Ventanas*. 1–73. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7451042a-0e34-4b04-b912-0ef08a500258/content>
- Sara, E. (2023). Técnicas e instrumentos de investigación en la actividad investigativa. *Revista Educación*, 2023, 8–9. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9141207>
- Sarzosa, T., Fabián, J., & Alegre Orihuela, J. (2021). " Determination of the sustainability of the agricultural production units of Salache -Cotopaxi- Ecuador ". *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 5, No. 2, 2215, 1760–1772.
- Soledad, & Mallitasig. (2025). “PRODUCCIÓN DE DOS HIBRIDO DE PIMIENTO (*Capsicum annum*) CON LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE RIZOBACTERIAS EN EL CANTÓN LA MANÁ”. Proyecto. *Repositorio Uta*, 1–78. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/3a7662af-ebf0-40c0-acd2-43d784f04915>

- Soto, Mar, R., Esther, E. Z., Hern, F., Jim, N. M., Garc, N. E. Z., Alejandra, R., Figueroa, R. E. Z., Emilio, P., & Garc, E. (2023). *Los sistemas socio- ecológicos para la sustentabilidad en México*.
- Soto, V., & Durán, M. (2010). El trabajo de campo: clave en la investigación cualitativa. *Aquichan*, 10(3), 253–266. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3401011>
- Sowmya, H. H., Kamatar, M. Y., Shanthakumar, G., & Brunda, S. M. (2018). *Stability Analysis of Maize Hybrids using Eberhart and Russel Model*. 7(02), 3336–3343.
- Stalin, E., Moran, H., Zenteno, D. C., Dennis, W., & Cabanilla, D. (2022). *Evaluación de sistemas productivos de maíz , sobre la sostenibilidad económica*. 27(1), 18–30.
- Stiven, B., & Hernandez, G. (2007). (*Zea Mays l.*) *VARIEDAD PIONEER , CURDN - ARMERO TOLIMA Resumen Introducción Materiales y métodos El experimento se realizó*.
- Taco Tenorio, G. del C. (2017). *Determinación de grados días desarrollo en el cultivo de maíz (Zea mays)* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. Determinación de grados días desarrollo en el cultivo de maíz (Zea mays)
- Trejo, A., Estrada, B., Rodríguez, R., García, J., Patiño, S., & Osorio, E. (2019). Importancia del control biológico de plagas en maíz (Zea maysL.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(4), 803–813. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019000400803&script=sci_arttext
- Veliz-Piguave, F., Danilo, V.-R., Sacoto, C. A., & Mancero-Castillo, D. (2023). Evaluation of corn (Zea mays L.) hybrids in corn growing areas of Ecuador. *Centro Sur*, 1(19), 1–15. <https://www.centrosuragraria.com/index.php/revista/article/view/246/504>
- WILKINSON, G. N., & FINLAY, K. W. (1963). *THE ANALYSIS OF ADAPTATION IN A PLANT-BREEDING PROGRAMME*. 1958.
- Zadoks, Chang, & Konzak. (1999). Data sheet highlights close coupled pumps. *World Pumps*, 1999(388), 9. [https://doi.org/10.1016/s0262-1762\(99\)80614-2](https://doi.org/10.1016/s0262-1762(99)80614-2)
- Zambrano Rivera, J. V. (2022). Caracterización morfológica y etnobotánica del maíz criollo (Zea mays L.) en la comuna Sancán. *Repositorio Unesum*, 261, 76. http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3211/1/BRUNO_ASTUDILLO-TEISIS- Revisión Dra. Moran.pdf
- Zi, Q., Ye, Z., Ma, C., & Liu, C. (2026). *Research on Regional Adaptability and Stability of Maize Hybrids in Mid-to-High Altitude Areas of Yunnan Province Based on GGE Biplot Analysis*. 1–16. https://www.researchgate.net/publication/285742703_Stability_and_adaptability_analysis_of_rice_cultivars_using_environment-centered_yield_in_two-way_ANOVA_model