



**UNL**

Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

### Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

#### Carrera de Agronomía

**Determinar la fenología de tres variedades de maíz blanco harinoso (*Zea mays* L.) y la calidad del grano en condiciones edafoclimáticas del sector la Argelia, Loja.**

**Trabajo de Integración Curricular,  
previo a la obtención del título de  
Ingeniera Agrónoma.**

#### **AUTORA:**

Lourdes Stefania Guamán Guamán

#### **DIRECTOR:**

Ing. Johnny Fernando Granja Mg. Sc

Loja – Ecuador

2023

## Certificación

Loja, 16 de agosto 2023

Ing. Johnny Fernando Granja Mg. Sc  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Determinar la fenología de tres variedades de maíz blanco harinoso (*Zea mays* L.) y la calidad del grano en condiciones edafoclimáticas del sector la Argelia, Loja**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agrónoma**, de la autoría de la estudiante Lourdes Stefania Guamán Guamán con **cédula de identidad Nro. 1104128390**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Johnny Fernando Granja Través Mg. Sc.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **Autoría**

Yo, **Lourdes Stefania Guamán Guamán**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



**Firma:**

**Cédula de identidad:** 1104128390

**Fecha:** 21 de noviembre de 2023

**Correo electrónico:** lourdes.guaman@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0994681843

**Carta de autorización por parte de la autora para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.**

Yo, **Lourdes Stefania Guamán Guamán**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Determinar la fenología de tres variedades de maíz blanco harinoso (*Zea mays* L.) y la calidad del grano en condiciones edafoclimáticas del sector la Argelia, Loja**, como requisito para optar por el título de **Ingeniera Agrónoma**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los veintiún días del mes de noviembre del año dos mil veintitres.

**Firma:**



**Autor:** Lourdes Stefania Guamán Guamán.

**Cédula:** 1104128390

**Dirección:** Loja, Las Pitás

**Correo electrónico:** lourdes.guaman@unl.edu.ec

**Celular:** 0994681843

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Integración Curricular:** Ing. Johnny Fernando Granja Travez. Mg. Sc.

## **Dedicatoria**

Le dedico el resultado de mi Trabajo de Integración Curricular en primer lugar a Dios, y a mis pilares fundamentales de vida, mi hija Raquel Victoria, mis padres Juan Marcelo y María Lucrecia, y mi tía Rosa Victoria quienes me han apoyado y han dado impulso para cumplir mis sueños, sin duda, el apoyo y guía de mis padres me han hecho una persona de bien y sobre todo una mujer humilde y responsable, en este trabajo se refleja el esfuerzo de los que han hecho parte mi familia.

A mis hermanos Karla Paola, Mariela Katherine, Adrián Marcelo, y sobrinos Juan Carlos y Sofía Lucrecia, quienes son parte esencial de mi vida, me siento afortunada de tenerlos conmigo. Que Dios y la vida nos siga permitiendo compartir más momentos en familia, para seguir creciendo y cumplir éxitos juntos.

***Lourdes Stefania Guamán Guamán.***

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, a mis padres, mi hija, hermanos, amigos y familiares, que siempre confiaron y creyeron en mí, impulsando mis sueños y apoyándome en cada momento. Agradezco infinitamente a mis guías de estudio, en especial a mi Director de Trabajo de Integración Curricular Ing. Johnny Granja por su paciencia y su constancia en este trabajo, finalmente a la prestigiosa Universidad Nacional de Loja por sus instalaciones que han sido como mi segundo hogar en estos 4 años y medio de estudio.

***Lourdes Stefania Guamán Guamán.***

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	i
<b>Certificación</b> .....	ii
<b>Autoría</b> .....	iii
<b>Carta de autorización</b> .....	iv
<b>Dedicatoria</b> .....	v
<b>Agradecimiento</b> .....	vi
<b>Índice de contenidos</b> .....	vii
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras .....	xi
Índice de anexos .....	xii
<b>1. Título</b> .....	1
<b>2. Resumen</b> .....	2
Abstract .....	3
<b>3. Introducción</b> .....	4
<b>4. Marco teórico</b> .....	6
4.1 El cultivo de Maíz .....	6
4.1.1 Origen .....	6
4.1.2 Taxonomía del maíz .....	6
4.1.3 Características morfológicas .....	6
4.1.4 Fenología del cultivo de maíz .....	8
4.1.5 Importancia económica y alimenticia .....	9
4.1.6 Producción mundial .....	10
4.1.7 Producción nacional .....	10

4.1.8	Requerimientos edafoclimáticos.....	10
4.1.8.1	Altitud.....	10
4.1.8.2	Fotoperiodo.....	10
4.1.8.3	Temperatura.....	10
4.1.8.4	Suelo.....	11
4.1.8.5	Agua.....	11
4.1.9	Requerimientos nutricionales.....	11
4.1.9.1	Nitrógeno.....	12
4.1.9.2	Fósforo.....	12
4.1.9.3	Potasio.....	13
4.1.10	Estudios sobre la incidencia de las condiciones climáticas en el análisis de desarrollo fenológico y calidad del grano de maíz.....	13
5.	<b>Metodología</b> .....	13
5.1	Ubicación del estudio.....	13
5.2	Diseño.....	14
5.3	Metodología general.....	15
5.4	Alcance y tipo de investigación.....	16
5.4.1	Metodología para el primer objetivo específico:.....	16
5.4.1.1	Seguimiento fenológico.....	16
5.4.1.2	Registro de temperatura.....	16
5.4.1.3	Tiempo Térmico.....	16
5.4.1.4	Etapas fenológicas y relación al tiempo térmico.....	17
5.4.2	Metodología para el segundo objetivo específico:.....	17
5.4.2.1	Cosecha.....	17

5.4.2.2	Determinación de materia seca y humedad del grano .....	17
5.4.2.3	Determinación de cenizas .....	18
5.4.2.4	Determinación de proteínas totales.....	18
5.4.2.5	Determinación de grasa .....	19
5.4.2.6	Determinación de fibra cruda .....	20
5.4.2.7	Determinación de ELN (elementos libres de nitrógeno).....	20
5.4.3	Análisis estadístico. ....	21
<b>6.</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>21</b>
6.1	Seguimiento fenológico .....	21
6.2	Registro de temperatura .....	23
6.3	Etapas fenológicas y relación al tiempo térmico. ....	23
6.4	Determinación de humedad del grano .....	24
6.5	Determinación de cenizas .....	24
6.6	Determinación de proteínas .....	25
6.7	Determinación de grasas .....	25
6.8	Determinación de Fibra cruda.....	26
6.9	Determinación de ELN .....	26
<b>7.</b>	<b>Discusión</b> .....	<b>27</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>30</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>31</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>32</b>
<b>11.</b>	<b>Anexos</b> .....	<b>35</b>

## Índice de tablas:

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica .....	6
<b>Tabla 2.</b> Requerimientos nutricionales del cultivo de maíz .....	11
<b>Tabla 3.</b> Delineamiento del diseño experimental para el análisis del crecimiento y calidad de tres variedades de maíz blanco harinoso ( <i>Zea mays</i> ) bajo las condiciones edafoclimáticas en el sector la Argelia, Loja. ....	14
<b>Tabla 4.</b> Humedad del grano de tres variedades de maíz blanco harinoso, test de tukey al 5%. ...	24
<b>Tabla 5.</b> Cuantificación de cenizas, de tres variedades de maíz blanco harinoso, test de tukey al 5%. .....	25
<b>Tabla 6.</b> Test de tukey al 5%, del contenido de proteína en tres variedades de maíz blanco harinoso. .....	25
<b>Tabla 7.</b> Contenido de EE, de tres variedades de maíz blanco harinoso, test de tukey al 5%. ....	25
<b>Tabla 8.</b> Contenido de Fibra cruda, de tres variedades de maíz blanco harinoso, test de tukey al 5%. .....	26
<b>Tabla 9.</b> Contenido de elementos libre de nitrógeno, de tres variedades de maíz blanco harinoso, test de tukey al 5%. ....	26

## Índice de figuras:

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación de la zona de estudio, provincia de Loja barrio la Argelia.....	14
<b>Figura 2.</b> Diseño Completamente al Azar (DBCA) de la evaluación de tres variedades de maíz harinoso: V1 = Variedad chazo; V2 = Variedad peruana; V3 = Variedad criolla. ....	14
<b>Figura 3.</b> Duración de las etapas fenológicas del cultivo de maíz (Zea mays) blanco harinoso, variedades peruanas, criolla y chazo. ....	22
<b>Figura 4.</b> Duración total de la siembra y acumulación térmica del cultivo de maíz (Zea mays) blanco harinoso, variedades peruanas, criolla y chazo. ....	22
<b>Figura 5.</b> Actividad térmica diaria en °C, desde el 10 de noviembre del 2022 hasta el 17 de mayo del 2023, periodo de duración del estudio de caracterización de tres variedades de maíz blanco harinoso en la estación experimental La Argelia, Loja. ....	23
<b>Figura 6.</b> Acumulación térmica con respecto a las fases fenológicas de tres variedades de maíz blanco harinoso evaluadas en la estación experimental La Argelia, Loja.....	24

## Índice de anexos:

<b>Anexo 1.</b> Charla y entrega de semillas por parte de la empresa Ecuaquímica .....	35
<b>Anexo 2.</b> Curación de las semillas. ....	35
<b>Anexo 3.</b> Preparación de suelo y siembra. ....	35
<b>Anexo 4.</b> Fumigación .....	35
<b>Anexo 5.</b> Fitophox.....	36
<b>Anexo 6.</b> Fertilización.....	36
<b>Anexo 7.</b> Etapa Vegetativa V1-V3 60-70% .....	36
<b>Anexo 8.</b> Cosecha .....	36
<b>Anexo 9.</b> Funda de papel con la muestra de grano ya pesada.....	37
<b>Anexo 10.</b> Registro de peso del papel.....	37
<b>Anexo 11.</b> Crisoles con 200g de muestra de cada variedad de maíz. ....	37
<b>Anexo 12.</b> Registro del peso de cada crisol más la muestra .....	37
<b>Anexo 13.</b> Estufa a 105°C con los crisoles más muestras previamente pesados. ....	38
<b>Anexo 14.</b> Muestras secas. ....	38
<b>Anexo 15.</b> Registro del peso de las muestras secas. ....	38
<b>Anexo 16.</b> Trituración del maíz previamente secado en estufa. ....	38
<b>Anexo 17.</b> Tamizado del maíz triturado.....	38
<b>Anexo 18.</b> Registro del peso del crisol más muestra para cuantificación de cenizas. ....	38
<b>Anexo 19.</b> Crisoles con la muestra pesada en estufa a 105° C.....	39
<b>Anexo 20.</b> Registro del peso de papel filtro más muestra.....	39
<b>Anexo 21.</b> Tubos de ensayo con la muestra pesada en papel filtro. ....	39
<b>Anexo 22.</b> Tubos de ensayo y balanza gramera. ....	39
<b>Anexo 23.</b> Medidor digital de pH. ....	39
<b>Anexo 24.</b> Equipo preparado para extracción de grasa.....	39
<b>Anexo 25.</b> Dedales con las muestras previamente pesadas con papel filtro. ....	40
<b>Anexo 26.</b> Equipo realizando la extracción de grasa. ....	40
<b>Anexo 27.</b> Destilación del solvente hasta alcanzar sequedad aparente.....	40
<b>Anexo 28.</b> Peso del crisol vacío para muestra de fibra. ....	40
<b>Anexo 29.</b> Registro del peso del crisol más 1g de muestra.....	41
<b>Anexo 30.</b> Pre calentamiento del ácido sulfúrico. ....	41

<b>Anexo 31.</b> Extractor de fibra preparado.....	41
<b>Anexo 32.</b> Agua destilada. ....	41
<b>Anexo 33.</b> Mufla. ....	42
<b>Anexo 34.</b> Cenizas de fibra. ....	42
<b>Anexo 35.</b> Análisis de varianza de la humedad de tres variedades de maíz blanco harinoso.....	42
<b>Anexo 36.</b> Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en la variable de humedad.....	42
<b>Anexo 37.</b> Prueba de homogeneidad de varianzas con la variable de humedad.....	42
<b>Anexo 38.</b> Análisis de Varianza de cuantificación de cenizas, de tres variedades de maíz blanco harinoso. ....	43
<b>Anexo 39.</b> Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en la variable de cenizas.....	43
<b>Anexo 40.</b> Test de Levene con la variable de cenizas. ....	43
<b>Anexo 41.</b> Análisis de Varianza sobre contenido proteico, de tres variedades de maíz blanco harinoso. ....	43
<b>Anexo 42.</b> Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en la variable de proteína. ....	43
<b>Anexo 43.</b> Test de Levene con la variable de proteína. ....	43
<b>Anexo 44.</b> Análisis de Varianza de EE, de tres variedades de maíz blanco harinoso. ....	44
<b>Anexo 45.</b> Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en la variable de grasa. ....	44
<b>Anexo 46.</b> Test de Levene con la variable de grasa.....	44
<b>Anexo 47.</b> Análisis de Varianza de Fibra Cruda, de tres variedades de maíz blanco harinoso. ....	44
<b>Anexo 48.</b> Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en la variable de Fibra cruda. ....	44
<b>Anexo 49.</b> Test de Levene con la variable de Fibra cruda.....	44
<b>Anexo 50.</b> Análisis de Varianza de ELN, de tres variedades de maíz blanco harinoso. ....	44
<b>Anexo 51.</b> Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en la variable de elementos libres de nitrógeno. ....	45
<b>Anexo 52.</b> Test de Levene con la variable de elementos libre de nitrógeno.....	45
<b>Anexo 53.</b> Certificado de traducción del resumen.....	46

## **1 Título**

**Determinar la fenología de tres variedades de maíz blanco harinoso (*Zea mays* L.) y la calidad del grano en condiciones edafoclimáticas del sector la Argelia, Loja.**

## 2 Resumen

Uno de los cultivos principales del país es el maíz, el cual es sembrado en gran extensión. En la actualidad existen diferentes variedades, sin embargo, no hay conocimiento adecuado sobre su fenología, lo cual es de suma importancia, pues la calidad de producción del maíz queda definida en fases fijas, por tal razón, se investiga cual es el mejor material genético teniendo en cuenta factores ambientales. El presente estudio tuvo como objetivo analizar el comportamiento fenológico y análisis bromatológico de tres variedades de maíz blanco harinoso. Se utilizaron las variedades de maíz blanco harinoso (peruano, criollo y chazo), proporcionados por la empresa de Ecuaquímica. El ensayo fue realizado en las quintas experimentales “La Argelia”, usando un DBCA, teniendo así 9 UE, se evaluaron las etapas fenológicas de cada variedad, consiguiendo así el lapso de tiempo que dura cada una, hasta su maduración total, además se registró la temperatura diaria para la acumulación térmica. Una vez cosechado se procedió a evaluar los parámetros de calidad (Humedad, cuantificación de cenizas, porcentaje de proteína, determinación de grasa, fibra, y ELN). El maíz de tipo chazo tuvo mayor precocidad cumpliendo su etapa de desarrollo VT con 63 días. Acerca de la calidad, la variedad que mostró un mejor porcentaje de proteína fue el criollo con 12,73%, cabe mencionar que es el elemento primordial para estimar un buen material genético.

***Palabras clave:*** fenología, calidad, maíz, clima.

## **Abstract**

One of the country's main crops is corn, which is planted widely. Currently, there are different varieties, however, there is not adequate Knowledge about its phenology, which is of utmost importance, since the quality of corn production it is defined in fixed phases, for this reason, it is investigated which is the best genetic material, considering the environmental factors. The objective of this study was to analyze the phenological behavior and bromatological analysis of three varieties of white floury com. The varieties of floury white corn (Peruvian, cridlo y chaso), provided by the Ecuaquimica company. The analysis was carried out in the experimental farms "La Argelia", using a DBCA, thus having 9 EU, the phenological stages of each variety were evaluated, as a result it was achieved the period of time that each one lasts, until its total maturation, in addition, it was recorded the daily temperature for thermal accumulation. Once harvested, the quality parameters (humidity, ash quantification, protein percentage, determination of fat, fiber, and ELN) were evaluated. The chazo type corn had greater precocity, reaching its VT development stage with 63 days. Regarding quality, the variety that showed the best percentage of protein was the criollo with 12.73% it is worth mentioning that it is the primary element to estimate good genetic material.

***Keywords:*** *phenology, quality, corn, climate*

### 3 Introducción

En la actualidad el maíz es uno de los cultivos básicos más importantes y extendidos, ya que es una de las primeras plantas domesticadas y difundidas por todo el mundo. Constituye una de las fuentes principales de alimento de millones de personas, sobre todo en América y Asia, por ende, es fundamental en la economía mundial ya sea como alimento o materia prima de un gran número de productos industriales (Ortega & Pérez, 2014).

A escala internacional, se presentan estadísticas de la evolución anual sobre producción de maíz, en 2020 concluyó con aproximadamente 1 117 millones de toneladas producidas de este cereal, lo cual supone una reducción de cerca de 8,5 millones con relación al volumen registrado durante el año 2019 que fue de 1,124 millones de toneladas (Orús, 2023). Es un cultivo transitorio que se siembra por extensión en el Ecuador, existen datos donde se estima una siembra de 355 mil ha de maíz con una producción de cerca de, 1,8 millones de toneladas correspondientes al año 2021, entre ellos está el maíz duro que corresponde al 78 - 80%, y el maíz suave entre 20-22% (Zambrano & Caviedes, 2022).

La fenología establece las distintas etapas del desarrollo por las que pasa un cultivo, considera los cambios morfológicos y fisiológicos que se originan a medida que transcurre el tiempo. Dado que los componentes del rendimiento y calidad quedan definidos en determinadas fases, un manejo adecuado para el logro de elevados rendimientos dependerá del conocimiento riguroso de cada una de ellas y de los factores ambientales que las afectan (Oñate & Gutierrez, 2015).

Algunas plantas, en sus primeras fases fenológicas, son susceptibles a las temperaturas altas, aunque en sus siguientes etapas pueden resistirlas, y al presentarse condiciones de bajas

temperaturas suspenden sus funciones. Por igual una precipitación excesiva a inicios del cultivo es perjudicial por afectar los retoños; en caso de ocasionarse lluvias con granizo entre la floración y fructificación se obtendrá una baja producción. Por el contrario, las condiciones de sequía producen cambios en la acumulación de biomasa, calidad y finalmente en el rendimiento (Granados & Rodríguez, 2013).

El maíz Chazo es una de las variedades que se ha hecho popular entre los agricultores del sur del país, se adapta muy bien a otras zonas de producción, alcanzando altos rendimientos (Guacho, 2014). Aun así, en Ecuador hay variedades locales de maíz como el ya mencionado que

no cuentan con una descripción fenológica, la cual es importante ya que, mediante esta se puede establecer días adecuados para fumigar y así obtener un buen rendimiento de maíz, sin embargo, no hay información relevante que ayude al agricultor a desarrollar sistemas eficientes de producción. Por esta razón es necesario realizar investigaciones de adaptabilidad de diferentes variedades acompañadas de una descripción fenológica, con la finalidad de generar información, sobre producción y calidad, que permita a los agricultores alcanzar mayores ingresos.

El presente proyecto se encuentra ubicado en la línea de investigación de “Sistemas de producción agropecuaria para la soberanía alimentaria” de la Universidad Nacional de Loja. También pertenece a la línea de la carrera de ingeniería agronómica llamada “Tecnologías para la producción y posproducción agrícola sostenible”. Por otro lado, el presente estudio presenta relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) número 2 y 12: el objetivo 2 “Hambre cero” se enfoca en garantizar la seguridad alimentaria, asegurar el acceso de todas las personas, en especial la más vulnerable con una alimentación nutritiva y suficiente; el objetivo 12 “Producción y consumo responsables” garantiza modalidades de consumo y producción sostenibles (ONU, 2022).

Al fin de cumplir el propósito de este Trabajo de Integración Curricular, se plantearon los siguientes objetivos:

### **Objetivo General**

- Describir la fenología de tres variedades de maíz blanco harinoso y la calidad del grano en condiciones edafoclimáticas del sector la Argelia, Loja.

### **Objetivos específicos**

- Analizar el comportamiento fenológico de tres variedades de maíz blanco harinoso, en la provincia de Loja sector la Argelia.
- Identificar la variedad de mejor calidad de grano ante las condiciones edafoclimáticas del sector la Argelia.

## 4 Marco teórico

### 4.1 El cultivo de Maíz

#### 4.1.1 Origen

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los granos comestibles más antiguos que se conocen. Corresponde a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas, y es la única especie cultivada de este género, se cree que se originó en los trópicos de América Latina (Acosta, 2009).

#### 4.1.2 Taxonomía del maíz

Según Terán (2008), la clasificación del maíz es (Tabla 1):

**Tabla 1.** *Clasificación taxonómica*

<b>Clasificación Taxonómica</b>	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
bClase	Liliopsida
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Género	<i>Zea</i>
Nombres comunes	Maíz, morochillo.
Nombre científico	<i>Zea mays</i> L.

#### 4.1.3 Características morfológicas

La planta del maíz presenta un porte elevado entre 60-80 cm de altura, es monocotiledónea anual, frondosa con un sistema radicular fibroso y un sistema caulinar con pocos macollos. “Las yemas laterales en la axila de las hojas de la parte superior de la planta formarán una inflorescencia femenina (mazorca) cubierta por hojas y que

servirán como reserva” (Ortega, 2014).

**Raíz:** presenta una parte de raíces adventicias seminales que constituye cerca del 52 % de la planta, además de ser el principal sistema de fijación y absorción de la planta, mientras que el sistema nodular es el 48% de la masa total de raíces de la planta. La función de las raíces de anclaje es mantener la planta erecta para así evitar su caída (Imbacuán-Potosí, 2015).

**Tallo:** Se caracteriza por ser erecto, pudiendo alcanzar alturas de hasta 6 metros con un mínimo de 2, tienen numerosos nudos y entrenudos. Una vez desarrollado el tallo presenta varias estructuras como el meristemo apical, perfilo, hojas e internudos (Imbacuán, 2015).

**Hojas:** Son largas, alternas, lanceoladas y paralelinervias, se encuentran bordeadas al tallo y por el haz presentan vellosidades, sus extremos son muy afilados.

**Las mazorcas:** tienen forma cilíndrica con un raquis centrado donde se fijan las espiguillas por pares, estando cada espiguilla con dos flores postiladas, una fértil y otra abortiva, en hileras paralelas (Imbacuán, 2015).

**Flores:** presenta inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. La inflorescencia masculina presenta una panícula dominante. “La coloración de la panícula está en función de la tonalidad de las glumas y las anteras pudiendo ser verdosa o amarillenta. La inflorescencia femenina marca un menor contenido de pistilos, con alrededor de los 800 a 1000 y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen en forma lateral” (Imbacuán, 2015).

**Frutos:** Tiene un fruto que es denominado como un cariopse, la pared del ovario o pericarpio está fusionada con la cubierta de la semilla, están combinadas conjuntamente para conformar la pared del fruto. El fruto maduro consiste de tres partes principales: la pared, el embrión diploide y el endospermo triploide. La parte más externa del endospermo en contacto con la pared del fruto es la capa de aleurona (Imbacuán, 2015).

#### **4.1.4 Fenología del cultivo de maíz**

A continuación, se mencionan las etapas fenológicas:

##### **-Estadios Vegetativos y reproductivos:**

El ciclo de desarrollo es un conjunto de fases que van desde la germinación de la semilla hasta la floración y formación del fruto. Este ciclo comprende dos etapas bien definidas: desarrollo vegetativo y desarrollo reproductivo (Romero, 2020).

##### **Desarrollo Vegetativo:**

**VE: emergencia.** - Una vez que la semilla ha completado su fase de impregnación, aparece la radícula; consecutivamente, se ocasiona la elongación del hipocótilo, el cual conducirá al cotiledón por sobre la superficie del suelo (Guzmán, 2017).

**V1: primera hoja.** - Es el apareamiento de la primera hoja, inmediatamente luego de la emergencia (Guzmán, 2017).

**V2: segunda hoja.** -inmediatamente luego del apareamiento de la primera hoja, la segunda hoja aparece y se forma el primer par de hojas verdaderas (Guzmán, 2017).

**V3: tercera hoja.** – Generalmente luego de los 8 días posteriores a la emergencia la planta presenta 2 hojas y a los doce días 3 hojas. Posteriormente, en V3 el ápice del tallo aún se encuentra por debajo de la superficie del suelo. En este momento se inician todas las hojas y espigas que la planta podría eventualmente producir (Guzmán, 2017).

**V(n): enésima hoja.** - La planta de maíz presenta, en promedio, 14 hojas después de 56 días de la emergencia y 15 hojas a los 2 meses de la misma y está entre 10-12 días de la etapa R1. Esta fase es el comienzo del período más importante en términos de determinación del rendimiento de grano (Guzmán, 2017).

**VT: Panojamiento.** - la fase VT se inicia aproximadamente 2-3 días antes de la emergencia de barbas, tiempo durante el cual la planta de maíz ha alcanzado su altura final y comienza la liberación del polen. El tiempo entre VT y R1 puede variar considerablemente en función del cultivar y de las condiciones ambientales (Guzmán, 2017).

##### **Desarrollo reproductivo:**

**R1: barbas.** La etapa R1 inicia al momento en que algunas barbas son visibles fuera de las vainas, aproximadamente 66 días después de la emergencia. La polinización

se la diferencia cuando los granos de polen se depositan sobre las barbas. Generalmente se necesitan entre 2 y 3 días para que las barbas de una espiga queden expuestas y sean polinizadas. Si se presenta un estrés hídrico entre 2 semanas antes y después de R1, podría suscitarse una reducción en el rendimiento de grano. Este período de 4 semanas alrededor del período de floración es el más importante para la aplicación de riego (Romero, 2020).

**R2: ampolla.** Entre 10 y 14 días después de emergencia de barbas, la mazorca está casi por alcanzar, o ya alcanzó, su tamaño completo. Las barbas, al cumplir su función de floración, se oscurecen y comienzan a secarse. Los granos contienen casi un 85% de humedad, esto irá disminuyendo hasta llegar a su R6 (Romero, 2020).

**R3: lechoso.** Luego de 18-22 días después de emergencia de barbas, el grano contiene un fluido interno blanco lechoso debido a la acumulación de almidón. Presentan una humedad del 80%, así mismo, acumulación de materia seca. El rendimiento final depende del número de granos que se desarrolle y del tamaño final o peso de los granos. Aunque no tan severo como en R1, deficiencias en R3 pueden tener un efecto profundo en el rendimiento reduciendo ambos componentes de rendimiento (Romero, 2020).

**R4: pastoso.** - La acumulación de almidón en el endospermo induce que el fluido interno se transforme en una consistencia pastosa.

**R5: dentado.** - Los granos se secan comenzando por la parte superior donde aparece una capa dura de almidón. Condiciones adversas en esta etapa reducirán el rendimiento a través de una disminución del peso de los granos y no del número de granos (Romero, 2020).

**R6: madurez fisiológica.** La etapa R6 se define cuando todos los granos en la espiga han alcanzado su máximo peso y se forma una absición marrón o negra en la zona de inserción del grano a la mazorca. Esta absición es un buen indicador de la máxima acumulación de materia seca y señala el final de crecimiento del grano. El promedio de humedad de grano en R6 es 30-35%, sin embargo, esto puede variar entre cultivares y condiciones ambientales (Romero, 2020).

#### **4.1.5 Importancia económica y alimenticia**

El maíz goza de gran importancia económica mundial ya sea como alimento humano, para el ganado o como materia prima de un gran número de productos industriales. Cerca del 40 % del maíz producido en los países tropicales se usa para la alimentación animal, concretamente para ganado y establecimientos avícolas (Ortega,

2014).

#### **4.1.6 Producción mundial**

En el 2018, se destinaron aproximadamente 195 000 000 ha en 171 países, alcanzando una producción de 1148 000 000 t a nivel mundial (FAO, 2020). Los productores principales a nivel mundial son: Estados Unidos con 32%, China 22% y Brasil 10%, dando una producción de total de 64% (FAO, 2022)

#### **4.1.7 Producción nacional**

“A nivel nacional considerando las provincias de mayor importancia económica, el 37% del área maicera se siembra en Los Ríos, un 32% en Manabí y un 15% en Guayas; los rendimientos más altos se obtienen en Los Ríos 6,2 t/ha, seguidos por los de Guayas con 4,6 t/ha y Manabí con la productividad más baja 5,5 t/ha” (Zambrano & Caviedes, 2022).

Los productores maiceros del Ecuador se clasifican según su tamaño en tres grupos: pequeños (menos de 10 ha. plantadas), medianos (de 10 a 50 ha.) y grandes (más de 50 ha.). La productividad media de maíz por hectárea en el país alcanza las 4,72 t/ha (Zambrano & Caviedes, 2022).

#### **4.1.8 Requerimientos edafoclimáticos**

El maíz es una planta provista de una amplia capacidad de reacción a las oportunidades que ofrece el medio ambiente, y tiene alto nivel de respuesta a los efectos de la luz. Actualmente, existe diversidad de cultivares útiles para su cultivo bajo condiciones naturales muy distintas de las propias de su hábitat original (IICA et al., 2020).

##### **4.1.8.1 Altitud**

El maíz posee buen desarrollo vegetativo que puede alcanzar hasta los 5 metros de altura en altitudes superiores a los 1,000 metros sobre el nivel del mar (IICA et al., 2020).

##### **4.1.8.2 Fotoperiodo**

Es una planta de día corto (menos de 10 horas), teniendo en cuenta que algunos cultivares se comportan indiferentes a la duración del día.

##### **4.1.8.3 Temperatura**

La temperatura óptima para la germinación está entre 18 y 21°C; por debajo de 13°C se reduce significativamente y con menores de 10°C no se presenta germinación.

#### **4.1.8.4 Suelo**

En general, los suelos más adecuados para el cultivo del maíz son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua. El maíz, en general, se desarrolla bien en suelos con pH entre 5,5 y 7,8. Fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. Cuando el pH es inferior a 5,5 a menudo hay problemas de toxicidad por aluminio y manganeso, además de carencia de fósforo y magnesio; con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tiende a presentarse carencia de hierro, manganeso y zinc. Los síntomas en el campo de un pH inadecuado, en general se asemejan a los problemas de micronutrientes (IICA et al., 2020).

#### **4.1.8.5 Agua**

En general, el maíz necesita por lo menos de 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo del cultivo. La falta de agua es el factor más limitante en la producción de maíz en las zonas tropicales. Cuando hay estrés hídrico o sequía durante las primeras etapas (15 a 30 días) de establecido el cultivo puede ocasionar pérdidas de plantas jóvenes, reduciendo así la densidad poblacional o estancar su crecimiento (IICA et al., 2020).

### **4.1.9 Requerimientos nutricionales**

El maíz es una planta con capacidad de crecimiento rápido y alta producción que requiere cantidades considerables de nutrientes. En la tabla 2 se presentan las necesidades de algunos elementos nutritivos para el maíz.

#### **Tabla 2.** Requerimientos nutricionales del cultivo de maíz

Según Agricultura IICA et al., (2020), los requerimientos nutricionales son:

<b>ELEMENTO</b>	<b>Kg/ha</b>
*Nitrógeno	187
*Fósforo	38
*Potasio	192
*Calcio	38
*Magnesio	44
*Azufre	22
Cobre	0,1
Zinc	0,3
Boro	0,2
Hierro	1,9
Manganeso	0,3
Molibdeno	0,01

\*Nutrimentos que se absorben en mayores cantidades (macroelementos) y elementos secundarios.

#### **4.1.9.1 Nitrógeno**

La demanda de Nitrógeno aumenta conforme la planta se desarrolla; cuando se aproxima el momento de la floración, la absorción de este elemento crece rápidamente, en tal forma que, al aparecer las flores femeninas, la planta ha absorbido más de la mitad del total extraído durante todo el ciclo. Los híbridos de alto rendimiento en grano necesitan unos 30 kilogramos de Nitrógeno por cada tonelada de grano producida (IICA et al., 2020).

#### **4.1.9.2 Fósforo**

Aunque la cantidad de Fósforo en la planta de maíz es baja en comparación con el Nitrógeno y el Potasio, este es un elemento importante para la nutrición del maíz, y las mayores concentraciones se presentan en los tejidos jóvenes. Este elemento es muy importante para el desarrollo radicular (IICA et al., 2020).

### **4.1.9.3 Potasio**

El maíz necesita grandes cantidades de Potasio y casi lo toma en los 30 primeros días de la planta (IICA et al., 2020).

### **4.1.10 Estudios sobre la incidencia de las condiciones climáticas en el análisis de desarrollo fenológico y calidad del grano de maíz.**

En el Estado de México hicieron un estudio sobre cómo analizar la influencia del cambio climático en la producción de maíz. Los resultados que muestran con el modelo de Cambio Climático Hadley, indican que las variables temperatura y precipitación tienen desenlaces negativos en el desarrollo fenológico de maíz, principalmente afectará la floración, misma que puede reducir de manera acentuada la producción (Granados & Sarabia, 2013).

Una investigación en la provincia de Chimborazo, cantón Cumandá, indica que sus etapas fenológicas, según sus condiciones climáticas, presentaron las siguientes duraciones: para la etapa inicial 21 días, de desarrollo 44 días, intermedia 42 días y para la etapa final 34 días, así resaltan la importancia de conocer sobre ello para determinar si el cultivo necesita mayor o menor cantidad de agua o fertilizantes (Guzmán, 2017). Así mismo, se puede evidenciar en un estudio realizado en la provincia de Loja, parroquia Nambacola, que las condiciones ambientales pueden modificar las características fenológicas del maíz, por ende, el rendimiento y calidad. Además, determina que la duración de las etapas fenológicas en esta localidad se ve influenciada, particularmente, por el factor temperatura que establece la duración de la etapa vegetativa y reproductiva del cultivo (Ochoa, 2021).

## **5 Metodología**

### **5.1 Ubicación del estudio**

El trabajo experimental se llevó a cabo en la quinta experimental "La Argelia" de la Universidad Nacional de Loja, barrio La Argelia, parroquia San Sebastián, cantón Loja, provincia de Loja (Figura 1). Se encuentra ubicado a 2 135 m.s.n.m., con latitud de 04° 02' 19,2" S y longitud de 79° 12' 00.6" O, la temperatura media anual es de 16,3 °C, con una precipitación anual promedio 1 058 mm, y presentan suelos de textura franco-arcilloso (Ayerve et al., 2010).

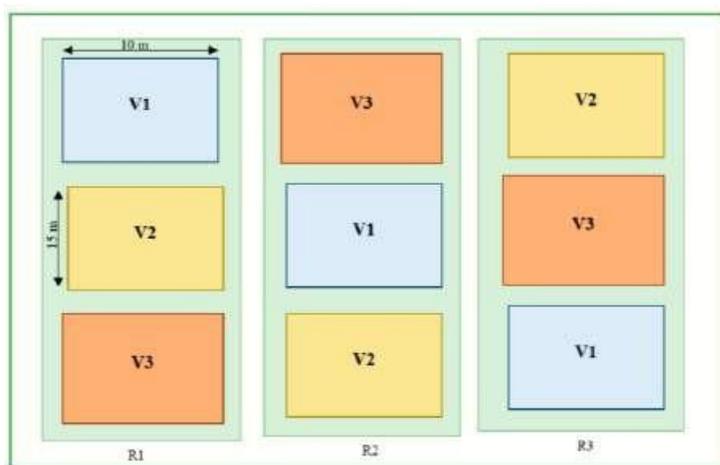


**Figura 1.** Mapa de ubicación de la zona de estudio, provincia de Loja barrio la Argelia.

## 5.2 Diseño

El diseño experimental que se usó en la investigación fue bloques completamente al azar (DBCA) (Figura 2), se evaluó la fenología y calidad del grano de 3 variedades de maíz blanco harinoso con 3 repeticiones, con un total de 9 unidades experimentales. La dimensión de cada UE fue de 15 m de largo por 10 m de ancho (Tabla 3).

Las variedades que se usaron fueron: peruana, criolla y chazo que fueron proporcionados por la empresa Ecuaquímica (Anexo 1).



**Figura 2.** Diseño Completamente al Azar (DBCA) de la evaluación de tres variedades de maíz harinoso: V1 = Variedad chazo; V2 = Variedad peruana; V3 = Variedad criolla.

**Tabla 3.** Delineamiento del diseño experimental para el análisis del crecimiento y calidad de tres

variedades de maíz blanco harinoso (*Zea mays*) bajo las condiciones edafoclimáticas en el sector la Argelia, Loja.

<b>DISEÑO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>NÚMERO DE TRATAMIENTOS</b>	3
<b>NÚMERO DE REPETICIONES</b>	3
<b>UNIDADES EXPERIMENTALES</b>	9
<b>TAMAÑO DE PARCELA</b>	10m x 15m
<b>NÚMERO DE BLOQUES</b>	3
<b>DISTANCIA ENTRE SURCOS</b>	0,8m
<b>DISTANCIA ENTRE PLANTAS</b>	0,4m
<b>DISTANCIA ENTRE BLOQUES</b>	5m
<b>NÚMERO DE PLANTAS POR PARCELA</b>	372.75
<b>NÚMERO TOTAL DE PLANTAS</b>	3354.75

### 5.3 Metodología general

Se procedió con la parcelación de cada unidad experimental, se realizó la curación de la semilla con semevin y hélix, cada uno de estos remedios se usó en una distinta variedad (Anexo 2), la dosis utilizada para semevin fue de 20cc por kilo de semilla, y para hélix se utilizó 100ml/100 kg de semilla, seguidamente se efectuó la siembra, con una densidad de 0,8 m entre surco y 0,4 m entre planta, una semilla por hoyo; esto se empleó en cada una de las 3 UE (Anexo 3).

Para el control de malezas se fumigó antes de la siembra, con ácido fosfórico en dosis de 20ml/20 l de agua, seguidamente se colocó un pre-emergencia y post-emergencia precoz para el cultivo de maíz de nombre comercial Adengo con principios activos Isoxaflutol y Tiencarbazona-metilo en dosis 35 ml/20 l, y Atrazina para el control de malezas anuales de hoja ancha 20 días después de la siembra (Anexo 4).

Se consideró oportuno realizar un análisis de suelo en la empresa AGROCALIDAD, en el periodo de noviembre-2022. Con esta información se llevó a cabo una fertilización de manera general en cada UE, se utilizó Fythosan que aporta: 12% N; 24% P; 12% K; 9% S en dosis de 2g por planta, en fase fenológica V3, permitiendo así dar

las mismas condiciones a todos los tratamientos (Anexo 5, Anexo 6).

#### 5.4 Alcance y tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental, puesto que se efectuó un diseño DBCA en el que se estableció 3 variedades de maíz blanco harinoso, que incluyó desarrollo y calidad, con el fin de conocer la dependencia que existe con las condiciones edafoclimáticas. Además, los resultados obtenidos se lo analizaron de forma estadística y visual, lo que recalca el carácter cuantitativo y cualitativo de la presente investigación.

##### 5.4.1 Metodología para el primer objetivo específico:

- “Analizar el comportamiento fenológico de tres variedades de maíz blanco harinoso, en la provincia de Loja sector la Argelia.”

###### 5.4.1.1 Seguimiento fenológico

Una vez establecido el cultivo se hizo el seguimiento fenológico y análisis del desarrollo hasta la cosecha, utilizando como referencia para la determinación del estado fenológico desde V0 hasta R6 (germinación, emergencia, desarrollo vegetativo, floración, llenado de grano y estado de mazorca) (Ritchie y Hanway, 1984).

Se observaron todos los cambios de cada variedad y el tiempo que tardó en pasar de una etapa a otra, comenzando el registro con la aparición de las hojas verdaderas y finalizando con la cosecha. Cabe mencionar que se registró el cambio de cada etapa considerando su presencia del 60-70 % (Ritchie y Hanway, 1984).

###### 5.4.1.2 Registro de temperatura

Se tuvo en cuenta un registro de la temperatura diaria, con base en datos de la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Loja, que se encuentra en la Argelia.

###### 5.4.1.3 Tiempo Térmico

La temperatura acumulada se calculó como unidades de tiempo térmico (TT) mediante la sumatoria de la temperatura media diaria y usando una temperatura base del cultivo de maíz de 10 °C (Villalpando y Ruiz, 1993).

$$TT (\text{°C d}) = \sum n (T_m - T_b)$$

En el cual TT es el tiempo térmico,  $T_m$  la temperatura media diaria,  $T_b$  la temperatura base y  $n$  el número de días de duración del ciclo del cultivo.

#### **5.4.1.4 Etapas fenológicas y relación al tiempo térmico.**

El registro de estos datos se realizó de manera visual donde se tuvo en cuenta un porcentaje del 60-70% de plantas en el paso de cada etapa (Anexo 7) usando la escala de Ritchie y Hanway (1984), en relación con el tiempo térmico que se obtuvo como promedio.

#### **5.4.2 Metodología para el segundo objetivo específico:**

- “Identificar la variedad de mejor calidad de grano ante las condiciones edafoclimáticas del sector la Argelia.

##### **5.4.2.1 Cosecha**

La cosecha se realizó de forma manual, sin tomar en cuenta las hileras del contorno de cada una de las parcelas, cabe mencionar que esto se llevó a cabo cuando el cultivo se encontró en su madurez fisiológica, es decir, al finalizar la etapa R6 (Anexo 8).

##### **5.4.2.2 Determinación de materia seca y humedad del grano**

Para determinar la humedad del grano primero se realizó la determinación de materia parcialmente seca para lo cual se pesó 200g de cada muestra, luego se las colocó en bolsas de papel previamente pesadas y se procedió a secar a 65°C en estufa durante 24 horas (Anexo 9, Anexo 10), luego de este tiempo se colocaron las bolsas en un lugar seco para que se equilibre la humedad y proceder a moler. Seguidamente se determinó la materia seca (MS) total (Anexo 11, Anexo 12), donde se utilizó una muestra de 200g, y crisoles, estos se los seco durante 24 horas en estufa a 105°C, (Anexo 13, Anexo 14) al día siguiente se los enfrió a temperatura ambiente y se los pesó en balanza analítica (Anexo 15).

Para obtener la humedad inicial, se debe obtener un valor sobre el peso de la materia húmeda (MH), el cual se lo determinó mediante la resta del peso de recipiente vacío y el del recipiente con la muestra humedad. Una vez secado en estufa se procedió a obtener el valor del peso de MS parcial, para esto se restó el peso del recipiente con la muestra seca parcial menos el peso de recipiente vacío. Así mismo se obtuvo un valor de agua evaporada, a través de la resta del peso de MH - peso de MS parcial. Finalmente se obtuvo la humedad inicial mediante la división del agua evaporada sobre el peso de MH.

Para obtener la humedad higroscópica, se debe tener en cuenta los valores obtenidos a través de la materia seca total, y se debe seguir el mismo cálculo mencionado anteriormente. Obtenidos estos datos se procede a calcular la humedad del grano mediante la siguiente fórmula:

$$H = HI + \frac{(100 - HI) * 100}{100}$$

H= Humedad total en porcentaje

HI= Humedad inicial en porcentaje

HH= Humedad Higroscópica en porcentaje

#### **5.4.2.3 Determinación de cenizas**

Se colocaron muestras de 200g de maíz en estufa a 105°C, se las enfrió a temperatura ambiente y se procedió a moler y tamizar (Anexo 16, Anexo 17), seguidamente se tomó el peso de 9 crisoles para cada muestra y luego se les añadió 2 gramos de cada variedad molida (Anexo 18) y se las llevó a estufa a 65°C por un día (Anexo 19), se los enfrió y se volvió a tomar el peso, posteriormente la muestra se incineró a 600°C en la Mufla, para así quemar todo el material orgánico, este debe estar hasta obtenerse cenizas blancas grisáceas. El Cálculo se lo hizo mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{peso de crisol} - \text{peso crisol cenizas}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

#### **5.4.2.4 Determinación de proteínas totales**

Se procedió a pesar papel filtro para cada muestra, luego de esto se colocó 0,60 gramos de la muestra molida en cada papel filtro (Anexo 20) y se los ubicó en un tubo de ensayo para eliminar la materia orgánica (Anexo 21, Anexo 22), primeramente, se realizó la digestión, se colocó la muestra (de acuerdo al contenido estimado de nitrógeno) entre 0,1 y 4 g con una precisión de 1 mg, en el tubo Kjeldahl de 500 ml se agregó el catalizador y 10 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Es necesario tener en cuenta que todo el material debe estar sumergido en el ácido para que no haya pérdidas de nitrógeno. La digestión demanda entre 1 – 3 horas. Luego de esto se realizó la destilación donde se preparó un Erlenmeyer con 25-50 ml de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> al 4% esto se realizó con cada muestra, se usó NH<sub>3</sub> y gotas de indicador Mortimer, aquí se medirá el pH de la solución el cual se irá neutralizando hasta obtener un pH de 4,7-4,6 (Anexo

23). Seguidamente se realizó la valoración con solución de ácido sulfúrico hasta lograr un color violeta. Así mismo se efectuó 2 blancos de reactivo, siguiendo el mismo método, pero sin colocar muestra. Se calculó la proteína total con la siguiente fórmula:

$$\text{proteína total (\%)} = (V_{\text{Muestra}} - V_{\text{Blanco}}) * N_{\text{Acido}} * 1,4 * F / G_{\text{Muestra}}$$

**V<sub>Blanco</sub>**: ml de ácido gastados en la valoración del blanco

**N<sub>Acido</sub>**: normalidad del ácido sulfúrico

**0,014**: peso del meq de nitrógeno, en g

**F**: factor de conversión de nitrógeno a proteína

**G<sub>muestra</sub>**: peso en g de la muestra

#### 5.4.2.5 Determinación de grasa

Una vez molida las muestras se procedió a pesar, primero se pesó el papel filtro y se le añadió 6 gramos del maíz molido, se envolvió el papel filtro con la muestra colocada, se cubrió con papel aluminio y se procedió a refrigerar, mientras se preparó el equipo para proceder a realizar la extracción de grasa (Anexo 24), luego de esto se retiró el papel aluminio y se colocó la muestra con el papel filtro doblado en capsulas, identificando cada código y se las colocó en la estufa por 20 minutos a 130 °C. Cuando el papel se secó y estuvo en temperatura ambiente, se los introdujo cuidadosamente en los dedales de celulosa y se los tapó con algodón (Anexo 25). Previamente se tomó el peso de un balón lavado y secado a 130 °C durante 1 hora. Se encendió el extractor de grasa y se abrió el flujo de agua del condensador, se colocó los dedales de celulosa con la muestra en el sifón del soxhlet, se añadió 200 ml de éter en los balones, se armó el equipo encajando el balón con el sifón, y estos a su vez en el condensador y comienza la extracción (Anexo 26).

Cabe mencionar que se verificó el rango de reflujo apropiado el cual dura 9 horas, después de este tiempo se retiró los dedales y se destila la mayor cantidad de solvente hasta alcanzar sequedad aparente (Anexo 27). Se retiró los balones del extractor de grasa y se los colocaron en la Sorbona para finalizar la evaporación del solvente a baja temperatura, luego se llevó los balones a estufa a 130 °C por 30 minutos para eliminar los restos de solvente y la humedad. Por último, se llevó los balones al desecador, se enfriaron a temperatura ambiente y se tomó su peso. Finalmente se realizó el cálculo del porcentaje de grasa mediante la siguiente fórmula:

$$\% EE = \frac{\text{peso del matraz con grasa} - \text{peso del matraz vacío}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

#### **5.4.2.6 Determinación de fibra cruda**

Para iniciar a determinar la fibra cruda, primeramente, se utilizó una balanza para pesar los crisoles y se colocó con precisión 1 gramo de la muestra triturada, se tituló cada crisol (Anexo 28, Anexo 29). Se precalentó 900ml de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 1,25% con el fin de reducir su tiempo de ebullición (Anexo 30), cabe resaltar que los 900ml se los dividió para 6 muestras, por ende, se usó 150 ml para cada crisol. En el equipo de extracción de fibra, ya preparado se colocaron los crisoles con el ácido sulfúrico caliente y se agregó 3-5 gotas de n-octanol como antiespumante (Anexo 31), desde el momento que inició su ebullición se empezó a controlar 30 minutos; una vez que transcurrió 15 minutos se puso a calentar agua destilada (Anexo 32) y el hidróxido de sodio (NaOH) 1,25%; cumplidos los 30 minutos se procedió a conectar al vacío para drenar el ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Luego se lavó 3 veces con 30ml de agua destilada previamente calentada, en cada lavada se conectó el aire comprimido para agitar el contenido del crisol. Después de drenar el último lavado se agregó el NaOH y gotas de antiespumante luego se realizó el mismo procedimiento que se hizo con el ácido sulfúrico, finalmente se lavó con 25 ml de acetona agitando su contenido a través del aire comprimido.

Se retiraron los crisoles y se los colocó en una estufa a 105°C durante 8 horas (Anexo 33), luego de este tiempo se los dejó enfriar en un desecador, y se los peso obteniéndose así la fibra bruta. Seguidamente se colocaron los crisoles en una mufla a 550 °C durante tres horas obteniéndose ceniza (Anexo 34) y se los llevó a pesar después de enfriarlos en un desecador. Con estos datos se logró obtener la fibra cruda de cada muestra.

#### **5.4.2.7 Determinación de ELN (elementos libres de nitrógeno)**

Los cuatro primeros análisis (Cenizas, Proteína, Fibra Cruda, Extracto Etéreo) se obtuvieron a partir de una metodología específica, mientras que la ELN se calculó restando al porcentaje de MS a los cuatro valores obtenidos de (C, P, FC, EE).

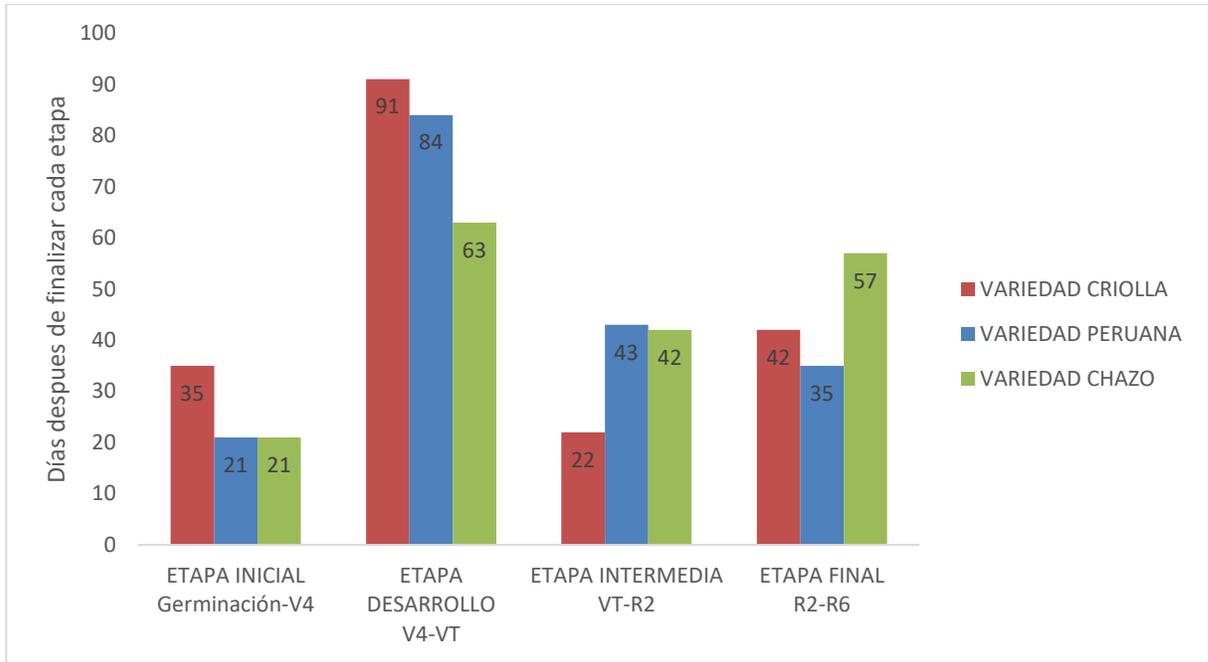
### 5.4.3 Análisis estadístico.

Se efectuó un ANOVA con un nivel de significancia del  $\leq 5\%$  y sus respectivas pruebas de cumplimiento de supuestos, para los datos en los que se encontraron diferencias estadísticas significativas se aplicaron pruebas de comparación múltiple como Tukey. Estos análisis se los realizó mediante un software estadístico (Infostat versión libre 2022).

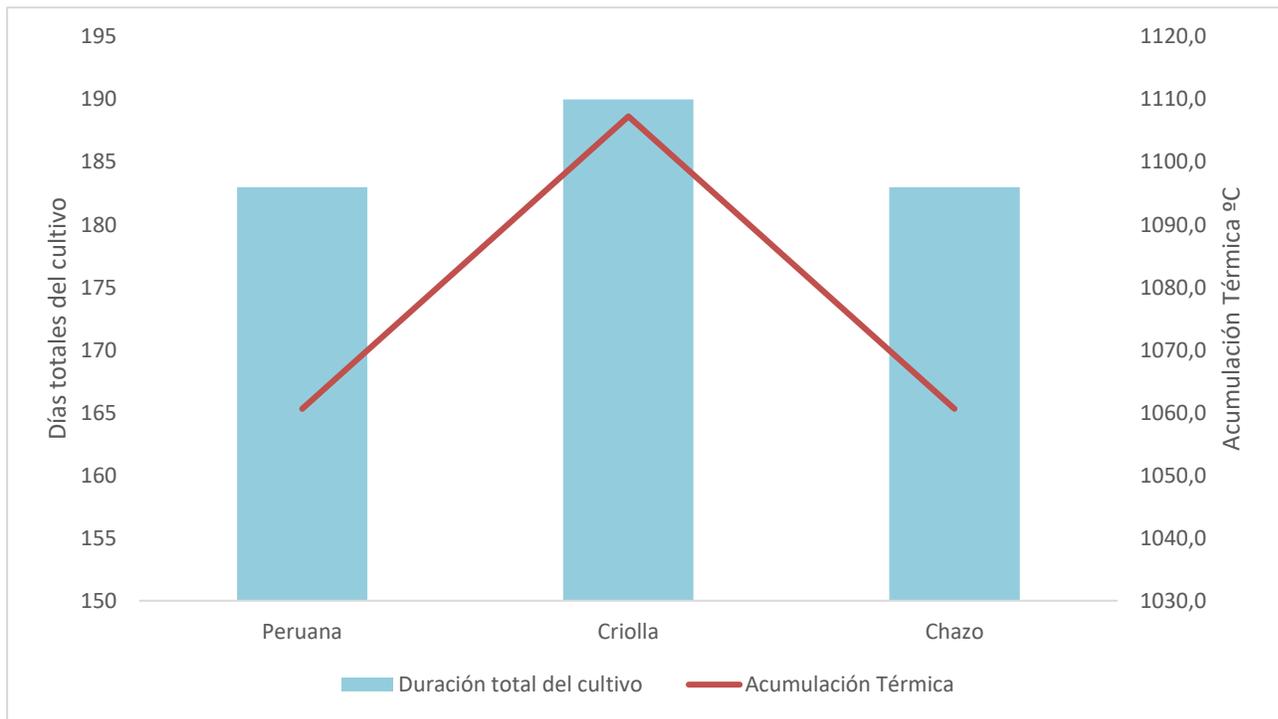
## 6 Resultados

### 6.1 Seguimiento fenológico

La figura 3 muestra los días que alcanzó cada etapa fenológica en las tres variedades de maíz blanco harinoso. Se determinó que las variedades chazo y peruano fueron más precoces, ya que cumplieron su etapa fenológica inicial en 21 días, mientras que la variedad criolla necesito de 14 días más para dicha etapa. En la etapa de desarrollo la variedad con menos días fue el tipo chazo con 63 días de duración, y así mismo la criolla presento un mayor lapso de tiempo con 91 días. Sin embargo, en la etapa intermedia, la variedad que cumplió un menor tiempo fue la criolla con 22 días. Finalmente, en la etapa de maduración la variedad de maíz que requirió de más tiempo fue el chazo con 75 días, por lo contrario, el que cumplió esta etapa en menor tiempo fue el maíz peruano. Así mismo, se puede observar en la figura 4 la duración total de días y acumulación térmica de cada variedad de maíz, donde se puede observar que la variedad criolla tuvo una duración mayor de 190 días, con una acumulación térmica de 1107.3 °C.



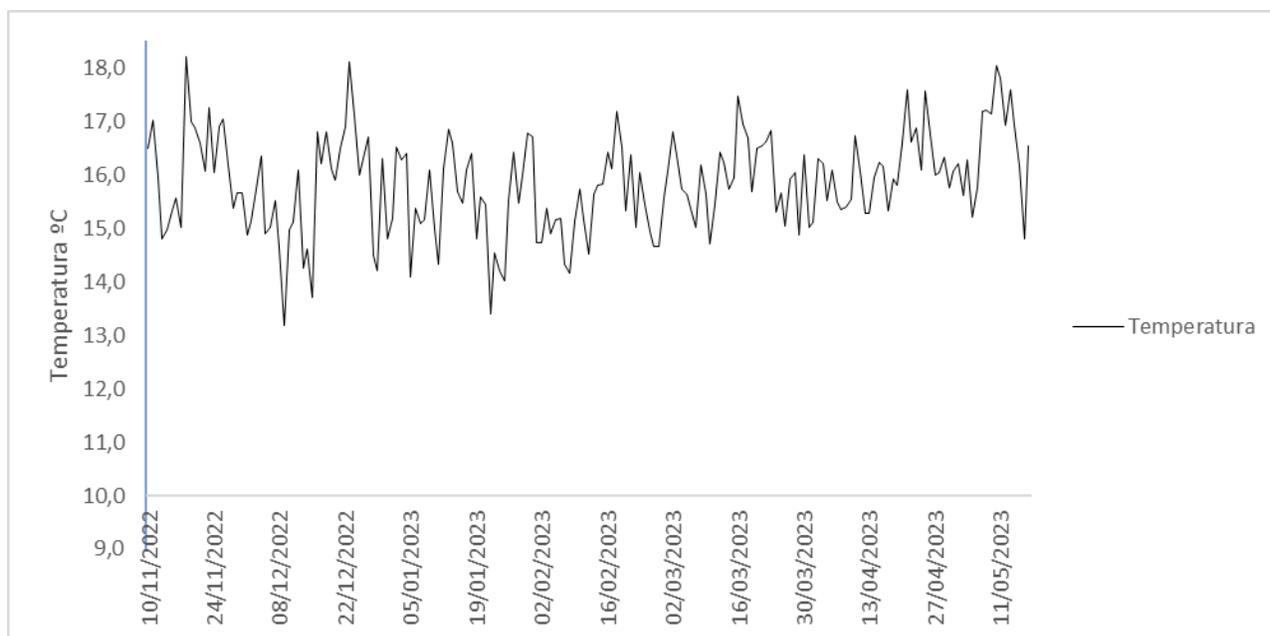
**Figura 3.** Duración de las etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays*) blanco harinoso, variedades peruanas, criolla y chazo.



**Figura 4.** Días totales del cultivo de maíz (*Zea mays*) blanco harinoso, de las variedades peruana, criolla y chazo, y su acumulación térmica, desde la etapa inicial V0 hasta la final R6.

## 62 Registro de temperatura

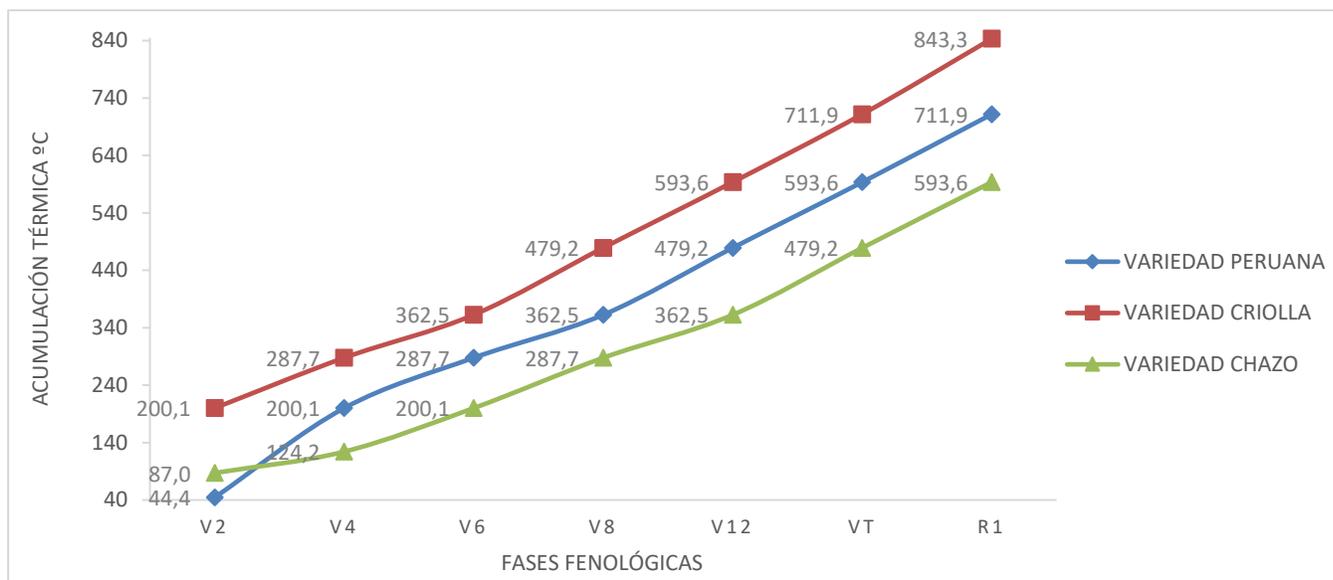
En la figura 5 se visualizan los datos de temperatura de la zona, mostrando el pico máximo (18,2 °C) y mínimo (13,2 °C), además de la temperatura promedio (15,7 °C).



**Figura 5.** Actividad térmica diaria en °C, desde el 10 de noviembre del 2022 hasta el 17 de mayo del 2023, periodo de duración del estudio de caracterización de tres variedades de maíz blanco harinoso en la estación experimental La Argelia, Loja.

## 63 Etapas fenológicas y relación al tiempo térmico.

En la Figura 6 se visualiza la acumulación térmica en el desarrollo de cada variedad de maíz usando la temperatura promedio de cada día, donde se obtuvo el tiempo térmico total, hasta la etapa fenológica R1, obteniendo así 711,9 °C en la variedad peruana, 839,7°C para la variedad criolla y para el chazo 593,6 °C, teniendo en cuenta que esta última variedad necesita una menor acumulación térmica para completar sus fases fenológicas, por ende, su ciclo es más corto.



**Figura 6.** Acumulación térmica en °C y fases fenológicas (V0-R1) de tres variedades de maíz blanco harinoso evaluadas en la estación experimental La Argelia, Loja.

#### 6.4 Determinación de humedad del grano

En el Anexo 35 muestra el análisis de varianza en la cual se observó diferencias significativas obteniéndose un p-valor de 0,0010; aclarando que al menos una variedad presenta distinta humedad al resto. En la tabla 4 se presenta que las variedades chazo y criollo no son significativamente diferentes, sin embargo, la variedad peruana supera estadísticamente a las variedades chazo y criolla, siendo así esta significativamente diferente a las demás (Anexo 36, Anexo 37).

**Tabla 4.** Humedad del grano de tres variedades de maíz blanco harinoso, test de tukey al 5%.

Variedad	Medias	E.E.
Peruana	40,67 a	1,73
Criollo	17,33 b	1,73
Chazo	16,87 b	1,73

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

#### 6.5 Determinación de cenizas

Se realizó un análisis de varianza, donde se pudo observar diferencia significativa, ya que el p-valor=0,0120 es menor al nivel de significancia de 0,05 (Anexo 38). En la tabla 5, se observó que, la variedad criolla tiene una media mayor 2,63% (Anexo 39, Anexo 40). Revelando así, su significancia frente a las variedades chazo y peruana que no son significativamente diferentes.

**Tabla 5.** Cuantificación de cenizas, de tres variedades de maíz blanco harinoso, test de tukey al 5%.

<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>
Peruana	2,03 b	0,09
Criollo	2,63 a	0,09
Chazo	2,03 b	0,09

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

#### 6.6 Determinación de proteínas

Se realizó un ANOVA (Anexo 41, Anexo 42, Anexo 43), donde se observó un p-valor de 0,0047, se observa que, si existe diferencia significativa. Además, en la Tabla 6 se puede observar que se realizó un test de tukey, donde se determinó que la variedad peruana ante el resto de variedades si presenta diferencias significativas, así mismo, esta variedad es la que contiene una menor cantidad de proteína. A fin de validar su p-valor se hizo la prueba de normalidad y homogeneidad; logrando así aceptar su distribución normal ya que se obtuvo el p-valor= 0,2254 siendo mayor a 0,05.

**Tabla 6.** Test de tukey al 5%, del contenido de proteína en tres variedades de maíz blanco harinoso.

<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>
Peruana	9,35 b	0,33
Criollo	12,73 a	0,33
Chazo	11,64 a	0,33

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

#### 6.7 Determinación de grasas

Se obtuvo un Anova, determinando que si existe diferencia con un p-valor de 0,0498 (Anexo 44, Anexo 45, Anexo 46), para convalidar se observa en la Tabla 7 un test tukey, en donde se observó que las variedades criollo y chazo son significativamente diferentes, las letras en común no presentan diferencias significativas.

**Tabla 7.** Contenido de EE, de tres variedades de maíz blanco harinoso, test de tukey al 5%.

<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>
Peruana	4,71 a b	0,09
Criollo	4,08 b	0,09
Chazo	5,06 a	0,19

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

## 6.8 Determinación de Fibra cruda

Se hizo un ANOVA con el cual se determinó que no existe diferencia significativa ya que presenta un p-valor= 0,4082, el cual es mayor a 0,05 (Anexo 47, Anexo 48, Anexo 49). Así mismo en la tabla 8 se realizó un test de tukey para determinar sus medias donde se puede observar letras comunes entonces no son significativamente diferentes.

**Tabla 8.** Contenido de Fibra cruda, de tres variedades de maíz blanco harinoso, test de tukey al 5%.

<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>
Peruana	3,64 a	0,33
Criollo	4,13 a	0,33
Chazo	3,51 a	0,33

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

## 6.9 Determinación de ELN

Se procedió a realizar un ANOVA con el cual se determinó que si existe diferencia significativa ya que se obtuvo un p-valor de 0,0051 el cual es menor a 0,05 (Anexo 50, Anexo 51, Anexo 52). Para validar lo mencionado se llevó a cabo un test de tukey, Tabla 9, donde se puede observar que la variedad peruana presenta una letra diferente a las otras variedades, siendo así, significativamente diferente a las demás.

**Tabla 9.** Contenido de elementos libre de nitrógeno, de tres variedades de maíz blanco harinoso, test de tukey al 5%.

<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	<b>E. E</b>
Peruana	80,26 a	0,38
Criollo	76,44 b	0,38
Chazo	77,76 b	0,38

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Para el seguimiento fenológico se demostró que la variedad criolla blanco harinoso, tuvo una duración de 35 días en la etapa inicial; desde el 10 de noviembre del 2022 hasta el 14 de diciembre del mismo año, con una acumulación térmica de 200.1°C. Según la investigación realizada por Oñate (2016), el tiempo de la etapa inicial de esta variedad fue de 32 días, siendo así el tiempo obtenido en este estudio, mayor en 3 días. Así mismo la etapa de desarrollo de esta variedad se cumplió en 91 días, presentando una diferencia en la investigación de 7 días. Al comparar la información de la duración de la etapa intermedia que fue de 35 días, se puede observar una diferencia de 13 días, ya que en este presente estudio esta etapa se cumplió en 22 días. Se establece la duración de la etapa final con 22 días, frente al estudio mencionado presenta diferencia con un lapso menor de 59 días. La diferencia de los días se debe a las temperaturas que presentó la zona de estudio, sin embargo, cabe mencionar que la investigación realizada por Oñate (2016), tuvo una duración total de 232 días del cultivo, asumiendo que la temperatura promedio que presentó dicho estudio fue de 13,5°C.

Por otro lado, Trezza y Andino mencionan en FAO (2006) que la duración de la etapa inicial para la variedad chazo corresponde a 20 días, conforme la investigación realizada en la Universidad del estado de UTAH, lo cual tiene una similitud con nuestro lapso de tiempo el cual fue de 21 días. Del mismo modo, se cumplió la etapa fenológica de desarrollo en 63 días; en cuanto al estudio mencionado presentaron una duración de 25 días, presentándose diferencia por un lapso menor de 38 días. Además, la etapa intermedia alcanzó un tiempo de 42 días, observando así una diferencia de 17 días. Finalmente, la duración de la etapa final fue de 57 días, asumiendo que el estudio menciona que el periodo final abarca 10 días, se puede atribuir que las variaciones se presentan por el lugar donde se realiza el ensayo, por el manejo del cultivo, generalmente por los factores edafoclimático, y el tipo de semilla.

La variedad peruana fue la que mayor tiempo necesitó en su etapa de desarrollo, requiriendo 84 días para completar esta fase, Quevedo (2013), señala que esta etapa se cumple en un lapso de 25 días.

La acumulación térmica fue diferente para cada una de las variedades, en donde la variedad criolla hasta la etapa R1 necesitó de una mayor acumulación térmica a diferencia de las otras variedades. Cabe mencionar que el tiempo térmico es de suma importancia en el desarrollo de la planta, ya que la temperatura incide en la acumulación de materia seca y área foliar,

logrando así un buen resultado en el rendimiento y calidad (García & López, 2002). Yzarra et al. (2009), manifestaron que existen variedades de maíz que son sensibles al fotoperiodo, haciendo mención que las variedades que necesita más acumulación térmica van a tener una mayor duración fenológica. Referente a nuestro estudio se observó que la variedad criolla requiere de mayor acumulación térmica, por otro lado, la variedad chazo es la que menor acumulación térmica necesita. Esto puede ser influenciado por las variaciones climáticas del lugar del cultivo, la fertilización, el tipo de riego y la semilla de maíz.

En lo que respecta a determinación de humedad, si existe diferencia estadística entre los tratamientos, se determina que la variedad tipo chazo es el que presenta un menor porcentaje de humedad (16,8%), seguidamente, el grano criollo presenta una humedad del 17,3%, sin embargo, Prudencio y Alba (2013) mencionan que la variedad criolla presenta una humedad del 8,27%. Esta diferencia puede estar influenciada por el origen del grano o los factores edafoclimáticos en que se cultivó y cosechó. El porcentaje de humedad es importante dado que, si es superior al 15,5%, en el transcurso del almacenamiento pueden desarrollarse hongos, produciendo pérdidas de maíz o minimizar su calidad (Montealvo et al., 2005).

Los resultados obtenidos para cuantificación de cenizas en este estudio fueron de 2,03% para la variedad chazo y peruana, y de 2,63% para la variedad criolla, por otro lado, Prudencio y Alba (2013), presentaron en su estudio que maíces criollos tienen 1,71% de cenizas. La varianza que se observa en cenizas, se debe por los distintos tipos de maíz que se usaron.

El maíz de tipo peruano es la que tuvo un menor porcentaje de proteína (9,35%), mostrando una diferencia significativa con la variedad criolla la cual presentó un 12,73% de proteína. Un estudio realizado por Álvarez, et al., (2016) presentaron un porcentaje de (9,93%) en variedad criolla. La determinación de proteína depende del tipo de maíz, ya que si es harinoso presentara un valor mayor, en sí esta composición química depende totalmente del origen del maíz.

Los resultados obtenidos de extracto etéreo encontrados fueron de 5,06% en la variedad chazo, y con menor porcentaje en el maíz tipo criollo 4,08, el cual es similar al estudio presentado por Prudencio y Alba (2013), que mencionan que el maíz criollo presenta un 4,71% de grasa. El contenido de extracto etéreo puede estar influenciado por la variedad de maíz en sí por el genotipo.

El mayor contenido de fibra cruda lo presentó la variedad criolla con un 4,13% y con un menor porcentaje la variedad chazo (3,51%). Por otro lado Álvarez, et al., (2016) mencionan que

la variedad criolla presenta un 2,58% de fibra cruda. El análisis de extracto libre de nitrógeno no se lo realizó de forma práctica en el laboratorio, esto se lo obtuvo mediante la resta de los análisis realizados de 100.

Respecto al seguimiento fenológico, se establece que la variedad “chazo” y “peruano” mostraron similar desarrollo, sin embargo, la primera variedad cumplió su etapa de desarrollo en menor tiempo, a diferencia del maíz de tipo criollo el cual requirió de 190 días para su desarrollo total. Con relación, a la acumulación térmica se determina que la variedad criolla es la que necesita una mayor acumulación térmica para llegar a fase reproductiva; por el contrario, la variedad chazo requirió una menor acumulación térmica.

Como se ha podido observar, el maíz de tipo chazo presenta un mejor porcentaje de humedad ante la variedad peruana la cual presenta un valor alto. Por otro lado, la proteína es uno de los principales elementos que determinan la calidad de los maíces, en este estudio las variedades criollo y chazo presentan un mayor porcentaje de proteína, presentando diferencia con la variedad peruana la cual tuvo un valor menor, por ende, no se recomienda. El maíz chazo y criollo presentaron un mayor contenido de grasa con respecto a la variedad peruana. En relación al análisis de cenizas la variedad criolla presentó un valor adecuado. Con las variedades chazo y peruana se encontró un nivel similar de fibra cruda, sin embargo, es necesario mencionar que la variedad criolla presentó un mejor porcentaje de fibra. Referente al ELN, se mostró que la variedad peruana indica un mayor porcentaje de azúcares a diferencia de las otras variedades.

La variedad chazo, mostró una mejor adaptación a las condiciones climáticas, teniendo así un mejor desarrollo fenológico, además de tener un buen análisis bromatológico de calidad.

## 9 **Recomendaciones**

- Evaluar las variedades de maíz blanco en otros factores edafoclimáticos, riego, y niveles de fertilización para ir mejorando la producción.
- Efectuar un análisis de suelo previo a la ejecución del ensayo con el fin de determinar que fertilizante necesita el suelo para obtener una buena producción, así mismo realizar una adecuada fumigación teniendo en cuenta las etapas fenológicas, para evitar pérdidas de biomasa y calidad.
- Ejecutar estudios con otras variedades de maíz blanco y maíz amarillo para tener un mejor conocimiento sobre la calidad de los maíces.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, Su origen y clasificación. EL MAIZ en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 30(2), 00-00.
- Agricultura (IICA), I. I. de C. para la, Ministerio de Agricultura y Ganadería, S. S. (El S. (MAG), Centro Nacional de Tecnología Agropecuario y Forestal, S. S. (El S. (CENTA), Cooperación (COSUDE), A. S. para el D. y la, & Deras Flores, H. (2020). *Guía técnica: El cultivo de maíz*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/11893>
- Álvarez, R. M. J., Garma Quen, P. M., & M.M Guillen Morales. (2016). Análisis Proximal y Fitoquímico de Cinco Variedades de Maíz del Estado de Campeche (México).
- Ayerve, J. C., Yaguachi Álvarez, P. X., & Velez Quevedo, J. (2010). *Influencia del encalado y aporte de materia orgánica en las propiedades del suelo y en el rendimiento del cultivo de uvilla (Physalis peruviana L.), en la estación experimental la Argelia* [BachelorThesis]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/5572>
- CIMMYT. (1991). *Descriptors for maize/Descriptores para maiz/Descripteurs pour le maïs*. Alliance Bioversity International - CIAT. <https://alliancebioversityciat.org/publications-data/descriptors-maizedescriptores-para-maizdescripteurs-pour-le-mais> Cordoba, Universidad de. «Producción Animal y Gestión de empresas.» UCODigital. 2016. (último acceso: Abril de 2020)
- García, A. D. G., & López, C. L. (2002). Temperatura base y tasa de extensión foliar del maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 25(4), 381-386.
- Granados Ramírez, R., & Sarabia Rodríguez, A. A. (2013). Cambio climático y efectos en la fenología del maíz en el DDR-Toluca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(3), 435-446.
- Guacho Abarca, E. F. G. (2014). “*CARACTERIZACIÓN AGRO-MORFOLOGICA DEL MAÍZ (Zea mays L.) DE LA LOCALIDAD SAN JOSÉ DE CHAZO.*” [Tesis, Escuela Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3455>
- Guzmán Buñay, D. A. (2017). *Etapas fenológicas del maíz (Zea mays L.) VAR. Tusilla bajo las condiciones climáticas del cantón Cumandá, provincia de Chimborazo* [Tesis, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23698/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Guzm%C3%A1n+Bu%C3%B1ay%2C+Dennys+Alexander>

- Imbacuán Potosí, J. L. (2015). Efecto de la aplicación de tres niveles de fertilización química en el comportamiento agronómico de dos variedades de maíz duro [Tesis, Universidad Técnica de Babahoyo]. <https://docplayer.es/109582959-Universidad-tecnica-de-babahoyo.html>
- Montealvo, G. M., Feria, J. S., Valle, M. V. del, Montiel, N. G., López, O. P., & Pérez, L. A. B. (2005). Composición química y caracterización calorimétrica de híbridos y variedades de maíz cultivadas en México. *Agrociencia*, 39(3), 267-274.
- Ochoa Robles, K. J. (2021). Evaluación del comportamiento fenológico y productivo, de cuatro híbridos de maíz duro amarillo con dos niveles de fertilización en la parroquia Nambacola de la provincia de Loja [Tesis, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/9269/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Ochoa+Robles%2C+Karla+Janeth>
- Oñate Zúñiga, L. A. O. (2016). “DURACIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS Y PROFUNDIDAD RADICULAR DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) var. BLANCO HARINOSO CRIOLLO, BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CANTÓN CEVALLOS” [Tesis, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18305/1/Tesis-116%20%20Ingenier%20c3%ada%20Agron%20c3%b3mica%20-CD%20371.pdf>
- Orús, A. (2023, enero 23). Maíz: Producción mundial 2011-2021 | Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/517167/produccion-mundial-de-maiz/>
- Prudencio, O., & Alba, S. del. (2013). Determinación de la composición química proximal y fibra dietaria de 43 variedades criollas de maíz de 7 municipios del sureste del estado de Hidalgo [Tesis, ICSa-BD-UAEH]. <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/handle/123456789/10988>
- Quevedo Willis, S. (2013, junio). Manual técnico: Maíz Blanco Urubamba (Blanco Gigante Cusco). Instituto Nacional de Innovación Agraria. Serie Manual; n. 13. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/87>
- Romero Vargas, C. E. (2020). Comportamiento de 15 familias de medios hermanos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en condiciones de Pucallpa. <https://1library.co/document/qvpk120q-comportamiento-familias-medios-hermanos-maiz-amarillo-condiciones-pucallpa.html>

- Trezza, R; Andino, J. 2001. Determinación de la Evapotranspiración de los cultivos. Universidad de Utah.
- Villalpando, J. F., & Ruiz, J. A. (1993). Observaciones agrometeorológicas y su uso en la agricultura. Limusa.
- Yzarra Tito, W. J., Trebejo, I., & Noriega, V. (2009). Evaluación de unidades térmicas para el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays*, L.) en la costa central del Perú. 10. <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/1079>
- Zambrano Mendoza, J. L., & Caviedes, M. (2022). Estado actual de la producción de maíz en Ecuador. Quito, EC: INIAP-EESC, 2022. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5886>

## 11 Anexos

**Anexo 1.** Charla y entrega de semillas por parte de la empresa Ecuaquímica



**Anexo 2.** Curación de las semillas.



**Anexo 3.** Preparación de suelo y siembra.



**Anexo 4.** Fumigación



**Anexo 5. Fitophox**



**Anexo 6. Fertilización**



**Anexo 7. Etapa Vegetativa V1-V3 60-70%**



**Anexo 8. Cosecha**



**Anexo 9.** Funda de papel con la muestra de grano ya pesada.



**Anexo 10.** Registro de peso del papel



**Anexo 11.** Crisoles con 200g de muestra de cada variedad de maíz.



**Anexo 12.** Registro del peso de cada crisol más la muestra



**Anexo 13.** Estufa a 105°C con los crisoles más muestras previamente pesados.



**Anexo 14.** Muestras secas.



**Anexo 15.** Registro del peso de las muestras secas.



**Anexo 16.** Trituración del maíz previamente secado en estufa.



**Anexo 17.** Tamizado del maíz triturado.



**Anexo 18.** Registro del peso del crisol más muestra para cuantificación de cenizas.



**Anexo 19.** Crisoles con la muestra pesada en estufa a 105° C



**Anexo 20.** Registro del peso de papel filtro más muestra.



**Anexo 21.** Tubos de ensayo con la muestra pesada en papel filtro.



**Anexo 22.** Tubos de ensayo y balanza gramera.



**Anexo 23.** Medidor digital de pH.



**Anexo 24.** Equipo preparado para extracción de grasa.



**Anexo 25.** Dedales con las muestras previamente pesadas con papel filtro.



**Anexo 26.** Equipo realizando la extracción de grasa.



**Anexo 27.** Destilación del solvente hasta alcanzar sequedad aparente.



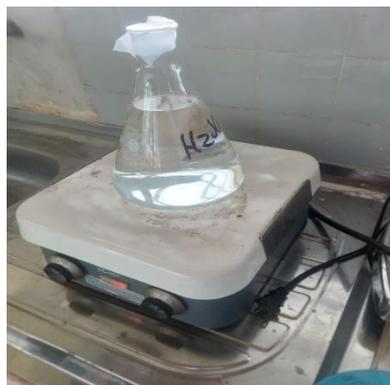
**Anexo 28.** Peso del crisol vacío para muestra de fibra.



**Anexo 29.** Registro del peso del crisol más 1g de muestra.



**Anexo 30.** Pre calentamiento del ácido sulfúrico.



**Anexo 31.** Extractor de fibra preparado.



**Anexo 32.** Agua destilada.



**Anexo 33.** Mufla.



**Anexo 34.** Cenizas de fibra.



**Anexo 35.** Análisis de varianza de la humedad de tres variedades de maíz blanco harinoso.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Modelo</b>	1119,56	279,89	31,16	0,0028
<b>Variedad</b>	1110,78	555,39	61,84	0,0010
<b>Repetición</b>	8,78	4,39	0,49	0,6456

**Anexo 36.** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en la variable de humedad.

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>D.E.</b>	<b>W*</b>	<b>P (Unilateral d)</b>
<b>RDUO</b>	9	2,12	0,89	0,2734
<b>Humedad (%)</b>				

**Anexo 37.** Prueba de homogeneidad de varianzas con la variable de humedad.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Modelo</b>	3,95	1,98	2,75	0,1422
<b>Variedad</b>	3,95	1,98	2,75	0,1422
<b>Error</b>	4,31	0,72		

**Anexo 38.** Análisis de Varianza de cuantificación de cenizas, de tres variedades de maíz blanco harinoso.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Modelo</b>	1,23	0,31	14,05	0,0127
<b>Variedad</b>	0,71	0,36	16,25	0,0120
<b>Repetición</b>	0,52	0,26	11,85	0,0208

**Anexo 39.** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en la variable de cenizas.

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>D.E.</b>	<b>W*</b>	<b>P (Unilateral d)</b>
<b>RDUO Cenizas (%)</b>	9	0,10	0,98	0,9487

**Anexo 40.** Test de Levene con la variable de cenizas.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Modelo</b>	0,02	0,01	4,84	0,0561
<b>Variedad</b>	0,02	0,01	4,84	0,0561
<b>Error</b>	0,01	1,7		

**Anexo 41.** Análisis de Varianza sobre contenido proteico, de tres variedades de maíz blanco harinoso.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Modelo</b>	18,19	4,55	13,88	0,0129
<b>Variedad</b>	17,84	8,92	27,22	0,0047
<b>Repetición</b>	0,35	0,18	0,54	0,6204

**Anexo 42.** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en la variable de proteína.

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>D.E.</b>	<b>W*</b>	<b>P (Unilateral d)</b>
<b>RDUO Proteína (%)</b>	9	0,40	0,88	0,2254

**Anexo 43.** Test de Levene con la variable de proteína.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Modelo</b>	0,23	0,12	1,71	0,2585
<b>Variedad</b>	0,23	0,12	1,71	0,2585
<b>Error</b>	0,41	0,07		

**Anexo 44.** Análisis de Varianza de EE, de tres variedades de maíz blanco harinoso.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Modelo</b>	1,51	0,38	3,56	0,1233
<b>Variedad</b>	1,48	0,74	6,96	0,0498
<b>Repetición</b>	0,03	0,02	0,15	0,8619

**Anexo 45.** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en la variable de grasa.

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>D.E.</b>	<b>W*</b>	<b>P (Unilateral d)</b>
<b>RDUO EE (%)</b>	9	0,23	0,87	0,1699

**Anexo 46.** Test de Levene con la variable de grasa.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Modelo</b>	0,05	0,03	1,57	0,2821
<b>Variedad</b>	0,05	0,03	1,57	0,2821
<b>Error</b>	0,10	0,02		

**Anexo 47.** Análisis de Varianza de Fibra Cruda, de tres variedades de maíz blanco harinoso.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Modelo</b>	1,29	0,32	1,02	0,4941
<b>Variedad</b>	0,63	0,32	0,99	0,4462
<b>Repetición</b>	0,66	0,33	1,04	0,4335

**Anexo 48.** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en la variable de Fibra cruda.

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>D.E.</b>	<b>W*</b>	<b>P (Unilateral d)</b>
<b>RDUO Fibra C (%)</b>	9	0,40	0,95	0,8103

**Anexo 49.** Test de Levene con la variable de Fibra cruda.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Modelo</b>	0,12	0,03	0,62	0,6727
<b>Variedad</b>	0,03	0,01	0,30	0,7576

**Anexo 50.** Análisis de Varianza de ELN, de tres variedades de maíz blanco harinoso.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Modelo</b>	23,99	6,00	13,81	0,0131
<b>Variedad</b>	22,66	11,33	26,10	0,0051
<b>Repetición</b>	1,33	0,66	1,53	0,3213

**Anexo 51.** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en la variable de elementos libres de nitrógeno.

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>D.E.</b>	<b>W*</b>	<b>P (Unilateral d)</b>
<b>RDUO ELN (%)</b>	9	0,47	0,87	0,1870

**Anexo 52.** Test de Levene con la variable de elementos libre de nitrógeno.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Modelo</b>	0,04	0,02	0,38	0,6977
<b>Variedad</b>	0,04	0,02	0,38	0,6977

**Anexo 53.** Certificado de traducción del resumen

Loja, 20 de noviembre del 2023

Patricio Ivan Tenezaca Quinde

**Licenciado en Ciencias de la Educación en la Especialidad del Idioma Inglés**

**Reg. SENESCYT: 1008-2016-1656763**

**CERTIFICO:**

Que he realizado la traducción de español a inglés del resumen de: **“Determinar la fenología de tres variedades de maíz blanco harinoso (*Zea mays* L.) y la calidad del grano en condiciones edafoclimáticas del sector la Argelia, Loja.”**, de autoría de la Srta, **Lourdes Stefania Guamán Guamán** con número de cédula 1104128390, estudiante de la carrera de Agronomía de la Universidad Nacional de Loja.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso del presente en lo que considere conveniente.



Lcdo. Patricio Ivan Tenezaca Quinde

1102714530