



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente.**

**Carrera de Agronomía**

**Tema:**

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLA ARTESANAL DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum* L.), EN 17 LOTES DE PRODUCTORES SEMILLERISTAS - UEB - FIASA, DE LA PROVINCIA BOLÍVAR**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.**

**Autora:**

Sonia Carolina Chimbo Chagnama

**Tutor:**

Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

**Guaranda – Ecuador**

**2025**

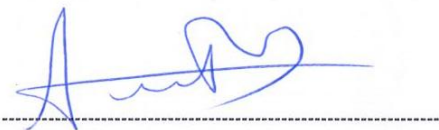
DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLA ARTESANAL DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum* L.), EN 17 LOTES DE PRODUCTORES SEMILLERISTAS - UEB - FIASA, DE LA PROVINCIA BOLÍVAR.

**REVISADO Y APROBADO POR:**



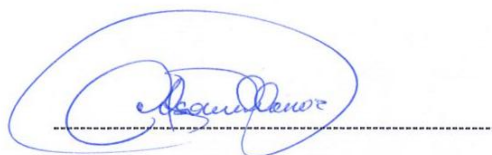
Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

**TUTOR**



Dra. Andrea Elizabeth Román Ramos.

**DOCENTE LECTOR**



Ing. Nelson Monar Gavilanes. MSc.

**DOCENTE LECTOR**

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Sonia Carolina Chimbo Chagnama con C.I 0605362003 declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la normativa Institucional vigente.



Sonia Carolina Chimbo Chagnama

C.I 0605362003

**AUTORA**



Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

C.I 0201600327

**TUTOR**

Se otorgó ante mi y en fe de ello  
confero ésta ~~TRIPLE~~ copia  
certificada, firmada y sellada en 2<sup>as</sup>  
Guaranda, 11 de Julio del 2025



Dr. Hernán Cisallo Arcos  
NOTARIO SEGUNDO DEL CANTÓN GUARANDA



20250201002P00815

DECLARACION JURAMENTADA


OTORGA: SONIA CAROLINA CHIMBO CHAGNAMA

CUANTIA: INDETERMINADA

DI 2 COPIAS



En la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día viernes once de julio de dos mil veinticinco, ante mí DOCTOR HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS, NOTARIO SEGUNDO DE ESTE CANTÓN, comparece la señorita Sonia Carolina Chimbo Chagnama, por sus propios derechos, de estado civil soltera, domiciliada en el sector Plaza Roja, parroquia Veintimilla, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número: cero nueve seis uno dos cuatro cuatro nueve uno tres, correo electrónico: carolina.chagnama27@gmail.com. La compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor a quien de conocerla doy fe en virtud de haberme exhibido su cédula de ciudadanía en base a la que procedo a obtener su certificado electrónico de datos de identidad ciudadana, del Registro Civil, mismo que agregó a esta escritura como documento habilitante; bien instruida por mí el Notario en el objeto y resultados de esta escritura de Declaración Juramentada que a celebrarla proceden, libre y voluntariamente.- En efecto juramentado que fueron en legal forma previa las advertencias de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, declaran lo siguiente: “Que previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, de la carrera de Agronomía, manifestó que los criterios e ideas emitidas en el presente Proyecto de investigación Titulado: **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLA ARTESANAL DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum* L.), EN 17 LOTES DE PRODUCTORES SEMILLERISTAS – UEB – FIASA, DE LA PROVINCIA BOLÍVAR”**, es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autora, además autorizo a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que me pertenece o parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Es todo cuanto tengo que decir en honor a la verdad”. Hasta aquí la declaración juramentada que junto con los documentos anexos y habilitantes que se incorpora queda elevada a escritura pública con todo el valor legal, y que la compareciente acepta en todas y cada una de sus partes, para la celebración de la presente escritura se observaron los preceptos y requisitos previstos en la Ley Notarial; y, leída que le fue a la compareciente por mí el Notario, se ratifica y firma conmigo en unidad de acto quedando incorporada en el Protocolo de esta Notaría, de todo cuanto DOY FE.

  
Sonia Carolina Chimbo Chagnama  
C.C. 0605362003

  
DR. HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS  
NOTARIO SEGUNDO DE CANTÓN GUARANDA

**Sonia Chimbo**

**CHIMBO\_SONIA\_PROYECTO\_DE\_TITULACION\_SEMILLA\_A...**

 David Silva

 David Silva

 Universidad Estatal de Bolívar

**Detalles del documento**

Identificador de la entrega  
**Im:oid::3117:473041337**

Fecha de entrega  
**10 Jul 2025, 5:29 p.m. GMT-5**

Fecha de descarga  
**10 Jul 2025, 5:43 p.m. GMT-5**

Nombre de archivo  
**CHIMBO\_SONIA\_PROYECTO\_DE\_TITULACION\_SEMILLA\_ARTESANAL\_DE\_TRIGO\_2025.pdf**

Tamaño de archivo  
**1.3 MB**

**74 Páginas**

**14.969 Palabras**

**80.881 Caracteres**



Ing. David Rodrigo Silva García  
TUTOR




## 6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- Trabajos entregados
- Fuentes de Internet

### Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 6%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Ing. David Rodrigo Silva García  
TUTOR

## DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios, por darme sabiduría, salud y vida, siendo el pilar fundamental de mi camino.

A mi ángel que se encuentra en el cielo, Hernán Ángel Chimbo, aunque, ya no está físicamente conmigo, hasta el último día de su vida confió en mí, sigue siendo mi mayor inspiración; sus valores, enseñanzas y su ejemplo han sido mi guía en cada paso de este camino, gracias por sembrar en mí el valor del esfuerzo. A mi querida madre, Hilda Chagnama, por ser mi pilar, mi mentora, mi guía, mi fuerza, mi mejor amiga y mi ejemplo a seguir, gracias por tu amor incondicional, por tu esfuerzo incansable y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Cada página de este proyecto lleva tu sacrificio, tu apoyo y tu fé en mí. Este logro es tan tuyo como mío.

A mi hermano Franklin Efrain que, a pesar de la distancia, nunca ha dejado de acompañarme con su cariño, su apoyo y palabras de aliento. Gracias por ser mi fuerza silenciosa, por siempre creer en mí, incluso cuando yo dudaba.

A mi tía Carmen Chimbo, que se convirtió en mi segunda madre, acompañándome con amor y constancia en cada paso. A mi familia por su respaldo incondicional, motivación permanente y fortaleza emocional brindada a lo largo de este proceso.

A mi mejor amigo Byron, que desde el primer día en la Universidad me brindó su amistad gracias por tu compañía, por estar en los momentos buenos y malos. Y también a todos mis amigos con quienes he compartido mis alegrías y angustias.

Y, por último, me dedico a mí misma, por el esfuerzo, la constancia y el valor de seguir adelante, incluso cuando todo parecía difícil, este logro es fruto de mi perseverancia.

*Sonia Carolina*

## **AGRADECIMIENTO**

Con infinita gratitud, en primer lugar, quiero dar gracias a Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por acompañarme en este recorrido académico. Gracias por iluminar mi mente, sostenerme en los momentos de duda y darme la perseverancia para culminar este logro.

A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, expreso mi más sincero agradecimiento por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente, por abrirme las puertas del conocimiento y por ser el escenario donde crecí tanto académica como personalmente.

A mis docentes, muchas gracias por compartir sus conocimientos, paciencia, pasión y sabiduría. A la Dra. Andrea Román; Ing. Nelson Monar; Ing. Deysi Guanga, gracias por todas sus enseñanzas por su colaboración, asesoría y conocimientos brindadas en el desarrollo de esta investigación. En especial, al Ing. David Rodrigo Silva García, por aceptar ser tutor de trabajo de investigación, que me respaldó y guió en la ejecución de mi proyecto.

Mi sincero agradecimiento al proyecto UEB - FIASA por el apoyo incondicional, que fueron clave para llevar a cabo esta investigación. De la misma manera, agradezco por su sincera colaboración a cada uno de los técnicos; Ing. Nervo Vargas, Ing. Rocío Curichumbi, Ing. Katy Santamaria, Ing. Junior Chávez que, con su compromiso, disposición, facilitaron el desarrollo del trabajo y me acompañaron con paciencia en cada etapa del proceso.

A mis amigo/as, quienes fueron una parte fundamental de este camino por haber compartido no solo en momentos de alegría, sino también de debilidad y esfuerzo. Sus compañías y apoyo han sido un pilar importante para mantenerme firme y motivada en los momentos más difíciles.

*Sonia Carolina*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pag.
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. PROBLEMA.....	3
1.3. OBJETIVOS .....	4
1.3.1. Objetivo general .....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	5
CAPÍTULO II .....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Origen.....	6
2.2. Importancia .....	6
2.3. Descripción taxonómica.....	7
2.4. Características del grano .....	7
2.5. Parámetros de Calidad.....	8
2.6. Requerimientos edafoclimáticos .....	9
2.7. Etapas fisiológicas.....	9
2.7.1. Fase vegetativa .....	9
2.7.2. Fase reproductiva .....	10
2.7.3. Fase de maduración.....	10
2.8. Variedades de trigo .....	10
2.8.1. Líneas promisoras .....	10
2.8.2. Variedades mejoradas .....	10
2.8.3. Variedad INIAP- Imbabura.....	10
2.8.4. Variedad UEB – Carnavaleiro.....	12
2.9. Cosecha .....	13
2.9.1. Trilla .....	13
2.10. Poscosecha .....	13
2.11. Plagas .....	13
2.11.1. Gorgojo ( <i>Sitophilus granarius</i> L.).....	13

2.11.2. Barrenador grande del grano ( <i>Prostephanus truncatus</i> ) .....	14
2.11.3. Barrenador pequeño de los granos ( <i>Rhyzoperta dominica</i> ).....	14
2.11.4. Carcoma grande de los granos ( <i>Tenebroides mauritanicus</i> ) .....	15
2.11.5. Gorgojo plano de los granos ( <i>Cryptolestes pusillus</i> ) .....	15
2.11.6. Roedores.....	15
2.12. Enfermedades.....	15
2.12.1. Fusarium de la espiga ( <i>Fusarium</i> sp.) .....	15
2.12.2. Moho ( <i>Aspergillus</i> sp.).....	16
2.12.3. Moho azul ( <i>Penicillium</i> sp.).....	16
2.12.4. Manchado negro ( <i>Cladosporium</i> sp.).....	16
2.12.5. Podredumbre ( <i>Rhizopus</i> sp.) .....	16
2.13. Tipos de semillas.....	17
2.13.1. Semilla no convencional .....	17
2.13.2. Semilla convencional .....	17
2.13.3. Calidad de semilla .....	17
2.13.4. Pureza Física .....	17
2.13.5. Pureza varietal - genética .....	17
2.13.6. Calidad Fisiológica.....	18
CAPÍTULO III.....	1
3. MARCO METODOLÓGICO .....	1
3.1. Ubicación de la investigación .....	1
3.2. Metodología .....	1
3.2.1. Material en estudio .....	1
3.2.2. Factor en estudio .....	2
3.2.3. Tratamientos.....	2
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico .....	2
3.2.5. Manejo de la investigación.....	2
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuestas) .....	3
3.2.7. Análisis de datos.....	7
CAPÍTULO IV.....	8
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	8
4.1. Interpretación de los resultados.....	8

4.2. Comprobación de hipótesis .....	25
CAPÍTULO V .....	26
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
5.1. CONCLUSIONES .....	26
5.2. RECOMENDACIONES .....	27
BIBLIOGRAFÍA .....	28
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>N.º</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pag.</b>
1	Resultados del análisis estadístico para: Calidad física de grano (CFG), Porcentaje de grano chupado (%GCH), Sanidad de grano (SG), Pureza genética de grano (PGG), Extracción de semilla (ES), Peso de mil granos (PMG), Peso hectolítrico (PH), Porcentaje de germinación (%G), Vigor de la semilla (VS).	8
2	Resultados estadísticos para el rendimiento (R kg ha-1)	21
3	Relación beneficio - costo (R BC)	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N.º</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pag.</b>
1	Resultados estadísticos para la calidad física de grano (CFG)	96
2	Resultados estadísticos para el porcentaje de grano chupado (%GCH)	107
3	Resultados estadísticos para la sanidad del grano (SG)	118
4	Resultados estadísticos para la pureza genética del grano (PGG)	130
5	Resultados estadísticos para el porcentaje de germinación (%G)	141
6	Resultados estadísticos para el vigor de la semilla (VS)	152
7	Resultados estadísticos para la extracción de semilla (IES)	174
8	Resultados estadísticos para el peso hectolítrico (PH)	185
9	Resultados estadísticos para el peso de mil granos (PMG)	19

## ÍNDICE DE ANEXOS

N.º	Detalle
1.	Mapa de la ubicación de la investigación
2.	Base de datos
3.	Fotografías
4.	Glosario de términos técnicos

## RESUMEN

La baja productividad del cultivo de trigo, a nivel local, está condicionada por la falta de semilla de calidad, y el manejo tecnológico dentro de cada unidad productiva en las localidades de Santa Fe, Laguacoto, La Magdalena, La Asunción. La importancia del estudio radica en fortalecer la disponibilidad de semilla de calidad para mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo de trigo en sistemas de producción artesanal. Los objetivos específicos fueron: evaluar la calidad física y fisiológica de la semilla artesanal de trigo, determinar su sanidad y calcular la eficiencia económica basada en la extracción de semilla. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: calidad física de grano, peso hectolítrico, peso de mil granos, porcentaje de germinación, vigor de plántula, porcentaje de sanidad de grano, rendimiento, ingreso neto y relación beneficio-coste. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y separación de medias con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). Los resultados mostraron que la pureza física de grano promedió 93.91%, con pureza genética de 99.64% y germinación de 95.22%. La unidad de producción de Froilán Verdezoto (T13) con 83.35mm presentó plántulas con mayor vigor. El estado sanitario mostró que el T9 obtuvo la menor incidencia de enfermedades con 5.33% comparado con T17 que obtuvo el 37% de infección. El tratamiento T16, cuya procedencia fue Laguacoto 3 fue el de mayor rendimiento con 5.30 T ha<sup>-1</sup>; mientras que para el peso hectolítrico el valor más alto se obtuvo en T5 con 86.07 kg hL<sup>-1</sup>. Los tratamientos, como T16 (Laguacoto 3 - UEB) y T10 (Santa Fe – Bolívar Gavilanes), presentaron relación beneficio-coste entre (0.40 y 0.35 respectivamente) siendo los valores más elevados. Se concluye que la semilla artesanal evaluada muestra buena calidad física y fisiológica, aunque se requiere mejorar las prácticas fitosanitarias para optimizar su desempeño productivo y económico en campo.

**Palabras clave:** Calidad fisiológica, rendimiento, vigor.

## ABSTRACT

The low productivity of wheat cultivation at the local level is conditioned by the lack of quality seed and the technological management within each production unit in the towns of Santa Fe, Laguacoto, La Magdalena, and La Asunción.

The importance of this study lies in strengthening the availability of quality seed to improve the productivity and sustainability of wheat cultivation in artisanal production systems. The specific objectives were to evaluate the physical and physiological quality of artisanal wheat seed, determine its health, and calculate the economic efficiency based on seed extraction. A completely randomized experimental design (CRD) with three replications was used. The variables evaluated were: grain physical quality, test weight, thousand-grain weight, germination percentage, seedling vigor, grain health percentage, yield, net income, and benefit-cost ratio. The data were subjected to analysis of variance and separation of means using the Tukey test ( $p < 0.05$ ). The results showed that the physical purity of the grain averaged 93.91%, with a genetic purity of 99.64% and a germination rate of 95.22%. The Froilán Verdezoto production unit (T13) with 83.35mm presented seedlings with greater vigor. The sanitary status showed that T9 had the lowest incidence of disease with 5.33% compared to T17, which had a 37% infection rate. Treatment T16, originating in Laguacoto 3, had the highest yield with 5.30 T ha<sup>-1</sup>; while for hectoliter weight, the highest value was obtained in T5 with 86.07 kg hL<sup>-1</sup>. Treatments such as T16 (Laguacoto 3 - UEB) and T10 (Santa Fe - Bolívar Gavilanes) presented benefit-cost ratios between 0.40 and 0.35, respectively, being the highest values. It is concluded that the artisanal seed evaluated shows good physical and physiological quality, although phytosanitary practices need to be improved to optimize its productive and economic performance in the field.

**Keywords:** Physiological quality, yield, vigor.

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es el cereal más importante del mundo, se cultiva en 217 millones de hectáreas y su producción anual alcanza los 620 millones de toneladas métricas, teniendo como principales productores: China, India, Rusia y Estados Unidos. En Ecuador, el trigo es el cereal de mayor consumo entre la población. Según un censo reciente del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la superficie dedicada a su cultivo alcanzó las 4423 ha. Estas se distribuyen en varias provincias de la Sierra ecuatoriana, incluyendo Pichincha, Chimborazo e Imbabura, con la provincia de Bolívar destacándose como el principal productor Bolívar (Galarza E, 2023).

El trigo, contiene nutrientes esenciales, incluidos carbohidratos, proteínas, fibra, vitaminas y minerales, lo que significa que los alimentos contienen una cantidad significativa de energía, y su relevancia nutricional se ha demostrado por su adaptabilidad y versatilidad (Catota, 2024). A pesar de un consumo nacional que supera las 450 mil toneladas métricas anuales, lo que equivale a más de 30 kg por persona al año, Ecuador enfrenta una dependencia crítica, el 98% de este trigo es importado (Becerra de la Cruz, 2018).

La producción de trigo en Ecuador enfrenta desafíos anuales importantes debido a factores abióticos como la escasez de agua, la deficiencia de nutrientes y las altas temperaturas en etapas críticas del cultivo. A estos problemas se suma la desmotivación de los agricultores para cultivar trigo, principalmente por los bajos precios de venta que hacen que la actividad no sea rentable (Montenegro, 2020).

El cultivo de trigo demuestra una notable capacidad de adaptación, prosperando a lo largo de toda la región Interandina. Un claro ejemplo de su potencial se observó en 2021, cuando la provincia del Carchi lideró la producción nacional al sembrar 2976 ha, consolidándose como la principal provincia productora de este cereal en Ecuador durante ese año (Galarza, 2023).

Agronómicamente la variedad INIAP-Imbabura tiene características de grano color rojo y un potencial genético de rendimiento, además tiene una alta resistencia a enfermedades, debido a su adaptabilidad en las áreas trigueras de la sierra norte, centro y sur del Ecuador, en altitudes de 2200 y 3000 msnm. Esta variedad, desarrollada por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias (INIAP), se ha convertido en una opción popular entre los agricultores locales, que generalmente acceden a semilla de grano producto de sus propias cosechas (INIAP, 2014).

## **1.2. PROBLEMA**

La baja productividad del cultivo de trigo, a nivel local, está condicionada por la falta de semilla de calidad, y el manejo tecnológico dentro de cada unidad productiva en las localidades de Santa Fe, Laguacoto, La Magdalena y La Asunción.

La baja calidad de la semilla, disminuye tanto el rendimiento como la resistencia del cultivo, y las técnicas agrícolas convencionales, no maximizan el beneficio de las tecnologías actuales. Esta situación reduce la productividad, impactando negativamente en la sostenibilidad del cultivo y su relación de permanencia y desarrollo en las localidades objeto de estudio.

Al no disponer de semilla certificada, o de categorías avanzadas en el modelo convencional, la demanda del sector triguero, apenas, emplea entre 1 y 5% de semilla de este tipo para la implementación de los cultivos. Sumado a esto no existe una plataforma de producción de semilla artesanal de calidad, que asegure pureza física del grano, un adecuado índice de viabilidad en relación a su fisiología, y sobre todo pureza desde el punto de vista genético o varietal; ya que el grano generalmente es adquirido por algún componente fenotípico en los mercados o con productores de la localidad.

El presente trabajo, busca evaluar el proceso de calidad de producción de semilla artesanal de trigo harinero, con el grupo de semilleristas adscritos al proyecto UEB - FIASA, en la campaña de siembra 2024, con miras al fortalecimiento de la disponibilidad de esta simiente en las localidades beneficiarias y la provincia.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Determinar la calidad de semilla artesanal de trigo harinero, en 17 lotes de productores semilleristas - UEB – FIASA de la provincia Bolívar.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la calidad física y fisiológica de la semilla artesanal de trigo.
- Determinar la sanidad de semilla artesanal de trigo.
- Calcular la eficiencia económica, basada en la extracción de semilla.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>:** La procedencia y manejo de la semilla artesanal de trigo no incide positivamente sobre su calidad.

**H<sub>1</sub>:** La procedencia y manejo de la semilla artesanal de trigo incide positivamente sobre su calidad.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Origen**

El trigo es originalmente silvestre y comenzó a cultivarse hace aproximadamente 10000 años en la región de Mesopotamia, ubicada entre los valles de los ríos Tigris y Éufrates, en el actual Medio Oriente. Los primeros asentamientos humanos se desarrollaron en los continentes de Asia, Europa y África. Desde ese entonces, el trigo se ha consolidado como un componente fundamental de la alimentación en innumerables culturas, tanto en el viejo como en el nuevo mundo. Su presencia constante en la dieta humana ha sido clave a lo largo de la historia, convirtiéndolo en uno de los cultivos más importantes a nivel global (Aliva & Rivas, 2019).

#### **2.2. Importancia**

El trigo es un pilar fundamental en la dieta humana, especialmente en los países productores primarios millones de personas alrededor del mundo dependen de él como fuente principal de alimento. Su grano, con un alto contenido de almidón (aproximadamente del 60% al 70% en harina integral y del 65% al 75% en harina blanca), lo convierte en una gran fuente de energía, a pesar de que su contenido de proteínas es relativamente bajo. (Golik, 2022).

En Ecuador es el cereal más cultivado, está distribuido entre los 2 a 3 mil metros, donde en la última década, llegó a tener una media de producción Nacional de 1.7 toneladas considerando que el 70 % de los agricultores siembran superficies menores de 1 ha y el producto es destinado a la subsistencia de los sectores, mientras que a nivel mundial la productividad supera las 3 T ha<sup>-1</sup>, este cereal es fundamental en la dieta diaria porque es una de las principales fuentes de proteína vegetal, carbohidratos y fibra (Riofrio, 2022).

### 2.3. Descripción taxonómica

#### Taxonomía de trigo

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Pooideae
Género	<i>Triticum</i>
Especie	<i>aestivum</i>
Nombre científico	<i>Triticum aestivum</i> L.
Nombre Común	Trigo harinero

Fuente: (Manangón, 2014).

### 2.4. Características del grano

Entre las características que se destacan en la calidad del trigo tenemos:

- **Piel externa o pericarpio**

Comúnmente llamado salvado, parte más dura del grano, se compone básicamente de fibra y minerales como Mg, K, Ca, Na y Fe.

- **Capa proteica**

Una finísima película que recubre el grano y lo une al salvado, su composición a base de enzimas y proteínas solubles (albuminas y lobulinas) es de suma importancia, pues entre otras cualidades, tienen un peso molecular bajo y se disuelven rápidamente en agua. Por eso se encuentran cerca del salvado.

- **Endospermo o núcleo**

Está formado por proteínas insolubles (el gluten) y los azúcares almidón y celulosa.

- **Proteínas insolubles**

Se encuentra mayormente en el endospermo, en las uniones de los granos de almidón, compartimentados por paredes de celulosa. Existen dos tipos de proteínas, las solubles en agua y las insolubles. Las insolubles son las que llamamos gluten y se componen de gluteninas y gliadinas. Son moléculas muy

grandes y complejas, se clasifican según su peso molecular. La mayoría de las proteínas de reserva, las insolubles, se encuentran entre los granos de almidón (Gavilanes, 2020).

- **Almidón y celulosa**

El almidón ocupa  $\frac{3}{4}$  partes del grano, las partes más importantes son la capa proteica y el germen. El almidón es un azúcar de absorción lenta que se encuentra compartimentado por paredes de celulosa. La celulosa retiene el agua y no se absorbe en el organismo humano.

- **Germen**

Se compone de ácidos grasos insaturados de muy buena calidad, minerales, antioxidantes, enzimas, vitaminas del grupo B y vitamina E. Cuando se crean las condiciones adecuadas, la capa proteica (aleurona y hialina). El salvado son absorbidos por el almidón y se ponen al servicio del germen. Consta de la radícula (raíz embrionaria) y de la plúmula (hoja embrionaria) a partir de esa are del grano se origina el crecimiento de una nueva planta (Gavilanes, 2020).

## **2.5. Parámetros de Calidad**

La calidad de los granos es fundamental para lograr buenos resultados económicos, es necesario tomar medidas para que el productor tenga buena aceptación. Como, por ejemplo:

- Que los grano estén libres de impurezas, dañados o quebrados
- Humedad no mayor de 14 %
- Que la variedad específica no se mezcle con otras
- Que los granos sean de n amaño uniforme
- Granos libres de enfermedades

La calidad del grano de una variedad está determinada, principalmente por características genéticas, pero también es altamente influenciada por factores ambientales. Un factor fundamental para asegurar la obtención de un grano de buena calidad este asociado al manejo agronómico y principalmente por el manejo de la fertilización nitrogenada.

Los parámetros requeridos por la industria molinera nacional, se basa en un grano con 13% de humedad, con un 2% de impureza y un peso hectolítrico de 74 kg hL<sup>-1</sup>. El precio del quintal de trigo se ve afectado cuando los valores de los parámetros de calidad se encuentren en los siguientes rangos inferiores a los mencionados (Monteros, 2021).

## **2.6. Requerimientos edafoclimáticos**

El trigo para su desarrollo óptimo requiere una pluviosidad de entre 600 a 700 mm desde la siembra hasta la cosecha, sin embargo, en las zonas de antiplano puede adaptarse en precipitaciones de 400 a 500 mm anuales dependiendo de la variedad, su luz solar no es determinante, aunque el cultivo necesita entre 1500 y 2000 horas de sol y días largos en la floración para estimular su desarrollo (Galarza, 2023).

La temperatura es de 10°C a 24°C, con un acumulado térmico de 1800 a 2400°C para completar su ciclo, su humedad relativa es de 40 a 70 %, pero en periodos secos puede adaptarse a menores valores. El suelo debe ser suelto, profundo y con un buen drenaje, con un pH de 6.0 y 7.5, ya que los suelos muy ácidos dificultan su crecimiento (Manangón, 2019).

## **2.7. Etapas fisiológicas**

La escala de Zadocks más descriptiva en las distintas etapas de desarrollo, porque utiliza un sistema de dos dígitos para el desarrollo de la planta de trigo, dividido en 10 etapas principales, cada uno de los cuales se dividen en 10 etapas secundarias, para un total de 100 etapas (Garofalo, 2018).

De acuerdo a Ploschuk (2021) el ciclo vegetativo del trigo se distinguen tres principales periodos:

### **2.7.1. Fase vegetativa**

Crecimiento inicial enfocado en hojas, raíces y tallos. Incluyendo germinación, emergencia de raíces y hojas e macollamiento, donde se generan tallos secundarios, cruciales para aumentar espigas.

### **2.7.2. Fase reproductiva**

Preparación para la producción de granos, que incluye el encañado (alargamiento del tallo), el espigado (emergencia de la espiga), y la floración para la fecundación de flores y la formación de granos.

### **2.7.3. Fase de maduración**

Etapas de llenado de granos, acumulación de nutrientes. Después deshidratación y cambio de color a dorado, señalando que los granos han alcanzado a su madurez y están listos para la cosecha.

## **2.8. Variedades de trigo**

### **2.8.1. Líneas promisoras**

Son especies que pueden llegar a tener un gran potencial, no son reconocidas a nivel mundial ni regional, pero es una especie con gran potencial en diversos campos como la agricultura, ecología y el medio ambiente (Asaquibay, 2020).

### **2.8.2. Variedades mejoradas**

Son semillas con cierto nivel de uniformidad, producto de la aplicación de ciertas técnicas de mejoramiento genético, con características esenciales, son resistentes a enfermedades y su periodo de producción es corto (Asaquibay, 2020).

### **2.8.3. Variedad INIAP- Imbabura**

INIAP - Imbabura fue una línea de trigo harinero desarrollada en el Centro Internacional de Mejoramiento de Trigo (CIMMYT) en México, registrada con el nombre de TINAMOU, con el siguiente historial de selección: CM 81812-12-12Y-06PZ-4Y-1M-0Y-5M-0Y-3SJ-0Y-0E-0E-0E-0E (Molina, 2019).

INIAP – Imbabura 2014 fue introducido a Ecuador en 1999 y desde ese año se estudió y evaluó cuidadosamente su desarrollo, resistencia a plagas, crecimiento, entre otros. Se realizaron cultivos experimentales especialmente en la provincia de Imbabura, lugar en donde esta variedad tuvo un buen nivel de adaptación. Dada la enorme importancia que este cereal posee en la alimentación de los pobladores en

el país y su mejoramiento genético resulta una tarea necesaria para garantizar productos de mejor calidad (Castillo et al., 2019).

A través del mejoramiento de esta variedad de trigo, INIAP pretende que varias zonas de la serranía ecuatoriana sean cultivadas con este tipo de material, es resistente a plagas y enfermedades además se cuenta con mejor calidad de grano. Contribuye al desarrollo de la industria molinera, genera una opción de alimento sano y de alta calidad, que fortalece la soberanía y seguridad alimentaria, evidenciando los avances tecnológicos que se generan en pro del sector agropecuario (Castillo et al., 2019).

- **Características morfológicas**

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Número de espigas por m <sup>2</sup>	300
Número de granos por espiga	45
Tipo de espiga	Compacta
Tipo de grano	Oblongo
Color de grano	Rojo
Tipo de tallo	Resistente al acame
Altura de planta (cm)	105
Tamaño de espiga (cm)	11

Fuente: (INIAP, 2014).

- **Características Agronómicas**

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
Ciclo del cultivo (días)	160-180
Días al Espigamiento	85
Rendimiento (t/ha)	4.0
Peso de 1000 granos	45
Reacción de enfermedades	Resistencias parciales a: Roya amarilla; Roya de la Hoja; <i>Fusarium</i>

Fuente: (INIAP, 2014).

- **Características de calidad**

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
Proteína (%)	12.7
Fibra (%)	3.6
Peso hectolitrito (kg hL <sup>-1</sup> )	79.5
Rendimiento harinero (%)	Bueno (72%)

Fuente: (INIA, 2014).

#### **2.8.4. Variedad UEB – Carnavalero**

- **Características morfológicas**

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Número de espiguillas por espiga	13-15
Número de granos por espiguilla	39-45
Tipo de espiga	Barba
Tipo de grano	Normal, bien formado y limpio
Color de grano	Rojo
Tipo de tallo	Resistente al acame
Altura de planta (cm)	70-80
Densidad de la espiga (cm)	Compacta

Fuente: (Moreno et al., 2007).

- **Características Agronómicas**

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
Ciclo del cultivo (días)	135-150
Días a la floración	60-70
Rendimiento (t/ha)	2.5-4.0
Reacción de enfermedades	Resistencia intermedia a: Roya amarilla; Roya de la Hoja; <i>Fusarium</i>

Fuente: (Moreno et al., 2007).

- **Características de calidad**

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
Proteína (%)	13.61
Fibra (%)	4.35
Peso hectolitrito (kg hL <sup>-1</sup> )	81- 82 puntos
Rendimiento harinero (%)	Bueno (80%)

**Fuente:** (Moreno et al., 2007).

## **2.9. Cosecha**

La cosecha se realiza cuando la planta ha alcanzado a su madurez fisiológica, aproximadamente entre los 170 y 180 días. En terrenos con pendientes pronunciadas la cosecha es en forma manual, es decir, empleando una hoz, luego se forma gavillas, las cuales son agrupados para formar parvas (Manangón, 2019).

### **2.9.1. Trilla**

La trilla generalmente se la realiza con trilladora estacionaria. Una vez realizada las labores de limpieza, secado de grano y selección de semilla, el grano debe ser ensacado y almacenado en un lugar seco, libre de humedad, con buena ventilación (Manangón, 2019).

## **2.10. Poscosecha**

La postcosecha se realiza después de la cosecha del grano, cuyo objetivo es preservar su calidad, reducir pérdidas, y asegurar su aptitud para el almacenamiento, comercialización o transformación. Incluye actividades como el secado, limpieza, clasificación, almacenamiento y transporte del trigo (Laurente, 2020).

## **2.11. Plagas**

### **2.11.1. Gorgojo (*Sitophilus granarius* L.)**

Es un escarabajo que pertenece a la familia curculionidae que parasita todo tipo de granos almacenados con preferencia por los pequeños (trigo, avena, cebada, centeno). Es una de las plagas que causan mayores pérdidas económicas.

Permanece en los graneros durante todo el año, pero se reproduce únicamente en granos con un contenido de humedad mayor de 9.5%, una humedad ambiental superior a 50%, el ciclo dura de 5 a 20 semanas dependiendo de la temperatura, los adultos y larvas reducen la calidad, el peso, la capacidad de germinación del grano, además la infestación se traduce en una pérdida de la comercialidad del producto, que queda recubierto de polvo blanco, contaminado con excrementos y con un sabor desagradable (Muñoz, 2019).

### **2.11.2. Barrenador grande del grano (*Prostephanus truncatus*)**

El barrenador mide de 3 a 4 mm de longitud. El adulto es de color café rojizo, su característica peculiar es que el protórax cubre la cabeza del insecto. Los huevecillos los coloca en lotes de 20 y cubiertos de polvo de maíz. Desde su estado larval hasta la pupa, esta plaga se alimenta vorazmente del grano o del polvillo generado por el ataque a los granos. Por ello, el control efectivo debe enfocarse en la fase adulta o cuando las larvas emergen. Este insecto infesta tanto el grano almacenado como las mazorcas en madurez fisiológica en el campo e incluso durante el proceso de secado, ya que puede atravesar las brácteas de la mazorca. El signo más evidente de su ataque es el polvillo o harina que los adultos producen al alimentarse del grano. Es ampliamente considerada como la plaga que causa las mayores pérdidas y daños en los cultivos afectados (Intagri, 2024).

### **2.11.3. Barrenador pequeño de los granos (*Rhyzoperta dominica*)**

El barrenador adulto mide de 2.5 a 3 mm de largo, color pardo rojizo a negruzco, últimos tres segmentos antenales triangulares y aplanados, así como cabeza y protórax curvados. La oviposición es de forma individual o en bloques de 2 a 30 huevecillos sobre o entre los granos. Para un control efectivo de esta plaga, es crucial actuar sobre los adultos y las larvas antes de que ingresen al grano. Este barrenador se distribuye ampliamente en zonas tropicales, subtropicales y templadas, infestando principalmente maíz y trigo. En el caso del trigo, es considerada una plaga primaria debido a su capacidad para deteriorar los granos enteros. Cuando la infestación es severa, puede incluso ocasionar un olor característico, semejante a la miel, en el producto afectado (Intagri, 2024).

#### **2.11.4. Carcoma grande de los granos (*Tenebroides mauritanicus*)**

La carcoma es de especie cosmopolita, el adulto mide de 6 a 11 mm, color gris-café oscuro y protórax más ancho. En estado de larva alcanza hasta 15 mm, por lo que es considerada la larva más grande que ataca a granos almacenados. Ovipositan hasta 1000 huevecillos de forma agrupada. Su control es preferentemente en adultos o bien primer instar de desarrollo (Intagri, 2024).

#### **2.11.5. Gorgojo plano de los granos (*Cryptolestes pusillus*)**

El gorgojo adulto es de color marrón rojizo y mide de 1.5 a 2 mm. La oviposición la realizan entre los granos y al emerger las larvas pueden ser de vida libre o bien penetrar y desarrollarse dentro del grano. Los adultos viven cerca de 1 año a 17 °C. Es una plaga de regiones templadas húmedas y tropicales. Infesta a granos de café, cebada, arroz, sorgo, cacao, trigo, maíz y productos almacenados secos (Intagri, 2024).

#### **2.11.6. Roedores**

Los roedores depositan sus excrementos, orinas, pelos y pulgas sobre los productos almacenados, contaminando, por consiguiente, la masa de granos y el mismo almacén. Los dientes incisivos de estos animales son capaces de roer muchos materiales como madera. Pueden roer tubos de plomo, hilos de conducción eléctrica y causar incendios a través de cortocircuitos (Chavez, 2023).

### **2.12. Enfermedades**

#### **2.12.1. Fusarium de la espiga (*Fusarium* sp.)**

Es producida por varias especies de hongos (*Fusarium* sp.) durante la antesis y se infecta los ovarios y dicha infección es favorecida por el clima cálido y húmedo durante la formación de espigas y después de ella. Estos hongos se encuentran en el suelo y en restos de los cultivos anteriores, esta enfermedad tiene una gran importancia económica porque reduce una producción más del 50%. Además, si el grano cosechado tiene más de un 5 % de granos infectados puede tener toxinas suficientes para ser nocivos para el hombre y los animales (Aguilar, 2022).

### 2.12.2. Moho (*Aspergillus* sp.)

Este hongo se encuentra frecuentemente en semillas y puede causar daños significativos en el trigo. Es particularmente problemático durante el almacenamiento y la cosecha, especialmente cuando hay alta humedad y temperatura, condiciones que favorecen su crecimiento su presencia afecta principalmente la calidad del grano.

**Control:** Se debe de asegurar que el grano esté seco, bien ventilado y a temperatura adecuada (Galarza, 2023).

### 2.12.3. Moho azul (*Penicillium* sp.)

La contaminación de los granos es después de la cosecha, ocurre principalmente durante el almacenamiento en ambientes húmedos.

**Control:** Evitar el daño del grano antes y durante del secado, así como durante el almacenamiento, para prevenir la contaminación (Reckziegel, 2025).

### 2.12.4. Manchado negro (*Cladosporium* sp.)

Este hongo es de almacenamiento que comúnmente afecta a varias especies, causando manchas foliares, ennegrecimiento de las espigas y una reducción significativa en la calidad del grano. Su incidencia supera el 80% en la mayoría de las especies afectadas.

**Control:** Rotación de cultivos, eliminación de restos de cultivo, uso de fungicidas, control de la humedad (Reckziegel, 2025).

### 2.12.5. Podredumbre (*Rhizopus* sp.)

Esta enfermedad causa principalmente la pudrición de la espiga en el campo. Además, durante el almacenamiento, puede provocar pudrición, lo que resulta en una pérdida significativa de calidad y valor en la mayoría de las especies almacenadas. (Reckziegel, 2025).

**Control:** Se debe almacenar en condiciones secas y ventiladas, evitar daños mecánicos durante la cosecha que faciliten la entrada del hongo.

### **2.13. Tipos de semillas**

#### **2.13.1. Semilla no convencional**

La semilla no convencional o artesanal, proviene de un sistema tradicional practicado por personas naturales o jurídicas, colectivos; comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades que producen, reproducen, intercambian, comercializan, prestan y mantienen su propia semilla, bajo múltiples modalidades. Genera semilla campesina que a su vez comprende las semillas nativa y tradicional (Ley organica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de agricultura, 2017).

#### **2.13.2. Semilla convencional**

La semilla de tipo convencional, proviene de grandes extensiones, donde se cultivan variedades y/o híbridos seleccionados generalmente por su alto rendimiento. Además, su proceso es controlado y tecnificado, ya que busca obtener semillas de alta calidad garantizando su pureza física, fisiológica y genética. Se puede encontrar dentro del sistema convencional las siguientes categorías de semillas: genética, básica, registrada, certificada y comercial (González, 2020)

#### **2.13.3. Calidad de semilla**

La calidad de semillas abarca un conjunto de atributos fundamentales que determinan su valor y desempeño en el proceso, entre los cuales se destacan, como; pureza física, pureza varietal – genética y calidad fisiológica (Garófalo, 2022).

#### **2.13.4. Pureza Física**

Cuando se hace referencia a la calidad o pureza física de la semilla, debe estar limpia, libre de material inerte, sin evidencias de daños por insectos durante el almacenamiento, que luego podrían tener la dificultad de no germinar y crecer. Además, la semilla debe ser relativamente uniforme y no contener granos inmaduros (FAO, 2020).

#### **2.13.5. Pureza varietal - genética**

La semilla de una variedad no debe contener granos fenotípicamente diferentes, ya que puede ser una evidencia de una mezcla de variedades o semillas de varios

cultivos, por lo que su cuidado y manejo debe hacerse desde el campo, con procesos de selección negativa (desmezcla), que garanticen su mantenimiento (FAO, 2020)

#### **2.13.6. Calidad Fisiológica**

Es la capacidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas. En el momento que la semilla madura llega a la máxima vitalidad; a partir de ese momento comienza a envejecer o perder vigor, porque la misma sigue respirando y gastando energía para mantener sus funciones vitales, proceso que se conoce como latencia, y en el cual es fundamental el manejo postcosecha y de almacenamiento (Terenti, 2020)

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

La investigación fue realizada en la provincia de Bolívar, cantón Guaranda y Chimbo, localidades Santa Fe, Laguacoto, La Magdalena y La Asunción.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

	<b>Santa Fe</b>	<b>Laguacoto</b>	<b>La Magdalena</b>	<b>La Asunción</b>
<b>Altitud</b>	2670 msnm	2640 msnm	2750 msnm	2599 msnm
<b>Latitud</b>	S1°36'52''	S1°36'24''	S01°39'48.6''	S01°39'40.8''
<b>Longitud</b>	O79°0'42''	O78°59'50''	O79°04'06.7''	O79°02'57.7''
<b>Temperatura media</b>	12 ° C	14.4°C	10.8°C	13°C
<b>Precipitación anual</b>	500 a 750 mm/año	980 mm	700 mm	700 mm
<b>Humedad relativa</b>	75%	70%	63 %	70%
<b>pH</b>	6.7	6.8	6.5	6.5
<b>Tipo de suelo</b>	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Franco arcilloso

Fuente: (Infoturismo, 2019)

- **Zona de vida**

Según la clasificación de acuerdo a la zona de vida, realizado por Holdrige en el que se encuentra en el Bosque seco Montano Bajo (bs-MB) (Holdrige,1979).

#### 3.2. Metodología

##### 3.2.1. Material en estudio

Trigo harinero

### 3.2.2. Factor en estudio

Localidades

### 3.2.3. Tratamientos

<b>N.º</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>T1</b>	Laguacoto – UEB Carnavalero
<b>T2</b>	Santa Fe – Johao Morejón
<b>T3</b>	Santa Fe – Amado Bayas
<b>T4</b>	Santa Fe– Darwin Cherrez
<b>T5</b>	Santa Fe – Eva Poveda
<b>T6</b>	Santa Fe – Jorge Bedón
<b>T7</b>	Santa Fe – Juan Maureira
<b>T8</b>	Santa Fe – Estefanía Velasco
<b>T9</b>	Santa Fe – Manuel Bermeo
<b>T10</b>	Santa Fe – Bolívar Gavilánez
<b>T11</b>	La Asunción – Alba Sánchez
<b>T12</b>	La Magdalena – Diego Aucatoma
<b>T13</b>	La Magdalena – Froilán Verdezoto
<b>T14</b>	La Magdalena – Luis Taípe
<b>T15</b>	La Magdalena – Zulema Moya
<b>T16</b>	UEB – Mutico
<b>T17</b>	Santa Fe – Jorge Bedón - UEB Carnavalero

### 3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Se empleo un diseño completamente al azar DCA, con tres repeticiones.

### 3.2.5. Manejo de la investigación

- **Muestreo**

Una vez cosechado el grano limpio y seco, se procedió a recibir el mismo en la planta de semillas, donde se registraron sus componentes, como peso y humedad,

con cada uno de los productores. Posteriormente, se tomaron muestras de aproximadamente 3 kg para el registro de sus datos.

- **Análisis de calidad física**

Una vez tomadas las muestras de cada uno de los productores, se procedió a establecer submuestras de 1000 gramos, las cuales fueron seleccionadas manualmente para eliminar todas las impurezas de tipo físico. Posteriormente, se aplicaron las fórmulas adecuadas para establecer la pureza física.

- **Determinación de la calidad genética del grano**

Para esta acción, dentro de cada muestra se tomaron submuestras de 1 gramo, en las cuales, de forma visual, se seleccionaron y escogieron los granos que no correspondían a la especie cultivada. Por ejemplo, se eliminaron granos de otras especies vegetales o malezas que deterioraran la calidad física del grano. Este proceso se realizó antes de la extracción de semilla.

- **Prueba de calidad fisiológica**

Para la determinación de la calidad fisiológica, se tomaron muestras de cada uno de los productores y se procedió a realizar la prueba de germinación. Posteriormente, se realizaron las mediciones correspondientes de viabilidad o desarrollo en base al vigor de la plúmula y la radícula. Estos datos sirvieron para establecer la viabilidad de la semilla.

### **3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuestas)**

- **Calidad física de grano (CFG)**

Se tomaron 3 muestras de cada uno de los lotes de producción, con un estimado de 3 kg, en las cuales se clasificaron las impurezas físicas como residuos de espigas, rastrojos, granos quebrados, entre otros. Posterior a esta acción, se pesó el grano limpio y se calculó la pureza física del grano en base a la siguiente fórmula:

$$PFG = \frac{PGL}{PM} \times 100$$

PFG = Pureza física del grano

PGL = Peso del grano limpio

PM = Peso de la muestra de materia prima

- **Porcentaje de grano chupado (%GCH)**

Para esta evaluación, dentro de una muestra de 1kg, se clasificaron los granos chupados con posible daño ocasionado por el efecto de enfermedades, factores abióticos u otros, y se determinó en base a su peso según la siguiente fórmula:

$$GCH = \left( \frac{PGCH}{PM} \right) * 100$$

GCH = Grano Chupado

PGCH = Peso de grano chupado

PM = Peso de la muestra

- **Sanidad del grano (SG)**

Para determinar la sanidad de grano se tomó una submuestra de 100 granos de cada muestra para el análisis. El protocolo utilizado fue de rollo de papel (MAPA, 2009), los granos fueron desinfectados con una solución de hipoclorito de sodio al 1% durante 1 minuto. Posteriormente, se realizó el enjuague y su respectivo secado. Luego, se ubicaron en rollos de papel absorbente humedecido, colocándolos de forma equidistante, y se procedió a doblar el papel para evitar el movimiento de las semillas. Estos rollos fueron introducidos en fundas plásticas y se mantuvieron en observación durante 4 días en una cámara de crecimiento con 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. Durante la evaluación se identificaron signos de patógenos como *Fusarium* sp. u otros, determinándose la incidencia.

$$\%IS_{(2)} = \left( \frac{NGE}{NGT} \right) * 100$$

SG= Sanidad del grano (Porcentaje de incidencia de semillas)

NGE = Número de granos enfermos

NGT = Número de granos totales

- **Pureza genética del grano (PGG)**

En una muestra de 1 kg se retiraron manualmente los granos que presentaban características genéticas distintas a la especie y variedad cultivada, como granos de cebada, avena u otras malezas. Posteriormente, se procedió a pesar el grano purificado y se calculó el porcentaje de pureza genética con la siguiente fórmula:

$$PGG = \frac{PGP}{PM} \times 100$$

PG = Pureza genética de grano

PGP = Peso del grano purificado genéticamente

PM = Peso de la muestra

- **Porcentaje de germinación (%G)**

En cada una de las muestras se contaron 20 granos, los cuales fueron ubicados en papel absorbente húmedo. Posteriormente, se evaluó el porcentaje de germinación en un transcurso de 3 a 5 días, según la siguiente fórmula:

$$PG = \frac{NSG}{NSE} \times 100$$

PG = Porcentaje de germinación

NSG = Número de semillas germinadas

NSE = Número de semillas evaluadas

- **Vigor de la semilla (VS)**

Una vez germinadas, en cada unidad de análisis se escogieron 10 plántulas de forma aleatoria, a las cuales se les midió en milímetros la radícula y la plúmula, con el fin de establecer la relación de vigor en función de su desarrollo. Para ello, se empleó la siguiente relación matemática:

$$V = \bar{X}LR + \bar{X}LG$$

$\bar{X}LR$  = Promedio de la longitud de la radícula

$\bar{X}LG$  = Promedio de la longitud de la gémula

V = Vigor

- **Índice de extracción de semilla (IES)**

Con la ayuda de una zaranda milimétrica, se extrajeron los granos con un diámetro superior a 2.5 mm en cada una de las muestras analizadas, pesando los mismos, para posteriormente calcular el porcentaje correspondiente utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de extracción} = \left( \frac{\text{Peso de grano} > 2.5\text{mm}}{\text{Peso total de muestra}} \right)$$

- **Peso hectolítrico (PH)**

Se seleccionó una muestra representativa de cada localidad y repetición, libre de impurezas y con un contenido de humedad al 14%, sobre la cual se calculó el peso hectolítrico utilizando un medidor específico, expresado en kg hL<sup>-1</sup>.

- **Peso de mil granos (PMG)**

De cada una de las muestras se contaron manualmente 1000 granos y se estimó su peso utilizando una balanza analítica, expresando los resultados en gramos.

- **Rendimiento (R kg ha<sup>-1</sup>)**

En base a los registros de producción en volumen por superficie cosechada y la humedad del grano al momento de la cosecha de cada una de las parcelas de producción, se estimó el rendimiento, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$R = PCP * \left( \frac{10000m^2}{ANCm^2} * \frac{100 - HC}{100 - HE} \right)$$

R = Rendimiento

ANC = Área neta cosechada en m<sup>2</sup>

HE = Humedad estándar

PCP = Peso de campo por lote en kg

HC = Humedad de cosecha en porcentaje

- **Determinación de la relación beneficio – costo (R BC)**

Para establecer la relación beneficio - costo, se determinó el costo de producción según la tecnología utilizada en cada unidad de análisis, basándose en los registros proporcionados por los productores semilleristas. Posteriormente, en función del precio de venta, se calculó la relación beneficio - costo aplicando la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{IN}{CT}$$

BN = Beneficio costo

IN = Ingreso neto

CT = Costo total

### **3.2.7. Análisis de datos**

El análisis de datos se realizó con una prueba de ADEVA, seguido de una prueba del Tukey al 5% en el programa estadístico Statistix 9, además para el análisis del rendimiento se empleó estadística descriptiva.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Interpretación de los resultados

##### VARIABLES AGRONÓMICAS

**Tabla 1**

*Resultados del análisis estadístico para: Calidad física de grano (CFG), Porcentaje de grano chupado (%GCH), Sanidad de grano (SG), Pureza genética de grano (PGG), Extracción de semilla (ES), Peso de mil granos (PMG), Peso hectolítrico (PH), Porcentaje de germinación (%G), Vigor de la semilla (VS).*

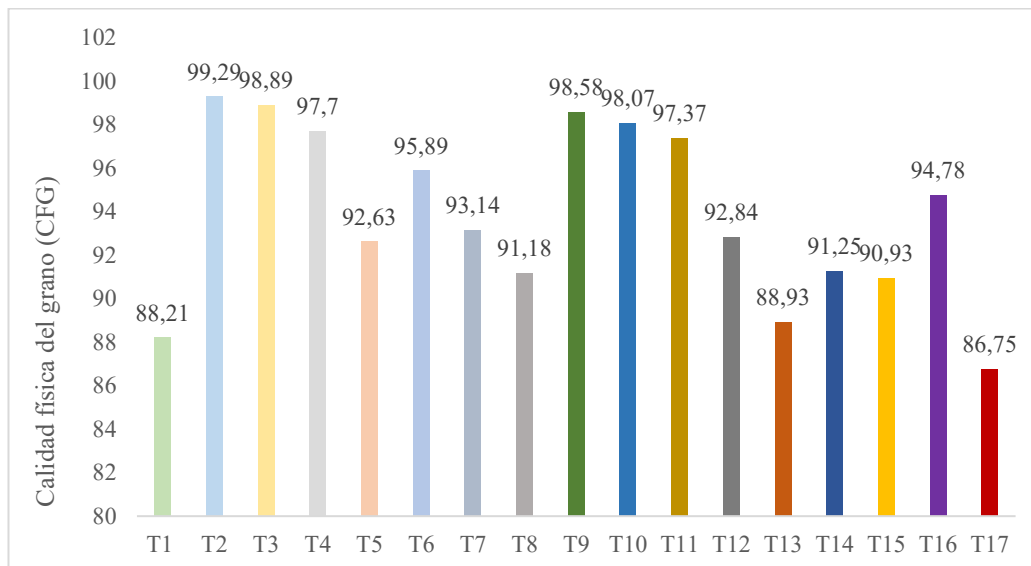
T	Variables								
	CFG (**)	%GCH (**)	SG (**)	PGG (**)	ES (**)	PMG (**)	PH (**)	%G (**)	VS (**)
T1	88.21 FG	93.27 B	13.33 DE	99.58 CDE	57.61 B	46.67 BCDEF	74.74 CD	97.33 AB	69.97 ABC
T2	99.29 A	95.49 AB	15.00 CDE	98.91 F	66.03 AB	47.00 ABCDE	81.75 AB	97.33 AB	56.78 CD
T3	98.89 AB	97.88 AB	12.00 DE	99.76 ABC	75.59 AB	48.33 ABCD	82.62 AB	99.33 B	80.42 A
T4	97.70 ABC	94.70 AB	26.33 ABCD	99.63 BCD	71.43 AB	46.00 CDEF	82.85 AB	93.33 AB	71.02 ABC
T5	92.63 CDEFG	97.63 AB	31.00 ABC	99.77 ABC	79.70 AB	50.33 AB	86.07 A	90.67 B	69.19 ABCD
T6	95.89 ABCD	96.67 AB	14.67 CDE	99.58 CDE	58.27 B	44.67 DEFG	82.22 AB	99.33 A	74.47 ABC
T7	93.14 BCDEF	98.65 A	33.00 AB	99.40 DE	84.75 AB	48.33 ABCD	82.99 AB	93.00 AB	70.51 ABC
T8	91.18 DEFG	93.60 B	32.67 AB	99.87 ABC	72.43 AB	49.00 ABC	82.79 AB	94.00 AB	77.08 ABC
T9	98.58 ABC	97.10 AB	5.33 E	99.67 ABCD	57.90 B	51.00 A	81.47 AB	98.67 A	67.66 ABCD
T10	98.07 ABC	96.70 AB	18.67 BCDE	99.92 AB	57.30 B	43.00 EFG	84.02 AB	99.33 A	79.11 AB
T11	97.37 ABC	97.69 AB	14.33 DE	99.59 CDE	79.99 AB	49.33 ABC	82.92 AB	100.00 A	77.57 ABC
T12	92.84 BCDEF	96.83 AB	32.33 AB	99.97 A	82.25 AB	47.33 ABCD	83.95 AB	95.67 AB	80.78 A
T13	88.93 EFG	97.88 AB	33.67 AB	99.59 CDE	88.44 AB	49.67 ABC	81.39 AB	94.67 AB	83.35 A
T14	91.25 DEFG	98.42 A	26.67 ABCD	99.84 ABC	78.82 AB	48.33 ABCD	80.55 ABC	93.67 AB	79.52 A
T15	90.93 DEFG	97.17 AB	18.67 BCDE	99.30 E	93.07 A	51.00 A	80.07 BC	96.00 AB	70.25 ABC
T16	94.78 ABCDE	93.36 B	19.33 BCDE	99.54 BCD	70.30 AB	41.67 G	72.37 D	94.33 AB	57.40 BC
T17	86.75 G	93.92 AB	37.00 A	99.81 ABC	67.60 AB	42.67 FG	74.07 CD	82.00 C	47.05 D

*Nota:* \*\* Altamente significativos; p – valor < 0.01; R= Rango; Prueba de Tukey 5%; Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente

## Calidad física de grano (CFG)

**Figura 1**

*Resultados estadísticos para la calidad física de grano (CFG)*



**Nota:** Análisis estadístico con diferencias \*\* Altamente significativas; p valor <0.01

Como se observa en la Tabla 1 y Figura 1, la evaluación de la calidad física del grano (CFG) en los 17 tratamientos, correspondientes a diferentes unidades semilleras de Santa Fe, Laguacoto, La Magdalena, La Asunción y la UEB, reflejó diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ). Los mejores resultados fueron obtenidos el T2 (Santa Fe - Johao Morejón), T3 (Santa Fe - Amado Bayas) y T9 (Santa Fe - Manuel Bermeo), superando el 98% de pureza física, lo que evidencia un adecuado manejo poscosecha en estas localidades. Contrariamente, el T17 (Santa Fe - Jorge Bedón - UEB Carnavalero) y T1 (Laguacoto - UEB Carnavalero) presentaron los menores valores con 86.75 y 88.21% respectivamente, indicando deficiencias en las prácticas de limpieza y selección. Este comportamiento heterogéneo es indicativo de que pese a tratarse de semilla artesanal, la calidad física puede alcanzar niveles óptimos si se aplican buenas prácticas de manejo.

El comportamiento observado en la calidad física del grano se explica por la combinación de factores agronómicos propios de cada localidad, así como por el nivel de capacitación técnica de los semilleros. Aquellos lotes provenientes de Santa Fe, con mejores resultados, demostraron procesos de poscosecha como separación de residuos, calibración del equipo de cosecha y manejo de la humedad

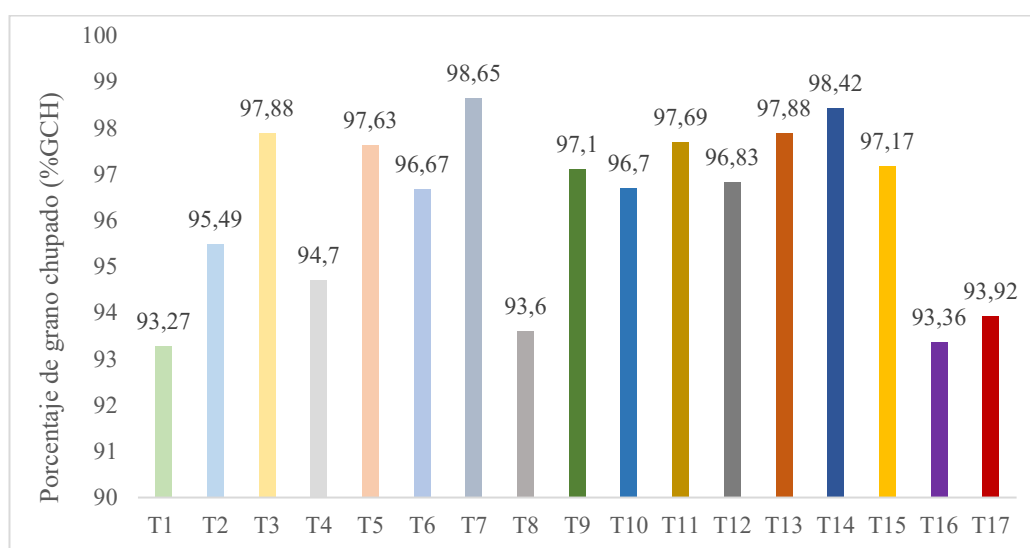
en etapa de madurez fisiológica. Estas prácticas son fundamentales en el contexto de la producción artesanal, donde la falta de acceso a tecnologías de procesamiento industrial obliga a extremar los controles manuales para garantizar una semilla de alta calidad. Por tanto, mediante buenas prácticas agrícolas y de poscosecha, la semilla artesanal puede constituirse en una alternativa viable para el fortalecimiento de la producción triguera local.

La pureza física de semilla artesanal de cereales es una consecuencia directa del manejo cuidadoso en la fase poscosecha, esencial para la obtención de lotes de semilla, de alta calidad en sistemas de producción local (Pantoja, 2022).

### Porcentaje de grano chupado (%GCH)

**Figura 2**

*Resultados estadísticos para el porcentaje de grano chupado (%GCH)*



**Nota:** Análisis estadístico con diferencias \*\* Altamente significativas; p valor <0.01

De acuerdo a lo expuesto en la Tabla 1 y Figura 2, el porcentaje de grano chupado (%GCH) evidenció diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ). El T7 (Santa Fe - Juan Maureira) y T14 (La Magdalena - Luis Taípe) alcanzaron los valores más altos (98.65% y 98.42%, respectivamente), indicando una excelente condición sanitaria del grano. En contraste, T1 (Laguacoto - UEB Carnavalero) y T16 (UEB - Mutico) presentaron los valores más bajos, con 93.27% y 93.36% respectivamente.

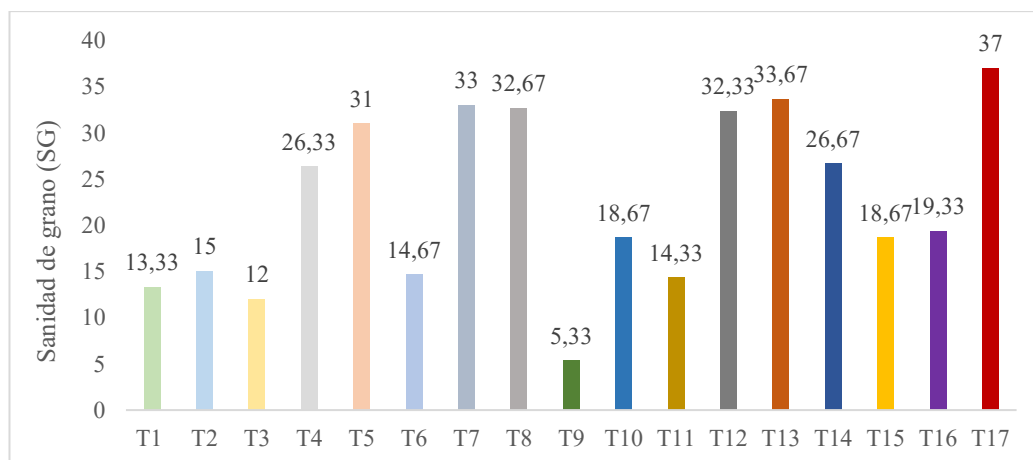
Estos resultados muestran la variabilidad en el control de factores sanitarios durante la poscosecha, condición que podría incidir de forma directa en la calidad fisiológica y viabilidad del material destinado a semilla artesanal de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.). La eliminación temprana de granos dañados, es esencial para asegurar altos niveles de pureza sanitaria y reducir las pérdidas en viabilidad y germinación (Nieto et al., 2021).

El comportamiento observado en la variable en estudio responde a la selección, eliminación de granos afectados por hongos, por ejemplo, *Fusarium* sp., ya que un manejo adecuado de la humedad, factores que preservan la integridad del grano durante el almacenamiento. Estas condiciones favorecen, ya que el objetivo fundamental en la producción artesanal de semilla, busca suplir la falta de semilla certificada en zonas de producción tradicional (Seré, 2020).

### Sanidad del grano (SG)

**Figura 3**

*Resultados estadísticos para la sanidad del grano (SG)*



**Nota:** Análisis estadístico con diferencias \*\* Altamente significativas; p valor <0.01

Los resultados presentados en la Tabla 1 y Figura 3, reflejan las diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $p < 0.01$ ), para la sanidad del grano (SG) luego de la germinación. El T17 (Santa Fe - Jorge Bedón - UEB Carnavalero) presentó el mayor porcentaje de semillas afectadas (37.00%), seguido el T13 (La Magdalena - Froilán Verdezoto) y T7 (Santa Fe - Juan Maureira), con 33,67% y 33,00%, respectivamente. En contraste, el T9 (Santa Fe - Manuel Bermeo) registró el porcentaje más bajo de infección (5.33%), indicando un mejor manejo

fitosanitario. Estos resultados reflejan una marcada variabilidad en las condiciones sanitarias del grano producido de manera artesanal, evidenciando que algunos lotes presentan riesgos importantes de transmisión de patógenos a través de la semilla.

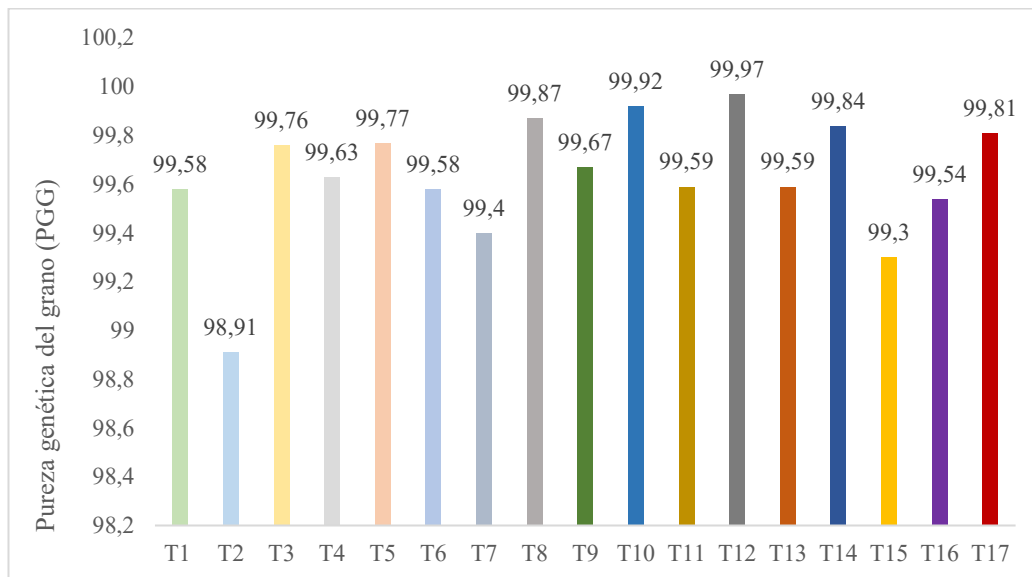
La variabilidad observada en sanidad del grano puede atribuirse a prácticas diferenciadas en la cosecha, manejo poscosecha y almacenamiento. Los tratamientos con menor incidencia patológica, pudieron haber sido sometidos a buenas prácticas agrícolas de poscosecha que serían las responsables de una reducción en la presencia de infecciones fúngicas causadas por agentes como *Fusarium* spp. o *Alternaria* spp. En contraste, los lotes más afectados probablemente enfrentaron condiciones de alta humedad o almacenamiento inadecuado. Este comportamiento está directamente relacionado con el objetivo de evaluar la calidad sanitaria de la semilla artesanal, siendo indispensable controlar la incidencia de enfermedades para garantizar la producción de semillas viables y sanas en sistemas de producción local.

En semillas artesanales, la incidencia de enfermedades depende principalmente de las prácticas de manejo fitosanitario y de las condiciones de almacenamiento. El control de patógenos en semilla es esencial para evitar pérdidas de vigor, baja germinación y fallas en el establecimiento del cultivo, especialmente en la producción de subsistencia (Vallecorsa et al., 2021).

## Pureza genética del grano (PGG)

**Figura 4**

*Resultados estadísticos para la pureza genética del grano (PGG)*



**Nota:** Análisis estadístico con diferencias \*\* Altamente significativas; p valor <0.01

El análisis del porcentaje de pureza genética del grano (PGG), como se observa en la Tabla 1 y Figura 4, reveló diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre las muestras. Los tratamientos T12 (La Magdalena - Diego Aucatoma), T10 (Santa Fe - Bolívar Gavilanes) y T8 (Santa Fe - Estefanía Velasco) sobresalieron con los mejores registros, superando el 99.8%. Esto indica una excelente conservación de las características genéticas del trigo harinero en estos lotes. Por otro lado, el tratamiento T2 (Santa Fe - Johao Morejón) presentó el porcentaje más bajo (98.91%). A pesar de ser el valor menor, este resultado aún se encuentra dentro de un rango aceptable para los estándares de producción artesanal. En general, estos hallazgos demuestran una adecuada gestión varietal en la mayoría de los lotes evaluados, lo que garantiza la identidad genética del material de siembra.

La elevada pureza genética observada es resultado de prácticas adecuadas de selección y eliminación de grano ajeno a la variedad durante la etapa de espigamiento (desmezcla), así como una limpieza eficiente de la trilladora previo a la cosecha; una minuciosa limpieza de grano con labores de aventado y selección en la etapa de poscosecha. En los tratamientos con un control efectivo en la segregación de especies foráneas, como cebada y avena, que usualmente

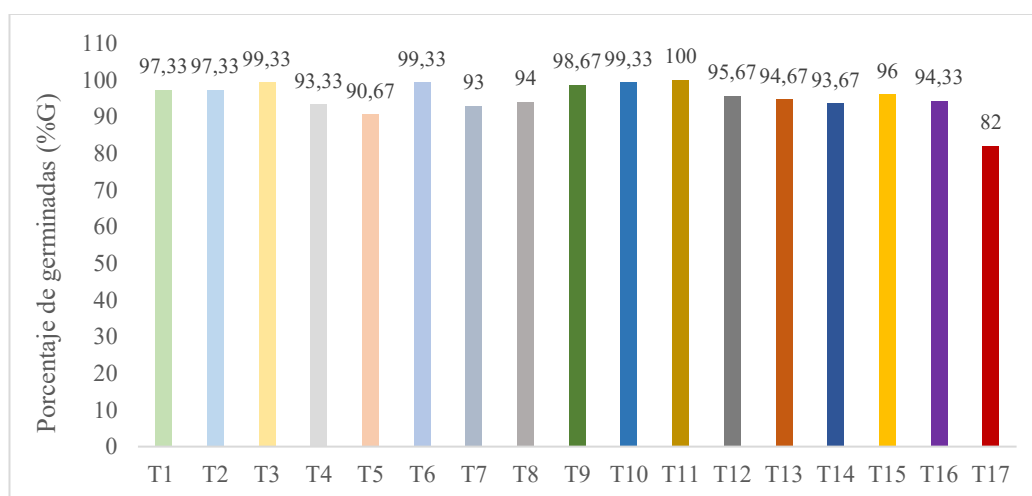
contaminan lotes artesanales. La rigurosidad en estos procesos es vital, especialmente en sistemas artesanales donde no existen certificaciones formales, ya que garantizar la pureza genética sostiene la estabilidad fenotípica y el rendimiento en campo, alineándose directamente con el objetivo de esta investigación: mejorar la disponibilidad de semilla artesanal de calidad en zonas de producción tradicional de la provincia Bolívar.

En un estudio anterior, en referencia a las buenas prácticas de cultivo en trigo bajo diferentes sistemas de producción, se afirma que la pureza genética es un componente esencial en semillas destinadas a programas de rescate varietal y producción local, especialmente bajo esquemas de producción artesanal (Brinquis, 2022).

### Porcentaje de germinación (%G)

**Figura 5**

*Resultados estadísticos para el porcentaje de germinación (%G)*



**Nota:** Análisis estadístico con diferencias \*\* Altamente significativas; p valor <0.01

En la Tabla y Figura 5, evidencia los resultados de la evaluación del porcentaje de semillas germinadas (%G) en los tratamientos de semilla artesanal de trigo harinero mostró diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ). El T11 (La Asunción - Alba Sánchez) obtuvo el valor más alto con 100%, seguido el T10 (Santa Fe - Segundo Gavilánez) y T3 (Santa Fe - Amado Bayas) con 99.33%. En contraste, el T17 (Santa Fe - Jorge Bedón - UEB Carnavalero) registró el porcentaje más bajo, 82.00%, evidenciando limitaciones en la calidad fisiológica del grano. Estos resultados

demuestran que, la mayoría de los lotes alcanzaron niveles óptimos de germinación, cumpliendo parámetros esenciales para considerar una semilla de alta calidad en sistemas de producción local.

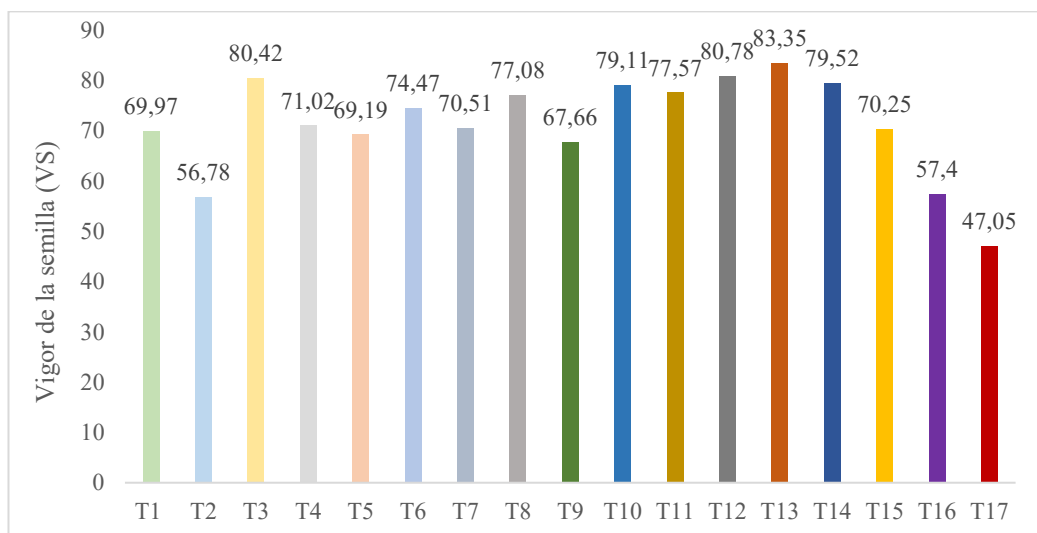
El comportamiento observado en la germinación puede explicarse por la influencia de factores como la madurez fisiológica del grano al momento de la cosecha, la sanidad del lote y las condiciones de almacenamiento. Los tratamientos con porcentajes superiores aplicaron buenas prácticas de manejo, tales como cosecha oportuna y correcta selección de semillas sanas, lo cual favoreció la conservación de la viabilidad. En el contexto de la producción artesanal de semilla, alcanzar altos niveles de germinación es fundamental para garantizar un adecuado establecimiento del cultivo, alineándose al objetivo planteado de evaluar la calidad fisiológica de la semilla artesanal de trigo en los lotes de la provincia Bolívar.

En el estudio enfatizan que, la semilla artesanal, la germinación elevada es reflejo directo de una adecuada pureza física y fitosanitaria, asegurando así el potencial productivo del cultivo (Rodríguez et al., 2020).

### Vigor de semilla (VS)

**Figura 6**

*Resultados estadísticos para el vigor de la semilla (VS)*



**Nota:** Análisis estadístico con diferencias \*\* Altamente significativas; p valor <0.01

El análisis del vigor de semilla, presentado en la Tabla 1 y Figura 6, mostró diferencias estadísticamente altamente significativas entre los tratamientos ( $p < 0.01$ ). El T13 (La Magdalena - Froilán Verdezoto), T12 (La Magdalena - Diego Aucatoma) y T3 (Santa Fe - Amado Bayas) presentaron los mayores valores, superando los 80 mm de crecimiento radicular y de plúmula, reflejando un excelente comportamiento fisiológico. En contraste, T17 (Santa Fe - Jorge Bedón - UEB Carnavaleiro) y T2 (Santa Fe - Johao Morejón) registraron los valores más bajos, 47.05 mm y 56.78 mm respectivamente, lo que evidencia semillas con vigor limitado. Estos resultados demuestran que, dentro de la producción artesanal, existe una importante variabilidad en el potencial fisiológico de las semillas, afectando su capacidad de implantación en campo, en un ciclo posterior de cultivo.

El vigor de la semilla está directamente influenciado por factores como la madurez fisiológica al momento de cosecha, el manejo poscosecha, la sanidad del grano y las condiciones de almacenamiento. Los resultados en los tratamientos con mayor vigor, puede asociarse a que posiblemente aplicaron mejores prácticas de secado para el control de humedad, y selección de granos íntegros, condiciones que favorecieron la preservación de tejidos embrionarios viables.

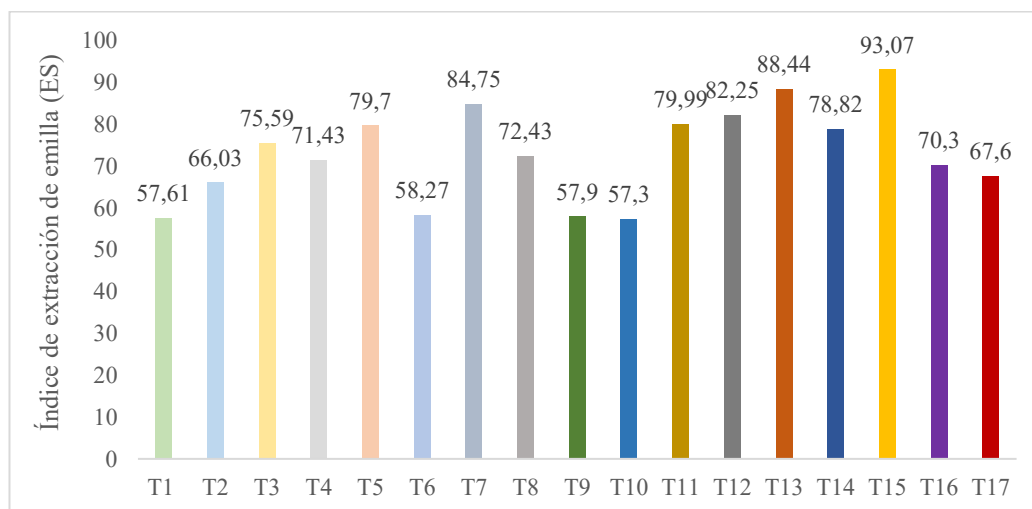
El vigor de la semilla es un indicador fisiológico crítico para predecir el comportamiento de emergencia y establecimiento de cultivos en condiciones de campo adversas. Semillas con vigor elevado presentan una germinación más rápida y homogénea, y generan plántulas más robustas, características esenciales para el éxito en sistemas de producción de bajo insumo como los existentes en la provincia Bolívar (Buenrostro et al., 2024).

De igual forma, las semillas con vigor alto presentan mejor tolerancia al estrés hídrico inicial y mayor capacidad competitiva en sistemas de producción tradicional, validando así su importancia dentro de programas de conservación y mejoramiento de semilla artesanal (Carranza, 2021).

## Índice de extracción de semilla (IES)

### Figura 7

Resultados estadísticos para la extracción de semilla (ES)



**Nota:** Análisis estadístico con diferencias \*\* Altamente significativas; p valor <0.01

Los resultados presentados en la Tabla 1 y Figura 7, en relación al análisis de extracción de semilla, revelaron diferencias estadísticamente altamente significativas entre los tratamientos ( $p < 0.01$ ). El mayor porcentaje de extracción se registró en el T15 (La Magdalena - Zulema Moya) con 93.07%, seguido por T13 (Froilán Verdezoto) con 88.44% y T12 (Diego Aucatoma) con 82.25%. En contraste, el T1 (UEB - Laguacoto) y T10 (Santa Fe - Bolívar Gavilanes) obtuvieron los menores valores, 57.61% y 57.30% respectivamente. Estos resultados reflejan diferencias en el tamaño, peso y calibre de los granos cosechados, aspectos determinantes para la obtención de semilla viable según los estándares de diámetro mínimo establecidos para el material de siembra artesanal.

La eficiencia en la extracción de semilla depende en gran medida de factores como el llenado de grano, homogeneidad de la espiga y sanidad poscosecha, los cuales, en este estudio, pudieron haber variado debido a la heterogeneidad de los lotes asignados para las siembras, así como las características edafoclimáticas presentes en cada zona del cultivo. Los tratamientos que alcanzaron altos porcentajes de extracción aplicaron técnicas de selección más estrictas, garantizando la separación de granos de calibre superior a 2.5 mm, condición indispensable para asegurar vigor y buena emergencia en el cultivo posterior. Esta tendencia confirma que un

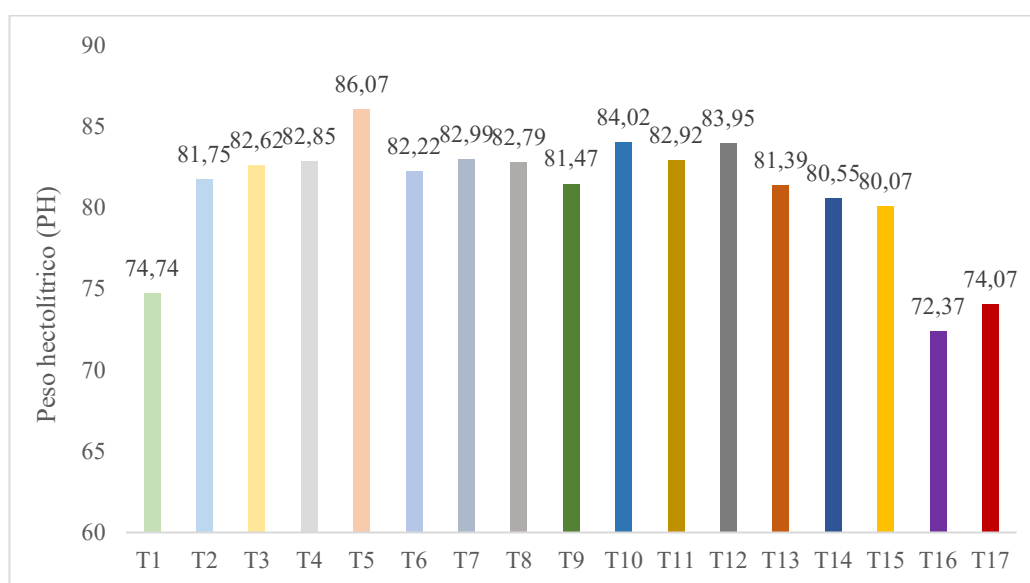
adecuado manejo de prácticas agronómicas y de poscosecha es crucial para optimizar la disponibilidad de semilla artesanal de alta calidad, objetivo primordial en contextos donde la producción certificada es limitada o inaccesible.

Se resalta que, en condiciones de producción local, la eficiencia en la obtención de semilla está directamente asociada a la calidad física y al calibre del grano, generados desde una buena desmezcla en campo, así como eficientes sistemas de fertilización y condiciones ambientales favorables, los mismos que se presentan como factores clave para la sostenibilidad de los cultivos de cereales andinos (Guamán, 2024).

### Peso hectolítrico (PH)

**Figura 8**

*Resultados estadísticos para el peso hectolítrico (PH)*



**Nota:** Análisis estadístico con diferencias \*\* Altamente significativas; p valor <0.01

Los resultados esquematizados en la Tabla 1 y Figura 8, para el análisis del peso hectolítrico (PH) en los tratamientos de semilla artesanal de trigo harinero mostraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ). El T5 (Santa Fe - Eva Poveda) alcanzó el valor más alto ( $86.07 \text{ kg hL}^{-1}$ ), indicando granos de alta densidad y buena calidad física. Por el contrario, T16 (UEB - Mutico) y T17 (Santa Fe - Jorge Bedón - UEB Carnavalero) registraron los valores más bajos,  $72.37$  y  $74.07 \text{ kg hL}^{-1}$  respectivamente. Estos resultados evidencian que, en sistemas de producción

artesanal, el peso hectolítrico es un parámetro sensible a las prácticas de manejo y representa un indicador clave en la evaluación de la calidad física de la semilla.

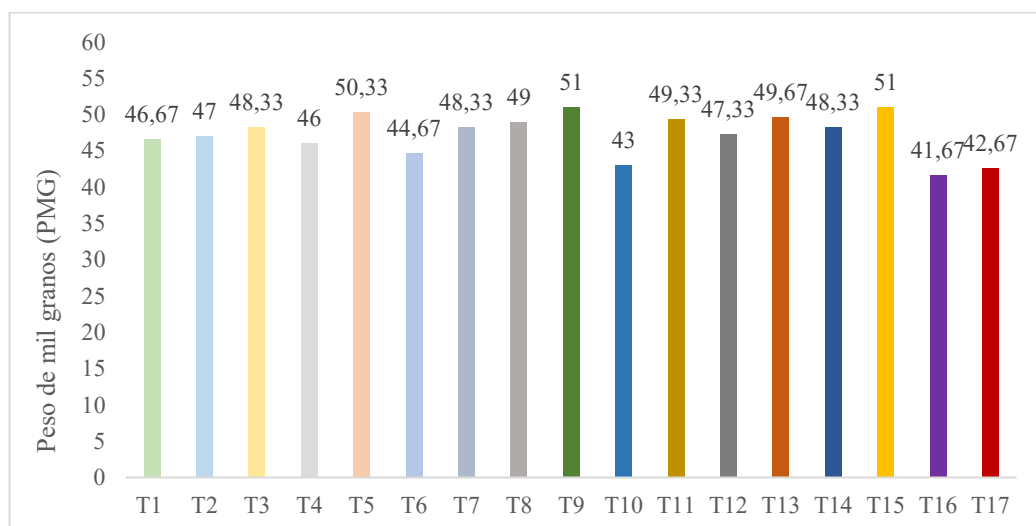
La variación observada en el peso hectolítrico se explica principalmente por el grado de llenado de los granos, su sanidad, y la homogeneidad en tamaño y forma, todos ellos influenciados por el manejo agronómico en campo y poscosecha. Los tratamientos con mayores valores, corresponden a lotes donde las plantas probablemente aprovecharon de manera más eficiente la fertilización empleada y, la disponibilidad hídrica fue la adecuada, favoreciendo granos compactos y pesados.

Algunos autores, como el citado, indican que el peso hectolítrico elevado en semillas de trigo artesanal es sinónimo de grano bien formado, condición esencial para garantizar alta calidad fisiológica. Asimismo, sostienen que el peso hectolítrico es un criterio relevante para la clasificación de semillas, ya que incide directamente en el rendimiento potencial y la capacidad de implantación de los cultivos en zonas de agricultura tradicional (Nieto et al., 2021).

### Peso de mil granos (PMG)

**Figura 9**

*Resultados estadísticos para el peso de mil granos (PMG)*



**Nota:** Análisis estadístico con diferencias \*\* Altamente significativas; p valor <0.01

La evaluación del peso de mil granos (PMG) en la semilla artesanal de trigo harinero, graficada en la Tabla 1 y Figura 9, mostró diferencias estadísticamente altamente significativas entre tratamientos ( $p < 0,01$ ). El T9 (Santa Fe - Manuel Bermeo) y T15 (La Magdalena - Zulema Moya) registraron los valores más altos, con 51.00 gramos, reflejando un grano bien conformado y de mayor densidad, característica deseable para semillas de alta calidad. En contraste, el T16 (UEB - Mutico) y T17 (Santa Fe - Jorge Bedón - UEB Carnavaleiro) presentaron los menores valores, 41.67 y 42.67 gramos respectivamente. Estos resultados evidencian que, dentro de los sistemas de producción artesanal evaluados, existen diferencias notables en el llenado y maduración del grano, que inciden directamente en la calidad física, uno de los componentes críticos determinados en este estudio.

Aquellos tratamientos que alcanzaron mayor peso de grano, aparentemente estuvieron expuestos a factores edafoclimáticos que favorecieron el óptimo llenado de las espigas, permitiendo una acumulación efectiva de reservas en el endospermo. Esta situación está directamente relacionada con la calidad física de la semilla, ya que granos más pesados aseguran mejor vigor inicial, mayor capacidad de germinación y desarrollo uniforme de las plántulas en campo, aspectos fundamentales para la sostenibilidad del cultivo artesanal de trigo en Bolívar.

En sistemas de producción tradicional, el peso de mil granos elevado es un criterio fundamental para seleccionar material de siembra destinado a mejorar el establecimiento y vigor inicial del cultivo, fortaleciendo así la producción triguera en zonas rurales. Estos antecedentes científicos refuerzan la importancia de considerar el peso de mil granos como indicador crítico en programas de mejoramiento y conservación de semilla artesanal (Guerrero & Doltra, 2024).

## Rendimiento (R kg ha<sup>-1</sup>)

**Tabla 2**

*Resultados estadísticos para el rendimiento (R kg ha<sup>-1</sup>)*

Trat	kg ha <sup>-1</sup>
16	5310.00
10	4997.32
5	4996.18
11	4858.81
1	4290.00
9	4134.38
8	3970.00
14	3942.62
2	3686.17
17	3035.18
13	2810.04
12	2581.29
6	2571.41
3	2410.13
15	1936.94
4	1461.71
7	1419.29

**Nota:** Análisis estadística descriptiva

La Tabla 2, presenta la evaluación del rendimiento (R kg ha<sup>-1</sup>) en los tratamientos de semilla artesanal de trigo harinero. Los valores más altos fueron registrados en T16 (UEB - Mutico) con 5310.00 kg ha<sup>-1</sup> y T10 (Santa Fe - Segundo Gavilanes) con 4497.32 kg ha<sup>-1</sup>, y T5 (Santa Fe - Eva Poveda) con 4996.18 kg ha<sup>-1</sup>. En contraste, los menores rendimientos se observaron en el T7 (Santa Fe - Juan Maureira) con 1419.29 kg ha<sup>-1</sup> y T4 (Santa Fe – Darwin Cherez), con 1461.71 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Sin embargo, estadísticamente se detectaron diferencias, la variabilidad en los valores refleja la influencia del potencial fisiológico de la semilla y las condiciones de manejo agronómico sobre la productividad en campo.

El comportamiento observado en el rendimiento está relacionado directamente con la calidad fisiológica de la semilla artesanal evaluada, así como con las prácticas agronómicas aplicadas por cada semillerista. Tratamientos con rendimientos superiores estuvieron asociados a semillas con mejor peso físico, alto vigor y baja

incidencia de enfermedades, características que favorecen un establecimiento inicial robusto y un desarrollo vegetativo más eficiente.

Estos resultados concuerdan con estudios realizados que la calidad fisiológica y sanitaria de la semilla artesanal de trigo incide directamente en el rendimiento de campo, especialmente en sistemas de producción tradicional (Cervera & Velasco 2023).

## Relación beneficio – costo (R BC)

**Tabla 3**

*Relación beneficio - costo (R BC)*

Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17
<b>Rendimiento</b>	4290.00	3686.16	2410.12	1461.71	4996.18	2571.41	1419.29	3970.00	4134.38	4997.32	4858.81	2581.29	2810.04	3942.62	1936.94	5310.00	3035.18
kg ha																	
<b>Ingreso</b>	2187.9	1879.9416	1229.16	745.47	2548.05	1311.42	723.84	2024.70	2108.53	2548.63	2477.99	1316.46	1433.12	2010.73	987.84	2708.1	1547.94
bruto																	
<b>COSTO</b>	1813.51	1862.26	1602.79	1791.57	1903.89	1826.84	1790.23	1871.28	1796.07	1892.80	1877.27	1827.15	1834.42	1870.41	1806.68	1927.85	1841.58
<b>TOTAL</b>																	
<b>Ingreso neto</b>			-	-		-	-					-	-		-		-
	\$374.39	\$17.68	\$373.62	\$1,046.10	\$644.16	\$515.42	\$1,066.39	\$153.42	\$312.46	\$655.83	\$600.72	\$510.69	\$401.30	\$140.32	\$818.84	\$780.25	\$293.63
<b>Relación</b>																	
<b>Beneficio</b>	0.21	0.01	- 0.23	- 0.58	0.34	- 0.28	- 0.60	0.08	0.17	0.35	0.32	- 0.28	- 0.22	0.08	- 0.45	0.40	- 0.16
<b>Costo R BC</b>																	

La evaluación de la relación beneficio - costo (R BC) en los tratamientos de semilla artesanal de trigo harinero evidenció marcadas diferencias. El promedio de ingreso neto general fue bajo, situándose en valores que comprometen la viabilidad financiera de la producción artesanal en los lotes evaluados.

El comportamiento económico observado está directamente vinculado al rendimiento y al control de costos de producción donde los rendimientos no compensaron los costos de producción, lo cual demuestra la importancia de utilizar semilla de alta calidad para maximizar la eficiencia productiva y económica.

#### **4.2. Comprobación de hipótesis**

Basado en los resultados obtenidos en los análisis físicos, fisiológicos, sanitarios y económicos de la semilla artesanal de trigo harinero, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), ya que se evidenció que la calidad de la semilla artesanal evaluada presenta diferencias significativas en parámetros como el peso físico de grano, pureza genética de grano, porcentaje de germinación, vigor de la semilla y Sanidad de grano. Además, la relación beneficio - costo varió considerablemente entre tratamientos, demostrando que la calidad de la semilla incide de manera directa en el rendimiento y la rentabilidad agrícola. Por lo tanto, la producción de semilla artesanal de alta calidad representa un factor determinante para optimizar la productividad, mejorar el establecimiento de los cultivos y fortalecer la sostenibilidad económica de los sistemas de producción tradicional de trigo en la provincia Bolívar.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- En relación a la calidad del grano las muestras de trigo provenientes de las localidades de Santa Fe, Laguacoto, La Magdalena y La Asunción en general presentaron características buenas y aceptables de pureza física, pureza genética, vigor, extracción de semilla y peso hectolitrico, lo cual es un indicador que mantiene los parámetros adecuados para constituirse como semilla de tipo artesanal.
- La sanidad de la semilla artesanal presentó variabilidad entre tratamientos. El porcentaje promedio de severidad fue de 22.59%, establecido en el porcentaje de germinación de grano.
- La eficiencia económica fue variable entre los tratamientos en base a la determinación del R BC no hubo rentabilidad.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda promover la producción de semilla artesanal bajo condiciones de manejo similares a las de estos tratamientos, optimizando prácticas de fertilización, control fitosanitario y selección de grano para mejorar la productividad.
- Se sugiere la implementación de programas de capacitación para los semilleristas en técnicas de selección de semilla, manejo poscosecha, control de humedad y almacenamiento, a fin de mejorar la calidad física y sanitaria de la semilla, minimizando la severidad de enfermedades.
- Se aconseja establecer parcelas demostrativas con lotes de semilla de alta pureza genética y elevado vigor, para mostrar a los productores los beneficios en germinación, establecimiento de plántulas y rendimiento, motivando la adopción de prácticas de selección artesanal de semilla de calidad en los sistemas de producción de trigo en la provincia Bolívar.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A. (2022). Valoración productiva de 44 accesiones de trigo (*Triticum* sp), provenientes de Canadá en su segundo año de evaluación en la localidad de Laguacoto III, provincia Bolívar. [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal de Bolívar]. Recuperado de: <https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/580c9496-1f0a-442d-bb63-510975e253e0/content>
- Aliva, J., & Rivas, F. (2019). El cultivo de trigo. Recuperado de: <https://agricultura.unison.mx/memorias%20de%20maestros/EL%20CULTIVO%20DEL%20TRIGO.pdf>
- Asaquibay, C. (2020). Validación de seis líneas promisorias más dos testigos de trigo en las provincias de Imbabura, Chimborazo y Bolívar. Recuperado de: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4194>
- Becerra de la Cruz, O. (2018). Comportamiento agronómico de dos variedades mejoradas de Trigo (*Triticum vulgare* L.) con aplicación de abonadura orgánica en el sector de San Antonio de Ibarra, provincia de Imbabura. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Recuperado de: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/573>
- Brinquis, S. (2022). Buenas prácticas de cultivo en trigo bajo diferentes sistemas de producción en Castilla y León, Castilla la Mancha y Andalucía. [Tesis de Postgrado, Universidad Politécnica de Madrid]. Recuperado de: <https://oa.upm.es/id/eprint/72093>
- Bruno, A. (2020). Trigos Antiguos. Recuperado de: <https://blatsantics.com/es/grano-2/>
- Buenrostro, J., Gámez, A., Solís, E., Covarrubias, J., Ledesma, L., Mandujano, A., & Cisneros, H. (2024). Efecto del nitrógeno sobre rendimiento y calidad de semilla de trigo en el Bajío, México. *Revista fitotecnia mexicana*, 47(2), 109-114.
- Carranza, S. (2021). Calidad de semilla de variedades mejoradas de trigo liberadas en México. [Tesis de Postgrado, Colegio de Postgraduados]. Recuperado de: <http://193.122.196.39:8080/handle/10521/4798>

- Castillo, E., Garofalo, J., & Ponce, L. (2019). INIAP-Imbabura 2014: Nueva variedad de trigo de grano rojo para zonas trigueras del Ecuador. Recuperado de: <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-iniap-41000-3293/Description>
- Catota, M. A. (2024). Comportamiento agronómico de cinco líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) en la granja experimental la pradera, Chaltura-Imbabura. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15550/2/03%20AGP%20407%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Cervera, J., & Velasco, A. (2023). Formación del rendimiento de trigo tratado con microorganismos promotores de crecimiento. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de la Pampa]. Recuperado de: <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/9083>
- Chavez, M. (2023). Plagas del trigo. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/slides/how/plagas-del-trigo-equipo-4pptx/258067605>
- Galarza, E. (2023). Evaluación del comportamiento agronómico de dieciocho variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) liberadas por el INIAP en el campus Querochaca, Cevallos. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/90f396ef-e8e9-4550-afde-3524aa2f1695/conten>
- Garofalo, J. (2018). INIAP-Mirador 2010: Nueva variedad de trigo para la Sierra Centro del Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2638>
- Golik, S. (2022). Trigo: origen, sistemática, importancia. Libros de Catedra. Recuperado de: [https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/156560/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/156560/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- González, R. (2020). Las semillas y sus categorías. Recuperado de: <https://dicta.gob.hn/files/2017-categorias-semilla,-banner.pdf>
- Guerrero, N., & Doltra, J. (2024). Resultados productivos de las nuevas variedades de trigo blando de producción ecológica en el marco de la red GENVCE. *Tierras: Agricultura*, (333), 46-50.
- Infoturismo. (2019). Parroquia la Magdalena. Recuperado de: <https://bolivarlomagdalena.wixsite.com/lamagdalena/about-us>

- Intagri. (2024). Manual de Plagas en Granos Almacenados. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manual-plagas-granos-almacenados#:~:text=Palomilla%20india%20de%20la%20harina,y%20otros%20productos%20de%20confiter%C3%ADa>.
- Laurente, T. (2020). Cosecha y Poscosecha Trigo. Recuperado de: <https://es.scribd.com/presentation/416571088/cosecha-y-poscosecha-trigo>
- Ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de agricultura. (2017). Recuperado de: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Ley-Organica-Agrobiodiversidad-Semillas-y-Fomento-de-Agricultura.pdf>
- Manangón, P. (2019). Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 msnm. Juan Montalvo-Cayambe. [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6717/1/UPS-YT00040.pdf>
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). Manual de Análise Sanitária de Sementes. Brasília, DF: Mapa/ACS, 200.
- Montenegro, D. (2020). Respuesta agronómica de trece líneas y dos variedades de trigo rojo (*Triticum vulgare* L.), en la parroquia la Paz, provincia del Carchi. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2126/2/TESIS%201.pdf>
- Moreno, C., Iza, P., & Porras, M. (2007). Evaluación de la calidad de harinas de tres variedades de trigo (*Triticum vulgare*), cultivadas en la provincia Bolívar para la elaboración de productos sucedáneos del pan. *Revista de Investigación Talentos*, 1(I), 94-102.
- Muñoz, A. (2019). Gorgojo del trigo (*Sitophilus granarius* L.). Instituto Tecnológico Agrario: Recuperado de: <https://plagas.itacyl.es/documents/109511/301925/CE-P-10+GORGOJO.pdf/de5d434b-7a70-9e48-c4db-cc1986a163fe?t=1555314248789>
- Nieto, M., Garófalo, J., & Ponce, L. (2021). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de: trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada

(*Hordeum vulgare* L.). Recuperado de: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6096>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). Evaluación de la Seguridad de semillas. Recuperado de: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b4a457ba-9e89-4f17-8c9f-5aa51fa46f8d/content>

Pantoja, Y. (2022). La semilla artesanal: una alternativa para la seguridad alimentaria: the artisan seed an alternative for food security. Revista Transdisciplinaria del Saber, pag (3).

Ploschuk, R. (2021). Sensibilidad al anegamiento en especies invernales en etapas tempranas y tardías: respuestas fisiológicas, de crecimiento y rendimiento a escala de planta y cultivo. [Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires]. Recuperado de: <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/doctorado/2021ploschukrocioantonella.pdf>

Reckziegel, I. (2025). Patógenos que afectan a la semilla de trigo. Recuperado de: [https://www.portalguarani.com/3175\\_iris\\_a\\_reckziegel/24192\\_patogenos\\_que\\_afectan\\_a\\_la\\_semilla\\_de\\_trigo\\_\\_ingeniera\\_agronoma\\_iris\\_a\\_reckziegel\\_.html](https://www.portalguarani.com/3175_iris_a_reckziegel/24192_patogenos_que_afectan_a_la_semilla_de_trigo__ingeniera_agronoma_iris_a_reckziegel_.html)

Riofrio, A. (2022). Evaluación de la respuesta de líneas de trigo frente a *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. durante el desarrollo vegetativo y fase de espigado, en la parroquia Licto, del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Recuperado de: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/17420/1/13T01013.pdf>

Ríos, W. (2021). Revisión de la incidencia de la Contaminación por *Bacillus Cereus*, en los Procesos Industriales de Fabricación de Harinas de Arroz (*oryza sativa*) y Trigo (*Triticum* spp) a Nivel Global. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Recuperado de: <https://repositorio.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/42440/wrriosr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, M., Huerta, J., Villaseñor, H., Rivas, P., González, M., Hortelano, R., & Aranda, S. (2020). Tratamiento químico en la semilla de trigo para

disminuir la incidencia de bacterias. *Revista mexicana de fitopatología*, 38(2), 239-249.

- Seré, C. (2020). Respuesta en plantas logradas por metro cuadrado y rendimiento del trigo a la utilización de diferentes curasemillas ya la utilización de diferentes fungicidas en la localidad de General Pinto. [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica Argentina]. Recuperado de: <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/19689/1/respuesta-plantas-logradas.pdf>
- Terenti, O. (2020). Calidad física de semilla en 24 variedades mejoradas de trigo liberadas en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(5), 827-840.
- Vallecorsa, P., Pérez, M., Cejas, E., Zilli, C., Ferreyra, M., Prevosto, L., & Balestrasse, K. (2021). Control de *Fusarium* spp. en semillas de trigo utilizando plasmas no térmicos. Recuperado de: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/207451>

# ANEXOS

Anexo 1. Mapa de la ubicación de la investigación



Fuente: Google

**Anexo 2. Base de datos**

Tratamiento	Repetición	Calidad física de grano	% de grano chupado	Sanidad de grano	Pureza genética de grano	Extracción de semilla	Peso de mil granos	Peso hectolítrico	% de germinación	Vigor de la semilla	Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>
1	1	85,60	94,15	15	99,43	59,73	47	72,20	94	73,82	4290.00
1	2	89,52	94,35	12	99,54	55,80	46	75,55	98	69,96	
1	3	89,52	91,28	13	99,77	57,31	47	76,46	100	66,13	
2	1	99,38	94,35	13	98,79	66,91	47	81,86	97	47	3686.17
2	2	99,38	95,67	12	99,02	65,12	47	82,55	96	61,57	
2	3	99,11	96,44	20	98,91	66,08	47	80,84	99	61,78	
3	1	99,05	97,92	3	99,75	76,75	48	81,51	99	79,88	2410.13
3	2	99,14	98,41	15	99,72	75,01	48	82,91	100	82,82	
3	3	98,47	97,28	18	99,80	75,03	49	83,44	99	78,58	
4	1	97,39	95,73	24	99,72	69,72	45	82,65	96	66,84	14.61.71
4	2	98,34	96,48	23	99,63	72,16	46	83,72	95	66,3	
4	3	97,39	91,88	32	99,55	72,43	47	82,18	89	79,93	
5	1	92,65	97,75	33	99,78	78,83	49	86,59	88	72,25	4996.18
5	2	92,40	97,73	27	99,80	79,98	51	86,59	93	64,47	
5	3	92,85	97,41	33	99,73	80,29	51	85,05	91	67,86	
6	1	96,65	96,00	17	99,52	63,75	41	82,63	100	85,81	2571.41
6	2	96,30	96,73	8	99,65	54,72	47	81,54	99	70,77	
6	3	94,73	97,29	19	99,58	56,35	46	82,50	99	66,85	
7	1	93,13	98,20	27	99,27	85,70	48	83,31	94	71,11	1419.29
7	2	92,77	98,57	31	99,26	84,65	48	82,67	93	71,03	
7	3	93,54	99,18	41	99,67	83,92	49	82,98	92	69,38	
8	1	90,93	91,95	39	99,82	70,99	49	82,16	95	73,74	3970.00
8	2	90,20	93,72	34	100,00	70,61	49	83,29	92	82,5	
8	3	92,43	95,13	25	99,79	75,69	49	82,92	95	74,9	
9	1	98,21	96,66	7	99,58	8,49	50	82,01	99	63,92	4134.38
9	2	99,40	98,29	7	99,65	82,83	51	81,46	97	67,74	
9	3	98,14	96,38	2	99,79	82,4	52	80,95	100	71,34	
10	1	99,22	98,34	19	99,90	56,38	43	83,23	99	80,16	4997.32
10	2	95,06	95,75	16	99,88	58,97	43	83,42	100	80,79	
10	3	99,95	96,01	21	100,00	56,56	43	85,42	99	76,39	
11	1	97,65	98,00	16	99,63	77,56	49	83,16	100	80,94	

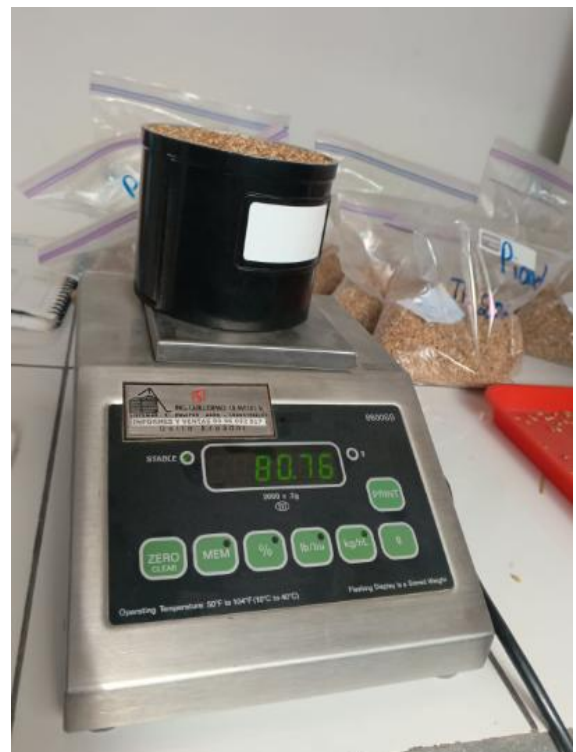
11	2	96,37	97,42	15	99,57	81,14	52	81,87	100	75,31	4858.81
11	3	98,09	97,66	12	99,57	81,28	47	83,74	100	76,46	
12	1	94,16	97,78	26	100,00	80,89	48	91,63	100	81,52	2581.29
12	2	92,42	96,31	36	99,90	82,72	45	80,27	96	70,06	
12	3	91,94	96,41	35	100,00	83,14	49	79,96	91	90,75	
13	1	85,63	97,59	35	99,59	88,61	50	80,78	96	90,2	2810.04
13	2	89,06	97,92	30	99,63	90,45	49	80,61	96	82,18	
13	3	92,12	98,14	36	99,55	86,27	50	82,79	92	77,67	
14	1	93,39	98,50	23	99,78	76,96	50	81,79	92	84,67	3942.62
14	2	93,21	98,35	27	99,92	80,05	47	79,77	97	80,01	
14	3	87,15	98,41	30	99,83	79,47	48	80,08	92	73,88	
15	1	92,60	96,64	20	99,25	89,52	50	79,90	97	69,54	1936.94
15	2	90,06	97,76	18	99,36	99,44	53	80,05	97	67,98	
15	3	90,14	97,12	18	99,31	90,25	50	80,25	94	73,25	
16	1	95,41	95,02	22	99,64	71,87	43	72,20	95	79,41	5310.00
16	2	94,17	91,85	13	99,60	67,36	41	72,98	94	47,36	
16	3	94,75	93,20	23	99,67	71,68	41	71,92	94	45,44	
17	1	81,03	88,53	24	99,67	59,46	42	72,20	86	47,36	3035.18
17	2	89,66	96,17	48	99,81	73,36	43	75,55	84	45,44	
17	3	89,55	97,06	39	99,95	70,00	43	76,46	76	48,35	

### Anexo 3. Fotografías

#### Análisis de calidad física



#### Peso hectolitrico



Pureza física – Pureza genética – Fitosanitaria



Índice de extracción de semilla



Peso de Índice de extracción de semilla



Conteo de 1000 granos



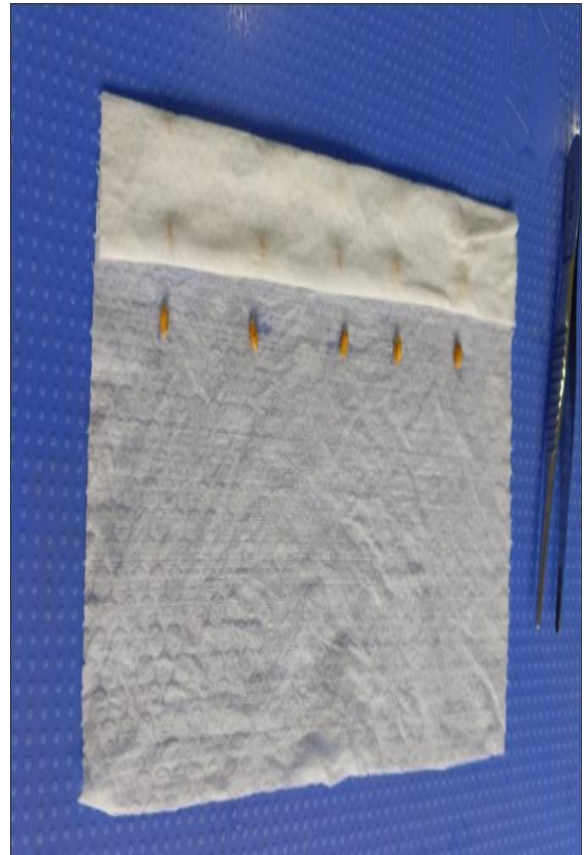
Peso de 1000 granos



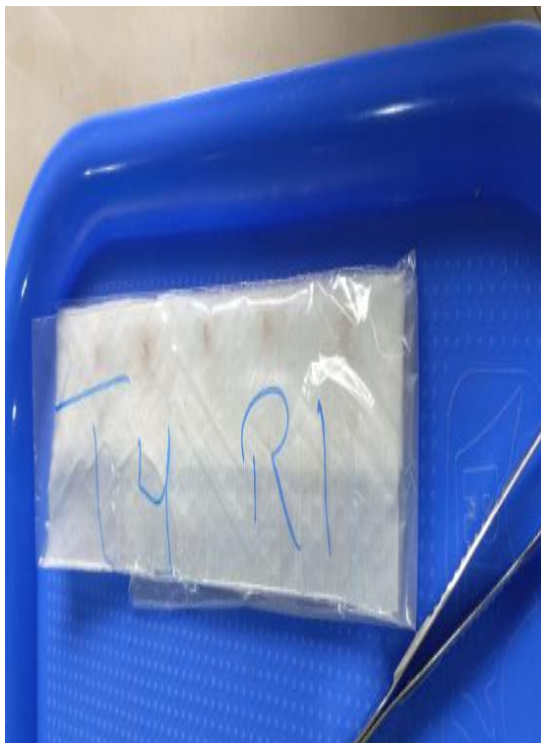
Sanidad del grano



Siembra



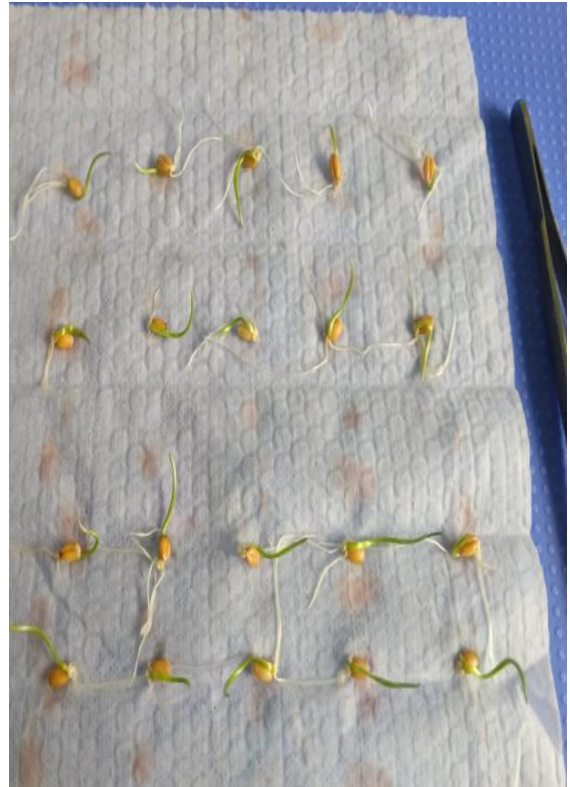
Almacenamiento



Porcentaje de germinación



Vigor de la semilla



Medición de radícula



Visita de campo



#### **Anexo 4.** Glosario de términos técnicos

**Adaptabilidad.** - Capacidad de ajustarse de manera efectiva a cambios en el entorno a nuevas condiciones.

**Abiótico.** - Todos los elementos no vivos del ambiente que afectan a los organismos y a los ecosistemas, incluyendo factores como la luz solar, la temperatura, el agua, el suelo, el viento, y la composición química del suelo y el aire.

**Calidad.** - La calidad puede aplicarse a características como la pureza, sanidad y valor nutricional de las semillas o alimentos, mientras que en servicios se refiere a la consistencia y el cumplimiento de las expectativas del cliente.

**Estabilidad.** - Condición de algo que se mantiene firme, constante o equilibrado a lo largo del tiempo, sin sufrir cambios drásticos o perturbaciones.

**Espigamiento.** - Proceso en el cual una planta, como el trigo, produce su espiga.

**Extracción de semilla.** - Proceso de obtener semilla en base a grano de un calibre preestablecido y buena calidad sanitaria.

**Fibroso.** - Para describir estructuras que tienen una estructura o composición rica en fibras, como en el caso de las raíces o tejidos vegetales que son largos, delgados y flexibles.

**Grano.** - Es una fuente fundamental de carbohidratos, proteínas y, en algunos casos, grasas, y son básicos en la alimentación de muchas culturas alrededor del mundo.

**Genoma.** - Es el completo material genético de un organismo, que incluye todos los genes y secuencias de ADN presentes en sus células.

**Germinación.** - Es el proceso que se produce desde que el embrión de la semilla comienza a crecer hasta que se forma una pequeña planta que puede vivir por sí misma.

**Lígula.** - Es una estructura pequeña, membranosa y generalmente delgada que se encuentra en la base de la hoja de algunas plantas, especialmente en los cereales como el trigo.

**Peso hectolítrico.** - Es la cantidad de kilogramos que pesa un volumen estándar de grano.

**Pureza.** - La calidad y uniformidad de un material vegetal, especialmente en lo que respecta a las semillas y la identidad de los cultivos.

**Rendimiento.** - Cantidad de producto cosechado por unidad de superficie de tierra cultivada

**Resistencia.** - Es la capacidad de un organismo, material o sistema para soportar o resistir condiciones adversas sin fallas o sufrir daños.

**Rigurosidad.** - Grado de limpieza y pureza física de la semilla, libre de impurezas, semillas de otras especies o materiales extraños.

**Semillas.** - Es la parte de un fruto llamado cariósido, en el cual las paredes del ovario (pericarpio) y la testa, están estrechamente unidas siendo inseparables.

**Transpiración.** - Es el proceso mediante el cual de las plantas pierden agua en forma de vapor a través de sus estructuras, principalmente a través de las estomas (poros microscópicos en las hojas).

**Toxinas.** - Son sustancias químicas que pueden causar daño a los microorganismos vivos, incluso en cantidades pequeñas.

**Variedad.** - Es donde comparten características, morfológicas, fisiológicas, citológicas u otras.

**Vigor.** - Es el conjunto de propiedades de las semillas que determinan su capacidad de crecer de forma favorables.