

DETERMINACIÓN DE LA SANIDAD DE SEMILLA ARTESANAL DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM* L.) EN 5 ZONAS AGROECOLÓGICAS DE BOLÍVAR

DETERMINATION OF THE HEALTH OF ARTISANAL WHEAT SEED (*TRITICUM AESTIVUM* L.) IN 5 AGROECOLOGICAL ZONES OF BOLÍVAR

Leonor Jacqueline Guzñay Apugllón¹, David Rodrigo Silva García²

{leonor.guzay@ueb.edu.ec¹, dsilva@ueb.edu.ec²}

Fecha de recepción: 27/11/2025 / Fecha de aceptación: 17/12/2025 / Fecha de publicación: 06/01/2026

RESUMEN: Para la presente investigación se recolectaron semillas artesanales de trigo de cinco zonas del cantón Guaranda, sin tratamiento químico previo. Los objetivos planteados fueron: Recolectar muestras representativas de semilla artesanal de trigo en las 5 zonas agroecológicas. Realizar análisis fitopatológicos en laboratorio para detectar la presencia de hongos, bacterias y otros patógenos asociados a las semillas. Determinar el porcentaje de infección y la incidencia de enfermedades en las semillas. Comparar los niveles de sanidad entre las diferentes zonas agroecológicas, identificando aquellas con mayores y menores problemas sanitarios. Para lo cual se evaluaron parámetros como peso, impurezas, germinación y calidad fitosanitaria mediante análisis en laboratorio de la UEB y pruebas en condiciones controladas, incluyendo identificación de hongos patógenos como *Fusarium* y *Bipolaris*. Se aplicó un diseño experimental DCA, existieron 5 tratamientos con cuatro repeticiones se consideró como tratamiento a cada localidad T1: Illapa; T2: Verdepamba; T3: Susanga; T4: Panchigua y T5: San Sebastián. Los 3 principales resultados obtenidos fueron: El porcentaje de incidencia e infección de *Fusarium* en las semillas artesanales mostraron a su mayor exponente en T1: Illapa con el 25.8%; mientras que el más bajo fue T4: Panchigua con el 7%; La comparación de los niveles de sanidad entre las zonas permitió identificar que los mayores riesgos de contaminación y de menor calidad fitosanitaria de las semillas fueron en T1 y T2 con 31.8% y 21.8% de infección; mientras que la menor cuantificación de problemas sanitarios lo registró T4 con 10.5%.

Palabras clave: Sanidad, semilla, trigo, artesanal

¹Universidad Estatal de Bolívar, Departamento de Posgrados y Educación Continua, Maestría en Sanidad Vegetal, CP:020150, Guaranda – Ecuador, <https://orcid.org/0009-0009-3064-8418>; [0009-0005-4696-5240](https://orcid.org/0009-0005-4696-5240).

²Universidad Estatal de Bolívar (UEB), Docente áreas de tecnología de semillas, manejo de Programa Semillas Guaranda, <https://orcid.org/0009-0005-4696-5240>.

ABSTRACT: For this research, artisanal wheat seeds were collected from five areas of the Guaranda canton, without prior chemical treatment. The objectives were: To collect representative samples of artisanal wheat seeds in the five agroecological zones. To conduct phytopathological analyses in the laboratory to detect the presence of fungi, bacteria, and other pathogens associated with the seeds. To determine the percentage of infection and the incidence of seed diseases. To compare health levels among the different agroecological zones, identifying those with the greatest and least health problems. Parameters such as weight, impurities, germination, and phytosanitary quality were evaluated through laboratory analysis at the UEB (Bundesverwaltungsverwaltungen) and tests under controlled conditions, including the identification of pathogenic fungi such as *Fusarium* and *Bipolaris*. A DCA experimental design was applied, with five treatments with four replicates. Each treatment was considered a treatment for each location: T1: Illapa; T2: Verdepamba; T3: Susanga; T4: Panchigua; and T5: San Sebastián. The three main results obtained were: The percentage of *Fusarium* incidence and infection in artisanal seeds was highest in T1: Illapa, at 25.8%; while the lowest was in T4: Panchigua, at 7%. Comparing health levels across zones revealed that the highest risks of contamination and lower phytosanitary quality of seeds were in T1 and T2, with 31.8% and 21.8% infection rates; while the lowest incidence of health problems was in T4, at 10.5%.

Keywords: *Health, seed, wheat, artisanal*

INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum* L.) constituye uno de los cultivos alimentarios más relevantes a nivel global, por su alto valor nutricional y su papel fundamental en la seguridad alimentaria (1). En Ecuador, y particularmente en el cantón Bolívar, el cultivo de trigo representa una importante actividad agrícola para los productores de pequeña escala, quienes conservan y utilizan semillas locales adaptadas a diversas condiciones agroecológicas (2). Sin embargo, el uso continuo de semillas artesanales, sin evaluaciones periódicas de calidad sanitaria, puede favorecer la acumulación de agentes patógenos y reducir significativamente el rendimiento del cultivo (3).

La semilla es el principal insumo agrícola, y su estado sanitario incide directamente en la germinación, el vigor inicial de la planta y la susceptibilidad frente a enfermedades (4). Estudios fitopatológicos han evidenciado que diversos hongos como *Fusarium* spp, *Bipolaris sorokiniana*., *Alternaria* spp., y bacterias fitopatógenas pueden estar presentes en semillas mal manejadas, actuando como fuentes primarias de infección en el campo (5). Por tanto, la evaluación sanitaria de semillas es un componente muy esencial dentro de los programas de manejo integrado y mejoramiento genético (6).

Considerando la diversidad de condiciones agroecológicas presentes en el cantón Bolívar, es fundamental evaluar el estado sanitario de la semilla artesanal utilizada en diferentes zonas (7). La variabilidad ambiental podría influir en la presencia y distribución de patógenos, generando

diferencias en la calidad fitosanitaria del material de siembra (8). Así, identificar los niveles de infección y las principales enfermedades asociadas permitirá establecer estrategias de manejo integrado y prácticas de mejora en la producción de semilla artesanal (9).

El presente estudio tuvo como objetivo general determinar la sanidad de la semilla artesanal de trigo (*Triticum aestivum* L.) en cinco zonas agroecológicas del cantón Bolívar, bajo la gestión de la UEB-FIASA. Para ello, se recolectaron muestras representativas de semilla en las parroquias de Santa Fe (sitios Illapa y Verdepamba), La Asunción (sitio Susanga), La Magdalena (sitio Panchigua) y San Sebastián (sitio San Sebastián), pertenecientes a los cantones Guaranda y San José de Chimbo. Posteriormente, se realizaron análisis fitopatológicos en laboratorio, evaluando la presencia de hongos, bacterias y otros patógenos, así como el porcentaje de infección e incidencia de enfermedades en las semillas recolectadas.

Finalmente, esta investigación tiene como objetivos Realizar análisis fitopatológicos en laboratorio para detectar la presencia de hongos, bacterias y otros patógenos asociados a las semillas. Determinar el porcentaje de infección y la incidencia de enfermedades en las semillas recolectadas en cada zona agroecológica. Comparar los niveles de sanidad entre las diferentes zonas agroecológicas, identificando aquellas con mayores y menores problemas sanitarios. Generar recomendaciones técnicas para mejorar la calidad fitosanitaria de la semilla artesanal de trigo en las zonas estudiadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio

El ensayo se realizó en el Laboratorio de Fitopatología y Calidad de Semillas de la Universidad Estatal de Bolívar, en la ciudad de Guaranda; las coordenadas geográficas, la altitud y las condiciones climáticas registradas en el sitio se obtuvieron del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y del Gobierno Municipal del Cantón Guaranda (2022). Altitud: 2.668 m s. n. m. Latitud: entre 1°36' y 1°53' S. Longitud: entre 79°00' y 79°15' O. Temperatura media anual de 12–16 °C y Precipitación media anual: 1.000–1.500 mm. La obtención de las semillas para el análisis provino de las parroquias rurales de Santa Fe, La Asunción, La Magdalena y San Sebastián

Materiales y métodos

Se evaluaron cinco tratamientos compuestos por semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.) que fueron recolectadas de pequeños productores que emplean prácticas tradicionales, procedentes de cinco localidades distintas (Illapa, Verdepamba, Susanga, Panchigua y San Sebastián), dichas pruebas se realizaron en el Laboratorio de Fitopatología y Calidad de Semillas de la Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, bajo condiciones controladas.

Diseño experimental

Se empleó un **Diseño Completamente al Azar (DCA)** con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

Factor en estudio: Semilla artesanal de trigo.

- Tratamientos: cinco lotes de semilla correspondientes a cada una de las zonas (T1: Illapa, T2: Verdepamba, T3: Susanga, T4: Panchigua y T5: San Sebastián),
- Repeticiones: cuatro repeticiones por tratamiento
- Unidad experimental: 100 semillas por repetición (total: 2.000 semillas),

Tipo de análisis

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 5 % ($p < 0,05$). En los casos de diferencias significativas entre tratamientos, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey. El análisis estadístico se realizó utilizando el software Gstat.

Parámetros evaluados

Los parámetros evaluados fueron: Peso muestra; Peso hectolítrico de la semilla; Impureza física del grano; Impureza genética del grano; Impureza fitosanitaria de semilla; Grano limpio; Peso de 100 granos; Índice de extracción de semilla; calidad fisiológica del grano (% de germinación); % semillas enfermas; Presencia de; *Fusarium*, *Bipolaris*, *Alternaria*, *Cladosporium* y *Drechslera*

Manejo del ensayo

Muestra y pesaje inicial. Para cada tratamiento se seleccionó 1 kilogramo de granos, los cuales fueron pesados mediante una balanza electrónica de alta precisión. El pesaje se realizó de forma individual para cada repetición.

Peso hectolítrico. Para registrar este componente agronómico de calidad harinera, y una vez que el grano estuvo limpio y seco al 13% de humedad, se tomó una muestra de 1 kg por localidad y se determinó en una balanza de peso hectolítrico en el Laboratorio de Semillas de la Universidad Estatal de Bolívar y el resultado se expresó (kg(hl) (10)

Distribución de las semillas. Las semillas se colocaron sobre toallas de papel humedecidas con agua destilada, organizadas en una matriz de cinco columnas por cinco hileras. Posteriormente, las toallas se enrollaron para formar un “taco”, se introdujeron en bolsas plásticas y se mantuvieron en una cámara de germinación a 20 °C. Durante la incubación se registraron síntomas visibles de enfermedades asociados a patógenos como fue la decoloración del embrión o del Hipocòtilo, manchas en el micelio superficial y lesiones fúngicas en el tejido seminal.

- **Prueba de germinación (calidad fisiológica)**

Procedimiento general. La germinación se evaluó siguiendo las recomendaciones de la (11) para trigo, empleando el método de incubación en papel de filtro con restricción hídrica modificada.

Condiciones osmóticas. Se utilizó cloruro de sodio (NaCl) como agente osmótico a una presión osmótica de -1,0 MPa, conforme la metodología de (12).

- **Detección y análisis sanitario**

Detección de semillas enfermas (análisis sanitario). Se evaluaron 100 semillas por repetición. Las semillas se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1 % durante 1 min, se enjuagaron con agua destilada estéril y se sembraron en medio PDA (Papa-Dextrosa-Agar). Las placas se incubaron a 25 °C durante 4 días. Se calculó el porcentaje de semillas que presentaron signos de infección fúngica (13).

Identificación de hongos fitopatógenos. Los microorganismos aislados se identificaron hasta género mediante observación macroscópica de las colonias y análisis microscópico de las estructuras esporuladas. Se registraron los géneros más frecuentes: *Fusarium* spp, *Bipolaris* spp, *Alternaria* spp, *Cladosporium* spp y *Drechslera* spp, siguiendo las claves morfológicas de (14).

RESULTADOS

De acuerdo con el análisis de varianza, como se muestra en la Tabla 1, se pudo determinar que todas las muestras recolectadas de trigo en las cinco zonas agroecológicas (tratamientos) de la provincia de Bolívar presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre ellas, en relación con las variables analizadas, que incluyen porcentaje de humedad, peso hectolítrico, impureza genética y fitosanitaria, peso de 100 granos, índice de atracción de semilla y porcentaje de germinación. Además, se realizó la prueba de Tukey al 5% para clasificar los promedios en diferentes rangos. Es importante destacar que los valores del coeficiente de variación (CV) son inferiores al 5%, lo que indica que los resultados son confiables y precisos.

Tabla 1. Análisis estadístico de las características fisiológicas de la semilla artesanal.

Variables	T1	T2	T3	T4	T5
Porcentaje de humedad (**)	13.5 B	13.6 B	14.3 A	14.6 A	14.1 AB
PESO Hectolitrico (**)	81.2 A	79 BC	80.3 AB	79.7 ABC	78.1 C

DETERMINACIÓN DE LA SANIDAD DE SEMILLA ARTESANAL DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM* L.) EN 5 ZONAS AGROECOLÓGICAS DE BOLÍVAR

Impureza genética del grano (**)	0.21 C	0.17	0.19	0.67	0.48
		C	C	A	B
Impureza fitosanitaria del grano (**)	0.54 A	0.19	0.24	0.33	0.41 AB
		B	B	AB	
Peso de 100 granos (**)	4.7 AB	4.2	4.5	5,0	4.7
		C	BC	A	AB
Índice de extracción de semillas (**)	83.6 A	65	81.6	87.3	82.9
		B	A	A	A
% DE GERMINACION (**)	91.5 C	97.3 AB	93.8 BC	96.5	99.8
				AB	A

**** = altamente significativo**

Promedio con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%

Porcentaje de humedad

Al evaluar el porcentaje de humedad de las muestras recolectadas se identificó que estadísticamente fueron muy diferentes (**) entre los tratamientos, considerándose un promedio del 14% de humedad a nivel general; al existir esta diferencia y mediante prueba de Tukey se ubicó en el primer rango de la prueba al T3 y T4 con 14,3% y 14.6% en su respectivo orden; mientras que la menor humedad y último rango fue para T1 con el 13.5%. Tabla 1 estas variaciones observadas se deben posiblemente a las diferencias entre las condiciones climáticas de cada zona agroecológica y sobre todo al sistema de secado y almacenamiento en la producción de semilla artesanal. Estos resultados son fundamentales para entender cómo las distintas condiciones ambientales o prácticas agrícolas afectan el contenido de humedad en el trigo, proporcionando información valiosa para futuras recomendaciones de manejo y producción en la región.

Peso hectolítrico

Existió una diferencia altamente significativa (**) entre los pesos hectolítricos de las muestras de trigo recolectadas en 5 localidades de la provincia (Tabla 1). En promedio general el peso hectolítrico de las muestras estuvo en 79.7 puntos. El mayor PH mediante la prueba de Tukey fue identificado en el T1 con 81.2 puntos, por el contrario, el menor promedio lo registró el T5 con 78.1 puntos. Estos resultados nos sugieren que el T1 tiene una mayor densidad y calidad física del grano de trigo harinero, la cual es clave para el rendimiento y por supuesto esta

variable es de suma importancia en la industria harinera ya que las empresas prefieren granos superiores a los 77 puntos.

Impureza genética

Mediante el análisis estadístico ANOVA se determinó una diferencia estadística altamente significativa (**) entre los tratamientos en cuanto a la impureza genética del grano, es así que; al realizar la prueba de Tukey al 5% se identificó una mayor impureza en T4 con el 0.67%, mientras que el menor promedio lo presentó T2 con 0.17%. Tabla 1, estos resultados nos permiten inferir que el T4 asociado a la zona agroecológica de la Magdalena podría tener mayor riesgo de afectación en cuanto a la pureza del material, o reflejar malas prácticas de cosecha o postcosecha.

Grano dañado

En la Tabla 1 presenta los resultados estadísticos de las muestras evaluadas, existiendo una respuesta muy diferente (**) entre tratamientos con respecto al porcentaje de grano en mal estado. El promedio general de impureza fue de 0.34%. Esta diferencia al ser evaluada mediante Tukey nos determinó que el tratamiento T1 mostró el promedio más elevado (0.54%), mientras que el menor porcentaje fue cuantificado en T2 con un 0.19, Tabla 1, en base a estos resultados se concluye que existe una variabilidad muy significativa en la impureza fitosanitaria de los materiales evaluados, dicho de otra manera, la sanidad del grano tuvo mejores valores en T2, lo cual es un indicativo de menor presencia de patógenos que pueden afectar la calidad de la semilla.

Peso de 100 granos

El análisis de los datos presentado en el Tabla 1 indica que el tratamiento T4 presentó el mayor peso promedio de 100 granos, con 5.0 gramos, superando significativamente (**) a T2, que registró un peso de 4.2 gramos. Siendo este el de menor peso según la prueba de Tukey. Este resultado sugiere que el peso de los granos puede estar relacionado directamente con la calidad genética que favorecen el desarrollo de los granos y respuesta fisiológica de la semilla a factores edafoclimáticos,

Índice de extracción de semillas

Los resultados mostrados en la Tabla 1 indican una respuesta altamente significativa (**) de los tratamientos en cuanto a la variable índice de extracción de semilla; en promedio dicho índice fue de 80.1% en este ensayo. La prueba de Tukey al 5% realizada para esta variable identificó que el T4 (87.3%) obtuvo el valor más alto, Tabla 1 mientras que T2, con un 65% se identificó como el índice más bajo en extracción de semilla de trigo. Este resultado de eficiencia en la extracción de semilla del T4 sugiere que las condiciones de manejo del cultivo, cosecha y almacenamiento aplicado favorecen una mayor recuperación de la semilla efectiva, por lo tanto, mayor rendimiento.

Porcentaje de germinación

El análisis del porcentaje de germinación expresadas en Tabla 1 (ADEVA) obtenido en condiciones controladas en laboratorio, determinó una diferencia altamente significativa (**) entre los tratamientos. En promedio general se registró un 95.80% de germinación. De la misma manera la prueba de comparación de medias arrojó como resultado que el mayor porcentaje de germinación lo obtuvo el T5 con 99.8%, el cual refleja un excelente vigor y viabilidad de las semillas; en contraste el T1 mostró el porcentaje más bajo, con un 91.5%, estos resultados sugieren que, en condiciones controladas de laboratorio, las semillas correspondientes a T5 presentan una mayor sanidad y vigor, lo que favorece una germinación más eficiente y un potencial de desarrollo más confiable.

El análisis estadístico expresado en la Tabla 2 indica que no existieron diferencias estadísticas significativas (NS) entre los tratamientos con respecto al porcentaje de semillas enfermas; presencia de *Fusarium*; *bipolaris*; *Alternaria*; *Cladosporium* y *Drechslera* en las muestras recolectadas. Cabe mencionarse que el CV de aquellas variables que no está bajo el control del investigador fueron muy superiores al 5%, es decir a valores más elevados del CV% mayor será la dispersión en los datos, lo cual puede estar directamente asociada a la variabilidad intrínseca de las enfermedades y su relación con el medio ambiente.

Tabla 2. Análisis estadísticos de las características fitosanitarias de semilla de trigo artesanal.

Variables	T1	T2	T3	T4	T5
Porcentaje de semillas enfermas (NS)	31.8	21.8	17.8	10.5	16.3
<i>Fusarium</i> (NS)	25.8	19.3	14.3	7.0	11.5
<i>Bipolaris</i> (NS)	2.8	2.5	3.0	3.5	4.8
<i>Alternaria</i> (NS)	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cladosporium</i> (NS)	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Drechslera</i> (NS)	1.8	0.0	0.5	0.0	0.0

NS = No significativo

Porcentaje de semillas enfermas

En cuanto al análisis de la variable porcentaje de semillas enfermas analizadas en el cuadro 2 nos determinan que estas están entre un 10.5% y un 31.8%, con una media general de 19.6%. Sin embargo; numéricamente la semilla con mayor incidencia de enfermedades fue T1 con 31.8% por el contrario el promedio más bajo se identificó en el T4 con 10.5%, estos

tratamientos no difieren significativamente en la incidencia de semillas enfermas, o lo que equivale a decir que todos los tratamientos presentan una tasa similar de semillas afectadas, con las excepciones de T4 y T5, que muestran valores más bajos.

Presencia de *Fusarium*

De acuerdo con los resultados promedios evaluados en la Tabla 2 de la presencia de *Fusarium* podemos inferir que la incidencia de semillas infectadas varía desde un 7% en T4 que fue el más bajo hasta un 25.8% en T1 siendo este el más elevado, bajo las condiciones evaluadas, cabe mencionarse que el mayor daño está relacionado con la mayor presencia del hongo en las hojas y tallo; es decir a mayor infección en el follaje; mayor daño del grano en las espigas durante su desarrollo en fase de campo en el cultivo de trigo.

Bipolaris

La incidencia de la enfermedad *Bipolaris* fue baja en general, con un porcentaje promedio de 3.3%. Entre los tratamientos, T5 presentó el valor más alto con un 4.8%, mientras que T2 mostró el porcentaje más bajo, con un 2.5% Tabla 2. Estos resultados indican que, en las condiciones evaluadas, la presencia de *Bipolaris* fue moderada y relativamente homogénea, sin diferencias considerables entre los tratamientos

Alternaria, Cladosporium y Drechslera

Como se puede observar en la Tabla 2 las muestras de semilla de trigo recolectadas en diferentes zonas agroecológicas presentaron resistencia al complejo de enfermedades ***Alternaria, Cladosporium y Drechslera*** ya que todos los tratamientos presentaron valores de 0%, con excepción del T1 que mostro lecturas de 0.8%, para las dos primeras enfermedades y 1.8% para la última en su respectivo orden. Estos resultados sugieren que, la presencia de estas enfermedades fue muy limitada, indicando una resistencia intrínseca de las muestras recolectadas T2; T3; T4 y T5.

DISCUSIÓN

El análisis muestra que las zonas agroecológicas influyen significativamente en varias variables relacionadas con la sanidad y calidad de la semilla. Esto concuerda con (15) cuando hacen referencia a la respuesta diferente de las accesiones de trigo obtenidas en dos localidades en cuanto a la resistencia de enfermedades, calidad sanitaria y de grano demostrando que la respuesta de estos tratamientos dependió de las zonas agroecológicas en estudio.

En la presente investigación el tratamiento T4 (localidad Pachigua), presentó el mayor peso de grano y mejor índice de extracción; esta respuesta puede deberse a lo expresado por (16) el cual menciona que el uso de semillas sanas y resistentes es esencial para la prevención de enfermedades, así como las condiciones bioclimáticas, lo cual va impactar directamente en el peso del grano y su índice de extracción para futuras semillas artesanales. Bajo esta perspectiva

el peso del grano es un importante componente del rendimiento, pero muy dependiente de las condiciones ambientales especialmente en fase de llenado de grano por lo que estos resultados del T4 pueden estar ligados a una mejor condición climática en la fase de llenado de grano, sin embargo; el mayor porcentaje de impureza genética de este tratamiento sugiere que en esta zona puede haber mayor presencia de material no deseado o diversidad genética alterada esto debido a una deficiente selección de la semilla artesanal por parte del productor.

El mayor porcentaje de germinación ocurrió en el tratamiento T5 (muestras recolectadas en la zona de San Sebastián); mientras que la menor respuesta lo registro el T2 con un nivel bajo de germinación. Estas diferencias en la respuesta podrían ser atribuibles a lo mencionado por (17) ya que el período de almacenamiento de las semillas interfieren con la infección de las mismas y la incidencia de patógenos tiende a disminuir con períodos de almacenamiento más largos, además la supervivencia de los patógenos transmitidos por las semillas también depende de la cantidad de inóculo, la ubicación del inóculo y el tipo de propágulo de supervivencia, factores que pueden influir sobre la calidad de la semilla.

En cambio, para (18) la frecuencia de la presencia de hongos patógenos en las semillas de trigo, tiene relación directa y suele ser responsable de la reducción de la calidad fisiológica de las semillas. En este contexto la identificación de las zonas con mejores resultados en germinación y sanidad puede orientar prácticas de mejoramiento y selección de semilla para garantizar un material de alta calidad en la región de estudio, estas inferencias se respaldan por lo expuesto por (19) el cual menciona que la calidad física determinada por peso volumétrico, peso de mil semillas y la calidad fisiológica (capacidad para germinar) bajo una amplia variación de condiciones ambientales son determinantes para la selección de una semilla de calidad que garantice un buen rendimiento en campo

El presente estudio evaluó la sanidad de semillas de trigo en cinco zonas agroecológicas de la provincia de Bolívar, al comparar el porcentaje de semillas enfermas y la presencia de diversos patógenos, se determinó que los valores oscilan entre 10.5% y 31.8%, con una media general de 19.6%. es así que la zona T1 mostró la mayor incidencia (31.8%) y T4 la menor (10.5%). La variabilidad puede estar relacionada con las condiciones ambientales, prácticas agrícolas o presencia de enfermedades en otras fases del ciclo de cultivo que afectan la calidad de la semilla, como lo sugiere el alto coeficiente de variación (CV) en algunas variables, que refleja una dispersión elevada atribuible a la heterogeneidad ambiental y la variabilidad intrínseca de las enfermedades. Este criterio concuerda con (19) el cual afirma que el ambiente de producción influye de manera positiva o negativa en la calidad física y fisiológica de las semillas, además, las variedades con resistencia genética a enfermedades foliares muestran un mejor desempeño en la calidad de semillas, lo cual permite destacar al T4 ya que el manejo agronómico, almacenamiento y el ambiente posiblemente contribuyeron en la obtención de semillas de mayor calidad evaluados en el presente ensayo.

Respecto a la presencia de *Fusarium*, los promedios indican que su incidencia varía desde un 7% en T4 hasta un 25.8% en T1. Estos resultados son inferiores a los reportados por (18) los cuales determinaron la presencia *Bipolaris* en un 96,87% de las muestras analizadas y *Fusarium* en 75,00%. La diferencia puede estar vinculada a condiciones ambientales que favorecen tanto la

infección foliar como el daño en el grano durante el desarrollo en campo. La asociación entre el daño en las hojas y tallos y la infección en las semillas coincide con estudios previos en la zona realizados por (20) que resalta la importancia de la gestión integrada para controlar *Fusarium*, ya que su proliferación puede comprometer la calidad sanitaria y la seguridad alimentaria.

En relación con la presencia de *Bipolaris*, los resultados muestran una incidencia moderada con una media del 3.3%. siendo los únicos tratamientos con esta presencia T2 y T5, lo que sugiere que las condiciones agroecológicas en las distintas zonas no favorecen el desarrollo de esta enfermedad en forma significativa. Sin embargo; dado que *Bipolaris* según (21) puede afectar los tejidos foliares y reducir el rendimiento y calidad de la semilla, es importante realizar inspecciones de campo para identificar su presencia y considerar prácticas preventivas.

Por otro lado, las infecciones por *Alternaria*, *Cladosporium* y *Drechslera* fueron prácticamente inexistentes en las muestras. Todos los tratamientos mostraron valores de cero, con excepciones en T1, que presentó valores inferiores al 2%. Esto indica una alta resistencia intrínseca de las semillas recolectadas o posibles condiciones ambientales poco favorables para la proliferación de estos hongos en las zonas evaluadas.

Bajo el escenario de laboratorio evaluado de las muestras recolectadas en 5 zonas correspondientes a la provincia de Bolívar, se puede concluir que; la sanidad de la semilla de trigo artesanal recolectadas en las cinco zonas de Bolívar son diferentes tanto en su parte sanitaria y fisiológico, con presencia de *Fusarium*. La ausencia de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Drechslera* manifiesta una buena sanidad de las semillas con respecto a estos patógenos. Sin embargo, la semilla procedente de localidad T4 presenta las mejores características; se señala la necesidad de monitoreo continuo, control fitosanitario adecuado y la utilización de semillas sanas como medida preventiva para mantener la calidad del material y la productividad en futuras cosechas.

CONCLUSIONES

La recolección de muestras representativas de semillas artesanales de trigo en las cinco zonas agroecológicas del cantón Bolívar permitió obtener registros sobre el estado sanitario y la calidad fisiológica del material de semilla en diferentes condiciones edafoclimáticas.

Los análisis fitopatológicos revelaron la presencia de diversos patógenos, principalmente hongos como *Fusarium* y *Bipolaris*, con niveles de infección totalmente diferentes entre las zonas. La incidencia más baja fue observada en T4 (Panchigua), indicando un mejor estado sanitario en esta localidad.

El porcentaje de incidencia e infección de *Fusarium* en las semillas artesanales mostraron a su mayor exponente en T1 con el 25.8%; mientras que el más bajo fue T4 con el 7%; mientras que *Bipolaris* registró una baja incidencia siendo el valor promedio de 3.3%. Estas diferencias están

marcadas por las condiciones agroecológicas, predominantes en las zonas de recolección y las prácticas agrícolas en la sanidad de la semilla.

La comparación de los niveles de sanidad entre las zonas permitió identificar que los mayores riesgos de contaminación y de menor calidad fitosanitaria de las semillas fueron identificados en T1 y T2 con 31.8% y 21.8% de infección en su respectivo orden; mientras que la menor cuantificación de problemas sanitarios lo registró T4 con 10.5%.

Finalmente, se recomienda Implementar programas de monitoreo regular de la sanidad de las semillas en cada zona agroecológica estudiada, difundir y capacitar a los productores sobre prácticas de manejo agrícola y de almacenamiento, así como técnicas de selección, limpieza y manejo sanitario de semillas artesanales y realizar investigaciones continuas para fortalecer las estrategias de control de enfermedades priorizando aquellas zonas con mayores niveles de infección para disminuir la transmisión de patógenos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FAO. The State of Food and Agriculture 2021. Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Online].; 2021. Available from: <https://www.fao.org/3/cb4476en/cb4476en.pdf>.
2. INIAP. Caracterización del cultivo de trigo en Ecuador. [Online].; 2013. Available from: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/955/1/iniapscP.G896e2013.pdf>.
3. FAO. Producción y suministro de semillas de calidad en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [Online].; 2019. Available from: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/2120f787-5a49-41f5-a9fb-f4ceaac98b2c/content>.
4. Torres , Martínez. Calidad fisiológica y sanitaria de semillas: Fundamentos y aplicaciones.: AgroCiencia; 2021.
5. Reckziegel A. Patógenos que afectan a la semilla de trigo.. Revista Técnica de INIA. 2019;; p. 57–63.
6. Sharma, R.. ; 2014.
7. Ospina Peralta, P. E., Hollenstein, P., & Latorre, S. ; 2020.
8. Balestrazzi, A., Maffei, G., Locatelli, F., & Macovei, A.. ; 2024.
9. Romanazzi, G., Moumni, M., & Brodal. ; 2023.
10. ISTA. ; 2023.
11. ISTA. ; 2023.
12. Farias, R., Ferreira, V. M., & Lima, M. G., ; 2023.
13. Dell’Olmo, E., Buonauro, R., Perrone, G., Panattoni, A., Ravaglia, S., Contarini, M., ... & Ceglie, F.. ; 2023.
14. Porras, R.. ; 2023.
15. Aguila , Borja. Evaluacion de trigo duro en dos localidades de la provincia de Bolivar Guaranda; 2009.
16. Martinez , S. Repositorio Institucional de la Universida. [Online].; 2023. Available from: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/158127>.

17. Camargo M. Revista de Ciencia de Semillas. [Online].; 2017. Available from: <https://www.scielo.br/j/jss/a/ZCTz3Y4FHWMm3WHXPQ5z7rP/?lang=en>.
18. Kobayasti , Pellozo. Pesquisa Agropecuária Tropical. [Online].; 2024. Available from: <https://revistas.ufg.br/index.php/pat>.
19. Fernández et al. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. [Online].; 2015. Available from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342015000600008&script=sci_arttext.
20. Guzñay L. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA CERTIFICADA DE TRIGO (*Triticum vulgare* L.) EN CINCO ZONAS AGROECOLÓGICAS DE LA PROVINCIA BOLÍVAR. Guaranda.; 2022.
21. Carranza et al. Revista mexicana de ciencias agrícolas. [Online].; 2022. Available from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342022000500827&script=sci_arttext.