



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

**VALORACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO ACCESIONES DE AVENA
(*Avena sativa*) DEL INIAP, EN EL TERCER AÑO DE VALIDACIÓN EN
LAGUACOTO, PROVINCIA BOLÍVAR.**

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

Autor:

José Andrés Ortiz Guamán

Tutora:

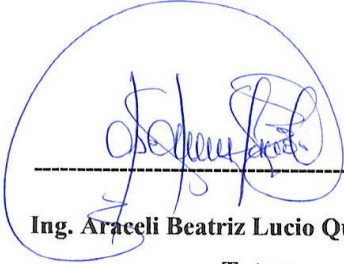
Ing. Araceli Beatriz Lucio Quintana PhD.

Guaranda - Ecuador


2024

**VALORACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO ACCESIONES DE AVENA
(*Avena sativa*) DEL INIAP, EN EL TERCER AÑO DE VALIDACIÓN EN
LAGUACOTO, PROVINCIA BOLÍVAR.**


REVISADO Y APROBADO POR:



Ing. Araceli Beatriz Lucio Quintana PhD.
Tutora



Ing. David Rodrigo Silva García Mg.
Docente lector



Ing. Hugo Fabián Vásquez Coloma PhD.
Docente lector

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo José Andrés Ortiz Guamán, con cédula de identidad 0202435327, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este proyecto de investigación, no han sido presentados previamente 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 correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa institucional vigente.



José Andrés Ortiz Guamán

C.I. 0202435327

Autor



Ing. Araceli Beatriz Lucio Quintana PhD.

C.I. 0201092152

Tutora



Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



rio...

N° ESCRITURA: 20240201003P00259

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: ORTIZ GUAMAN JOSE ANDRES

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS

H.R. Factura: 001-006-000005455

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día uno de Febrero del dos mil veinticuatro, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece ORTIZ GUAMAN JOSE ANDRES, soltero de ocupación estudiante, domiciliado en la Ciudad de San Miguel Provincia Bolívar y de paso por este lugar, con celular número (0993018276), su correo electrónico es ioseortizmailes.ueb.edu.ec, por sus propios y personales derechos, obligarse a quienes de conocer doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruida por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que proceden libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento declaran lo siguiente manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "VALORACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO ACCESIONES DE AVENA (*Avena sativa*) DEL INIAP, EN EL TERCER AÑO DE VALIDACIÓN EN LAGUACOTO, PROVINCIA BOLÍVAR", es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autor, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Estatal de Bolívar, Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue al compareciente por mí el Notario en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta notaría, aquel se ratifica y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

ORTIZ GUAMAN JOSE ANDRES

C.C. 020243532-7.



AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

EL NOTA...

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO AUTOR
PROYECTO avena Andres Ortiz FINAL.do **José Andrés Ortiz Guamán**
CX

RECuento DE PALABRAS RECuento DE CARACTERES
14949 Words **80229 Characters**

RECuento DE PÁGINAS TAMAÑO DEL ARCHIVO
82 Pages **5.9MB**

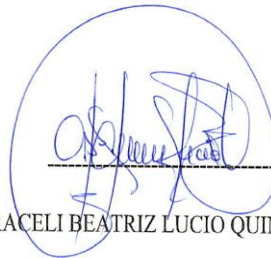
FECHA DE ENTREGA FECHA DEL INFORME
Feb 1, 2024 9:37 PM GMT-5 **Feb 1, 2024 9:39 PM GMT-5**

● **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 8% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Cross
- 5% Base de datos de trabajos entregados

Resumen



Ing. ARACELI BEATRIZ LUCIO QUINTANA PhD.

TUTORA

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación, lo dedico a Dios por darme la vida, sabiduría y salud para alcanzar mis metas, porque ha estado conmigo en todo momento cuidándome y dándome fortaleza para continuar con mi proyecto de vida.

A mi Madre y especialmente a mis queridos abuelos Segundo y Norma, a mi tío Danny, quienes con esfuerzo y esmero han sido mi apoyo en el trayecto de mi vida, cuidaron de mi bienestar y educación, pusieron toda su confianza en cada desafío que se ha presentado en el camino, sin dudar de mi inteligencia y capacidad.

A Mishelle y Marian por su apoyo y constancia en cada momento de este transcurso muy importante en mi vida.

A mi familia y amigos, por ser el motor que me inspiran a seguir luchando cada día, es por ellos que he podido ir avanzando y llegar a la meta, cumpliendo mis sueños. Con amor y admiración.

Andrés

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por darme fortaleza, paciencia y sabiduría para poder llegar al final de lo que en algún tiempo atrás me propuse y que sin Él no lo hubiera logrado cumplir; ha sido un desafío lleno de emociones, una experiencia que gracias a Dios he culminado.

A mi familia por ser mi apoyo y motor para no rendirme a pesar de las adversidades y comprender el sacrificio que conlleva alcanzar los sueños propuestos quienes con su ayuda me alentaron a lograrlo, mi agradecimiento infinito a mi Madre y Abuelos.

Mi agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, por haberme permitido formarme en ella, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

A los docentes por su guía y enseñanza ciclo a ciclo esforzándose para transformar a las personas en excelentes profesionales.

Un profundo agradecimiento a la Ing. Araceli Beatriz Lucio Quintana PhD., Tutora, por motivarme y haberme brindado sus conocimientos, creyendo en mi capacidad de aprender, por el tiempo dedicado a guiarme en el proyecto de investigación, de igual manera agradecer a cada miembro del Tribunal del proyecto de Investigación Ing. David Rodrigo Silva García Mg., e Ing. Hugo Fabián Vásquez Coloma PhD.

Al INIAP Santa Catalina, Programa de Cereales un agradecimiento sincero por el apoyo técnico científico y facilitar el germoplasma para el experimento.

Un eterno agradecimiento al Programa de Investigación y Producción de Semillas de la Universidad Estatal de Bolívar por el apoyo decidido en este proceso de investigación.

Finalmente, un agradecimiento a todos mis amigos y compañeros con quienes compartimos experiencias, en este largo camino que empezó con el mismo objetivo y hoy culmina con éxito.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pag.
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Origen.....	5
2.2. Clasificación taxonómica.....	5
2.3. Descripción botánica.....	5
2.3.1. Raíz.....	5
2.3.2. Tallo.....	6
2.3.3. Hojas.....	6
2.3.4. Etapa de macollo.....	6
2.3.5. Inflorescencia.....	6
2.3.6. Espiguilla.....	7
2.3.7. Flores.....	7
2.3.8. Semilla.....	7
2.4. Requerimientos edafoclimáticos.....	8
2.4.1. Altitud.....	8
2.4.2. Temperatura.....	8
2.4.3. Precipitación.....	8

2.4.4.	Fotoperiodo.	8
2.4.5.	Suelo.....	8
2.4.6.	pH.....	8
2.5.	Prácticas agronómicas.	9
2.5.1.	Preparación del terreno.	9
2.5.2.	Arado.....	9
2.5.3.	Fertilización.....	9
2.5.4.	Selección de la variedad.....	9
2.5.5.	Siembra.	10
2.5.6.	Profundidad de siembra.....	10
2.5.7.	Densidad de siembra.	10
2.5.8.	Producción.	10
2.6.	Control de plagas.....	11
2.6.1.	Control de enfermedades.....	11
2.7.	Cosecha.	11
2.8.	Valor nutricional de la avena.....	11
2.8.1.	Propiedades.	12
2.8.2.	Usos.....	13
2.8.2.1.	Ensilaje.....	13
2.8.2.2.	Complemento alimentario en humanos.....	13
2.9.	Requerimientos de nutrientes del cultivo de avena.	13
2.9.1.	Nitrógeno.	14
2.9.2.	Fósforo.	14
2.9.3.	Potasio.....	14
2.10.	Plagas y enfermedades.....	15
2.10.1.	Plagas.....	15

2.10.2.	Enfermedades.	16
2.11.	Variedades.	17
2.11.1.	INIAP - 82.	17
2.11.2.	INIAP - Fortaleza 2020.	18
CAPÍTULO III.....		19
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	19
3.1.	Ubicación y características de la investigación.	19
•	Situación geográfica y climática.	19
•	Zona de vida.	19
3.2.	Metodología.....	19
3.2.1.	Material experimental.	19
3.2.2.	Factores en estudio.....	20
3.2.3.	Tratamientos.....	20
3.2.4.	Tipo de diseño experimental o estadístico.	20
3.2.5.	Manejo del experimento en campo o laboratorio.....	20
•	Preparación del suelo.	20
•	Trazado de las unidades experimentales.	20
•	Siembra.	20
•	Tapado de la semilla.....	21
•	Fertilización.....	21
•	Control de malezas.....	21
•	Control de enfermedades.....	21
•	Control de Plagas.	21
•	Cosecha.	21
•	Trilla.....	22
•	Secado.	22

• Aventado.....	22
• Almacenado.....	22
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta).....	22
• Porcentaje de emergencia (PE).....	22
• Vigor de la planta (VP).....	22
• Hábito de crecimiento (HC).....	23
• Días al panojamiento (DP) y Días a la cosecha (DC).....	23
• Altura de la planta (AP).....	23
• Tipo de paja (TP).....	24
• Número de panojas por metro cuadrado (NPMC).....	24
• Tamaño de la panoja (TPJ).....	24
• Número de granos por panoja (NGP).....	24
• Reacción a enfermedades: Roya de la hoja (<i>Puccinia coronata</i>) (RHO), Roya del tallo (<i>Puccinia graminis</i>) (RTA), mancha foliar (<i>Fusarium spp</i>) e incidencia del virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV).....	25
• Peso de campo por parcela (PCP).....	25
• Porcentaje de humedad del grano (PHG).....	26
• Rendimiento en kg/ha (RH).....	26
• Peso de mil granos (PMG).....	26
• Peso hectolítrico (PH).....	26
• Tipo de grano (TG).....	26
3.2.7. Análisis de datos.....	27
CAPÍTULO IV.....	28
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1. Variables morfológicas.....	28
4.3. Coeficiente de variación (CV).....	43

4.4. Análisis de correlación y regresión lineal	43
• Coeficiente de correlación (r).....	44
• Coeficiente de regresión (b).....	44
• Coeficiente de determinación (R^2)	44
4.5. Comprobación de la hipótesis	45
CAPÍTULO V	46
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
5.1. Conclusiones.....	46
5.2. Recomendaciones.	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°.	Detalle	Pag.
1.	Resultados de las variables morfológicas de cinco accesiones de avena.....	28
2.	Resultados estadísticos para comparar los promedios de los tratamientos en las variables agronómicas.	30
3.	Resultados del análisis de correlación, regresión lineal y determinación de las variables independientes que presentaron significancia estadística positiva o negativa con el rendimiento de avena.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°.	Detalle	Pag
1.	Resultados promedios variable porcentaje de emergencia.	31
2.	Resultados promedios de las variables días al panojamiento y días a la cosecha.....	32
3.	Resultados promedios de la variable altura de planta.	34
4.	Resultados promedios de la variable incidencia de <i>Fusarium spp.</i>	35
5.	Resultados promedios de las variables incidencia de roya de la hoja y del tallo.	36
6.	Resultados promedios de la variable virus del enanismo amarillo.	37
7.	Resultados promedios de la variable número de panojas por m ²	38
8.	Resultados promedios de las variables tamaño de la panoja y número de granos por panoja.	39
9.	Resultados promedios de las variables Peso de mil granos y peso hectolítrico.	40
10.	Resultados promedios de la variable rendimiento kg/ha.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°.

Detalle

1. Mapa de ubicación de la investigación
2. Base de datos
3. Fotografías de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo
4. Glosario de términos técnicos

RESUMEN

El cultivo de avena es de importancia global debido a sus excelentes atributos nutricionales para la alimentación humana y como forraje. Es ampliamente investigado en la Unión Europea, Estados Unidos y México para mejorar los diferentes segmentos de la cadena de valor. La Región Sierra tiene un gran potencial para el cultivo, sin embargo, debido a limitaciones en los procesos de investigación, validación, transferencia de tecnología y el desconocimiento de los productores de alternativas tecnológicas y semilla de calidad, los indicadores de productividad son bajos. Esta investigación, se realizó en la Granja Laguacoto a una altitud de 2622 m y un tipo de suelo franco arcilloso. Los objetivos fueron caracterizar el comportamiento agronómico de cinco accesiones de avena para evaluar las variables productivas y seleccionar los cultivares con mejores atributos morfo agronómicos y de calidad. Se aplicó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron cinco accesiones de avena. Se registraron descriptores morfológicos y evaluaciones agronómicas de los principales componentes del rendimiento. Se hicieron análisis de varianza, prueba de Tukey, correlación y regresión lineal. La respuesta morfo agronómica de las cinco accesiones de avena fue muy diferente. Los descriptores morfológicos que incidieron en el rendimiento fueron el vigor de planta, tallos fuertes y el tamaño del grano. Las principales variables agronómicas que incrementaron el rendimiento fueron precocidad, panojas por m², longitud y granos por panoja. Accesiones más tardías y susceptibles al complejo de enfermedades causadas por *Fusarium*, virosis, royas de la hoja y tallo, redujeron significativamente el rendimiento. Los tratamientos para mejorar la diversificación y sostenibilidad de los sistemas de producción en la zona agroecológica de Laguacoto fueron las accesiones AS-11-005; AS-17-002 e INIAP – Fortaleza, con rendimientos promedios de 4670.30, 4447.90, 4195.10 Kg/ha.

Palabras clave: Accesiones, avena, descriptores, rendimiento, royas.

SUMMARY

The cultivation of oats is of great global importance due to its excellent nutritional attributes for human food and as fodder. It is widely researched in the European Union, the United States and Mexico to improve the different segments of the value chain. The highlands region, have great potential for cultivation, however, limitations in the processes of research, validation, technology transfer and the lack of knowledge of producers of technological alternatives and quality seed, productivity indicators are low. This research was carried out at the Laguacoto Farm at an altitude of 2622 m and a type of clay loam soil. The objectives were to characterize the agronomic behavior of five oat accessions in order to evaluate the productive variables of five accessions and to select the cultivar with the best attributes of resistance to foliar diseases. The Randomized Complete Blocks design was applied with three replications. The treatments were five oat accessions. Morphological descriptors and agronomic evaluations of the main yield components were recorded. Analysis of variance, Tukey's test, correlation and linear regression were performed. The morpho agronomic response of the five oat accessions was very different. The morphological descriptors that affected yield were plant vigor, strong stems and grain size. The main agronomic variables that increased yield were earliness, panicles per m², length and grains per pane. Later accessions and susceptibility to the complex of diseases caused by *Fusarium*, viruses, leaf and stem rusts, significantly reduced yield. The treatments to improve the diversification and sustainability of production systems in the agroecological zone of Laguacoto were accessions AS-11-005; AS-17-002 and INIAP Fortaleza, with average yields of 4670.30, 4447.90, 4195.10 kg/ha.

Key words: Accessions, oats, descriptors, yield, rusts.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN.

La avena (*Avena sativa*), es uno de los cereales de mayor importancia a nivel mundial luego del trigo y la cebada. Su valor radica en la diversidad de usos y tipos de productos que puede obtenerse de su cultivo: grano, forraje verde, forraje conservado (heno y ensilaje), doble propósito (verde - grano) y uso de rastrojo. En el segmento de la agroindustria el grano tiene una gran diversidad de subproductos y es importante en la dieta de pueblos y regiones de todo el mundo y además como alimentación animal (SARD, 2015); (Bozzani, 2016).

Para el año 2020 alcanzó una producción mundial de 25 181 805 t. Los principales productores que resaltan en este rubro son: La Unión Europea con un 35%, Canadá 18.2%, Rusia 16.4% y Australia con el 1.5% (Bastida, 2021).

La avena ocupa el sexto lugar en las estadísticas mundiales de producción de cereales y se cultiva para grano y forraje o como cultivo de rotación. La producción de avena en Ecuador para el año 2017 fue de 37 624 t (INIAP, 2021).

La avena se cultiva en las provincias de Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar. La superficie sembrada alcanzó las 48 000 ha, siendo Chimborazo y Cotopaxi las que tienen mayor superficie cultivada (Luna, 2021).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ha producido hasta el momento un total de siete variedades de avena y actualmente el Programa de Cereales tiene material promisorio de doble propósito (grano y forraje) con características de rendimiento deseables y resistencia a las principales enfermedades foliares, y podrá ofrecer variedades mejoradas a los productores de la sierra ecuatoriana en el futuro (Ponce, 2022).

La caracterización morfoagronómica de germoplasma In Situ, es muy importante para generar variedades con características de calidad que demandan los diferentes segmentos de la cadena de valor de la avena tanto para la alimentación humana y de animales (Aguilar, 2020).

1.2. PROBLEMA.

Las royas de la hoja (*Puccinia coronata*) y del tallo (*Puccinia graminis*) son un factor limitante importante en la producción de avena, enfermedad que puede ocasionar pérdidas superiores al 70% en variedades susceptibles (Villaseñor, 2018).

En el Ecuador, la principal causa de los bajos rendimientos son las enfermedades foliares causadas por hongos y otros patógenos que afectan no sólo el rendimiento sino también a la producción de azúcares y proteínas requeridas para el crecimiento de las plantas. La avena se utiliza en la alimentación humana y forraje, siendo fundamental generar variedades resistentes al complejo de enfermedades foliares y de doble propósito (grano y forraje) (Ponce, 2022).

La problemática central que se ha detectado para el desarrollo del presente proyecto es el bajo rendimiento y sostenibilidad de los sistemas de producción que incluyen a esta gramínea en la provincia Bolívar, que está relacionado principalmente con la falta de variedades con características morfo agronómicas de calidad forrajera y de grano que demandan los diferentes segmentos de la cadena de valor de la avena.

Por lo tanto, esta investigación caracterizó y seleccionó nuevas accesiones de avena con características morfo agronómicas de calidad para liberar a corto plazo nuevas variedades que contribuyan a mejorar la sostenibilidad y diversificación de los sistemas de producción locales, que se basan en más del 90% en el monocultivo de maíz, que tiene una alta dependencia de insumos externos como los plaguicidas y fertilizantes sintéticos.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivo general.

Valorar agronómicamente cinco accesiones de avena del INIAP en el tercer año de validación.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Caracterizar el comportamiento agronómico de cinco accesiones de avena.
- Evaluar las variables productivas de cinco accesiones de avena en el tercer año de validación en la zona agroecológica de Laguacoto.
- Seleccionar los cultivares con mejores atributos morfo agronómicos y de calidad.

1.4. HIPÓTESIS.

Hipótesis nula (H_0): La respuesta agronómica del cultivo de avena, no depende de las cinco accesiones ni de su interacción genotipo-ambiente.

Hipótesis alterna (H_1): La respuesta agronómica del cultivo de avena, depende de las cinco accesiones y de su interacción genotipo-ambiente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Origen.

El cultivo de avena se originó en Asia Central, sin embargo, no alcanzó la misma importancia que granos como el trigo o la cebada en la antigüedad debido a que, antes de ser cultivadas, la avena era una mala hierba de estas plantas. Los restos arqueológicos más antiguos se han encontrado en el antiguo Egipto y hoy pruebas de que esta civilización cultivara avena (Merchancano et al., 2022).

2.2. Clasificación taxonómica.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Avena</i>
Especie:	<i>sativa</i>

Fuente: (Ibarra, 2021)

2.3. Descripción botánica.

2.3.1. Raíz.

Tiene una raíz primaria que es muy ramificada, fibrosa, abundante, con raíces más profundas que otros cereales, el sistema de la raíz empieza a partir del principio de un subnudo que se encuentra en la unión del mesocotilo (es una estructura tubular, de color blanco y semejante a un tallo) y el coleóptilo (que es la estructura que emerge inicialmente desde la semilla hacia arriba), luego comienza a expandirse y luego a desarrollarse (Moposita, 2023).

2.3.2. Tallo.

Tiene un tallo erecto de 0.6 a 1.5 m de altura, el primer nudo correspondiente a la unión del escutelo con el embrión, seguido de un segundo subnudo que conecta al mesocótilo y el coleóptilo donde se encuentran los meristemas. Antes que comience la formación de la panícula, comienza a formarse tres entrenudos que rara vez son alargados y que su mayoría se ubican en la parte subterránea de la yema en el subnudo, lo que permite luego definir el brote (Anaya, 2017).

2.3.3. Hojas.

Las hojas son planas y oblongas. Tienen una lígula en la unión de la hoja y el tallo, pero no existen estípulas. La lígula es de forma oval y de color blanquecino; su borde libre es dentado. Limbo estrecho y largo, de color verde más o menos oscuro; es áspero al tacto y tiene mucho pelo o pubescencia en su base. Las nervaduras son de color claro. (Perea, 2021).

2.3.4. Etapa de macollo.

Los macollos corresponden a brotes laterales y su desarrollo sigue el mismo patrón del tallo principal; por lo tanto, un macollo va emitiendo hojas y produciendo raíces adventicias durante su desarrollo vegetativo. Una planta puede llegar a producir entre tres y cuatro macollos, siendo común que uno o dos de los macollos de formación más tardía no logren aportar al rendimiento (Cereales, 2023).

2.3.5. Inflorescencia.

Las inflorescencias de la planta de avena son unas panojas muy abiertas, sueltas y complejas; presentan un sutil eje principal o raquis central frágil, y ejes secundarios correspondientes de ramas provenientes del eje principal. Los ejes o raquis secundarios, que son largos y delgados, pueden ser unilaterales, es decir, todos del mismo lado del eje mayor o equilátero; en este último caso, que es el más común, los ejes menores se distinguen en igual número a ambos lados del eje mayor de la panícula (Villalba, 2023).

2.3.6. Espiguilla.

Las espiguillas, son colgantes, se producen en los ejes secundarios, presentándose unidas a éstos por medio de un pedicelo. El número de espiguillas por panoja es muy variable y depende principalmente del cultivar, pudiendo encontrarse entre 20 y 150 espiguillas por panícula. Cada espiguilla está formada por dos glumas y dos a cuatro antecios. Los antecios, a su vez, están constituidos por una lemma o glumela inferior, una palea o glumela superior y una flor. Las glumas, en cambio, miden unos 2,5 cm de largo, una en posición inferior y otra en posición superior.

Las espiguillas de los cultivares modernos producen dos granos, uno primario y otro secundario, los cuales provienen de dos antecios fértiles sin arista; en variedades antiguas, en cambio, se pueden encontrar espiguillas que contienen hasta tres granos, los cuales provienen de antecios con aristas (Tipe, 2017).

2.3.7. Flores.

Aparecen en espiga de dos o tres de ellas, son granos que maduran sobre la misma espiga, estas llegan a medir 1,5 cm y presentan una forma alargada y estrecha (Puma, 2022).

2.3.8. Semilla.

En el exterior la semilla o grano del cultivo de avena, presenta simetría bilateral, con una superficie dorsal convexa, bajo la cual se encuentra un embrión más o menos ovalado, cubierto de pericarpio, la superficie ventral también hundida por surcos, se distingue una mancha llamada hilo que concierne a la unión del óvulo con el ovario. El interior de la semilla se compone de: pericarpio, tegumento, capa de aleurona, endospermo y el embrión (Claure, 2022).

Las semillas, que son alargadas y acanaladas, pueden ser dependiendo del cultivar, oblongas o cilíndricas. Su color varía comúnmente del blanco al amarillo, aunque también hay cultivares cuyas semillas presentan colores que varían del violáceo al negro (Cereales, 2023).

2.4. Requerimientos edafoclimáticos.

2.4.1. Altitud.

Se adapta bien en alturas comprendidas entre los 2500 hasta los 3300 msnm (Caiza, 2022).

2.4.2. Temperatura.

Se desarrolla bien en terrenos con temperaturas de 10 a 17°C, por la razón que es tolerante a heladas y nubosidad (Infopastos y forrajes, 2020).

2.4.3. Precipitación.

Requiere lluvias regulares y bien distribuidas con un promedio de 600-700 mm durante la temporada de crecimiento. Las plantas no toleran sequías prolongadas, especialmente durante el período de formación del cultivo, pero exceso de humedad también es perjudicial. Debido a su alto coeficiente de transpiración, la vena requiere una gran cantidad de humedad (Caiza, 2022).

2.4.4. Fotoperiodo.

Sin embargo, para los cereales, la luz no es un problema ya que las hojas inferiores reciben muy poca luz. Como resultado, la eficiencia fotosintética es baja, pero se requiere de 1500 a 2000 horas de luz solar durante todo el ciclo del cultivo (Unda, 2022).

2.4.5. Suelo.

El cultivo de avena requiere un suelo ligero, húmífero, bien drenado, profundo y fértil. La avena requiere un suelo menos nutritivo que el trigo (León et al., 2018).

2.4.6. pH.

La avena está más adaptada que los demás cereales a los suelos ácidos, cuyo pH esté comprendido entre 5 y 7 (Infoagro, 2023).

2.5. Prácticas agronómicas.

2.5.1. Preparación del terreno.

Las parcelas deben tener buenas condiciones de drenaje y porosidad y si es posible, deben prepararse mediante labranza vertical con cinceles duros. Esto tiene un efecto positivo en la compactación y mejora la profundidad efectiva del suelo en más de 30 cm. También se recomienda utilizar una máquina que permita una correcta siembra (Campuzano et al., 2018).

2.5.2. Arado.

Es necesario realizar una labranza de conservación, la cual se puede realizar con dos pases de arado, un pase de cincel o un pase de arado de discos y dos a tres pases de rastra pesada o rastrillo liviano (Merchancano et al., 2022).

2.5.3. Fertilización.

Debido a que el sistema radicular de la avena es más profundo y desarrollado que el del trigo y la cebada, le permite aprovechar mejor los nutrientes del suelo, por tanto, requiere menos aportes de fertilizantes. La avena responde muy bien al abonado nitrogenado, aunque es sensible al encamado cuando se aplican altas dosis (PROAIN, 2020).

2.5.4. Selección de la variedad.

La correcta elección de la variedad de avena es un aspecto fundamental, en consecuencia, conocer los criterios que demandan los segmentos de la cadena de valor de la avena. La selección de una especie adecuada requiere la consideración de varios factores, como el suelo, el clima y el propósito para el que se necesite. Esto se debe a que las especies se adaptan de manera diferente a las diferentes condiciones ambientales (León et al., 2018).

2.5.5. Siembra.

La mejor época para la siembra de avena forrajera es de marzo a mayo, dependiendo si las lluvias son favorables para la germinación. Para lograr una buena siembra es recomendable tener en cuenta lo siguiente: semilla (95 a 98% de poder germinativo), cantidad de semilla (80 a 120 kg/ha), surcado (25 a 30 centímetros), desinfección de la semilla (Oxicarboxin en la dosis de 250 gramos por cada 100 kilos de semilla), métodos de siembra (en línea o al voleo), tapado (una pasada de rastra) (INIAP, 2021).

2.5.6. Profundidad de siembra.

Es recomendable sembrar hasta 2 cm de profundidad (no exponer las semillas). Si se siembra a más de cinco cm de profundidad, la germanización será deficiente. Además, la siembra se puede realizar con semillas dispersas o sembradoras de precisión (León et al, 2018).

2.5.7. Densidad de siembra.

La densidad de siembra óptima oscila entre 200 y 300 plantas/m² y la cantidad de semilla a sembrar suele ser variable, sin embargo, se pueden considerar las dosis de 50 a 70 kg/ha con semilla certificada o seleccionada y con 85 % de germinación mínima. En áreas con suelos pobres o con deficiencias de humedad se debe aumentar la densidad a 80 kg/ha (Merchancano et al., 2022).

2.5.8. Producción.

La utilización de 90 kg de semilla por hectárea aproximadamente puede llegar a producir 60 u 80 toneladas de forraje verde por año si se maneja bien, es decir con buena fertilización, riego en épocas secas y con pastoreo rotacional (Mamani & Cotacallapa, 2018).

2.6. Control de plagas.

Las principales plagas en este cereal son: Pulgón del follaje, Pulgón del cogollo y pulgón de la espiga. Para su control, se puede aplicar Metomilo 90 PS, o Pirimicarb, en dosis de 250 a 300 g/ha, Diazinón 0.750 a 1.0 l/ha, Dimetoato 40E 1.0 l/ha, Ometoato 84LM 0.4 l/ha, Malatión 1000 E 1.0 l/ha, todos deben ser diluidos en 400 litros de agua. (Medina et al., 2003).

2.6.1. Control de enfermedades.

La roya de la hoja (*Puccinia coronata*) y la roya del tallo (*Puccinia graminis*) se encuentran entre las principales enfermedades que afectan a este cultivo, cada una de las cuales causa pérdidas de rendimiento del 50-60% (Ponce, 2022). En los años de alta incidencia de roya, se encontró más del 70% de pérdida de grano en cultivares de avena susceptibles. El uso de cultivares resistentes es el método más económico y efectivo de control de enfermedades, como base del manejo integrado (Dietz, 2018).

2.7. Cosecha.

Esta varía según la variedad, pero por lo general se lo realiza cuando la plantación tiene entre 120 y 130 días. Se puede extraer con la ayuda de varias herramientas de trabajo (Tubon, 2022).

2.8. Valor nutricional de la avena.

El valor nutricional del grano de avena es superior al de otros cereales, ya que es más rica en el aminoácido esencial lisina. El contenido de proteínas digeribles de los cereales de avena es mayor que el del maíz y también tiene una mayor riqueza en materia grasa que la cebada y el trigo (Infoagro, 2023).

A continuación, se muestra la composición del grano y forraje de este cereal:

Composición del grano de avena en 100 g de sustancia (%)

Hidratos de carbono	58,2
Agua	13,3
Celulosa	10,3
Proteínas	10,0
Materia grasa	4,8
Materias minerales	3,4

Fuente: (Infoagro, 2023)

Composición de avena verde en la etapa de floración (%)

Agua	77
Materia no nitrogenada	10
Celulosa	8
Materias minerales	2,5
Proteínas	1,9
Materia grasa	0,6

Fuente: (Infoagro, 2023)

Es bien sabido que los factores dietéticos juegan un papel importante en el desarrollo de enfermedades crónicas como las enfermedades cardiovasculares y el cáncer (Infoagro, 2023).

Cuanto más equilibrado sea el patrón de aminoácidos esenciales presentes en un alimento, mayor será el valor biológico. Y la avena contiene los ocho aminoácidos esenciales necesarios para la síntesis de proteínas. El aminoácido más importante que se encuentra en la avena es la lisina. La avena es rica en grasas vegetales insaturadas, y también contiene ácido linoleico (Luna, 2021).

2.8.1. Propiedades.

La avena es el grano más nutritivo. Contiene más del doble de grasas, más proteínas y más hidratos de carbono que le trigo. Es muy rico en fósforo y tiene 4,72 mg/100 g de hierro, supera a la carne que sobrepasa los 3 mg/100 g y contiene vitaminas

del grupo B. Los nutrientes más abundantes en la avena son los carbohidratos (Infoagro, 2023).

2.8.2. Usos.

Los granos de avena se utilizan principalmente como forraje para el ganado, pero también se pueden usar como forraje, pasto, heno o ensilaje, ya sea solos o con leguminosas forrajeras. La paja de avena se considera muy buena para el ganado. El grano de avena es un alimento magnífico para caballos y mulos, así como para ganado vacuno y ovino. Por su alto contenido en vitamina E, es apto para animales de trabajo y de cría (León y Chóez, 2021).

2.8.2.1. Ensilaje.

El uso de avena como alimento para la estación seca está muy extendido entre los productores. El ensilaje es uno de los recursos de alimentación. Sin embargo, el proceso de producción de ensilaje de avena y el suministro de animales implica pérdidas importantes, lo que hace que esta opción sea poco práctica en muchos casos. La pérdida de materia seca que se produce durante el proceso de ensilaje está asociada a un alto contenido de carbohidratos solubles y una gran cantidad de población de levaduras que facilitan la fermentación alcohólica, así como la producción de grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂) y agua (Paytan et al., 2017).

2.8.2.2. Complemento alimentario en humanos.

Reconocido por su valor nutritivo que promueve el crecimiento y la salud humana, es considerado un complemento saludable en la dieta familiar (Izquierdo Arias & Carrasco Cajaleán, 2017). El concentrado de proteína de hoja es un suplemento dietético muy eficaz para mejorar la salud de la población vulnerable y restablecer el equilibrio nutricional (Espinoza, 2018).

2.9. Requerimientos de nutrientes del cultivo de avena.

La avena responde muy bien al abonado nitrogenado, aunque es sensible al encamado cuando se aplica en altas dosis.

La extracción media de avena por hectárea y tonelada es de 27,5 kg de N; 12,5 kg de P₂O₅ y 30 kg de K₂O.

Junto a una adecuada preparación del suelo es importante conocer su contenido de nutrientes potencialmente aprovechables por el cultivo. Un análisis de fertilidad permite corregir las deficiencias existentes en el suelo con un adecuado programa de fertilización. En ciertos casos, cuando los niveles son suficientes o están por sobre lo requerido, se ahorra fertilizantes (PROAIN, 2020).

2.9.1. Nitrógeno.

Los cultivos de avena requieren nutrientes como 20 kg de Nitrógeno (N) por tonelada de materia seca producida. En las primeras etapas de desarrollo, este cultivo necesita más nitrógeno. La aplicación de nitrógeno como fertilizante da como resultado un crecimiento rápido y un aumento significativo en la producción de materia seca, pero las fuentes de nitrógeno pueden tener cierta variabilidad en la respuesta del cultivo y el momento de la aplicación, dosificación y el contenido de humedad en el suelo. Se mejora la eficiencia del N, fraccionando por lo menos en dos aplicaciones la dosis recomendada. Un fertilizante con alto contenido de Nitrógeno (N) es la urea porque su grado es de 46% N (Caldas, 2020).

2.9.2. Fósforo.

El cultivo de avena de doble propósito requiere 70 kg de fósforo. Las dosis de fertilizante deben ajustarse según el análisis del suelo. El fósforo, potasio y azufre deben estar presentes al 100% al momento de la siembra. Si el productor está utilizando fertilizantes orgánicos como el Compost, Bokashi o Humus de lombriz, aplique bien descompuestos al suelo antes de sembrar, en el momento de pase de rastra o yugo (Jiménez et al, 2020).

2.9.3. Potasio.

Respecto al potasio, los suelos andisoles responden favorablemente a la aplicación de potasio. Sin embargo, se recomienda aplicar cuando el nivel del suelo es inferior a 40 mg/kg de potasio disponible.

Con la fórmula de fertilización 10-30-10 de N-P-K se mejorará la producción y por lo tanto la rentabilidad del cultivo, para lo cual se recomienda mezclar un saco de Urea y dos sacos de 10-30-10/ha y aplicar la mezcla al momento de la siembra (PROAIN, 2020).

2.10. Plagas y enfermedades.

2.10.1. Plagas.

Las plagas causan varias formas de alteración, provocando cambios en las plantaciones y alterando el normal desarrollo de la producción.

- **Áfidos o pulgones:** el virus del enanismo amarillo de la cebada es transmitido por áfidos (*Macrosiphum avenae*) o pulgones (*Rhopalosiphum maidis*) en los cereales. El daño causado por este virus es severo e irregular, y los síntomas se observan en la avena a partir de la segunda semana después de la emergencia, con bordes ásperos de las hojas desarrolladas, hojas rojas y descoloridas cuando aparecen las hojas banderas. Los productos recomendados por su moderada o baja toxicidad y por su especificidad son: Tiametoxam (10-15 g i.a./ha); Tiacloprid (70-75 g i.a./ha); Tau fluvalinato (2,5-5,0 g i.a./ha) y Pirimicarb (100-125 g i.a./ ha). (Merchancano et al., 2022).
- **Chizas o cuzos:** También llamado como gallina ciega. La etapa larvaria crece en el suelo y se alimenta de materia orgánica. En niveles bajos, come raíces de las plantas. Para el control biológico de *Astaena spp.*, es factible aplicar para su control microorganismos entomopatógenos naturales como: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Steinernema sp.* (Prescott, et al. 2015).
- **Gorgojos del grano almacenado:** En el almacenamiento de granos, el gorgojo del grano (*Sitophilus granarius*) es la plaga más común y una de las plagas más destructivas durante las cosechas y el almacenamiento del grano. Provoca pérdidas significativas en el rendimiento y la calidad del grano almacenado. La prevención y el control de los gorgojos en los granos almacenados requiere la identificación de los gorgojos y el conocimiento de sus condiciones de difusión

y biología. Las medidas de control son la higiene y las inspecciones periódicas (Merchancano et al., 2022).

2.10.2. Enfermedades.

El control de las principales enfermedades que pueden presentarse en el cultivo de la avena, y algunas estrategias de prevención y control:

- **Roya o polvillo de la hoja** (*Puccinia coronata f. sp. avenae*): Los síntomas del polvo de las hojas se puede identificar principalmente por la aparición de pústulas de polvo anaranjado en las láminas de las hojas. Debido a las temperaturas relativamente bajas de la primavera, la enfermedad tiende a ocurrir más tarde en la temporada, por lo que la enfermedad no suele causar problemas importantes en la producción de avena. El control de la roya de hoja es muy eficaz mediante el uso de variedades resistentes o tolerantes. Se debe evitarse la fertilización excesiva con nitrógeno, lo que hace que la infestación sea aún más grave. (Prescott, *et al.* 2015).
- **Halo o Tizón Bacteriano** (*Pseudomonas syringae pv. coronafaciens*): Es una enfermedad común que se presenta en la mayoría de los cultivos tempranos de avena en cualquier época del año. Los síntomas se caracterizan por la aparición de lesiones acuosas, translúcidas, ovaladas, de color amarillo verdoso, en las láminas de las hojas. Las medidas de control no están justificadas ya que se trata de una enfermedad de origen bacteriano que tiene poco impacto en el rendimiento o la calidad del grano. Algunas variedades de avena son más resistentes a la bacteriosis que otras. Se ha evaluado el uso de productos a base de cobre, pero la información no es lo suficientemente concluyente para confirmar su eficacia. (Andrade, 2021).
- **Oídio** (*Blumeria graminis f. sp. avenae*): El síntoma más característico del oídio es la aparición de pequeñas manchas algodonosas en las hojas que corresponden al micelio y esporas del hongo. Estas estructuras pueden cubrir parte o la totalidad de la lámina y la vaina de la hoja, lo que interfiere con la fotosíntesis. A medida que la planta envejece, estas estructuras adquieren un tono gris

ceniciento y luego se vuelven de color marrón grisáceo. Con el tiempo, la muerte del tejido a causa de la infección hace que la parte inferior de las hojas infectadas se vuelva de color marrón rojizo en las áreas infectadas. Las medidas de prevención y control de esta enfermedad deben considerar primero el uso de variedades resistentes al patógeno. Además, evite la fertilización excesiva con nitrógeno y regule las poblaciones de cultivos. (Andrade, 2021).

- **Septoriosis o mancha de la hoja** (*Stagonospora avenae f. sp. avenaria*): Los síntomas se caracterizan por la presencia de parches necróticos en las láminas de las hojas. Las manchas necróticas son de color marrón oscuro, en su mayoría ovales, de unos 2 a 8 mm de tamaño y están rodeadas por un halo amarillento. También puede ocurrir en las vainas de las hojas que rodean el tallo. Las manchas negras en los granos de avena están asociadas con esta enfermedad. No causa daños económicamente significativos y su abundancia se reduce con variedades más tolerantes, rotación de cultivos y control de la época de siembra para evitar el aumento de las precipitaciones (Andrade, 2021).

2.11. Variedades.

2.11.1. INIAP - 82.

Es una excelente variedad por producción de masa verde, altura del tallo y ciclo vegetativo, posee las características agronómicas: hábito de crecimiento erecto, mantiene un buen macollaje, inflorescencia en panoja, grano ovoide y lleno, ciclo vegetativo de 180 días; su rendimiento va de 1300 a 5000 kg/ha (28 a 110 qq/ha); es tolerante a la roya negra del tallo y el virus del enanismo amarillo; se adapta a altitudes comprendidas entre 2800 y 3300 msnm. La cantidad de semilla a utilizarse para grano es de 65 kg/ha y para la producción de forraje 100 kg/ha. La dosis adecuada de fertilización es 200 kg/ha (4,4 qq/ha) de la fórmula 10-30-10 a la siembra y, a los 45 días, en la fase de macollamiento, debe agregarse 45 kg/ha de Urea (Agroscopio, 2023).

2.11.2. INIAP - Fortaleza 2020.

Proviene de la cruce entre las líneas 79BORDENAVE, SELECTION/KENYA y SR LINE cuyo historial de selección es 88-19-2E-15E-4E-1E-0E-0E-0E. Esta línea fue desarrollada por el Programa de Cereales de la Estación Experimental Santa Catalina en el año 1988 y evaluada hasta el 2015 en esta estación, año en el cuál es enviada a la Estación Experimental del Austro para continuar con el proceso de mejoramiento.

Esta variedad ha sido seleccionada a través de procesos participativos, con agricultores y ganaderos de las provincias de Cañar, Azuay y Loja. INIAP-Fortaleza 2020 es una avena que sirve para la producción tanto de forraje como de grano, presenta características deseables de productividad, calidad y resistencia a enfermedades.

Para la siembra se recomienda una dosis de semilla de 120 kg/ha y de forma manual una dosis de 140 kg/ha. El cultivo de avena de doble propósito requiere 80 kg de Nitrógeno, 70 kg de Fósforo, 40 kg de Potasio y 20 kg de Azufre. Se debe aplicar el 20% del Nitrógeno y el 100% de Fósforo, Potasio y Azufre al momento de la siembra; el 80% de Nitrógeno restante aplicar en forma fraccionada, 50% al macollamiento y 50% en embuche (Jiménez et al., 2020).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO.

3.1. Ubicación y características de la investigación.

El ensayo, se implementó en la Granja Experimental Laguacoto III, de la Universidad Estatal de Bolívar, parroquia Veintimilla, cantón Guaranda, provincia Bolívar.

- **Situación geográfica y climática.**

Altitud Promedio	2622 msnm
Latitud	01°36'52" S
Longitud	78°59'54" W
Temperatura máxima	21.0°C
Temperatura mínima	7.0°C
Temperatura media anual	14.4°C
Precipitación promedio anual	720 mm
Heliofanía promedio anual	980 horas/luz/año
Humedad relativa promedio	70%
Velocidad promedio del viento	6 m/s

Fuente: (Estación Meteorológica UEB, 2022, citado por Toaquiza y Valdivieso, 2023).

- **Zona de vida.**

Según la clasificación de la zona de vida, realizada por Holdrige, L.; el área pertenece a la formación de bosque seco Montano Bajo (bs - MB) (Holdrige, L. 1976).

3.2. Metodología.

3.2.1. Material experimental.

Semilla Certificada de cinco accesiones de avena, procedentes del Programa de Cereales del INIAP Santa Catalina.

3.2.2. Factores en estudio.

Accesiones de avena con 5 tipos.

3.2.3. Tratamientos.

Cada accesión correspondió a un tratamiento según el siguiente detalle:

Tratamiento No.	Detalle
T1	INIAP-82
T2	AS-17-001
T3	AS-17-002
T4	AS-11-005
T5	INIAP-Fortaleza 2021

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico.

Se aplicó el modelo matemático de diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA).

3.2.5. Manejo del experimento en campo o laboratorio.

- **Preparación del suelo.**

Ocho días antes de la siembra, y con la ayuda de un tractor agrícola, se realizó un pase de arado de discos y de rastra para que el suelo quede completamente mullido y nivelado.

- **Trazado de las unidades experimentales.**

De acuerdo al diseño experimental establecido y con la ayuda de una cinta métrica, estacas, piola y cal, se efectuó el trazado del experimento con tres bloques y cinco unidades experimentales por repetición con la correspondiente separación.

- **Siembra.**

Se realizó al voleo en cada unidad experimental con una densidad de 100 kg/ha.

- **Tapado de la semilla.**

Se efectuó en forma manual, utilizando rastrillos a una profundidad aproximada de entre 2 a 4 cm, tratando de que las semillas no queden expuestas en la superficie del suelo, para reducir el posible daño por aves y estrés climático.

- **Fertilización.**

La fertilización de base, se aplicó al voleo el fertilizante 10-30-10 en una dosis de 250 kg/ha. Como fuente de nitrógeno, se utilizó la urea en una dosis de 100 kg/ha, misma que fue aplicada al voleo el 50% en el período de macollamiento después del control de las malezas y el restante 50% en la etapa de embuchamiento.

- **Control de malezas.**

Para el control de las malezas de hoja ancha, con una bomba de mochila, se aplicó a los 20 días después de la siembra el herbicida selectivo Metsulfurón Metil en dosis de 10 gr/ha de agua. Posteriormente, se realizaron controles complementarios de malezas especialmente gramíneas en forma manual.

- **Control de enfermedades.**

Siendo el propósito evaluar la resistencia o tolerancia de las cinco accesiones de avena a la incidencia y severidad de las royas de hoja (*Puccinia coronata f. sp. avenaea*) y del tallo (*Puccinia graminis*), no se aplicó ningún fungicida específico para las royas.

- **Control de Plagas.**

Para el control especialmente de los pulgones o áfidos (*Aphididae spp.*), con una bomba de mochila, se aplicó el insecticida Acefato en una dosis de 300 gr/ha de agua en las etapas de embuchamiento y en la floración.

- **Cosecha.**

Este proceso se efectuó en forma manual con la ayuda de una hoz y una vez que las plantas de cada unidad experimental alcanzaron su madurez comercial.

- **Trilla.**

Se realizó con la ayuda de una trilladora experimental. El grano se colocó en fundas de papel Kraft con su respectiva etiqueta.

- **Secado.**

El proceso del secado, se hizo de forma natural de cada muestra de grano procedente de cada unidad experimental hasta cuando el grano tuvo un 13% de humedad.

- **Aventado.**

Se procedió a aventar con la ayuda de la fuerza del viento, con el fin de eliminar las impurezas físicas presentes en las muestras de los granos de avena.

- **Almacenado.**

Las muestras de grano debidamente identificadas, limpias y secas al 13% de humedad se almacenaron en un cuarto limpio y ventilado para conservar la calidad de la simiente.

3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta).

- **Porcentaje de emergencia (PE).**

Se evaluó por observación directa de cada unidad experimental a los 15 días después de la siembra y se expresó en porcentaje, de acuerdo a la percepción del investigador.

- **Vigor de la planta (VP).**

Esta variable cualitativa se registró por observación directa en toda la unidad experimental en la etapa de embuchamiento mediante la siguiente escala:

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Bueno	Plantas y hojas grandes, bien desarrolladas.
2	Regular	Plantas y hojas medianamente desarrolladas.
3	Malo	Plantas pequeñas y hojas delgadas.

Fuente: (INIAP, 2019).

- **Hábito de crecimiento (HC).**

Por observación directa en toda la unidad experimental y en la etapa vegetativa se determinó el hábito de crecimiento de las plantas en cuanto a disposición de los tallos y las hojas mediante la siguiente escala:

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Erecto	Hojas dispuestas verticalmente hacia arriba.
2	Intermedio	Hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45°.
3	Postrado	Hojas dispuestas horizontalmente, sobre la superficie del suelo.

Fuente: (INIAP, 2019).

- **Días al panojamiento (DP) y Días a la cosecha (DC).**

Esta variable agronómica se registró en días transcurridos desde la siembra, hasta cuando fueron visibles las panojas al menos en un 50% de las plantas de cada unidad experimental.

La variable agronómica DC, se registró en días transcurridos desde la siembra, hasta cuando se realizó la cosecha comercial en cada unidad experimental.

- **Altura de la planta (AP).**

La altura de plantas, se midió desde la raíz coronaria hasta el ápice terminal de las panojas con un flexómetro en cm en la etapa de madurez fisiológica en una muestra tomada al azar de 10 plantas de cada unidad experimental, se calculó un promedio por parcela.

- **Tipo de paja (TP).**

Esta variable está relacionada con el acame de tallo, se registró en la etapa de madurez fisiológica por observación directa en cada parcela mediante la siguiente escala:

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Tallo fuerte	Tallos fuertes, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame.
2	Tallo intermedio	Tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame.
3	Tallo débil	Tallos, delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame.

Fuente: (INIAP, 2019).

- **Número de panojas por metro cuadrado (NPMC).**

Se registró el número de panojas en la etapa de madurez comercial en cada parcela con la ayuda de un cuadrante de 1m².

- **Tamaño de la panoja (TPJ).**

La longitud o tamaño de la panoja, se midió con un flexómetro en cm desde la base del raquis y hasta el ápice terminal de la panoja en una muestra al azar de 10 panojas de cada unidad experimental en el momento de la madurez comercial y se calculó un promedio por parcela y repetición de cada tratamiento.

- **Número de granos por panoja (NGP).**

Se registró el número de granos por panoja, mediante conteo directo en 10 panojas tomadas al azar de cada unidad experimental, en la fase de madurez fisiológica y se calculó un promedio.

- **Reacción a enfermedades: Roya de la hoja (*Puccinia coronata*) (RHO), Roya del tallo (*Puccinia graminis*) (RTA), mancha foliar (*Fusarium spp*) e incidencia del virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV).**

Para evaluar la incidencia (%) y reacción del germoplasma a las royas de la hoja y tallo de las cinco accesiones de avena, se realizaron lecturas a partir de la fase de elongación del tallo y hasta la etapa de estado masoso suave en cada unidad experimental aplicando la siguiente escala:

Reacción	Descripción
O	Ninguna reacción visible en las plantas.
R	Plantas Resistentes.
MR	Planta modernamente resistente.
M	Uredias de varios tamaños, algunas clorosis, necrosis o los dos.
MS	Plantas moderadamente susceptibles.
S	Plantas susceptibles.

Fuente: INIAP. 2019.

La incidencia de (*Fusarium spp*) se evaluó en porcentaje en la etapa reproductiva (antes de la formación del grano) en cada unidad experimental.

Para evaluar la incidencia del Virus del Enanismo Amarillo de la Cebada (BYDV por sus siglas en inglés) en la etapa vegetativa y reproductiva, se aplicó la escala de 1 a 9; donde lecturas de 1 a 3 son accesiones resistentes; de 4 a 6 accesiones medianamente resistentes y lecturas de entre 7 a 9, accesiones susceptibles (CIMMYT, 2019).

- **Peso de campo por parcela (PCP).**

Una vez cosechado, trillado y aventado el grano de cada unidad experimental, se pesó en una balanza de reloj y se expresó en kg/parcela.

- **Porcentaje de humedad del grano (PHG).**

Este componente del rendimiento, se midió el contenido de humedad del grano de cada unidad experimental con un Determinador Portátil de Humedad y se expresó en porcentaje.

- **Rendimiento en kg/ha (RH).**

El rendimiento en kg/ha al 13% de humedad, se calculó mediante la siguiente relación matemática:

$$R = PCP \times \frac{10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{ANC \text{ m}^2/1} \times \frac{100 - HC}{100 - HE}$$

Donde:

R: Rendimiento en kg/ha, al 13% de humedad.

PCP = Peso de Campo por Parcela en kg.

ANC = Área Neta Cosechada en m².

HC = Humedad de Cosecha en porcentaje (%)

HE = Humedad Estándar (13 %).

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

Una vez que el grano estuvo limpio y seco al 13% de humedad, se tomó una muestra al azar de 1000 granos de cada tratamiento y repetición y se procedió a pesar en gramos en una balanza de precisión.

- **Peso hectolítrico (PH).**

Para evaluar esta variable agronómica de calidad del grano, se tomaron muestras de grano limpio y seco al 13% de humedad de cada tratamiento y repetición y se determinó en una balanza de peso Hectolítrico, y se expresó en puntos (kg/hl⁻¹).

- **Tipo de grano (TG).**

Este componente cualitativo, se determinó en muestras de grano limpio y seco al 13% de humedad aplicando la siguiente escala:

Escala		Descripción
1	**	Grano excelente, grueso o grande, amarillo o blanco.
2	*	Grano mediano, grueso, blanco o amarillo.
3	+	Grano pequeño, delgado, manchado y chupado.

Fuente: (INIAP, 2019).

3.2.7. Análisis de datos.

ADEVA	Grados de libertad	CME
Bloques (r-1)	2	$f^2 e + 5f^2$ bloques
Tratamientos (t-1)	4	$f^2 e + 3 \Theta^2 t$
Error experimental (r-1) (t-1)	8	$f^2 e$
Total (t x r) - 1	14	

- Tukey al 5 %.
- Correlación y regresión lineal.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Variables morfológicas.

Tabla 1.

Resultados de las variables morfológicas de cinco accesiones de avena.

Tratamiento No.	Variables			
	Vigor de la planta ¹	Hábito de crecimiento ¹	Tipo de paja ¹	Tipo de grano ¹
T1: INIAP - 82	Regular (2)	Intermedio (2)	Tallo intermedio (2)	Grano mediano (2)
T2: AS-17-001	Malo (3)	Intermedio (2)	Tallo débil (3)	Grano pequeño (3)
T3: AS-17-002	Bueno (1)	Intermedio (2)	Tallo intermedio (2)	Grano mediano (2)
T4: AS-11-005	Bueno (1)	Intermedio (2)	Tallo fuerte (1)	Grano excelente (1)
T5: I-Fortaleza	Regular (2)	Intermedio (2)	Tallo fuerte (1)	Grano excelente (1)

Nota. ¹Escalas con valores de entre 1 a 3.

Dentro del proceso de la caracterización de germoplasma y en este caso de la avena, las características morfológicas son muy importantes porque contribuyen a la calidad y aceptabilidad por parte de los beneficiarios de la tecnología. En este experimento la respuesta de las cinco accesiones de avena fue diferente para el vigor de la planta, tipo de paja y de grano. Para el hábito de crecimiento se determinó una respuesta igual de los tratamientos (Tabla 1).

Para el vigor de la planta que está relacionado con la adaptación agronómica, los tratamientos T1: INIAP-82 y el T5: INIAP-Fortaleza fueron regulares (Plantas y hojas medianamente desarrolladas), el tratamiento T2: AS-17-001 fue malo (Plantas pequeñas y hojas delgadas) y los tratamientos T3: AS-17-002 y el T4: AS-11-005 fue bueno (Plantas y hojas grandes, bien desarrolladas) (Tabla 1).

En relación al descriptor hábito de crecimiento, las cinco accesiones evaluadas presentaron una categorización de intermedio (Tabla 1); hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45°.

Para el atributo tipo de paja, que se refiere al acame de tallo, los tratamientos T1: INIAP-82 y el T3: AS-17-002, presentaron tallos intermedios (Tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame.), el tratamiento T2: AS-17-002 un tallo débil (Tallos, delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame) y los tratamientos T4: AS-11-005 y el T5: INIAP - Fortaleza un tallo fuerte (Tallos erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame) (Tabla 1).

Para el componente tipo de grano que está relacionado con el tamaño y en relación directa con el tipo de paja, los tratamientos T1: INIAP - 82 y el T3: AS-17-002, registraron granos de tamaño mediano (Grano mediano, grueso, blanco o amarillo), el T2: AS-17-001, grano pequeño (grano pequeño, delgado, manchado y chupado) y los tratamientos T4: AS-11-005 y T5: INIAP - Fortaleza granos de tamaño grande (grano excelente, grueso o grande, amarillo o blanco y sano) (Tabla 1).

Los descriptores vigor de la planta, hábito de crecimiento, tipo de paja y grano, son atributos varietales y dependen de su interacción genotipo ambiente, siendo importantes la cantidad y distribución de la precipitación, la humedad relativa, temperatura, los vientos y la sanidad del grano.

Los productores prefieren variedades de avena de buen vigor, hábito de crecimiento tipo erecto o intermedio, tallos gruesos y resistentes al acame, promedios altos de índice de área foliar y granos de tamaño grande, color blanco o amarillo y sanos.

4.2. Variables agronómicas.

Tabla 2.

Resultados estadísticos para comparar los promedios de los tratamientos en las variables agronómicas.

Variables	Tratamientos										Media general	CV (%)
	T1	Rango	T2	Rango	T3	Rango	T4	Rango	T5	Rango		
PE*	81.67	AB	73.33	B	81.67	AB	85.67	A	81.67	AB	80.80%	4.11
DP**	76.33	D	108.33	A	95.00	B	84.00	C	84.00	C	90 días	0.61
DC**	147.00	D	175.00	A	153.67	B	147.00	D	150.00	C	155 días	0.30
AP ^{NS}	136.20	A	139.07	A	137.68	A	137.24	A	134.95	A	137.03 cm	3.60
IFU**	23.25	B	42.40	A	29.35	B	22.22	B	28.70	B	29.19%	12.38
RHO**	23.25	B	40.42	A	23.25	B	20.67	C	20.17	C	25.55%	3.33
RTA**	15.27	C	29.00	A	19.67	B	13.67	C	13.33	C	18.19%	7.62
BYDV ^{NS}	3.00	A	4.00	A	3.00	A	3.00	A	3.00	A	3 resistente	15.87
NPMC**	321.33	A	136.67	C	241.33	B	340.00	A	330.67	A	274 panojas	3.99
TPJ**	21.06	AB	17.24	C	20.76	B	22.71	A	22.34	AB	20.82 cm	3.07
NGP*	88.33	AB	78.33	B	84.00	AB	93.00	A	87.67	AB	86 granos	4.34
PMG**	36.75	AB	33.09	B	37.99	A	39.41	A	39.10	A	37.27 g.	3.66
PH**	44.22	A	41.29	B	44.59	A	46.11	A	45.10	A	44.26 puntos	1.69
RH**	3666.50	A	1509.90	B	4447.90	A	4670.30	A	4195.10	A	3698 kg/ha	11.35

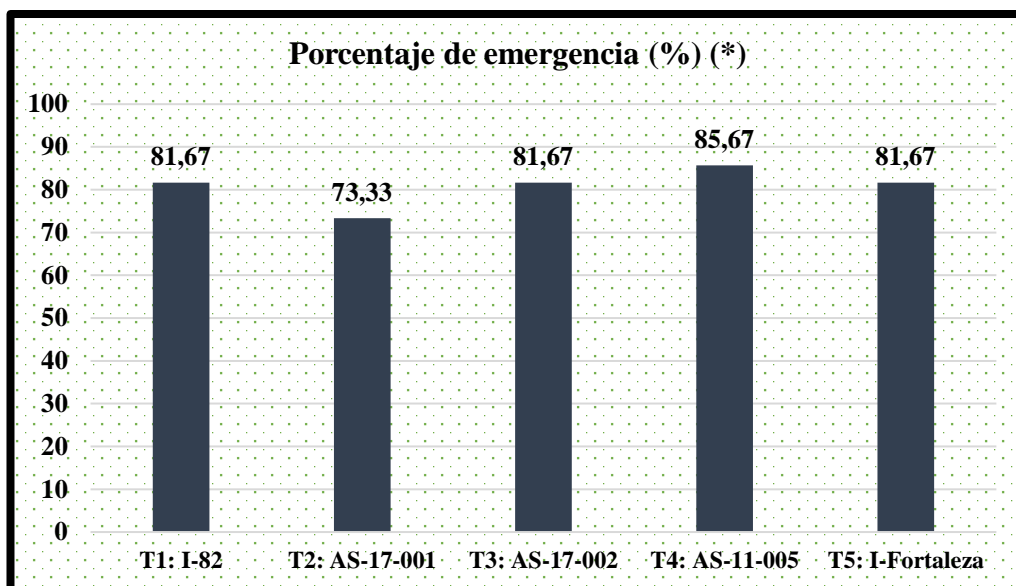
Nota. NS: No Significativo. * Significativo al 5%. ** Altamente significativo al 1%. Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

PE: Porcentaje de emergencia. DP: Días al panojamiento. DC: Días a la cosecha. AP: Altura de planta. IFU: Incidencia de *Fusarium spp.* RHO: Roya de la hoja. RTA: Roya del tallo. BYDV: Virus del enanismo amarillo de la cebada. NPMC: Número de panojas por metro cuadrado. TPJ: Tamaño de panoja. NGP: Número de granos por panoja. PMG: Peso de mil granos. PH: Peso hectolítrico y RH: Rendimiento en kg/ha al 13% de humedad.

Las cinco accesiones de avena en estudio, presentaron diferencias estadísticas significativas (*) para la variable porcentaje de emergencia con una media general de 80.80% (Tabla 2).

Figura 1.

Resultados promedios variable porcentaje de emergencia.

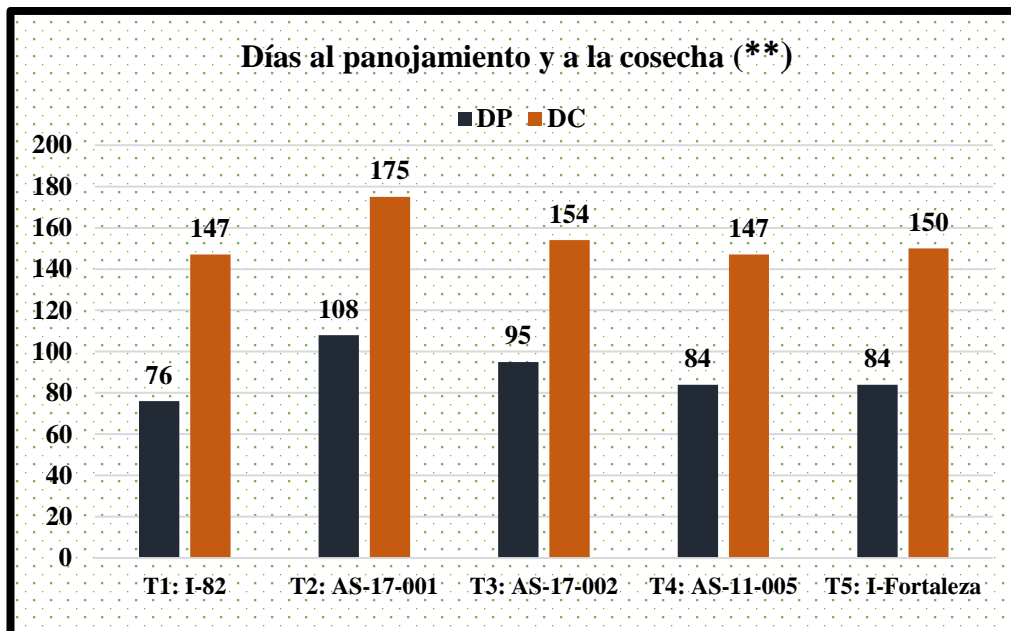


El promedio superior se determinó en el tratamiento T4 (AS-11-005) con 85.67%. Los tratamientos T1 (INIAP - 82), T3 (AS-17-002) y el T5 (INIAP - Fortaleza), registraron un mismo valor de 81.67%. El promedio inferior correspondió al tratamiento T2 (AS-17-001) con 73.33% (Tabla 2 y Figura 1).

El porcentaje de emergencia de plantas en el campo, tiene una relación directa con la calidad de la semilla en cuanto a la pureza física, genética, fisiológica y sanidad. Posiblemente la accesión T2 tuvo una menor calidad de semilla relacionada a hábitos como porcentaje de germinación, vigor y viabilidad. Además, en el proceso de emergencia de las plantas influyen las condiciones climáticas especialmente la temperatura, humedad y la profundidad de siembra.

Figura 2.

Resultados promedios de las variables días al panojamiento y días a la cosecha.



La respuesta agronómica de los tratamientos (cinco accesiones de avena) en cuanto a las variables días al panojamiento y días a la cosecha, fueron estadísticamente muy diferentes (**) con una media general de 90 días al panojamiento y 155 días a la cosecha (Tabla 2).

Para días al panojamiento, el tratamiento T2 (AS-17-001) con 108.33 días fue el más tardío en alcanzar esta etapa fenológica. El tratamiento más precoz fue el T1 (AS-17-001) con 76.33 días (Tabla 2 y Figura 2), características que pueden estar relacionada directamente con su potencial genético de desarrollo vegetativo.

Para comparar los promedios de los cinco tratamientos en los días a la cosecha, en relación directa con el componente días al panojamiento, el promedio más tardío presentó el tratamiento T2 con 175 días y los más precoces los tratamientos T1 y el T4 con 147 días a la cosecha (Tabla 2 y Figura 2).

Los componentes agronómicos días al panojamiento y días a la cosecha, son atributos varietales y además dependen de la interacción con el ambiente, siendo

determinante la altitud, temperatura, precipitación, cantidad de luz solar, y el viento. Además, influyen el manejo agronómico del cultivo y las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

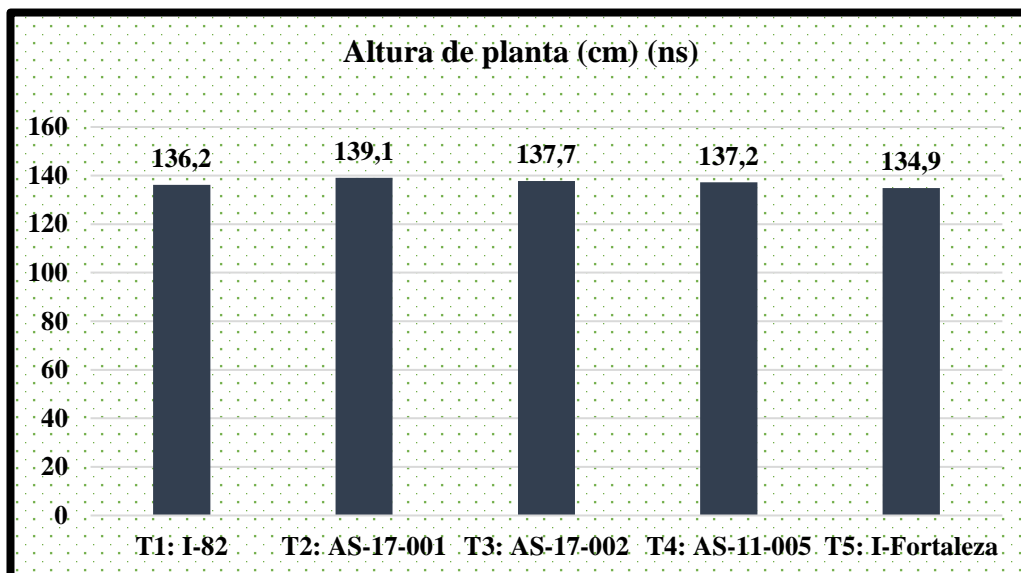
Jiménez, et al. (2021), reporta un rango de entre 70 a 80 días al panojamiento con la variedad INIAP - Fortaleza (T5) y 150 a 160 días a la cosecha en grano seco, siendo valores promedios similares a los obtenidos en este experimento en la localidad Laguacoto III para el cultivar INIAP - Fortaleza.

Bayas (2022), reporta un promedio general de 78 días al panojamiento y 152 días a la cosecha con el mismo experimento sembrado en la localidad de Naguán en el año 2021. Estos resultados demuestran la fuerte interacción genotipo ambiente.

Las variables agronómicas días al panojamiento y días a la cosecha para forraje o grano seco, son atributos muy importantes para la adopción de los productores. Debido al cambio climático, la tendencia mundial es generar variedades más precoces y resilientes, para escapar principalmente a la sequía, pudiendo establecer que T1, T3 y T4 pueden ser buenos candidatos para una futura liberación con periodos adecuados en su fisiología, cuando la comparamos con el testigo de esta zona agroecológica.

Figura 3.

Resultados promedios de la variable altura de planta.



No se determinaron diferencias estadísticas significativas (ns) para la variable altura de planta como efecto de los tratamientos (cinco accesiones de avena) y se calculó una media general de 137.03 cm (Tabla 2).

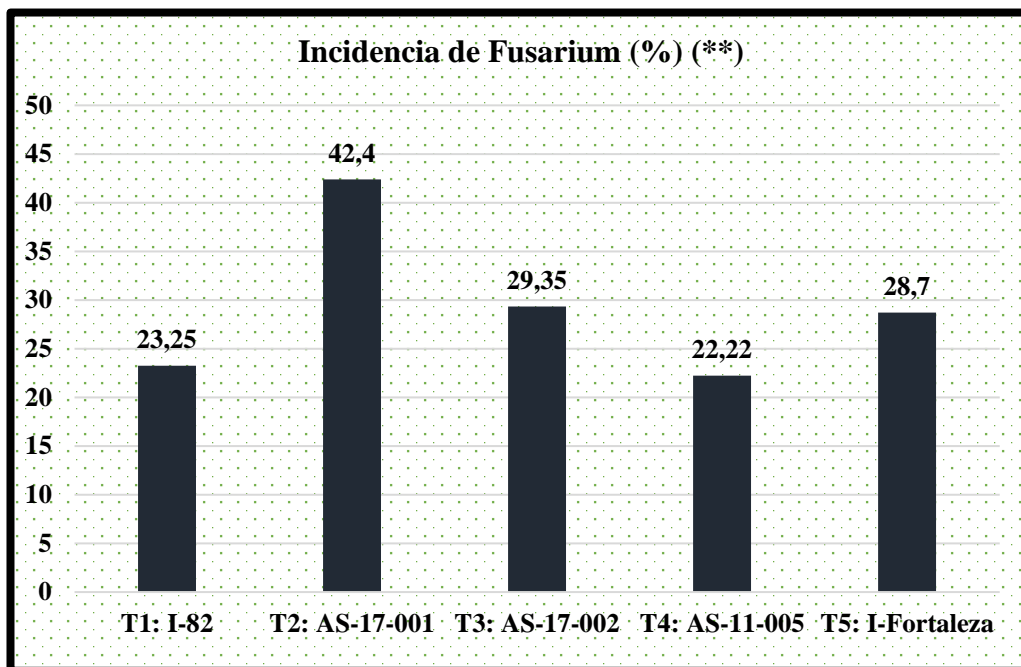
Los rangos y promedios de altura de la planta, son similares a los reportados por Jiménez, et al. (2021), en donde se identificó una altura promedio de plantas con la variedad INIAP – Fortaleza, en un rango de entre 130 a 140 cm en procesos de investigación en la sierra. Bayas (2022), reporta una altura promedio de plantas en la localidad de Naguan con el mismo experimento sembrado en el año 2021, con un valor de 132.67 cm.

Estos valores determinan que la altura de la planta en todos los tratamientos responde de manera similar en la expresión de su carácter.

La altura de planta, puede presentar una relación con la producción de forraje, acame de tallo e índice de área foliar.

Figura 4.

Resultados promedios de la variable incidencia de Fusarium spp.



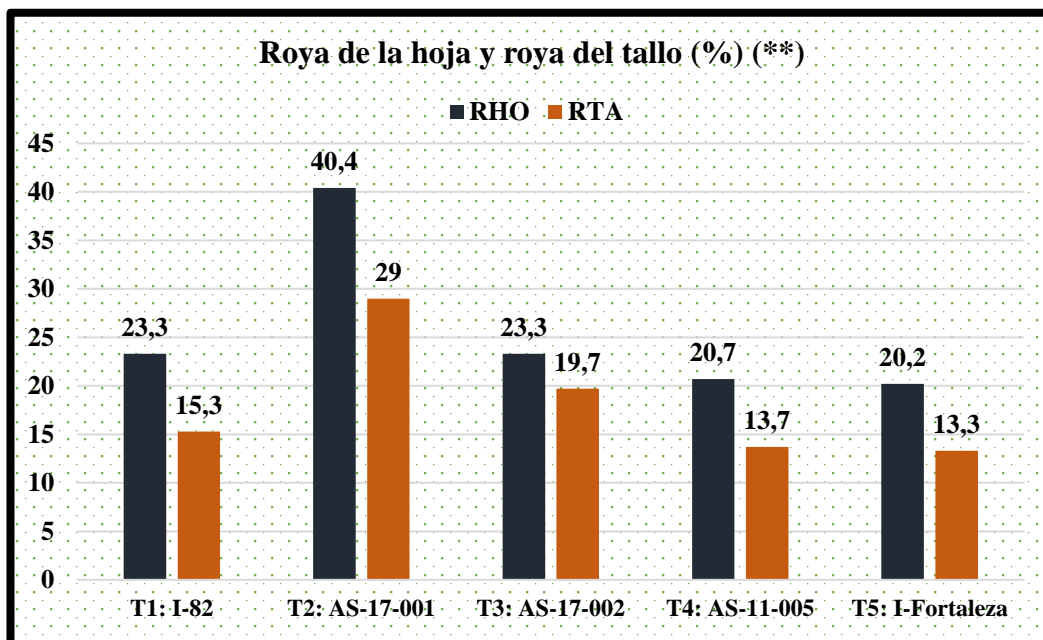
La respuesta agronómica de las cinco accesiones de avena en cuanto a la variable incidencia de *Fusarium spp*, fue muy diferente, con una media general de 29.19% (Tabla 2).

La accesión más susceptible fue el T2 (AS-17-001) con 42.40%, seguido de los tratamientos T3 (AS-17-002) con 29.35% y el T5 (INIAP - Fortaleza) con 28.70%. Los promedios menores o accesiones más resistentes a la incidencia de este patógeno fueron los tratamientos T1 (AS-17-001) con 23.25% y el T4 (AS-11-005) con 22.22% (Tabla 2 y Figura 4).

Prescott, et al (2015), mencionan que la incidencia de *Fusarium spp* en la avena y en la cebada, no es relevante, siendo más crítica en el trigo cristalino, harinero y el triticale; sin embargo, en el presente estudio, la reacción del germoplasma fue varietal, con una fuerte dependencia con el medio ambiente, sobre todo relacionado a la presencia de lluvias en la etapa de llenado de grano, evidenciando que la mayoría de materiales tuvieron cierta tolerancia, lo que permitió llegar a la cosecha.

Figura 5.

Resultados promedios de las variables incidencia de roya de la hoja y del tallo.



Se registraron diferencias altamente significativas de los tratamientos (cinco accesiones de avena) en cuanto a la incidencia de las royas de la hoja (*Puccinia coronata*) y del tallo (*Puccinia graminis*) con valores promedios generales de 25.55% y 18.19% respectivamente (Tabla 2). Observando estos resultados promedios, la enfermedad foliar de mayor incidencia fue la roya de la hoja.

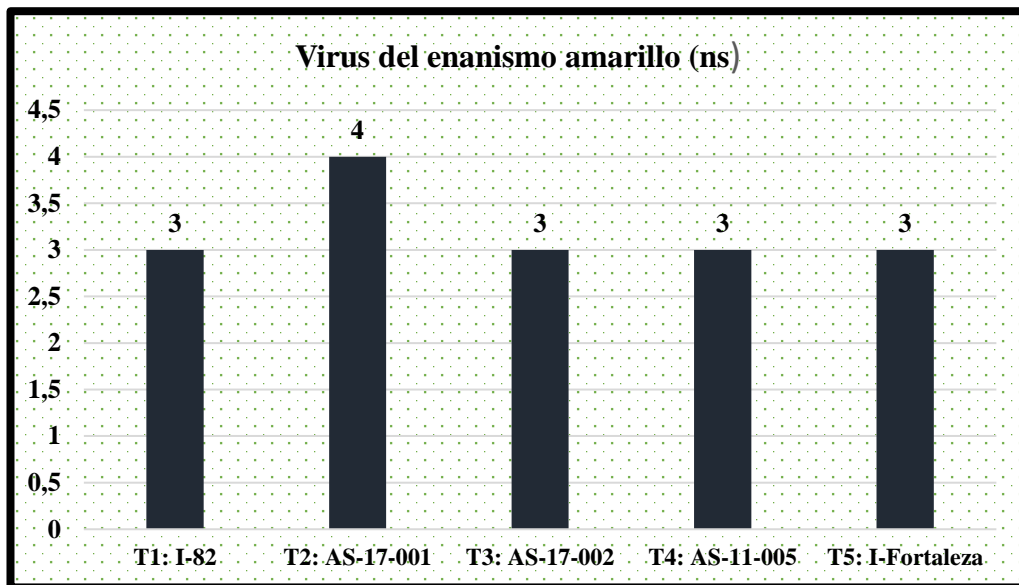
Para roya de la hoja y del tallo, la accesión más susceptible fue el T2 (AS-17-001) con 40.42% y 29.00% respectivamente. Los tratamientos con mayor tolerancia a estos patógenos fueron el T5 (INIAP - Fortaleza) y el T4 (AS-11-005) con 20.17% y 20.67% para roya de la hoja y 13.33% y 13.67% para roya del tallo (Tabla 2 y Figura 5).

Bayas (2022); Toaquiza & Valdiviezo (2023), reportan en general para enfermedades foliares sin especificar los agentes causales promedios menores al 15% en experimentos realizados en las localidades de Naguan y Laguacoto respectivamente y con el mismo germoplasma. Estos resultados confirman la interacción genotipo ambiente, ya que el presente periodo de evaluación, al tener mayor índice de precipitación, las enfermedades de tipo foliar se incrementaron.

Las infecciones tempranas y severas de las royas, pueden provocar una disminución significativa del rendimiento, principalmente al reducir el área foliar fotosintética, teniendo como efectos, menor calidad en la cosecha (Prescott, et al (2015).

Figura 6.

Resultados promedios de la variable virus del enanismo amarillo.



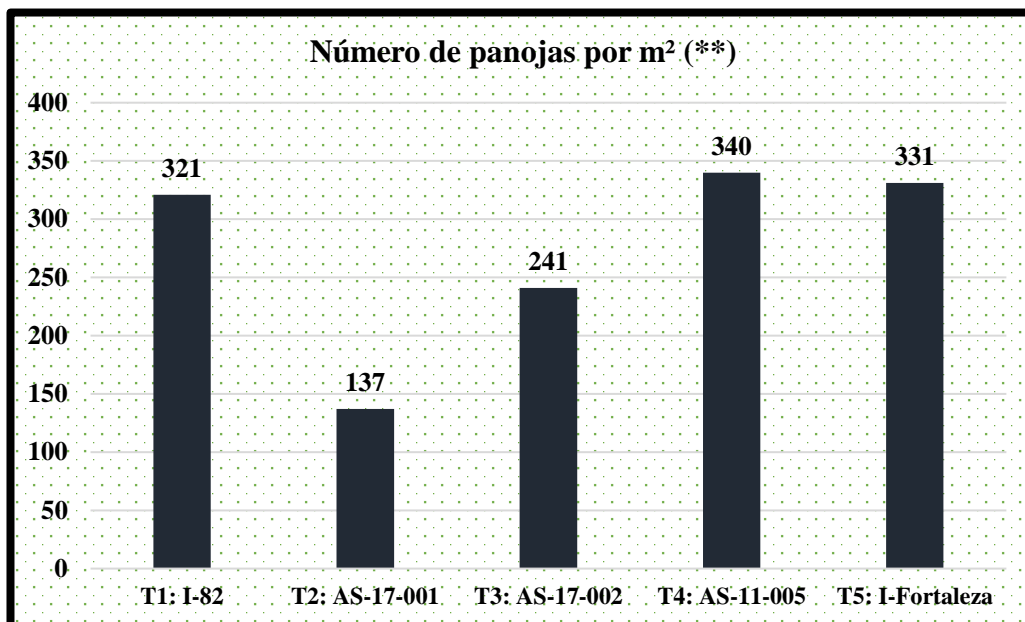
La respuesta agronómica de las cinco accesiones de avena en relación a la incidencia del virus del enanismo amarillo (BYDV) fue similar (ns), con una media general de 3 (Escala de 1 a 9; donde 1 a 3: resistente; 4 a 6: medianamente resistente y de 7 a 9: susceptible) (Tabla 2).

La accesión T2 (AS-17-001), presentó la mayor incidencia con una lectura de 4 (medianamente resistente) y el resto de tratamientos una lectura de 3 (resistente) (Tabla 2 y Figura 6).

La reacción al virus, es una característica varietal del germoplasma y su interacción genotipo ambiente, siendo determinantes las condiciones de sequía durante la etapa de crecimiento y antesis, ya que se incrementa la población de los áfidos, mismos que transmiten este virus, entre las poblaciones de la gramínea.

Figura 7.

Resultados promedios de la variable número de panojas por m².

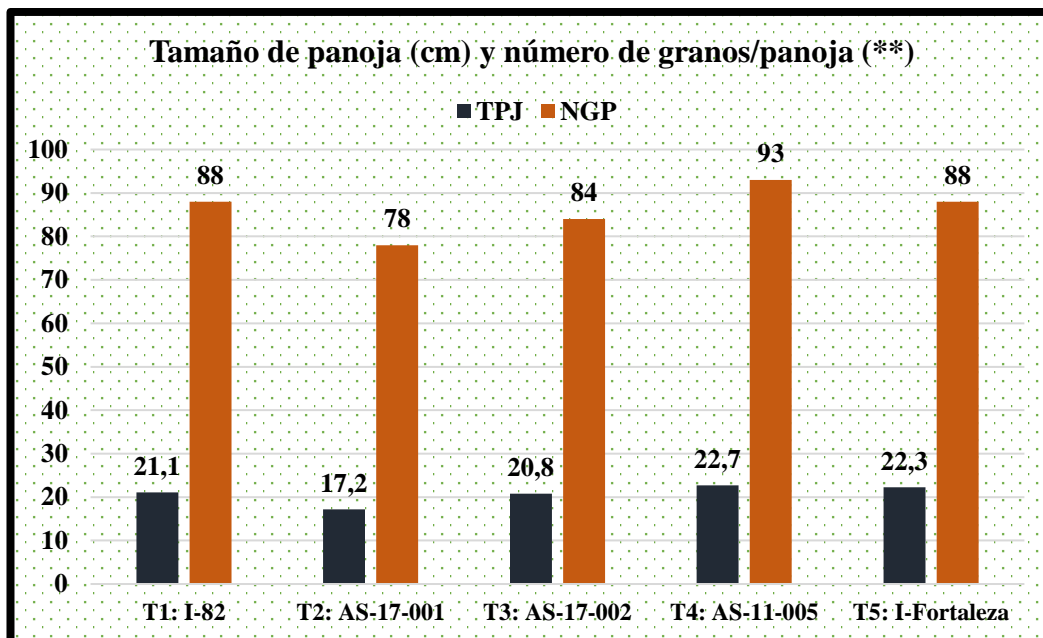


Existió un efecto estadístico altamente significativo (**) de las cinco accesiones de avena sobre la variable número de panojas por m², con un promedio general de 274 panojas (Tabla 2).

Los promedios más altos se tuvieron en los tratamientos T4 (AS-11-005), T5 (INIAP - Fortaleza) y el T1 (INIAP - 82) con 340; 331 y 321 panojas respectivamente. El tratamiento T3 (AS-17-002) registró 241 panojas y el promedio menor se determinó en el tratamiento T2 (AS-17-001) con apenas 137 panojas por m² (Tabla 2 y Figura 7). El tratamiento T2 registró el promedio menor por cuanto el porcentaje de emergencia fue el más bajo con el 73.33%, fue más susceptible al complejo de enfermedades foliares y el más tardío, siendo afectado mayormente por la sequía en la etapa reproductiva.

Figura 8.

Resultados promedios de las variables tamaño de la panoja y número de granos por panoja.



La respuesta agronómica de los tratamientos (cinco accesiones de avena), en cuanto a los componentes del rendimiento tamaño de la panoja y el número de granos por panoja, fue muy diferente (**) con promedios generales de 20.82 cm y 86 granos respectivamente (Tabla 2).

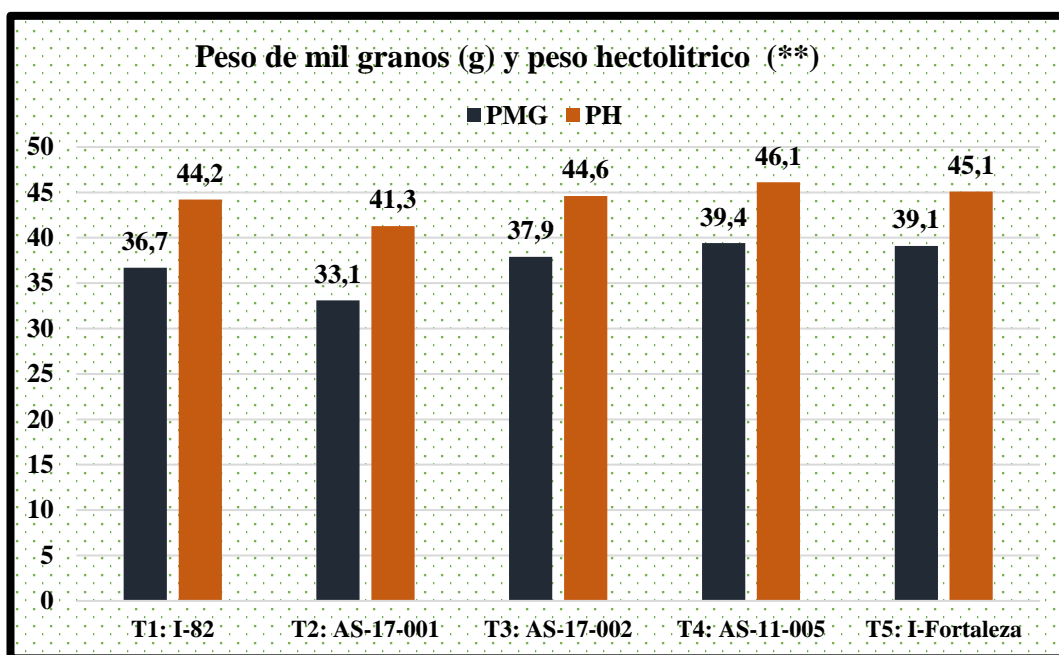
El promedio más elevado del tamaño o longitud de la panoja, se obtuvo en el tratamiento T4 (AS-11-005) con 22.7 cm y el promedio menor en el tratamiento T2 (AS-17-001) con 17.2 cm (Tabla 2 y Figura 8).

Para la variable número de granos por panoja en una relación directa y positiva con el componente tamaño de la panoja, el promedio superior se registró en el tratamiento T4 (AS-11-005) con 93 granos, seguido de los tratamientos T5 (INIAP - Fortaleza) y el T1 (INIAP-82) con 88 granos por panoja mientras que el menor promedio se determinó en el tratamiento T2 (AS-17-002) con 78 granos (Tabla 2 y Figura 8).

Los componentes longitud o tamaño de la panoja y el número de granos por panoja, son atributos propios del germoplasma y dependen además de su interacción con el ambiente y el manejo que se le da al cultivo desde la siembra, teniendo en cuenta aspectos como densidad, número de macollos por planta, número de plantas por metro cuadrado y los niveles de fertilización adecuados para el llenado del grano.

Figura 9.

Resultados promedios de las variables Peso de mil granos y peso hectolítrico.



La respuesta agronómica de los tratamientos en relación a los componentes del rendimiento peso de mil granos y peso hectolítrico, fueron estadísticamente muy diferente (**) con una media general de 37.27 g y 44.26 kg/hl¹ (Tabla 2).

Los promedios superiores del peso de mil granos se registraron en los tratamientos T4 (AS-11-005), T5 (INIAP - Fortaleza) y el T3 (AS-17-002) con 39.4; 39.1 y 37.9 g respectivamente y el menor promedio en el tratamiento T2 (AS-17-001) con 33.1 g. (Tabla 2 y Figura 9).

Los promedios más altos para el atributo de calidad peso hectolítrico se evidenciaron en los tratamientos T4 (AS-11-005), T5 (INIAP - Fortaleza) y el T3

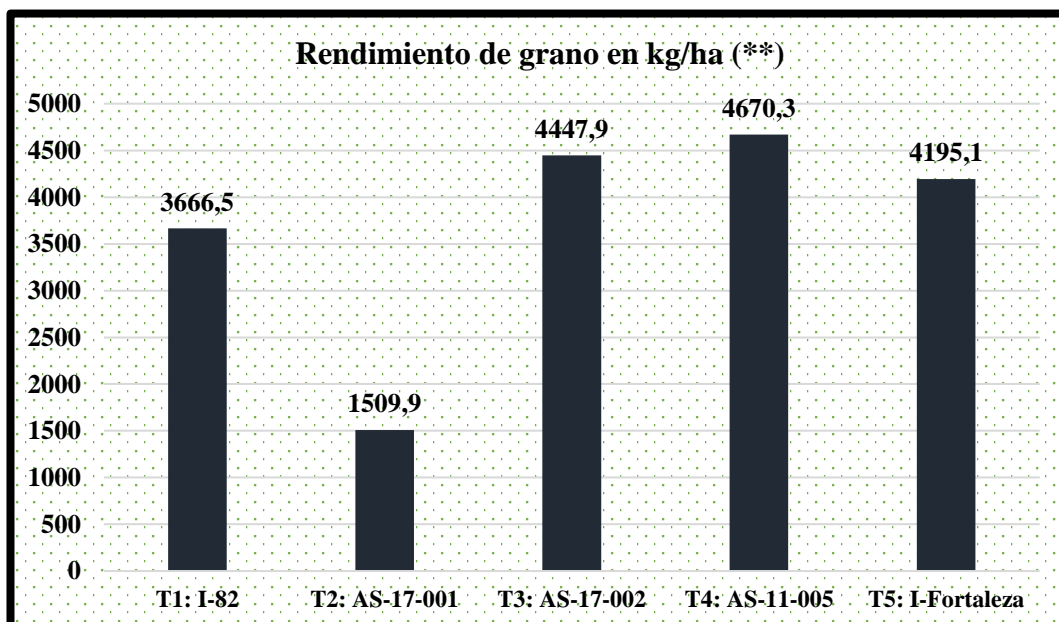
(AS-17-002) con 46.1; 45.1 y 44.6 puntos (kg/hl¹) y el menor promedio el tratamiento T2 (AS-17-001) con 42.3 puntos (Tabla 2 y Figura 9).

Para el componente peso hectolítrico, Bayas (2022) indica un valor promedio de 45.40 puntos de este mismo experimento instalado en la localidad de Naguan. Toaquiza & Valdiviezo (2023) en procesos de investigación en la localidad de Laguacoto reportaron un valor promedio de 50.38 puntos.

Estos resultados confirman la fuerte interacción de la calidad del grano con los factores ambientales. Los componentes peso de mil granos y peso hectolítrico, son determinantes para generar variedades y su aceptación por parte de los diferentes segmentos de la cadena de valor de la avena. Los industriales prefieren claramente granos de buena calidad en cuanto a tamaño, peso de mil granos, peso hectolítrico y sanidad, debido a que permiten obtener una mayor eficiencia en la transformación de la materia prima para alimentos.

Figura 10.

Resultados promedios de la variable rendimiento kg/ha.



Se determinó un efecto muy diferente (**) de las cinco accesiones de avena para la variable rendimiento de grano evaluado en kg/ha al 13% de humedad, con una media general de 3698 kg/ha (Tabla 2).

El tratamiento con el valor más elevado fue el T4 (AS-11-005) con 4670.30 kg/ha, seguido de los tratamientos T3 (AS-17-002) y el T5 (INIAP - Fortaleza) con 4447.90 y 4195.10 kg/ha respectivamente. El tratamiento T1 (AS-17-001) tuvo un promedio de 3666.50 kg/ha. El menor rendimiento presentó el tratamiento T2 (AS-17-002) con apenas 1509.90 kg/ha (Tabla 2 y Figura 10).

El tratamiento T4 presentó el rendimiento promedio más elevado por cuanto registró los componentes más altos como fueron el porcentaje de emergencia de plantas, número de panojas por metro cuadrado, tamaño de la panoja, número de granos por panoja, peso de mil granos y el peso hectolítrico. La accesión AS-11-005 fue más resistente al complejo de enfermedades como fueron la incidencia de *Fusariumm spp*, roya de la hoja, roya del tallo y el virus amarillo del enanismo de la cebada. Adicionalmente este cultivar fue más precoz, lo que le permitió escapar al complejo de enfermedades y estrés de sequía especialmente en la etapa de llenado del grano. En respuesta consistente el menor promedio del tratamiento T2 fue principalmente por tener los promedios más bajos de los componentes del rendimiento y la mayor incidencia y severidad del complejo de enfermedades foliares y además fue el más tardío, siendo más vulnerable al efecto de estrés de sequía y fuertes vientos.

Esta respuesta diferente del germoplasma en varias localidades y años de estudio, demuestra que el rendimiento es una característica varietal y depende de su fuerte interacción genotipo ambiente. Son determinantes los factores bioclimáticos como la cantidad y distribución de la precipitación, la temperatura, calor, luz solar, humedad relativa, intensidad y frecuencia de vientos. Es vital la sanidad del cultivo y el manejo nutricional especialmente del nitrógeno.

4.3. Coeficiente de variación (CV)

En esta investigación, los valores del CV calculados en las variables que estuvieron bajo el control del investigador, fueron: 4.11% para el porcentaje de emergencia; 0.61% para días al aojamiento; 0.30% para días a la cosecha; 3.60% para altura de planta; 12.38% para la incidencia de *Fusarium spp*; 3.33% para roya de la hoja; 7.62% para roya del tallo; 15.87% para la incidencia de virus; 3.99% para el número de panojas por metro cuadrado; 3.07% para el tamaño de la panoja; 4.64% para el número de granos por panoja; 3.66% para peso de mil granos; 1.69% para el peso hectolítrico y el 11.35% para la variable rendimiento en kg/ha (Tabla 2). Por lo tanto, las inferencias, conclusiones y recomendaciones, son válidas para esta zona agroecológica de Laguacoto.

4.4. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 3.

Resultados del análisis de correlación, regresión lineal y determinación de las variables independientes que presentaron significancia estadística positiva o negativa con el rendimiento de avena.

VARIABLES INDEPENDIENTES (COMPONENTES DEL RENDIMIENTO)	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN "r"	COEFICIENTE DE REGRESIÓN "b"	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN "R ² " %
Días a la cosecha (**)	- 0.8697	-99.5511	76
Incidencia de <i>Fusarium</i> (**)	-0.7461	-116.411	56
Roya de la hoja (**)	-0.9056	-144.866	82
Roya del tallo (**)	-0.8589	-172.436	74
Porcentaje de emergencia (**)	0.8183	206.872	67
Número de panojas por m ² (**)	0.8054	12.5723	65
Número de granos/panoja (**)	0.6490	133.915	42
Tamaño de la panoja (**)	0.7235	409.294	52

Nota. **Altamente significativo al 1%.

- **Coefficiente de correlación (r)**

Los componentes agronómicos (variables independientes), que tuvieron una correlación altamente significativa y negativa con el rendimiento de avena fueron días a la cosecha, incidencia de *Fusariumm spp*, roya de la hoja y roya del tallo. Las variables independientes que presentaron una estreches altamente significativa y positiva con el rendimiento de avena fueron el porcentaje de emergencia, número de panojas por m², número de granos por panoja, y el tamaño o longitud de la panoja (Tabla 3).

- **Coefficiente de regresión (b)**

Los componentes que redujeron el rendimiento de avena en este experimento, fueron días a la cosecha (cultivares más tardíos), la incidencia de las enfermedades foliares como fueron el *Fusariumm spp* y las royas de la hoja y tallo. Es decir, variedades más tardías y con mayor susceptibilidad al complejo de manchas foliares causadas por el *Fusarium spp* y las royas, menor rendimiento. Como efecto o respuesta inversa, las variables independientes que incrementaron el rendimiento de avena fueron los promedios más elevados del porcentaje de emergencia, número de panojas por m², número de granos por panoja y el tamaño o longitud de las panojas (Tabla 3).

- **Coefficiente de determinación (R²)**

Para el coeficiente de terminación, los efectos negativos de los componentes agronómicos, redujeron entre 56% y 82% el rendimiento, mientras que las variables de significancia positiva fueron responsables de un incremento de entre 42% y 67% de kg/ha.

4.5.Comprobación de la hipótesis

Se cuenta con la evidencia científica al 95% y 90% de confianza, en donde se determinan diferencias en la respuesta agronómica y productiva de las cinco accesiones de avena, por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde se mencionó que la respuesta del germoplasma de avena es diferente y que además depende de su interacción genotipo ambiente.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones.

- Se determinaron diferencias en los descriptores vigor de la planta, tipo de paja y tipo de grano destacando accesiones promisorias de buen vigor, paja resistente al acame y granos de tamaños grandes y sanos.
- Los cultivares, respondieron en diferente grado a la resistencia al complejo de enfermedades foliares, como las royas, en su orden de mayor a menor tolerancia, se clasificaron de la siguiente manera, T4 (AS-11-005), T5 (INIAP – Fortaleza), T1 (INIAP – 82), T3 (AS-17-002) y T2 (AS-17-001).
- Los rendimientos promedios más altos, se tuvieron en los tratamientos T4 (AS-11-005) con 4670.30 kg/ha, el T3 (AS-17-002) con 4447.90 y el T5 (INIAP - Fortaleza) con 4195.10, en relación a su respuesta para esta zona agroecológica.
- Los componentes agronómicos que redujeron el rendimiento de grano, fueron accesiones más tardías y mayor incidencia de las enfermedades de la panoja y foliares como el *Fusarium spp*, roya de la hoja, del tallo y la virosis. Los promedios más altos que incrementaron significativamente el rendimiento del grano, son el porcentaje de emergencia, número de panojas por m², número de granos por panoja, y el tamaño o longitud de la panoja.
- Finalmente, esta investigación, permitió validar y seleccionar a las accesiones de avena AS-11-005; y AS-17-002 como las más promisorias para mejorar la diversificación y sostenibilidad de los sistemas de producción locales, teniendo como testigo a las variedades INIAP – 82 e INIAP – Fortaleza.

5.2. Recomendaciones.

- Validar la respuesta agronómica de este germoplasma para la producción de forraje en otras zonas agroecológicas ganaderas de la provincia como son el Alto Guanujo, Salinas y Cochabamba. Para la producción de grano validar en las zonas agroecológicas de Santa Fe, La Asunción y la Magdalena.
- En zonas agroecológicas que disponen de riego como son Vinchoa, Santa Fe, San Vicente de las Tres Cruces, Llacán y San Lorenzo validar el cultivo de avena con doble propósito (Forraje y grano) en relevo después de cosechar el maíz en choclo y de esta manera proponer al mejoramiento de la productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción locales.
- En función de los resultados obtenidos, se sugiere al INIAP conjuntamente con la Universidad Estatal de Bolívar, liberar la línea promisoría de avena T4 (AS-11-005) y producir semilla de calidad de la variedad INIAP - Fortaleza y difundir a los productores.

BIBLIOGRAFÍA

- Aduviri Valero, L. I. (2015). *Comportamiento agronómico de tres variedades de avena (Avena sativa L.) con aplicación de materia orgánica, en la Estación Experimental de Choquenaira*. Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de <http://hdl.handle.net/123456789/5581>
- Agroscopio. (04 de Mayo de 2023). *AVENA INIAP 82*. Obtenido de Agroscopio.com: <https://agroscopio.com/producto/avena-iniap-82/>
- Aguilar Pacheco, M. (2020). *Generación de tecnología para incrementar la productividad del cultivo de avena (Avena sativa L.) de temporal en México*. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. Obtenido de <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/26361>
- Anaya, J. (2017). Cambios en el peso de grano afectados por la manipulación fuente-demanda en variedades de avena (avena sativa l.) Para valles altos. *Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/71040>
- Andrade, O. (27 de Julio de 2021). *Principales enfermedades de la avena en el sur de Chile y estrategias para su control*. Obtenido de Portal del campo: https://portaldelcampo.cl/Noticias/83571_Principales-enfermedades-de-la-avena-en-el-sur-de-Chile-y-estrategias-para-su-control.html
- Bastida Cañada, O. A. (5 de Marzo de 2021). *Estadísticas mundiales de producción de avena*. Obtenido de Blogagricultura.com: <https://blogagricultura.com/estadisticas-avena-produccion/>
- Caiza, A. (2022). *Evaluación del comportamiento agronómico de dos variedades de avena (Avena sativa L.) INIAP-Fortaleza 2020 e INIAP-82 bajo la aplicación de lactofermento (Suero de leche) en las condiciones ambientales del Campus Salache UTC 2021-2022*. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9438>
- Caldas, S. (2020). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y eficiencia agronómica del nitrógeno del cultivo de avena forrajera (Avena Sativa L.) en la localidad de Huacrachuco,2019. *Tesis de Pregrado, Repositorio Institucional UNHEVAL*. Obtenido de

<https://hdl.handle.net/20.500.13080/6180>

- Campuzano, L., Castro Rincón, E., Castillo Sierra, J., Torres Cuesta, D., Cuesta Muñoz, P., Portillo López, P., . . . Yepes Chamorro, D. (2018). Avena Forrajera Altoandina. *AGROSAVIA*. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35561/Ver_documento_35561.pdf?sequence=4
- Cereales. (2023). *Avena*. Obtenido de https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/avena.htm
- Claure, A. (2022). Evaluación de cinco ecotipos de Avena (*Avena Sativa*) para grano, en el marco de la normativa del registro de semillas – comunidad Huayanca, Mocomoco, La Paz. *Tesis de grado, Universidad Mayor De San Andrés*. Obtenido de: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/28278/T-3004.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Dietz, J. (2018). Características de sanidad, rendimiento y calidad en genotipos de avena en filiales avanzadas de un programa de mejoramiento. *Tesis de Maestría, Repositorio Institucional de la UNLP*. Obtenido de <https://doi.org/10.35537/10915/68021>
- EPA. (2022). *Control de roedores*. Recuperado el 16 de Mayo de 2023, de Epa.gov: <https://espanol.epa.gov/espanol/control-de-roedores#:~:text=Para%20prevenir%20roedores%20y%20evitar,evitar%20la%20entrada%20de%20roedores>.
- Espinoza, G. (2018). Análisis nutricional de galletas de avena (*Avena sativa*) fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga (*Beta vulgaris*). *Repositorio UNJFSC*. Obtenido de: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/2548>
- Ibarra, S. (2021). *Evaluación agronómica de tres variedades de avena forrajera (avena sativa) Cayuse, Dorada y Cajicá, para la producción de biomasa en el municipio de Pamplona, Norte de Santander*. Pamplona: Universidad de Pamplona – Facultad de ciencias Agrarias. Obtenido de <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/1962>

- Infoagro. (2023). *El cultivo de avena. Industria de los cereales y derivador*.
Obtenido de
<https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.htm#menuHeaderSectors>
- Infopastos y forrajes. (2020). *Ficha Técnica Avena Forrajera (Avena sativa)*.
Obtenido de <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo-de-clima-frio/avena-forrajera/>
- INIAP. (2021). *Actividades de Investigación en Cereales Año 2020. Boletín Técnico No. 181*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. doi:978-9942-22-543-6
- Izquierdo, I., & Carrasco, H. (2017). Caso: Avena Quaker. *Tesis de maestría, Universidad de Piura*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/3565>
- Jiménez, C., Coronel, J., Garófalo, J., Ponce, L., Cárdenas, L., Ochoa, M., . . . Muñoz, R. (2020). *Nueva variedad de avena de doble propósito para la Sierra Sur ecuatoriana INIAP - Fortaleza 2020*. Instituto Nacional De Investigaciones. Obtenido de
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5732>
- León, N., & Chóez, D. (2021). *Elaboración de premezcla libre de gluten para usos reposteros a base de quinua (Chenopodium quinua), avena (avena sativa) y amaranto (amaranthus)*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química. Obtenido de
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/54118>
- León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador: Siembra y producción de pasturas* (Primera ed.). Editorial Universitaria Abya-Yala. doi:978-9978-10-318-0
- López, A. H. (2016). *Respuesta del cultivo de avena forrajera a la aplicación de lixiviados de lombricomposta*. Cuautitlán Izcalli: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <http://132.248.9.195/ptd2016/abril/0743732/0743732.pdf>
- Luna, P. (2021). Barras energéticas a base de cereales. *Tesis de Ingeniero/a Agroindustrial*. Obtenido de
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15527>

- Mamani, J., & Cotacallapa, F. (2018). Rendimiento y calidad nutricional de avena forrajera en la región de Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(4), 385-400. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.415>
- Medina, G., Rumayor, A., Canañas, B., Luna, M., Ruiz, A., Gallegos, C., . . . Bravo, A. (2003). *POTENCIAL PRODUCTIVO DE ESPECIES AGRÍCOLAS EN EL ESTADO DE ZACATECAS*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). doi:968-800-557-6
- Merchancano, J., Castro, E., Hernández, F., Portillo, A., & Cadena, Á. (2022). *Cultivo y ensilaje de avena (Avena sativa L.) en el trópico alto del departamento de Nariño*. Mosquera, Colombia: AGROSAVIA. Obtenido de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/37107/Ver_Documento_37107.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Moposita, A. (2023). *Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias de avena bajo las condiciones agroecológicas de Querochaca*. Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/38295>
- Osca, J. (2013). *CULTIVOS HERBÁCEOS EXTENSIVOS: CEREALES*. Editorial Universitat Politècnica de València. doi:978-84-9048-011-3
- Paytan, L., Sáez, M., Cordero, A., Contreras Paco, J., Curasma, J., Tunque, M., & Rojas, Y. (2017). Efecto de aditivos químicos en la composición del ensilado de avena ("Avena sativa" L). *Revista complutense de ciencias veterinarias*, 11(1), 69-75. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6922186>
- Perea, E. (2021). Rendimiento de forraje de tres cultivares de cereales de grano pequeño en el Sureste de Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Ponce, L., Garófalo, J., & Noroña, P. (2022). *Actividades de Investigación en Cereales Año 2021 Boletín Técnico No. 189* (Primera ed.). Quito, Ecuador: INIAP. doi:978-9942-22-571-9
- Prescott, et al. (2015). Enfermedades y plagas del trigo. Una guía para su identificación en el campo. 5ta. edición. CIMMYT. México, D.F. México

- PROAIN. (9 de Septiembre de 2020). *Requerimientos nutrimentales del cultivo de avena*. Obtenido de Proain:
<https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/requerimientos-nutrimentales-del-cultivo-de-avena>
- Puma, F. (2022). *Producción de avena forrajera (Avena sativa L.) con fertilización nitrogenada en el Centro Experimental - Illpa*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/17662>
- SADR. (10 de Octubre de 2015). *Los diez mayores países productores de avena en 2019*. Obtenido de Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural:
<https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/la-avena-reina-de-los-cereales?tab=#:~:text=Uno%20de%20los%20cereales%20m%C3%A1s,como%20forraje%20para%20el%20ganado.>
- Tipe, A. (2017). Caracterización morfológica de variedades de avena (*Avena spp.*). Allpachaka 3529 msnm - Ayacucho. *Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*.
doi:<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3581>
- Tubon, A. (2022). Producción y calidad nutritiva de avena (*Arrenatherium elatius*) de corte e hidropónica bajo el efecto de dosis de siembra y tiempo de cosecha. *Tesis Ingeniería Agronómica, Repositorio Universidad Técnica de Ambato*. Obtenido de
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34647>
- Unda, J. (2022). Evaluación de líneas diferenciales para royas (*Puccinia graminis*) en avena (*Avena sativa L.*), trigo (*Triticum aestivum L.*) Y cebada (*Hordeum vulgare L.*) del INIAP, bajo las condiciones ambientales en el campus Salache UTC 2021-2022. *Tesis - Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Cotopaxi*. Obtenido de
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9620>
- Villalba, J. (2023). Evaluación de las líneas diferenciales de Avena Sativa L. frente a *Puccinia Graminis f. sp.* Y *Puccinia Coronata f. sp.* en el sector de Querochaca. *Tesis Agronomía, Universidad Técnica de Ambato*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/38237>

Villaseñor Mir, H. E., Espitia Rangel, E., Huerta Espino, J., Osorio Alcalá, L., Hortelano Santa Rosa, R., Martínez Cruz, E., & Rodríguez García, M. F. (2018). Ágata: nueva variedad de avena (*Avena sativa* L.) para la producción de grano en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(5), 1083-1088. Obtenido de <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i5.1512>

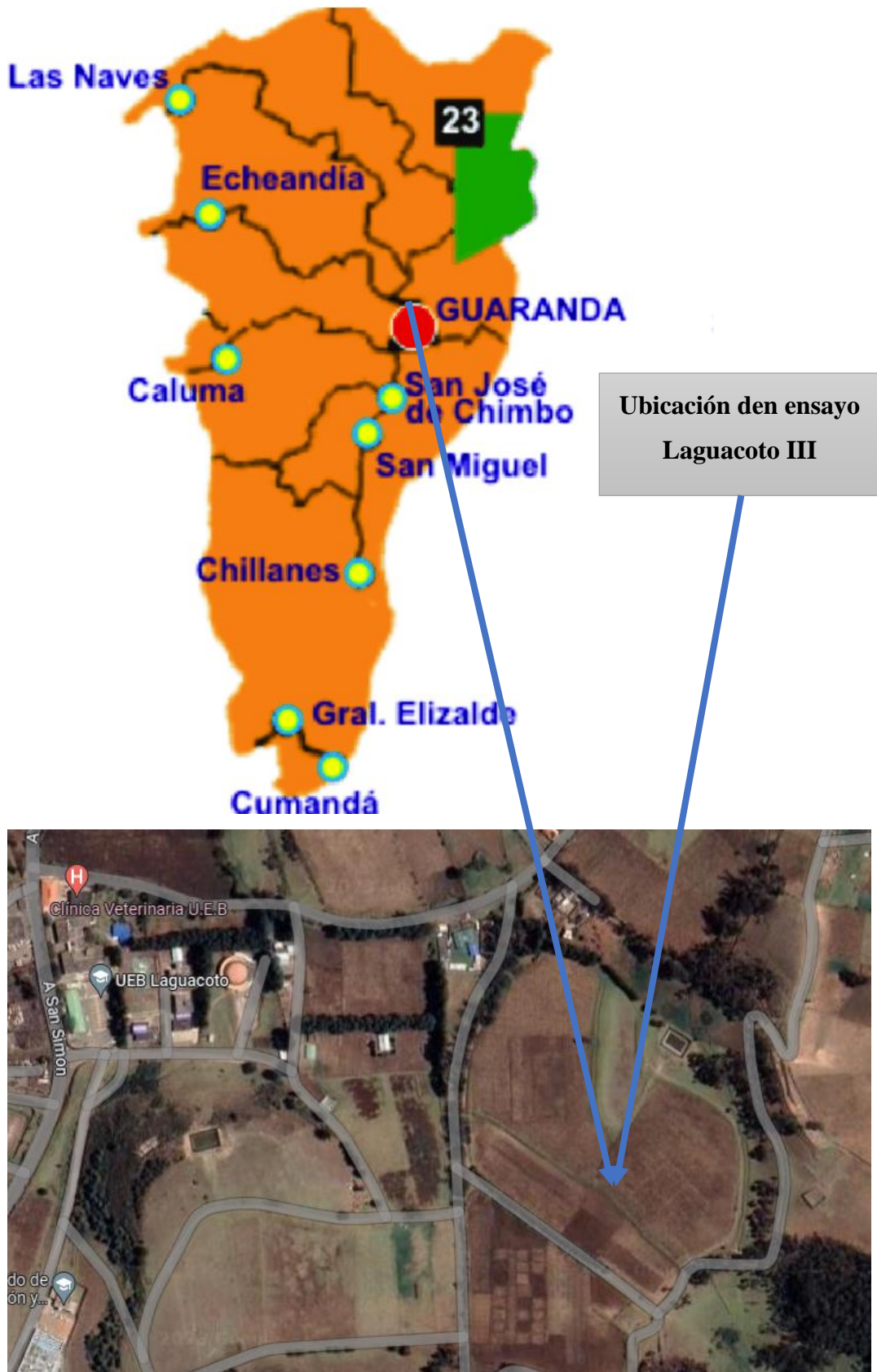
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5732>

https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=954

<https://plagas.itacyl.es/roya-negra-o-roya-del-tallo>

ANEXOS

Anexo N° 1. Mapa de ubicación de la investigación.



Anexo N° 2. Base de datos.

Codificación de variables morfológicas y agronómicas.

Código	Variable	Descripción
V1	REP	Repeticiones: 3
V2	TRAT	Tratamientos: Cinco accesiones de avena
V3	PE	Porcentaje de Emergencia (%)
V4	VP	Vigor de planta (Escala 1 a 3)
V5	HC	Hábito de Crecimiento (Escala 1 a 3)
V6	DP	Días al Panojamiento
V7	AP	Altura de Planta (cm)
V8	TPA	Tipo de Paja (Escala 1 a 3)
V9	NPMC	Número de Panojas por Metro Cuadrado
V10	TPJ	Tamaño de Panoja (cm)
V11	NGP	Número de Granos por Panoja
V12	IF	Incidencia de <i>Fusarium</i> (%)
V13	RH	Rendimiento de grano en kg/ha
V14	DC	Días a la Cosecha
V15	PMG	Peso de Mil Granos (g)
V16	PH	Peso Hectolítrico (kg/hl)
V17	TG	Tipo de Grano (Escala 1 a 3)
V18	RHO	Roya de la Hoja (%)
V19	RTA	Roya del Tallo (%)
V20	BYDV	Virus (Escala 1 a 9)
V21	PCP	Peso de Campo por parcela (kg)

V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11
REP	TRAT	PE	VP	HC	DP	AP	TPA	NPMC	TPJ	NGP
1	1	80	2	2	76	132.4	2	308	20.33	85
1	2	75	3	2	107	139.62	3	128	16.55	77
1	3	80	1	2	94	138.51	2	244	20.47	79
1	4	90	1	2	83	133.41	1	350	22.45	97
1	5	85	1	2	83	135.42	1	340	22.65	81
2	1	80	2	2	75	137.7	2	332	19.86	90
2	2	70	3	2	108	142.38	3	150	17.09	78
2	3	85	1	2	95	142.67	2	248	20.6	88
2	4	85	1	2	84	140.8	1	340	21.56	90
2	5	80	2	2	84	128.55	1	320	21.22	92
3	1	85	2	2	78	138.51	2	324	22.98	90
3	2	75	3	2	110	135.22	3	132	18.09	80
3	3	80	2	2	96	131.86	2	232	21.2	85
3	4	82	2	2	85	137.52	1	330	24.12	92
3	5	80	2	2	85	140.89	1	332	23.15	90

V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21
IF	RH	DC	PMG	PH	TG	RHO	RTA	BYDV	PCP
26	3656.48	146	36.75	44.27	2	24.25	15.3	2	1.33
42.4	1486.53	174	31.58	40.55	3	39.25	29	3	0.53
30.4	4408.77	152	38.5	44.68	2	22.75	19.5	3	1.62
22.22	5276.3	146	39.1	45.77	1	20.5	14	2	1.9
28.7	4526.51	148	40.2	45.16	1	19.25	12.5	3	1.63
20.5	4343.78	147	39.7	43.15	2	23.25	13	3	1.58
39.2	1654.81	175	34.3	41.35	3	41.5	27	4	0.59
28.3	4921.12	154	39.12	45.15	1	23.75	17.5	3	1.79
25.95	4693.13	147	40.25	46.24	1	20.25	13	3	1.69
23.1	3810.04	150	38.95	45.62	1	20.5	14.5	2	1.4
23.25	2999.16	148	33.8	45.23	3	22.25	17.5	3	1.08
45.6	1388.5	176	33.4	41.98	2	40.5	31	4	0.5
29.35	4013.88	155	36.35	43.95	2	23.25	22	3	1.46
18.5	4041.37	148	38.87	46.32	2	21.25	14	3	1.47
34.3	4248.81	152	38.15	44.52	2	20.75	13	3	1.53

Fuente: Datos de campo Lagucoto, 2023.

Anexo N° 3. Fotografías de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo.



Registro porcentaje de emergencia en el campo



Evaluación del vigor de la planta



Evaluación de *Fusarium spp.*



Registro días al panojamiento



Evaluación roya de la hoja



Evaluación roya del tallo



Medición altura de planta



Visita de campo del Tribunal de tesis



Cosecha: corte manual



Proceso de trilla y aventado



Medición longitud de la panoja



Conteo granos por panoja



Registro peso de campo por parcela



Porcentaje de humedad del grano



Registro peso hectolítrico



Peso del mil granos

Anexo N° 4. Glosario de términos técnicos.

Accesiones: En términos agrícolas se refiere a cada uno de los materiales en estudio ya sean líneas, variedades, híbridos que se van a evaluar dentro de un ensayo.

Amacollamiento: Etapa fisiológica o de desarrollo de un cultivo, en la que se obtienen de una misma cepa o planta varios tallos, donde con un adecuado manejo logran alcanzar la madurez fisiológica.

Biodiversidad: También denominada diversidad biológica, se refiere al número de distintas especies en un área dada.

Brote: Se llama brote al nacimiento de una planta o cuando ésta da nuevas hojas o flores.

Calidad morfológica: Conjunto de caracteres tanto de naturaleza cualitativa como cuantitativa sobre la forma y estructura de la planta o alguna de sus partes.

Caracterización: Caracterizar es establecer todos los caracteres de un género o especie. La caracterización vegetal tiene diferentes finalidades: Identificación o determinación, sistemática, análisis de la diversidad genética, gestión de bancos de germoplasma, etc.

Coleóptilo: Es la estructura que emerge inicialmente desde la semilla hacia arriba, se aproxima a la superficie del suelo a través de la elongación del mesocotilo.

Coleorriza: Es una vaina cerrada del embrión de las gramíneas, en cuyo interior se encuentra la radícula.

Descriptor: Es una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión.

Diversidad Genética: Se refiere a la variación hereditaria dentro y entre poblaciones de una determinada especie.

Ecotipos: Es una subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, un ambiente particular o un ecosistema definido, con unos límites de tolerancia a los factores ambientales.

Encamado: Proceso por el que los tallos de las plantas son desplazados de una manera permanente de su posición vertical.

Fenotipo. - Complejo total de caracteres de los organismos anatómicos, fisiológicos y bioquímicos.

Fenología. – La fenología de plantas involucra la observación, registro e interpretación de eventos tales como la producción de hojas, flores y frutos; y el estudio de los factores bióticos y abióticos que los ocasionan o los afectan.

Forraje: Se denomina así a las hierbas, pastos verdes o secos y, por extensión, diversas plantas u órganos vegetales que se emplean para alimentar los animales domésticos, especialmente, el ganado.

Genotipo: Es el código genético del vegetal está ligado a la genética y a los rasgos heredados. Complejo total de información genética propia de un individuo. (Complejo de genes, constitución hereditaria).

Germoplasma. - Es la recopilación de variedades, accesiones, líneas, híbridos, etc., de una determinada especie que contienen características genotípicas y fenotípicas propias que se han modificado por algún factor externo natural o artificial

Glumas: Cubierta vegetal de las plantas gramíneas, que se compone de dos valvas de manera de escama, insertas debajo del ovario.

Híbrido. - En la cría y en la agricultura, los híbridos son plantas o animales producidos por un cruzamiento de dos variedades o especies genéticamente diferentes. Las plantas híbridas se crean cuando el polen de un tipo de planta se emplea para polinizar una variedad completamente diferente, resultando en una planta totalmente nueva. A menudo los híbridos no son fértiles y por lo tanto no pueden reproducirse.

Hibridación: La acción de fecundar dos individuos de distinta constitución genética, es decir, cruzar dos variedades o especies diferentes para conseguir reproducir en la descendencia, alguno de los caracteres parentales.

Inflorescencia: Es la distribución de las flores en la extremidad de un tallo o en las ramas. Disposición que toman y el orden en que aparecen y se desarrollan las flores en una planta cuyos brotes florales se ramifican.

Línea. - Es un individuo, o al grupo de individuos que descienden del germoplasma por autofecundación, es homocigótico y que mantiene constantes sus caracteres

Macolla: Conjunto de hijuelos que crecen sin perforar las vainas de la planta madre, dando lugar a una mata densa.

Meristema: Los meristemas son grupos de células indiferenciadas responsables del crecimiento permanente de las plantas debido a que tienen una alta capacidad de división celular y posteriormente pueden diferenciarse en una gran variedad de tipos celulares.

Paja: Tallos y hojas secas de las plantas de algunas gramíneas y leguminosas, después de quitarles el grano.

Panoja: Es la inflorescencia apical. Está formada de un eje principal y de ramificaciones laterales, en la cual cada una de las partes, en términos botánicos, está formada de espiguillas. Estructura de la inflorescencia en donde se produce el grano. Puede presentarse de forma ramificada o compacta y su longitud y diámetro depende de la variedad o eco tipo

Pastoreo: Se refiere a trasladar al ganado a un terreno en el que pueda alimentarse con pasto y plantas.

Panícula: Inflorescencia muy ramificada consistente en un racimo de racimos.

Pedigrí.- Es un documento que analiza las relaciones genealógicas de un ser vivo en el contexto de determinar cómo una cierta característica o fenotipo se hereda y manifiesta de una generación a otra.

Perianto. - Conjunto de las hojas florales que forman la envoltura de la flor.

Pericarpio. - Parte exterior del fruto de las plantas que envuelve a las semillas.

Perigonio. - Perianto formado por sépalos y pétalos indistinguibles entre sí.

Pistilo: Órgano femenino vegetal, que ordinariamente ocupa el centro de la flor y consta de uno o más carpelos. En su base se encuentra el ovario y en su ápice el estigma, frecuentemente sostenido por un estilo.

Peso Hectolítrico. - Es el peso de un volumen de 100 litros de un determinado grano. Indicador de la calidad comercial, alto peso hectolítrico se asocia con alta calidad industrial de grano.

Plúmula: Es la yema localizada en el lado opuesto a la radícula.

Ramificación. - Es el proceso y el resultado de ramificar. Este término se refiere a una cuestión concreta, cuando surgen y crecen ramas de una planta o de un árbol.

Semilla. - Grano contenido en el interior del fruto de una planta y que, puesto en las condiciones adecuadas, germina y da origen a una nueva planta de la misma especie con las mismas características de sus progenitores.

Variedad. - Es una población con caracteres que la hacen reconocible a pesar de que hibrida libremente con otras poblaciones de la misma especie

Yema: Embrionario de los vegetales constituido por hojas o por esbozos foliares a modo de botón escamoso del que se desarrollarán ramas, hojas y flores.

Zona Agroecológica. - Un área geográfica con características agro-socio-económicas similares para la cual es válida una misma recomendación o alternativa tecnológica.