

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA



TEMA:

“SEGUNDO CICLO DE EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE AVENA (*Avena sativa* L.) BAJO LAS CONDICIONES DE CHALTURA-IMBABURA”.

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

AUTORA:

Neiba Elicenia Beltrán Ibujés

DIRECTOR:

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

Ibarra, 2024

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

**“SEGUNDO CICLO DE EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO
AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE AVENA (*Avena sativa* L.) BAJO
LAS CONDICIONES DE CHALTURA-IMBABURA”.**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Miguel Gómez, MSc.

DIRECTOR



FIRMA

Ing. Fernando Basantes, MSc.

ASESOR



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En el cumplimiento del Art. 144 de la ley de Educación Superior, hago la entrega del del presente documento a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el repositorio Digital institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	1004606180
Apellidos y nombres:	Beltrán Ibijés Neiba Elicenia
Dirección:	Ibarra
Email:	nebeltrani@utn.edu.ec
Teléfono móvil:	0962188142

DATOS DE LA OBRA	
Título:	SEGUNDO CICLO DE EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE AVENA (<i>Avena sativa</i> L.) BAJO LAS CONDICIONES DE CHALTURA-IMBABURA.
Autor:	Beltrán Ibijés Neiba Elicenia
Fecha:	26/07/2024
Programa	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
Título por el que opta	Ingeniera Agropecuaria
Director	Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de julio del 2024

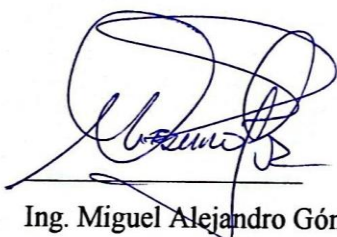
LA AUTORA:

.....
Neiba Elicenia Beltrán Ibijés

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Neiba Elicenia Beltrán Ibujés, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 26 días del mes de julio de 2024.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Miguel', written over a horizontal line.

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 26 días del mes de julio del 2024.

Neiba Elicenia Beltrán Ibujés: “Segundo ciclo de evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de avena (*Avena sativa* L.) bajo las condiciones de Chaltura-Imbabura”.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 26 días del mes de julio de las 2024 66 páginas.

DIRECTOR: Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.


El objetivo principal de la presente investigación fue: “Evaluar el segundo ciclo del comportamiento agronómico de líneas promisorias de avena (*Avena sativa* L.) bajo las condiciones de Chaltura-Imbabura”.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Comparar el rendimiento de tres líneas promisorias avena con respecto a dos variedades mejoradas de avena en condiciones de Chaltura- Imbabura.
- Determinar la severidad de enfermedades de los materiales en estudio.
- Analizar los parámetros de calidad de grano de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena.


.....
Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

Director de Trabajo de Grado


.....
Neiba Elicenia Beltrán Ibujés

Autora

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Universidad Técnica del Norte por brindarme sus conocimientos que me ayudaron a formarme como profesional.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), por contribuir de manera financiera y técnica en mi investigación.

A mis amigos y compañeros que conocí a lo largo de la trayectoria universitaria, gracias por su amistad y apoyo incondicional.

Neiba Beltrán

DEDICATORIA

A mis padres Luis Beltrán y Rosa Ibujés por su apoyo incondicional, consejos y confianza hacia mí, me llena de mucha satisfacción culminar una meta más en mi vida y que ustedes hayan estado presentes en esta trayectoria que no fue fácil pero tampoco imposible.

A mi hermana Darla Beltrán quien siempre ha sido mi amiga y compañera hemos compartido momentos de felicidad y tristeza, pero siempre apoyándonos mutuamente cumpliendo cada meta que nos planteamos.

A mi abuela Rosa Coral por brindarme su amor y sus cuidados, por los gratos momentos que compartimos hasta su fallecimiento. Ahora son recuerdos que siempre llevo conmigo, gracias por dejar huellas hermosas en mi vida.

Neiba Beltrán

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE ANEXOS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT.....	XIII
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema de investigación	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.5 Hipótesis	4
1.5.1 <i>Hipótesis nula(Ho)</i>	4
1.5.2 <i>Hipótesis alternativa(Ha)</i>	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Origen y generalidades del cultivo	5
2.2. Rendimiento del cultivo de avena.....	5
2.3. Taxonomía	6
2.4. Evaluación de cereales	6
2.5. Características morfológicas	8
2.6. Enfermedades.....	8
2.6.1 <i>Roya (Puccinia graminis f. sp.avenae)</i>	9
2.6.2 <i>Carbón (Ustilago avenae spp.)</i>	9
2.6.3 <i>Roya (Puccinia coronata f. sp.avenae)</i>	10
2.6.4 <i>Virus del enanismo amarillo de la cebada (Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV)</i> .	10
2.7. Estados fenológicos	10
2.8. Requerimientos edafoclimáticos	11

2.9. Variedades Mejoradas.....	12
2.10. Marco Legal	12
CAPÍTULO III.....	14
MARCO METODOLÓGICO.....	14
3.1. Descripción del área de estudio	14
3.1.1 <i>Características edafoclimaticas</i>	14
3.2 Materiales.....	15
3.3 Métodos.....	15
3.3.1 <i>Factores en estudio</i>	15
3.3.2 <i>Tratamientos</i>	15
3.3.3 <i>Diseño experimental</i>	16
3.3.4 <i>Características del experimento</i>	16
3.3.5 <i>Características de la unidad experimental</i>	17
3.3.5 <i>Análisis estadístico</i>	17
3.3.6 <i>Variables a evaluarse</i>	18
3.4 Manejo del experimento	24
3.4.1 <i>Selección del lote</i>	24
3.4.2 <i>Análisis de suelo</i>	24
3.4.3 <i>Preparación del suelo</i>	24
3.4.4 <i>Desinfección de semilla</i>	25
3.4.5 <i>Siembra</i>	25
3.4.6 <i>Fertilización</i>	25
3.4.7 <i>Control de malezas</i>	26
3.4.8 <i>Control fitosanitario</i>	26
3.4.9 <i>Cosecha</i>	26
3.4.10 <i>Trilla</i>	26
3.4.11 <i>Beneficio semilla</i>	26
CAPÍTULO IV.....	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. Porcentaje de emergencia	27
4.2. Días al panojamiento.....	28
4.3. Tipo de paja.....	29
4.4. Altura de planta (cm)	30

4.5. Número de panoja por metro cuadrado.....	31
4.6. Tamaño de panoja (cm)	32
4.7. Número de granos por panoja	33
4.8. Rendimiento.....	35
4.9 Severidad de enfermedades.....	36
4.9.1 Severidad de (<i>Puccinia coronata</i> f.sp. <i>avenae</i>)	36
4.9.2 Severidad de (<i>Puccinia graminis</i> f.sp. <i>avenae</i>)	38
4.9.3 BYDV(<i>Virus del enanismo en Avena</i>)	38
4.10. Peso de mil granos	40
4.11. Peso hectolítrico.....	41
4.12. Tipo de grano	42
CAPÍTULO V	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
5.1 Conclusiones	44
5.2 Recomendaciones	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la avena.	6
Tabla 2 Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo hasta la madurez de la cosecha.....	7
Tabla 3 Características morfológicas de la avena.	8
Tabla 4 Etapas de desarrollo de la avena desde emergencia hasta madurez fisiológica.	11
Tabla 5 Materiales, equipos, insumos, herramientas y maquinaria utilizados en la investigación.	15
Tabla 6 Tratamientos de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena.	16
Tabla 7 Características de la unidad experimental.	17
Tabla 8 Análisis de varianza del experimento.	17
Tabla 9 Escala de evaluación de emergencia en cereales.....	18
Tabla 10 Escala para determinar el tipo de reacción en royas.....	19
Tabla 11 Escala para determinar el grado de daño por virosis.	20
Tabla 12 Escala de evaluación de tipo de paja en cereales.	21
Tabla 13 Escala de evaluación para tipo de grano en avena.	24
Tabla 14 Cantidad de fertilizante utilizado en el cultivo de avena cultivada en Chaltura-Imbabura.....	25

Tabla 15 <i>Análisis de varianza para la variable emergencia de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.</i>	27
Tabla 16 <i>Variable porcentaje de emergencia de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.</i>	27
Tabla 17 <i>Variable días al panojamiento de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.</i>	28
Tabla 18 <i>Variable tipo de paja de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.</i>	29
Tabla 19 <i>Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.</i>	30
Tabla 20 <i>Análisis de varianza para la variable panoja por metro cuadrado en líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.</i>	31
Tabla 21 <i>Análisis de varianza para la variable tamaño de panoja en cm de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.</i>	32
Tabla 22 <i>Análisis de varianza para la variable número de granos por panoja de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.</i>	34
Tabla 23 <i>Análisis de varianza para la variable rendimiento de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.</i>	35
Tabla 24 <i>Análisis de varianza de la variable severidad de (<i>Puccinia coronata</i> f.sp. <i>avenae</i>).</i>	37
Tabla 25 <i>Severidad de (<i>Puccinia graminis</i> f.sp.<i>avenae</i>) de las líneas promisorias y variedades de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.</i>	38
Tabla 26 <i>Escala de BYDV de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.</i>	39
Tabla 27 <i>Análisis de varianza para la variable peso de mil granos de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.</i>	40
Tabla 28 <i>Análisis de varianza para la variable peso hectolítrico.</i>	41
Tabla 29 <i>Análisis de datos cualitativos de la variable tipo de grano de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.</i>	42
Tabla 30 <i>Tabla de contingencia de la variable tipo de grano de líneas promisorias y variedades de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.</i>	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Cultivo de avena enferma con (<i>Puccinia graminis</i> f. sp. <i>avenae</i>).</i>	9
Figura 2 <i>Carbón (<i>Ustilago avenae</i>) en el cultivo de avena.</i>	9
Figura 3 <i>Presencia de (<i>Puccinia coronata</i> f.sp. <i>avenae</i>) en cultivo de avena.</i>	10
Figura 4 <i>Síntomas del virus del enanismo en plantas de cebada (<i>Barley Yellow Dwarf Virus</i>, BYDV).</i>	10
Figura 5 <i>Mapa de la ubicación de La Granja Experimental la Pradera.</i>	14
Figura 6 <i>Distribución del diseño experimental con Bloques Complet al Azar (DBCA).</i>	16
Figura 7 <i>Z 10 escala de Zadoks: dos o tres hojas desarrolladas.</i>	18
Figura 8 <i>Escala Modificada de Cobb, para severidad en royas.</i>	19

Figura 9 Severidad (%) de roya de tallo.....	20
Figura 10 Medición de la panoja con regla.....	22
Figura 11 Conteo de mil granos de avena.	23
Figura 12 Peso en kilogramos usando una balanza de peso específico.	23
Figura 13 Siembra de variedades mejoradas y líneas promisorias de avena en Chaltura, Imbabura.	25
Figura 14 Trilla de forma mecánica de los materiales en estudio.....	26
Figura 15 Altura de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.	30
Figura 16 Variable panoja por metro cuadrado de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.	32
Figura 17 Variable tamaño de panoja de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.....	33
Figura 18 Variable número de granos por panoja de las líneas promisorias y variedades de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.....	34
Figura 19 Rendimiento tonelada por hectárea de las líneas promisorias y variables mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.	36
Figura 20 Severidad de (<i>Puccinia coronata f.sp. avenae</i>) de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.	37
Figura 21 Peso de mil granos de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.	40
Figura 22 Peso hectolítrico de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Preparación de la zona de estudio.....	49
Anexo 2 Siembra de los materiales en estudio.....	49
Anexo 3 Riego.	49
Anexo 4 Germinación.....	50
Anexo 5 Etiquetado de cada unidad experimental.....	50
Anexo 6 Monitoreo de enfermedades.....	50
Anexo 7 Roya en hoja.....	50
Anexo 8 Roya en tallo.	51
Anexo 9 Etapa de panojamiento.	51
Anexo 10 Cosecha.	51
Anexo 11 Limpieza de grano.....	51
Anexo 12 Análisis de suelo del área de estudio.....	52

**“SEGUNDO CICLO DE EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO
AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE AVENA (*Avena sativa* L.) BAJO
LAS CONDICIONES DE CHALTURA-IMBABURA”**

Neiba Elicenia Beltrán Ibujés

Universidad Técnica del Norte

Correo: nebeltrani@utn.edu.ec

RESUMEN

En Ecuador el cultivo de avena registra rendimiento bajo con promedio de 0.74 t ha⁻¹ debido a enfermedades como roya de tallo y hoja que pueden llevar hasta el 60% de la pérdida del cultivo. Al no satisfacer la se ve en la necesidad de importa avena de otros países. Por lo cual, la presente investigación que se realizó en La Granja Experimental la Pradera con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de 3 líneas promisorias de avena y dos variedades mejoradas (INIAP-82 y INIAP-FORTALEZA 2020) bajo las condicione de Chaltura-Imbabura que permita identificar la mejor línea promisorias de avena que presente las mejores características agronómicas, tolerancia a enfermedades, y calidad de grano. Se manejó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), obteniendo cinco tratamientos con tres repeticiones, en total 15 unidades experimentales donde se evaluó 12 variables. Los resultados muestran que la línea promisorias AS-11-005 alcanza 144.33 cm siendo la de mayor altura y un rendimiento de 5.51 t ha⁻¹ similar al de variedad INIAP-FORTALEZA 2020 que registra 5.81 t ha⁻¹ y características de grano excelente. En cuanto a severidad de enfermedades la línea promisorias AS-11-005 alcanza el 5% en roya de hoja, mientras que la línea AS-17-001 exhibe un promedio de 66.67% siendo menos tolerante. Es necesario que se sigan realizando ensayos a nivel regional con el fin de identificar las posibles variedades que se adapten de manera óptima y presenten cualidades beneficiosas para los agricultores.

Palabras clave: Avena, peso hectolítrico, rendimiento, roya y severidad.

**“SECOND CYCLE OF EVALUATION OF THE AGRONOMIC BEHAVIOR OF
PROMISING OAT LINES (*Avena sativa* L.) UNDER THE CONDITIONS OF
CHALTURA-IMBABURA”**

ABSTRACT

In Ecuador, the oat crop registers low yield with an average of 0.74 t ha^{-1} due to diseases such as stem and leaf rust that can lead to up to 60% of the crop loss. By not satisfying the need to import oats from other countries. Therefore, the present research was carried out at Granja Experimental La Pradera with the objective of evaluating the agronomic behavior of 3 promising oat lines and two improved varieties (INIAP-82 and INIAP-FORTALEZA 2020) under the conditions of Chaltura- Imbabura to identify the best promising oat line that presents the best agronomic characteristics, disease tolerance, and grain quality. A complete randomized block design (DBCA) was used, obtaining five treatments with three repetitions, a total of 15 experimental units where 12 variables were evaluated. The results show that the promising line AS-11-005 reaches 144.33 cm, being the tallest and a yield of 5.51 t ha^{-1} similar to the INIAP-FORTALEZA 2020 variety, which registers 5.81 t ha^{-1} and excellent grain characteristics. In terms of disease severity, the promising line AS-11-005 reaches 5% in leaf rust, while the AS-17-001 line exhibits an average of 66.67%, being less tolerant. It is necessary to continue carrying out trials at the regional level in order to identify possible varieties that adapt optimally and present beneficial qualities for farmers.

Keywords: Oats, test weight, yield, rust and severity

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La avena (*Avena sativa* L.) es un cereal perteneciente a la familia Poaceae, originario de Asia Menor y domesticado hace aproximadamente 3 000 años. En tiempos antiguos, era considerado como una maleza que crecía junto a los cultivos de cebada y trigo. Las primeras evidencias arqueológicas de la avena, en forma de semillas, fueron halladas en Egipto (Benito, 2000).

De acuerdo con las estadísticas más recientes de La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2021), la avena se sitúa como el sexto cereal más cosechado a nivel global, alcanzando un total de 22 571 618 toneladas. Además, es ampliamente empleada en la alimentación de seres humanos también lo consumen los animales como forraje.

En Ecuador, el área cultivada de avena posee una extensión de 1 177 hectáreas en la Sierra ecuatoriana, con un rendimiento promedio de 0.74 toneladas por hectárea, la producción anual de este cereal en grano es 885 toneladas, siendo la cifra más baja registrada en América del Sur. La producción se ve afectada por enfermedades como las royas de hoja y tallo las principales limitantes en el cultivo, llegando a reducir la producción hasta un 50 al 60% en materiales susceptibles (Ponce et al., 2021).

Por esta razón, el programa de Cereales del INIAP en el campus de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) ha llevado a cabo investigaciones desde la década de los 60 en el ámbito del mejoramiento genético. Entre los métodos principales empleados para generar germoplasma mejorado se encuentran los cruzamientos y/o hibridaciones, retrocruzamientos, introducciones y mutaciones inducidas. Estos métodos, combinados con las técnicas de selección de pedigree, masal, combinada y descendencia de una sola semilla, han posibilitado la creación y liberación de seis variedades de avena (Ponce et al., 2019).

En 1982 se liberó la variedad de avena INIAP -82 de doble propósito (grano y forraje). En el año 2020, en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC), se llevó a cabo la primera evaluación que incluyó cinco líneas de avena (AS-11-006, AS-11-005, AS-17-002, INIAP-82 y AS-17-001) donde la variedad INIAP- 82 se utilizó como testigo. El objetivo era seleccionar

germoplasma mejorado de avena con alto rendimiento en grano y follaje, así como calidad industrial para el ciclo 2020. Los resultados del ensayo mostraron un rendimiento promedio de 3.3 toneladas por hectárea y un peso hectolítrico de 48.33 kg hl⁻¹. Las líneas destacadas en cuanto al rendimiento fueron AS-11-006 (INIAP-FORTALEZA 2020) y AS-11-005, que superaron el promedio general del ensayo con 4.5 toneladas por hectárea y un peso hectolítrico de 49.3 kg hl⁻¹ (Ponce et al., 2019).

En el año 2021, se repitió el experimento en cuatro ubicaciones diferentes, donde se notó que las líneas AS-11-005 y AS-17-002 presentaron un rendimiento elevado (3.7 y 4 t ha⁻¹), un peso hectolítrico consistente (42.8 y 43.6 kg hl⁻¹) de igual manera presentaron resistencia a enfermedades como roya de tallo y hoja, de acuerdo con la evaluación realizada en 2020-2021. Estos resultados indican que el entorno tiene un impacto significativo en el comportamiento agronómico de las líneas promisorias (Ponce et al., 2020).

Para el año 2022 se evaluó el potencial productivo de las 5 accesiones de avena obteniendo como resultado que las líneas promisorias como: AS-11-005 y AS-17-002, presentaron mejor rendimiento en comparación con las demás líneas promisorias con diferencia de (1.99 – 2.35 kg por parcela) al igual que resistencia a enfermedades como la roya (Ponce et al., 2021).

1.2 Problema de investigación

El cultivo de cereales en Ecuador se concentra en las zonas altas de la región interandina, situadas a más de 2 000 metros sobre el nivel del mar. Estas áreas se caracterizan por suelos erosionados con problemas de baja fertilidad y acidez, lo que afecta directamente los rendimientos de los cultivos (Rivadeneira, 2005).

Los agricultores que se dedican al cultivo de avena enfrentan un desafío significativo debido al bajo rendimiento y la presencia frecuente de enfermedades, como la roya de tallo (*Puccinia graminis* f.sp. *avenae*) y hoja (*Puccinia coronata* f.sp. *avenae*), causada por hongos patógenos, ha demostrado ser una amenaza constante para los cultivos de avena en diversas regiones del país llegando a reducir la producción hasta un 50 al 60% en materiales susceptibles debido a que debilita las planta y reduce la capacidad fotosintética (Ponce et al., 2020).

Además, el bajo rendimiento de la avena en Ecuador se debe a enfermedades y a la dependencia de variedades de avena susceptibles a la roya como lo es INIAP-82 que ya tiene de vigencia 42 años agrava la situación, ya que esta variedad es más propensa a la infección. La falta de acceso a semillas resistentes y prácticas agrícolas no adecuadas contribuye a la propagación de la

enfermedad y limita la capacidad de los agricultores para mejorar su producción (Ponce et al., 2021).

Ponce et al., (2020), destaca que la baja calidad del grano de avena en el país ha sido identificada como un impedimento clave para el desarrollo sostenible del sector agrícola. Por otro lado, seguimos siendo un país importador de este cereal debido a no satisfacer la demanda por la falta de variedades mejoradas y la presencia de condiciones ambientales no óptimas han contribuido a esta problemática. Para abordar esto, se requiere realizar investigación y desarrollo de variedades resistentes, la promoción de prácticas agrícolas adecuadas, la capacitación de agricultores que ayudara a mejorar la producción de avena en la región.

1.3 Justificación

La pandemia de COVID-19 tuvo un impacto positivo en el mercado de la avena. Al incluir la avena como dieta diaria para desayunos más saludables, tuvo un aumento en su demanda desde marzo de 2020. El estilo de vida variante de los consumidores, incluyó la decisión de optar por comidas ligeras y saludables. El aporte de proteína es de 11.7% además, el alto contenido nutritivo de la avena es el principal impulsor del mercado al no contener gluten, de ahí que sea un cereal aceptado por la mayoría de las personas con celiaquía en sus dietas diarias (Mordor, 2020).

Según Ausemus (1943), la mayor dificultad para un Programa de Mejoramiento es mantener la resistencia a enfermedades a través del tiempo, en los diferentes Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias ambientes en que se cultiva este cereal, ya que las variedades resistentes en una localidad y año a menudo serán susceptibles en otro debido al cambio de condiciones climáticas. En tal virtud se habla de que la vida útil efectiva de una variedad resistente recién lanzada es de cinco años, pudiendo ser menor, dependiendo de la variedad, las condiciones agroecológicas y el patógeno.

La mejora genética vegetal es un pilar fundamental en la generación y desarrollo de germoplasma de avena con características deseables e incrementar la productividad de este cultivo. Para ello se realizó la evaluación agronómica que permite identificar y seleccionar aquellas líneas promisorias de avena que presenten mayor productividad, resistencia a enfermedades, adaptabilidad a diferentes ambientes y calidad del grano. Durante el año 2020 se liberó la nueva variedad INIAP-Fortaleza 2020 doble propósito (forraje y grano) presenta características deseables de productividad, calidad, resistencia a enfermedades y se adapta a las altitudes comprendidas entre los 2200 a 3400 msnm (Ponce et al., 2020). Por otro lado, esto

contribuye con la soberanía alimentaria, que implica la capacidad de un país para producir sus propios alimentos de igual manera mejorar la economía local.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de avena (*Avena sativa* L.) bajo las condiciones de Chaltura-Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Comparar el rendimiento de tres líneas promisorias de avena con respecto a dos variedades mejoradas en condiciones de Chaltura- Imbabura.
- Determinar la severidad de enfermedades de los materiales en estudio.
- Analizar los parámetros de calidad de grano de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis nula(H_0)

Las tres líneas promisorias de avena no presentan diferencias significativas en el comportamiento agronómico con respecto a las dos variedades mejoradas.

1.5.2 Hipótesis alternativa(H_a)

Al menos una de las tres líneas promisorias de avena presenta diferencias significativas en el comportamiento agronómico con respecto a las dos variedades mejoradas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Origen y generalidades del cultivo

La avena tiene sus raíces en Asia Central, aunque la historia de su cultivo es relativamente desconocida, hay indicios que sugieren que este cereal no alcanzó la misma importancia que el trigo o la cebada en épocas tan tempranas. Antes de convertirse en un cultivo, la avena era considerada una mala hierba que crecía junto a estos cereales. Los primeros cinco restos arqueológicos identificados fueron hallados en Egipto, pero se cree que eran semillas de malas hierbas, ya que no hay pruebas de que los antiguos egipcios cultivaran avena. Los rastros más antiguos de cultivos de avena se registran en Europa Central, datando de la Edad del Bronce (García, 2007).

Además, esta gramínea se adapta perfectamente a zonas de clima templado-frío, es cultivada a terrenos muy diversos, desde suelos pobres a suelos profundos, de textura fuerte o compactos, arcillo-arenosos este suelo tiene capacidad de retención de humedad. Además, es un cultivo multipropósito utilizado en grano, forraje para animales y como rotación con otros cultivos (Vizuet y Ortega, 2015).

2.2. Rendimiento del cultivo de avena

La producción mundial de este cultivo desde los años 2015 a 2022 es de 26.38 millones de toneladas de este cereal (Orús, 2024). Según la Base de datos estadísticos de la Organización FAO (2015) los principales productores de avena son: Rusia (4.5 millones t), Canadá (3.8 millones t), Australia (1.4 millones t), Polonia (1.3 millones t), España (1.07 millones t), Finlandia (1.03 millones t), Brasil (890 mil t), Estados Unidos (864 mil t) y Suecia (664 mil t).

En Ecuador la avena es cultivada principalmente en las provincias de Azuay, Cotopaxi, Chimborazo, Loja, el Oro y Tungurahua. En la Sierra ecuatoriana la superficie cultivada es de 1 177 ha con un rendimiento de 0.74 t ha⁻¹ (INIAP, 2020). Según el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias INIFAP (2008), el rendimiento promedio del cultivo de avena es de 2.4 t ha⁻¹ se toma en cuenta los factores de suelo, disponibilidad de agua, fertilizante y temporadas de siembra. Este cultivo puede alcanzar su mayor nivel productivo a los 120 días y conseguir mayor tamaño de grano, sin embargo, se puede cosechar a los 86 días si se requiere obtener solo presencia de grano.

2.3. Taxonomía

Lineo fue el primero en realizar una descripción detallada de la avena. Por otro lado, la clasificación de la avena se lleva a cabo mediante distinciones clave, como el tipo de panícula, el color del lema cuando está maduro (grano), la época de madurez, el hábito de crecimiento juvenil temprano y la altura de la planta (Domingo et al., 1998).

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la avena.

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

Fuente: INTA, (2017).

2.4. Evaluación de cereales

La escala Zadoks constituye un método de evaluación que abarca todos los parámetros necesarios para la selección de germoplasma con las características deseadas. Este enfoque resulta fundamental para aquellos que se dedican al trabajo con cereales menores. La duración del ciclo de cultivo puede variar según las condiciones climáticas, la región de producción y la altitud. Por esta razón, es crucial familiarizarse con las diversas etapas de desarrollo del cultivo. En las evaluaciones, se recomienda no tener en cuenta simplemente los días transcurridos desde la siembra, sino más bien basarse en las fases de desarrollo del cultivo (Ponce et al., 2019).

A continuación, se presenta la escala desarrollada por Zadoks y colaboradores (1974), que ofrece una descripción detallada de las etapas más significativas en el desarrollo de cultivos de cereales.

Tabla 2*Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo hasta la madurez de la cosecha.*

Días	Etapas fenológicas
0	Germinación
07	Emergencia del coleóptilo
09	Hoja en el extremo del coleóptilo
10	Crecimiento de la planta
11	Primera hoja desarrollada
12	Dos hojas desarrolladas
13	Tres hojas desarrolladas
14	Cuatro hojas desarrolladas
20	Macollaje
21	Un tallo principal y un macollo
23	Un tallo principal y tres macollos
25	Un tallo principal y cinco macollos
27	Un tallo principal y siete macollos
30	Elongación del tallo
31	Primer nudo detectable
32	Segundo nudo detectable
33	Tercer nudo detectable
37	Hoja bandera visible
39	Lígula de hoja bandera visible
40	Preemergencia floral
41	Vaina de la hoja bandera extendida
45	Inflorescencia en mitad de la vaina de la hoja bandera
47	Vaina de la hoja bandera abierta
49	Primeras aristas visibles
50	Emergencia de la inflorescencia
51	Primeras espiguillas de la inflorescencia visibles
55	Mitad de la inflorescencia emergida
59	Emergencia completa inflorescencia
60	Antesis
61	Comienzo de antesis
65	Mitad de antesis
69	Antesis completa
70	Grano lechoso
75	Medio grano lechoso
77	Grano lechoso avanzado
80	Grano pastoso
83	Comienzo de grano pastoso
87	Pastoso duro
90	Madurez
91	Cariopse duro (difícil de dividir)
92	Cariopse duro (no se marca con la uña)

Fuente: Ponce et al., (2019).

2.5. Características morfológicas

La morfología en las plantas se refiere al conjunto de características cualitativas y cuantitativas con la forma y estructura de las plantas. A continuación, en la Tabla 3 se muestran las características morfológicas de la avena es una especie monocotiledónea anual, perteneciente a la familia de las Poáceas (gramíneas) (Watson & Dallwitz, 2008).

Tabla 3

Características morfológicas de la avena.

Órgano	Descripción
Raíz	Cuenta con un sistema de raíces fuerte, con raíces más extensas y profundas en comparación con los otros cereales.
Tallo	Tallos rectos y gruesos tienen un diámetro de 3 – 6 mm con poca resistencia al acame, pero con un buen valor forrajero, la longitud de éstos puede variar de 1m hasta 1.50 m Están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos.
Hojas	Son de forma plana y alargada. En la unión entre el limbo y el tallo, presentan una lígula, pero no cuentan con estípulas. La lígula tiene una forma ovalada y un color blanquecino, con un borde libre dentado. El limbo de la hoja es estrecho y largo, y los nervios son paralelos y bastante pronunciados.
Flores	La estructura floral se presenta en forma de panícula, que consiste en un conjunto de espiguillas con dos o tres flores cada una, dispuestas en largos pedúnculos. La liberación de polen de las anteras ocurre simultáneamente con la apertura de las flores.
Fruto	El fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas.

2.6. Enfermedades

Según Ponce et al., (2019), en el contexto de las enfermedades en los cultivos de cereales, se pueden identificar factores que contribuyen a su desarrollo, ya sean intrínsecos o extrínsecos:

- Los factores intrínsecos se relacionan con la composición genética del germoplasma, es decir, la presencia o ausencia de genes de resistencia.
- Los factores extrínsecos abarcan las condiciones externas que impactan en el desarrollo del cultivo y favorecen el crecimiento del patógeno.

2.6.1 *Roya* (*Puccinia graminis* f. sp. *avenae*)

La roya del tallo, también conocida como roya negra, se distingue por la presencia de pústulas de tonalidad café oscuro que aparecen en ambas superficies de la hoja, así como en los tallos y las espigas. En casos de infección severa, las masas de esporas emergen de la epidermis, generando una apariencia rugosa y agrietada como lo muestra la Figura 1 (Ponce et al., 2019).

Figura 1

*Cultivo de avena enferma con (*Puccinia graminis* f. sp. *avenae*).*



2.6.2 *Carbón* (*Ustilago avenae* spp.)

Se evidencia en el interior del grano, el cual se encuentra completamente cubierto por un polvo negro similar al hollín, ocasionando la destrucción total de la panícula y dejando únicamente el eje central. Esta enfermedad se propaga a través de semillas infectadas como lo muestra la Figura 2 (Ponce et al., 2019).

Figura 2

*Carbón (*Ustilago avenae* spp.) en el cultivo de avena.*



Fuente: Ponce et al., (2019).

2.6.3 *Roya* (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*)

Se distingue por la presencia de pústulas con una forma circular o ligeramente elíptica, sin seguir un patrón específico en su distribución. El color de estas pústulas varía entre tonalidades y café anaranjados (Ponce et al., 2019).

Figura 3

*Presencia de (*Puccinia coronata* f.sp. *avenae*) en cultivo de avena.*



2.6.4 *Virus del enanismo amarillo de la cebada* (*Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV*)

La virosis conocida como enanismo amarillo de la cebada es probablemente la que tiene la mayor distribución global entre las enfermedades de los cereales, afectando al trigo, cebada, triticale, avena y diversas especies más de gramíneas (Ponce et al., 2019).

Figura 4

*Síntomas del virus del enanismo en plantas de cebada (*Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV*).*



Fuente: Ponce et al., (2019).

2.7. Estados fenológicos

Los cultivos de cereales experimentan diversas fases de desarrollo. Es esencial registrar las etapas fenológicas desde la fecha de siembra, destacando especialmente los días hasta la emergencia, los días hasta el inicio del espigado y los días hasta alcanzar la madurez fisiológica,

los datos fenológicos son de gran importancia para entender los procesos de interacción entre el clima y los cultivos (Rivas, 2010).

Tabla 4

Etapas de desarrollo de la avena desde emergencia hasta madurez fisiológica.

Etapas	Descripción
Emergencia	Es la aparición de los primeros tejidos de la planta sobre la superficie del suelo, que generalmente presenta de una a dos hojas primordiales.
Macollamiento	Cuando el 50% de las plantas ha macollado, es decir que las plantas presentan brotes o retoños, el primer macollo efectivo proviene de la yema auxiliar de la segunda hoja preformada en el embrión.
Encañamiento	Cuando el 50% de las plantas presentan el primer nudo a dos o tres centímetros del suelo.
Embuchamiento	La espiga evidente se encuentra envuelta dentro de la vaina de la hoja bandera (hoja superior).
Espigado	También llamado prefloración, cuando el 50% de las plantas tienen espigas completamente libres de la vaina foliar.
Floración	Cuando el 50% de las espigas, las florecillas se abren y las anteras liberan polen.
Grano lechoso	Cuando el 50% de las espigas presentan granos que al ser presionados con los dedos liberan un líquido de color blanco.
Grano pastoso	Cuando el 50% de las panojas presentan granos que resisten al ser presionados con la uña.
Madurez fisiológica	Cuando el grano ha perdido agua, las plantas presentan el pedúnculo de color amarillento.

2.8. Requerimientos edafoclimáticos

Según Smith y Jones (2020), el cultivo de la avena tiene los siguientes requerimientos edafoclimáticos para su desarrollo óptimo.

- **Temperatura:** Óptima entre 15 °C y 25 °C. Tolerante al frío y puede soportar heladas ligeras.
- **Precipitación:** Requiere entre 450 y 700 mm anuales, con buena distribución durante el ciclo.

- **Suelo:** Prefiere suelos bien drenados, francos o franco-arenosos.
- **pH:** ideal 5.5 y 7.5.

Según Caiza (2022), el cultivo de avena tiene los siguientes requerimientos:

- **Luminosidad:** Requiere entre 4 a 7 horas/sol/día.
- **Clima:** Templado y templado-frío húmedo, poco resistente a la sequía,
- **Altura:** Desde 2 500-3 300 msnm.
- **Precipitación:** Se desarrolla a una precipitación Promedio de 600 a 700 mm.

2.9. Variedades Mejoradas

- **INIAP-82:** Es una variedad de avena destinada para la producción de grano y presenta las siguientes características agronómicas: crecimiento erguido, abundante formación de macollos, inflorescencia en panoja de tamaño medio, granos de tamaño mediano, forma ovoide y completo, con un ciclo vegetativo de 180 días. Su rendimiento oscila entre 1 300 y 5 000 kg ha (28 a 110 qq/ha). Durante un período de estudio de seis años (1977-1982), se observó que la variedad demostró tolerancia frente a la roya negra del tallo y al virus del enanismo amarillo. Se adapta eficazmente a altitudes que van desde 2500 hasta 3300 msnm (Fuentes, 1984).
- **INIAP-FORTALEZA 2020:** proviene de la cruce entre las líneas 79 BORDENAVE, SELECTION/KENYA y SR LINE cuyo historial de selección es 88-19-2E-15E-4E-1E-0E-0E-0E. Es una variedad de avena diseñada para la producción tanto de forraje como de grano, exhibiendo cualidades deseables como: altura de planta de 130-140 cm, días al panojamiento 70-80 días, madurez comercial 150-160 días, rendimiento en grano seco 5-6 t ha⁻¹ y es resistente a enfermedades como roya de tallo, hoja y virus del enanismo. Además, se adapta eficientemente a altitudes que oscilan entre 2 200 y 3 400 msnm (Jiménez et al., 2020).

2.10. Marco Legal

La investigación está en conformidad con las leyes y disposiciones que rigen el Estado Ecuatoriano, en el marco del plan nacional de creación de oportunidades para el periodo 2021-2025. Este plan incluye el Objetivo 3, “Fomenta la productividad y competitividad en los sectores agrícola, industrial, acuícola y pesquero, bajo el enfoque de la economía circular”. El objetivo fundamental es fomentar la igualdad de oportunidades en áreas agrícolas, acuícolas,

pesqueras e infraestructuras, en línea con lo establecido en el artículo 276 de la Constitución de la República del Ecuador.

De igual manera, la Asamblea Nacional respalda la implementación de la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura. El Artículo 22 de esta ley tiene como objetivo principal la promoción de la investigación e innovación de los recursos fitogenéticos. En este contexto, se establece que la Autoridad Agraria Nacional, en colaboración con la institución encargada de la educación superior, ciencia, tecnología e innovación, así como con centros de educación superior y entidades privadas, desarrollará planes, programas y proyectos destinados a impulsar la investigación, desarrollo e innovación tecnológica en relación con los recursos fitogenéticos y semillas.

Es en este contexto que la presente investigación tiene como finalidad evaluar el progreso agronómico de tres líneas promisorias de avena, con el propósito de contribuir al avance de la agricultura campesina otorgando semillas con características deseables que permita reducir costos de producción debido al uso de insumos para el control fitosanitario ya que existe una dependencia de materiales susceptibles a enfermedades foliares.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

El presente experimento se realizará en la Granja Experimental “La Pradera”, propiedad de la Universidad Técnica del Norte ubicada en la parroquia de Chaltura, cantón Antonio Ante provincia de Imbabura.

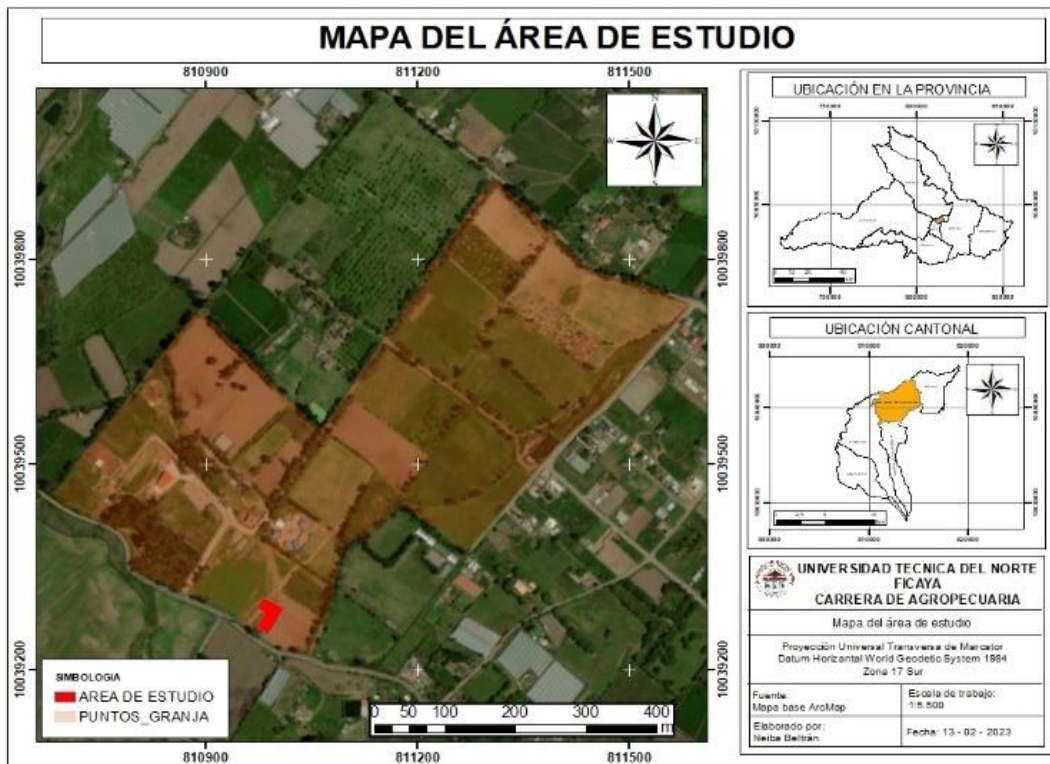
3.1.1 Características edafoclimáticas

La Granja Experimental la Pradera posee las condiciones climáticas descritas a continuación:

- Altitud: 2 350 msnm
- Precipitación anual: 750 mm
- Temperatura media anual: 16.4 ° C
- Humedad relativa: 68.9%
- Coordenadas geográficas: Latitud 0°21.412'N - Longitud 78°12.37'O

Figura 5

Mapa de la ubicación de La Granja Experimental la Pradera.



Fuente: IGM, (2019).

3.2 Materiales

Los materiales que se utilizaron en la presente investigación se detallan de manera puntual en la Tabla 5.

Tabla 5

Materiales, equipos, insumos, herramientas y maquinaria utilizados en la investigación.

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas	Maquinaria
Etiqueta	Computador	Semillas	Azadón	Tractor
Estacas	Calculadora	de Avena	Rastrillos	Motocultor
Metro	Celular	Herbicida	Hoz	Bomba
Piola	Impresora	Costales		estacionaria
Libro de campo				

3.3 Métodos

La presente investigación se realizó en La Granja experimental la Pradera donde se evaluó el comportamiento agronómico de tres líneas promisorias de avena (AS-17-001, AS-17-002 y AS-11-005) bajo condiciones de Chaltura, Imbabura.

3.3.1 Factores en estudio

Los factores estudiados en la investigación son las tres líneas promisorias y dos variedades mejoradas de avena:

Líneas promisorias

- AS-17-001
- AS-17-002
- AS-11-005

Variedades mejoradas

- INIAP-82
- INIAP-FORTALEZA 2020

3.3.2 Tratamientos

En la Tabla 6 se encuentran los tratamientos con los que se va a trabajar en la investigación en La Granja Experimental la Pradera - Chaltura.

Tabla 6

Tratamientos de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena.

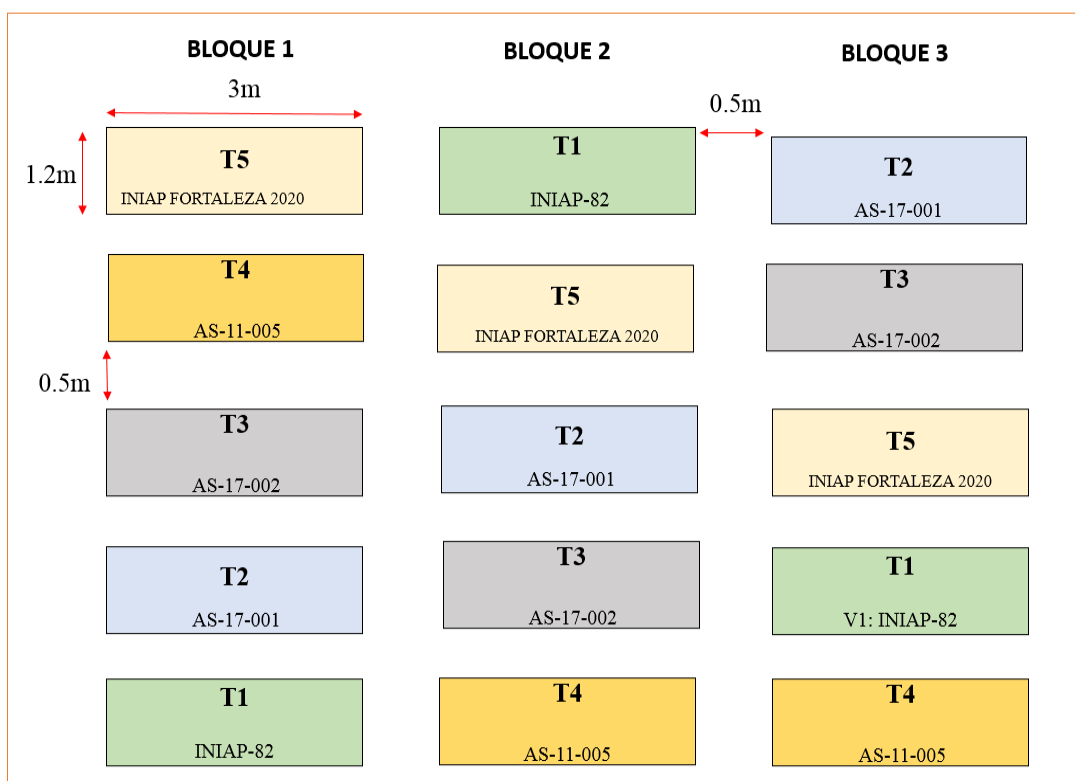
Tratamientos	Descripción	Códigos
T1	Variedad mejorada	INIAP-82
T2	Línea promisorias	AS-17-001
T3	Línea promisorias	AS-17-002
T4	Línea promisorias	AS-11-005
T5	Variedad mejorada	INIAP-FORTALEZA 2020

3.3.3 Diseño experimental

Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), se utilizarán 3 líneas promisorias y 2 variedades de avena como se observa en la Figura 6.

Figura 6

Distribución del diseño experimental con Bloques Completos al Azar (DBCA).



3.3.4 Características del experimento

Características del experimento de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena

Factor en estudio: 3 líneas promisorias y 2 variedades mejoradas.

- Bloques: 3

- Número de unidades experimentales: 15
- Área total del ensayo: 89.25 m²
- Distancia entre bloques: 0.5 m

3.3.5 Características de la unidad experimental

En la Tabla 7 se detallan las características de la unidad experimental de la investigación del comportamiento agronómico de las líneas promisorias de avena.

Tabla 7

Características de la unidad experimental.

Característica	Medidas
Largo de la unidad experimental	3 m
Ancho de la unidad experimental	1.2 m
Área de la unidad experimental	3.6 m ²
Número de hileras	8
Separación entre surco	15 cm
Distancia entre unidades experimentales	0.5 m
Cantidad de semilla por unidad experimental	36 g

3.3.5 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software INFOSTAT versión 2020, un análisis de varianza (ADEVA) con pruebas de media LSD Fisher ($\alpha=0.05$) si cumple los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

Tabla 8

Análisis de varianza del experimento.

Fuentes de variación	Fórmula	GL
Bloques	(t-1)	2
Líneas promisorias de avena	(R-1)	4
Error experimental	(t-1)(R-1)	8
Total	(t x R)-1	14

3.3.6 Variables a evaluarse

En el segundo ciclo de evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena, bajo las condiciones de Chaltura, Imbabura, se midieron algunas variables para ellos se utilizó el Manual No. 111 de Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales, publicado por el INIAP en el año (2019), el cual detalla las etapas de desarrollo del cultivo de cereales. Además muestra los criterios para evaluar y seleccionar los parámetros necesarios para medir y analizar diversas características de las plantas (Ponce et al., 2019).

- **Porcentaje de emergencia**

La emergencia se evaluó de forma visual, expresándolo como bueno, regular y malo, con sus respectivos porcentajes como lo muestra la tabla 9.

Tabla 9

Escala de evaluación de emergencia en cereales.

Escala	Descripción
Buena	81-100% plantas germinadas
Regular	60-80% plantas germinadas
Mala	< 60% plantas germinadas

Fuente: Ponce et al., (2019).

Este parámetro se evaluó en la etapa de desarrollo Z 12 o Z 13 según la escala de Zadoks dos o tres hojas desarrolladas como lo muestra la Figura 7.

Figura 7

Z 10 escala de Zadoks: dos o tres hojas desarrolladas.



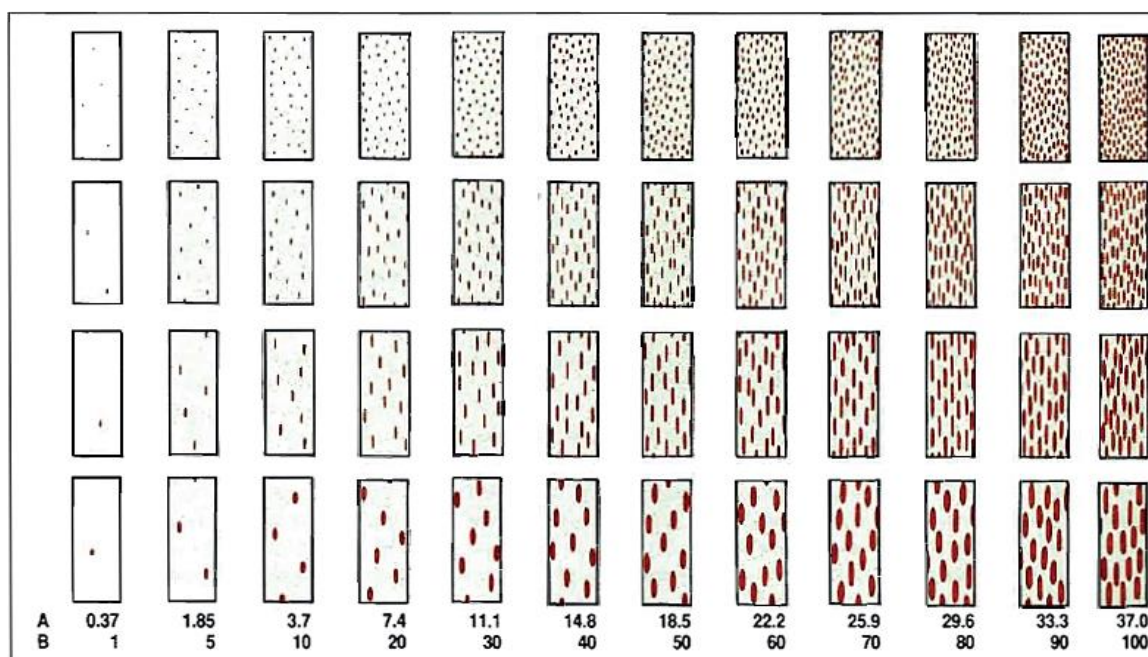
Fuente: Programa de Cereales-INIAP (2019), FAO (2001).

- **Severidad roya en hoja**

Para cuantificar la presencia y daño causado por las royas en porcentaje de tejido dañado la planta, empleamos la escala modificada de Cobb, Figura 10 (Stubbs R. W et al., 1986).

Figura 8

Escala Modificada de Cobb, para severidad en royas.



Fuente: Ponce et al., (2019).

- **Tipo de reacción royas**

Para determinar el tipo de reacción a royas se utilizó la siguiente escala como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10

Escala para determinar el tipo de reacción en royas.

Reacción	Descripción
0	Ningún síntoma visible en la planta
R	Clorosis o necrosis visibles sin presencia de uredias.
MR	Pequeñas uredias rodeadas por áreas cloróticas o necróticas.
M	Uredias de variados tamaños, algunos con clorosis, necrosis o los dos
MS	Uredias de tamaño medio posiblemente rodeados de clorosis
S	Grandes uredias generalmente con poca o ninguna clorosis ni necrosis. Pequeñas uredias rodeadas por áreas cloróticas o necróticas.

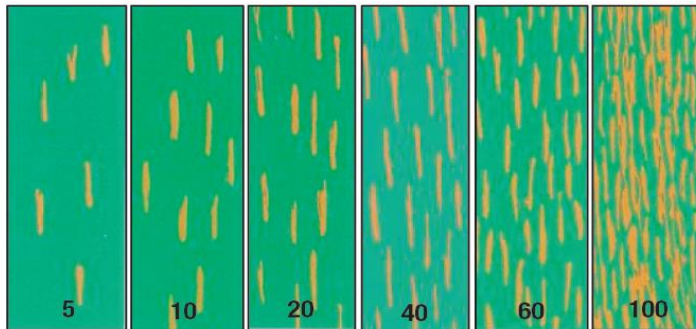
Fuente: Ponce et al., (2019).

- **Severidad roya en tallo**

Para medir este parámetro de manera visual se empleó una escala como lo muestra la figura 9, la medición se realizó cuando hubo presencia de uredias de color café en el tallo.

Figura 9

Severidad (%) de roya de tallo.



Fuente: CIMMYT, (1986).

- **Virus del enanismo (Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV)**

Este parámetro se midió de manera visual cuando presento perdida de color en el ápice y bordes de las hojas, al inicio y al final a mediados del ciclo del ensayo para lo cual usamos una escala descrita por Schaller y Qualset (1980), como lo muestra la tabla a continuación.

Tabla 11

Escala para determinar el grado de daño por virosis.

Grado	Significado
1	Trazas de amarillamiento (a veces color rojizo) en la punta de pocas hojas, planta de apariencia vigorosa.
2	Amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1; más hojas decoloradas.
3	Amarillamiento de cantidad moderada a baja, no hay señales de enanismo o reducción de macollamiento.
4	Amarillamiento moderado o algo extenso; no hay enanismo.
5	Amarillamiento más extenso; vigor de la planta moderado, o pobre, cierto enanismo.
6	Amarillamiento severo, espigas pequeñas; enanismo moderado, apariencia pobre de la planta.
7	Amarillamiento severo, espigas pequeñas, enanismo moderado, apariencia

- pobre de la planta.
- 8 Amarillamiento casi completo, de todas las hojas; enanismo; macollamiento reducido en apariencia (presencia de rosetas); tamaño reducido de las espigas con alguna esterilidad.
- 9 Enanismo severo; amarillamiento completo, espigas escasas; considerable esterilidad; madurez acelerada o secamiento de la planta antes de la madurez normal.

- **Días al panojamiento**

La determinación de este indicador se llevó a cabo de manera visual, calculando el periodo en días desde la siembra hasta que el 50% de las espigas en la parcela se desarrollaron completamente. Se aconseja realizar observaciones periódicas dado que los distintos materiales tienen florecimientos en días diversos. En términos de la etapa de desarrollo del cultivo y el registro de este parámetro, según la escala de Zadoks, corresponde a la etapa Z 55, que indica la mitad de la emergencia de la inflorescencia. Este factor se encuentra influenciado por diversas condiciones, tales como las altitudes, el clima, la sequía, variaciones abruptas de temperatura, tanto altas como bajas, niveles elevados de humedad, nubosidad y el fotoperíodo (Ponce et al., 2019).

- **Tipo de paja**

Consiste en evaluar la firmeza y flexibilidad del tallo de la planta en términos de su resistencia al viento y al acame del cultivo. La evaluación de este parámetro se realizó mediante observación visual, utilizando una escala que varía de 1 a 3, como se describe en detalle en la tabla a continuación (Ponce et al., 2019).

Tabla 12

Escala de evaluación de tipo de paja en cereales.

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Tallo fuerte	Tallos gruesos, 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: Ponce et al., (2019).

- **Altura de la planta (cm)**

La medición de este parámetro se realizó utilizando una regla, desde la superficie del suelo hasta el extremo de la espiga, excluyendo las aristas. Según la escala de Zadoks, la etapa de desarrollo del cultivo correspondiente a esta medición es Z 91, indicando cariósido duro, que es difícil de dividir (Ponce et al., 2019).

- **Número de panojas por m²**

Para evaluar este parámetro, se dividió la parcela en cuadrantes de 1m x 1m, centrándose en el metro cuadrado ubicado en el medio para contar el número de panojas. Este es uno de los componentes que nos permite estimar la productividad del cultivo. La etapa de desarrollo del cultivo, para el registro de este parámetro, según la escala de Zadoks es la Z 92, cariósido duro (no se marca con la uña) (Ponce et al., 2019).

- **Tamaño de panoja (cm)**

La medición de este parámetro se realizó desde la base hasta el extremo de la panoja, utilizando una regla. La evaluación se lleva a cabo al llegar el cultivo a la madurez comercial, es decir, durante la cosecha. Este componente es esencial para estimar la productividad del cultivo. Se recomienda tomar al azar al menos 10 panojas.

Figura 10

Medición de la panoja con regla.



- **Número de granos por panoja**

Este parámetro es una medida visual, para ello se tomó al azar 10 panojas de cada unidad experimental y se contó manualmente el número de granos llenos que tiene cada panoja, esto se realizó cuando el cultivo alcanzó la madurez comercial, es decir que esta de cosecha. La etapa de desarrollo del cultivo, para el registro de este parámetro, según la escala de Zadoks es la Z 92, cariósido duro (no se marca con la uña).

- **Rendimiento de grano**

Este parámetro es fundamental para calcular el rendimiento potencial estimado. Este valor está dado en g/parcela, pero se transformó a t ha⁻¹. Para obtener este dato, se pesó completamente la producción de cada unidad experimental, se tomó en cuenta que el grano tenga un contenido de humedad del 13% y esté limpio.

- **Peso de mil granos**

Se seleccionó 1 000 granos al azar, se contó con la ayuda de una máquina contadora de semillas después de eso se pesó en la balanza electrónica, la medida fue en gramos. Se realizó este proceso con cada unidad experimental.

Figura 11

Conteo de mil granos de avena.



- **Peso hectolítrico**

Es el peso del grano en un volumen específico. Esto quiere decir que mientras mayor peso se alcanza mejor es la calidad del grano. Este peso debe ser estimado en kilogramos por hectolítrico (kg hl⁻¹), para ellos empleamos una balanza para peso específico o hectolítrico del INIAP-Santa Catalina.

Figura 12

Peso en kilogramos usando una balanza de peso específico.



- **Tipo de grano**

Se evaluó una vez que el grano está totalmente seco. Este parámetro se mide de manera visual. Se empleó las siguientes escalas propuestas por el Programa de Cereales del INIAP (Ponce et al., 2019).

Tabla 13

Escala de evaluación para tipo de grano en avena.

Escala	Descripción
**	Grano excelente, grueso, grande, amarillo o blanco
*	Grano mediano, grueso, blanco o amarillo
+	Grano pequeño, delgado, manchado, chupado

Fuente: Ponce et al., (2019).

3.4 Manejo del experimento

Se detalla a continuación cómo se manejó el experimento del “Segundo ciclo de evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena bajo las condiciones de Chaltura - Imbabura” desde el inicio hasta el final.

3.4.1 Selección del lote

El terreno seleccionado en la Granja Experimental para evaluar las líneas promisorias se caracteriza por tener una superficie completamente plana, sin ninguna pendiente mayor al 5%.

3.4.2 Análisis de suelo

Para realizar el análisis de suelo se tomó 5 muestras de lugares distintos de todo el lote donde se ubican los cereales luego se mezcló para homogenizar y tomar un kilogramo de muestra, posteriormente se llevó al MAG para su respectivo análisis.

3.4.3 Preparación del suelo

Según Castillo (1982), se debe remover el suelo a una profundidad de 18 a 25 cm con un mes de anticipación. Debido a la existencia de arvenses de 2 a 5 cm de altura, se realizó una aplicación de un herbicida agrícola (killer) y luego de 14 días se removió el suelo con la ayuda de un motocultor.

3.4.4 Desinfección de semilla

Se desinfectó las semillas con Fludioxonilo (Celest) a una dosis de 2 cm³ por kilogramo de semilla. Posteriormente, después de la desinfección, se dejó que el grano se seque para evitar un aumento en la humedad. Esta desinfección contribuye a minimizar la propagación de enfermedades transmitidas por semillas, tales como carbones, septoria y algunas especies de *Fusarium* sp., siendo estas de gran relevancia (Garófalo et al., 2011).

3.4.5 Siembra

La densidad de siembra es de: 100 kg ha⁻¹ por lo cual en cada parcela se sembró 36 gramos de semilla de avena por cada unidad experimental.

Figura 13

Siembra de variedades mejoradas y líneas promisorias de avena en Chaltura, Imbabura.



3.4.6 Fertilización

En el ensayo, se aplicó la fertilización de manera manual de acuerdo con el análisis suelo. La primera aplicación en el momento de la siembra fue de 90 gramos de 15-30-15+EM. Posteriormente, como fertilización complementaria 18 gramos de Urea al macollamiento.

Tabla 14

Cantidad de fertilizante utilizado en el cultivo de avena cultivada en Chaltura-Imbabura.

Fertilización	Producto	Cantidad(g)	Aporte de nutrientes(g)
Siembra	15-30-15+ EM (Elementos menores)	90	N: 21.6
			P ₂ O ₅ : 21.6
			K ₂ O: 21.6
			S: 10.8
Macollamiento	Urea	18	N: 8.28

3.4.7 Control de malezas

El control químico consistió en la aplicación de un herbicida específico para malezas de hoja ancha, metsulfurón-metil en la etapa del macollamiento en la etapa de Zadoks (Z 20), en dosis de 30 g ha⁻¹.

3.4.8 Control fitosanitario

En los ensayos de investigación se evaluó la severidad de las principales enfermedades como: Roya de la hoja (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*), roya del tallo (*Puccinia graminis* f. sp. *avenae*) y virus BYD por lo que no se realizó aplicaciones de agroquímicos para el control de enfermedades.

3.4.9 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual, usando una hoz una vez que las plantas llegaron a su madurez de fisiológica. Se etiquetó y se puso cada material en diferente costal.

3.4.10 Trilla

La trilla se realizó de forma mecánica utilizando una trilladora. El grano trillado fue almacenado en fundas de tela con su debida etiqueta, que contenían la información del ensayo.

Figura 14

Trilla de forma mecánica de los materiales en estudio.



3.4.11 Beneficio semilla

Posterior a la cosecha y trilla, se procedió al secado de la semilla hasta obtener una humedad de grano del 13%. Luego realizó la limpieza del grano, para luego almacenar el grano en costales.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente investigación realizada en La Granja Experimental la Pradera en el cultivo de avena (*Avena sativa* L.) de líneas promisorias y variedades mejoradas muestra los siguientes resultados bajo las condiciones de Chaltura-Imbabura.

4.1. Porcentaje de emergencia

El análisis de varianza para la variable emergencia muestra en la Tabla 15 que no existe diferencia significativa ($p = 0.3998$).

Tabla 15

Análisis de varianza para la variable emergencia de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.

Fuente de variación	GL FV	GL EE	F	P
Materiales en estudio	4	8	1.15	0.3998

Nota. GL FV: Grados de libertad de la fuente de variación; GL EE: Grados de libertad error experimental; F: valor; P: valor.

La Tabla 16, muestra que tanto como las líneas promisorias y las dos variedades mejoradas de avena alcanzaron un rango de (86.67% - 93.33%). Según la escala de evaluación de porcentaje de emergencia establecida por Ponce et al., (2019), señala que del 81 a 100% de plantas germinadas conforme a la escala es buena, lo cual quiere decir que todos los materiales en estudio se adaptaron a las condiciones de Chaltura, Imbabura.

Tabla 16

Variable porcentaje de emergencia de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.

Materiales en estudio	Variable	Media\pmEE.
AS-17-001	Emergencia%	91.67 \pm 3.33
AS-17-002	Emergencia%	86.67 \pm 1.67
AS-11-005	Emergencia%	91.67 \pm 1.67
INIAP-82	Emergencia%	93.33 \pm 1.67
INIAP-FORTALEZA2020	Emergencia%	90.00 \pm 2.89

En los resultados obtenidos por Pinchao (2023), al evaluar 52 líneas el 69% (36 líneas) alcanzaron buen porcentaje de emergencia es decir más del 81% de plantas nacidas, siendo similares a los de la investigación realizada en la misma zona de Chaltura. De igual manera Bautista (2022) en su investigación realizada en Cotopaxi, registra un rango de 92% a 98% de

porcentaje de germinación en todos los materiales en estudio, el cual quiere decir que se encuentra dentro de la escala buena (81% -100%) según Ponce et al., (2019).

4.2. Días al panojamiento

En la Tabla 17, se muestran los promedios de los días al panojamiento en donde la variedad mejorada INIAP-82 es la más precoz llegando al panojamiento a los 63 días, seguido de la línea promisorio AS-11-005 y la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 con una diferencia de 15 días. Por otro lado, las líneas promisorias AS-17-001 y AS-17-002 fueron las más tardías presentando la floración a los 91 días con una diferencia de 28 días con respecto a la variedad mejorada INIAP-82.

Tabla 17

Variable días al panojamiento de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.

Materiales en estudio	Variable	Media±E.E.
AS-17-001	Panoj-días	91.00±0.00
AS-17-002	Panoj-días	91.00±0.00
AS-11-005	Panoj-días	78.00±0.00
INIAP-82	Panoj-días	63.00±0.00
INIAP-FORTALEZA2020	Panoj-días	78.00±0.00

En los resultados obtenidos por Cadena (2024) en Chaltura utilizando el mismo germoplasma son similares, la floración promedio ocurre a los 78 días en las variedades mejoradas INIAP-82, INIAP-FORTALEZA 2020 y la línea promisorio AS-11-005. Según Jiménez et al., (2020), en la ficha técnica la variedad INIAP-FORTALEZA 2020 presenta el panojamiento de 70 a 80 días, mientras que Fuentes (1984), menciona que la variedad INIAP-82 el panojamiento sucede a los 90 días. Esto tiene ventajas ya que el costo de producción es menor debido a que el ciclo del cultivo es más corto esto reduce la necesidad de insumos agrícolas.

De igual manera coinciden con la investigación realizada por Bautista (2022), en el campus de Cotopaxi, la variedad mejorada INIAP-82 presenta el panojamiento precoz a los 56 días, según la autora esto se debe a la ausencia de lluvias en etapas tempranas ocasiona precocidad. Mientras que la línea promisorio AS-17-001 muestra un panojamiento más tardío, ocurriendo a los 114 días, con una discrepancia de 23 días en comparación con la investigación realizada en Chaltura, lo cual permite considerar algunos factores que influyen como, pisos altitudinales y luminosidad Ponce et al., (2019).

4.3. Tipo de paja

El análisis de los datos cualitativos el Chi cuadrado ($X^2=0.3687$) muestra que no existe relación entre los materiales en estudio.

Tabla 18

Variable tipo de paja de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.

Materiales en estudio	1	2	Total
AS-17-001	0.33	0.67	1.00
AS-17-002	0.67	0.33	1.00
AS-11-005	0.67	0.33	1.00
INIAP-82	0.00	1.00	1.00
INIAP-FORTALEZA2020	0.67	0.33	1.00

Nota. 1 = Tallo fuerte (Tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento el acame.), 2 = Tallo intermedio (Tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame).

La Tabla 18, muestra que la variedad mejorada INIAP-82 con un 100% y la línea promisorias AS-17-001 con el 67% presentan escala dos (tallo intermedio). Según Ponce et al., (2019) las características para escala dos son: tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame. Mientras que con un 67% la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 y las líneas promisorias AS-17-002 y AS-11-005 muestran características como: tallos gruesos, erectos y flexibles que soportan el viento y acame que corresponde a la escala uno (tallo fuerte).

De acuerdo con los resultados de la investigación de Cadena (2024) realizados en Chaltura, las observaciones son similares, ya que las líneas promisorias AS-17-002 y AS-11-005, junto con la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020, presentan un tallo fuerte. En contraste, la variedad mejorada INIAP-82 se encuentra en una escala de dos (tallo intermedio), mientras que la AS-17-001 mostró una escala de tres (tallo débil). Por otro lado, los resultados obtenidos por Moposita (2023), en el campus Queracocha no concuerdan, la línea promisorias AS-17-001 alcanza la escala uno (tallo fuerte) con características tallos erectos, flexibles que soportan el viento y acame siendo el mejor resultado en esa zona mientras que la línea promisorias AS-11-005 presenta tallo débil esto se ve afectado por la altura de la planta, en esta investigación sobrepasa los 140 cm y según la autora la presencia de viento contribuyo al acame.

4.4. Altura de planta (cm)

El análisis de varianza para la variable altura de planta muestra en la Tabla 19 que si existe diferencia significativa ($p=0.0050$).

Tabla 19

Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.

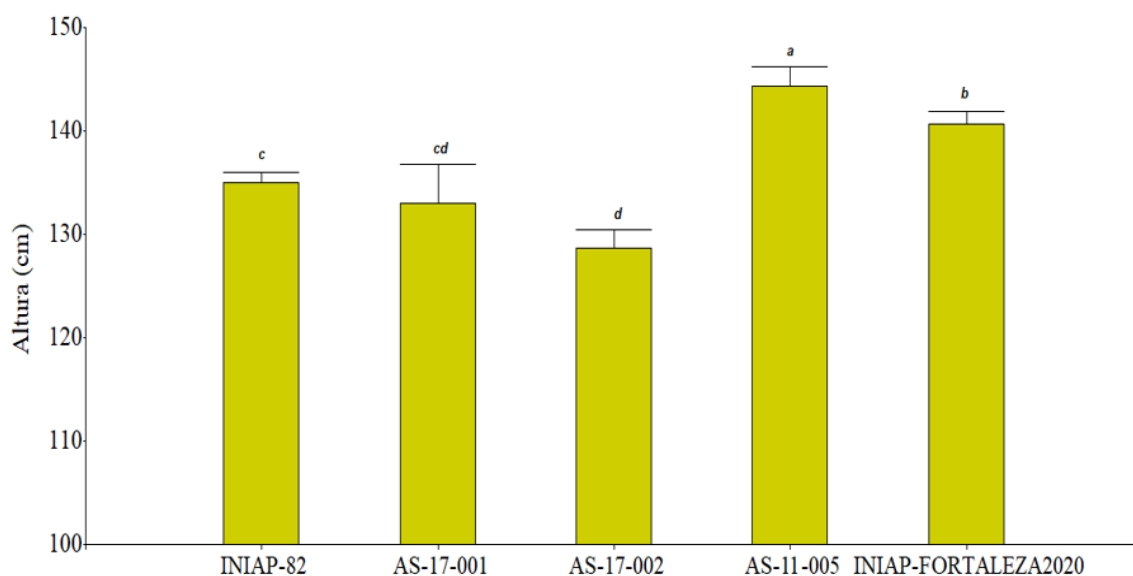
Fuente de variación	GL FV	GL EE	F	P
Materiales en estudio	4	8	8.79	0.0050

Nota. GL FV: Grados de libertad de la fuente de variación; GL EE: Gados de libertad error experimental; F: valor; P: valor.

En el análisis realizado con la prueba de LSD de Fisher, con un nivel de significancia del 5%, muestra en la Figura 15, que la línea promisorias AS-11-005 exhibe la mayor altura, alcanzando los 144.33 cm, con una discrepancia de 3.66 cm en comparación con la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 que alcanzó una altura de 140.67 cm. Seguido de la variedad mejorada INIAP-82 que presentó una altura de 135 cm y 133 cm la línea promisorias AS-17-001. Por otro lado, la línea promisorias AS-17-002 registra la altura más baja con una diferencia de 15.66 cm con respecto a la altura máxima observada.

Figura 15

Altura de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.



Al comparar los resultados con los de Jiménez (2024), realizados en el campus de Salache en Cotopaxi, no concuerdan con los de esta investigación ya que presentan un promedio de 110.67

cm en todos los materiales. De igual manera los resultados de la investigación realizada por Cadena (2024), en Chaltura no se asemejan, la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 presenta la mayor altura con un promedio de 125.77 cm, seguido de la línea promisorio AS-11-005 alcanzando 120.14 cm y 103.88 cm la línea promisorio AS-17-001 siendo la de menor altura. De igual manera los resultados reportados por Bautista (2022), en el campus de Salache en Cotopaxi no concuerdan, debido a que la línea promisorio AS-17-001 alcanza la mayor altura con un promedio de 148.22 cm, mientras que la línea promisorio AS-11-005 registra la menor altura, con 129.32 cm.

Camarena et al., (2014), mencionan que la altura de la planta depende de la constitución genética y también de las condiciones ambientales que pueden variar de un año a otro, incluso en el mismo lugar. Por otro lado, los cambios en la temperatura, la humedad, la cantidad de luz solar pueden influir en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Según Tubon (2022), se debe a la competitividad con arvenses por nutrientes lo que con lleva a que las plantas no desarrollen el potencial agronómico.

4.5. Número de panoja por metro cuadrado

El análisis de varianza para la variable panoja por metro cuadrado muestra en la Tabla 20, que si existe diferencia significativa ($p=0.0001$).

Tabla 20

Análisis de varianza para la variable panoja por metro cuadrado en líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.

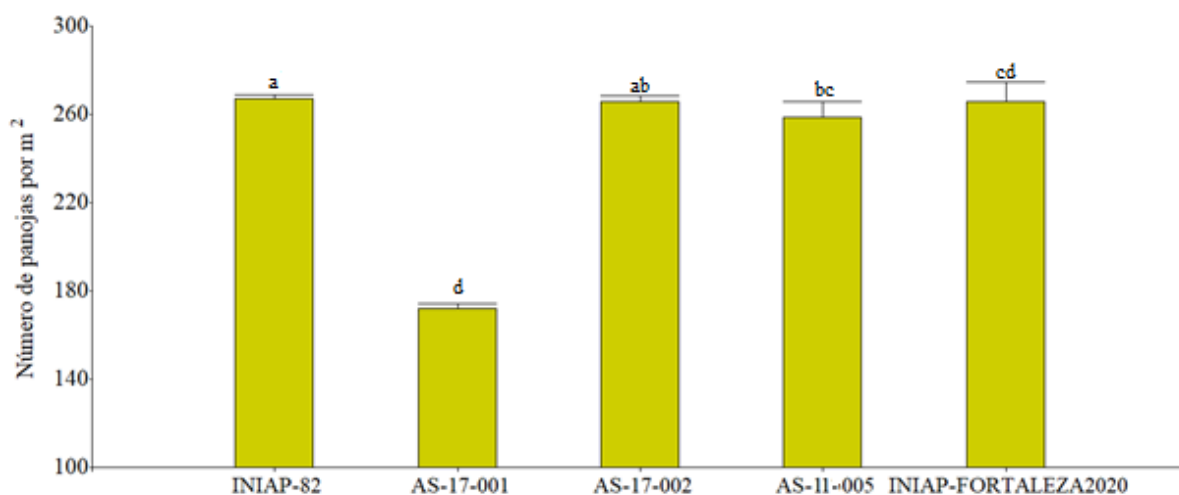
Fuente de variación	GL FV	GL EE	F	P
Materiales en estudio	4	8	68.69	< 0.0001

Nota. GL FV: Grados de libertad de la fuente de variación; GL EE: Gados de libertad error experimental; F: valor; P: valor.

En el análisis realizado con la prueba de LSD de Fisher, con un nivel de significancia del 5%, muestra en la Figura 16, muestra que la variedad INIAP-82 presento el mayor número de panojas alcanzando una media de 267 por m^2 , seguido de la variedad mejorada de INIAP-FORTALEZA 2020 y la línea promisorio AS-17-002 con una diferencia de 2.67 mientras que la línea AS-11-005 muestra una diferencia de 8.33 panojas por m^2 . Por último, la línea promisorio con la menor cantidad de panojas fue la AS-17-001, con 172 panojas por m^2 , presentando la mayor diferencia de 95 panojas por metro cuadrado en comparación con la variedad mejorada INAP-82.

Figura 16

Variable panoja por metro cuadrado de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.



Según los resultados obtenidos por Ortiz (2024) en Laguacoto provincia de Bolívar no coinciden, la línea promisorias AS-11-005 registra el mayor número de panojas con una media de 340 panoja por m² y la línea AS-17-002 presenta 137 panojas por m² siendo la menor entre los materiales en estudio. Esto se debe a que en ambas localidades fue afectada por enfermedades foliares como la roya de la hoja. Por otro lado, el autor menciona que hubo presencia de sequía en etapa reproductiva y el porcentaje de germinación fue del 73.33%.

4.6. Tamaño de panoja (cm)

El análisis de varianza para la variable tamaño de panoja en cm muestra en la Tabla 21, que si existe diferencia significativa ($p=0.0001$) entre líneas promisorias y variedades mejoradas.

Tabla 21

Análisis de varianza para la variable tamaño de panoja en cm de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.

Fuente de variación	GL FV	GL EE	F	P
Materiales en estudio	4	143	6.76	<0.0001

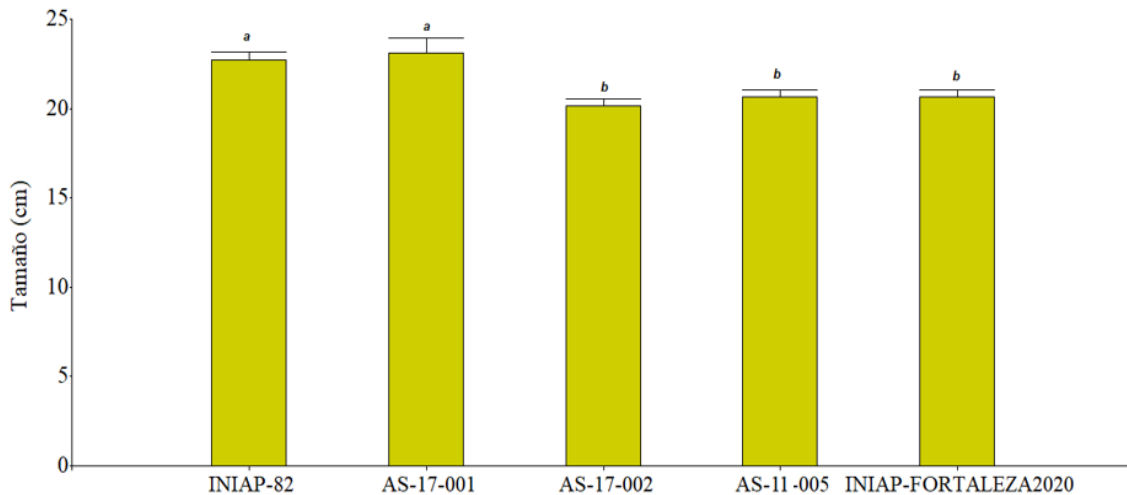
Nota. GL FV: Grados de libertad de la fuente de variación; GL EE: Gados de libertad error experimental; F: valor; P: valor.

En el análisis realizado con la prueba LSD de Fisher, con un nivel de significancia del 5%, se observa en la Figura 17, que la línea promisorias AS-17-001 y la variedad INIAP-82 presenta similitudes con una media de con 22.9 cm. Mientras que las líneas promisorias AS-17-002 y

AS-11-005, junto con la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020, alcanzaron un promedio de 20.47 cm, mostrando una diferencia de 3 cm con respecto a la línea con el mayor tamaño de panoja.

Figura 17

Variable tamaño de panoja de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.



Al comparar los resultados con los de Ortiz (2024) para la variable tamaño de panoja se observa que son similares, el promedio de la mayor parte de materiales en estudio es de 21.72 cm excepto por la línea promisoría AS-17-001 que presenta el menor tamaño de panoja alcanzando 17.2 cm. De igual manera concuerdan con la investigación realizada por Moposita (2023) en el campus de Querochaca -Ambato, la línea promisoría AS-17-001 es la que alcanza el mayor tamaño de panoja con un promedio de 33.03 cm. En segundo lugar, se encuentra la variedad INIAP-82 que alcanza 22.57 cm y con menor tamaño la línea promisoría AS-17-002 que registra 19.37 cm. Bautista (2022) coincide con los resultados de esta investigación, la línea promisoría AS-17-001 presenta el mayor tamaño de panoja 24.52 cm, seguido de la variedad INIAP-82 21.57 cm y con menor tamaño la línea promisoría AS-17-002 que alcanza 16.46 cm.

4.7. Número de granos por panoja

El análisis de varianza para la variable número de granos por panoja en la Tabla 22, muestra que si existe diferencia significativa ($p=0.0001$) entre líneas promisorias y variedades mejoradas.

Tabla 22

Análisis de varianza para la variable número de granos por panoja de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.

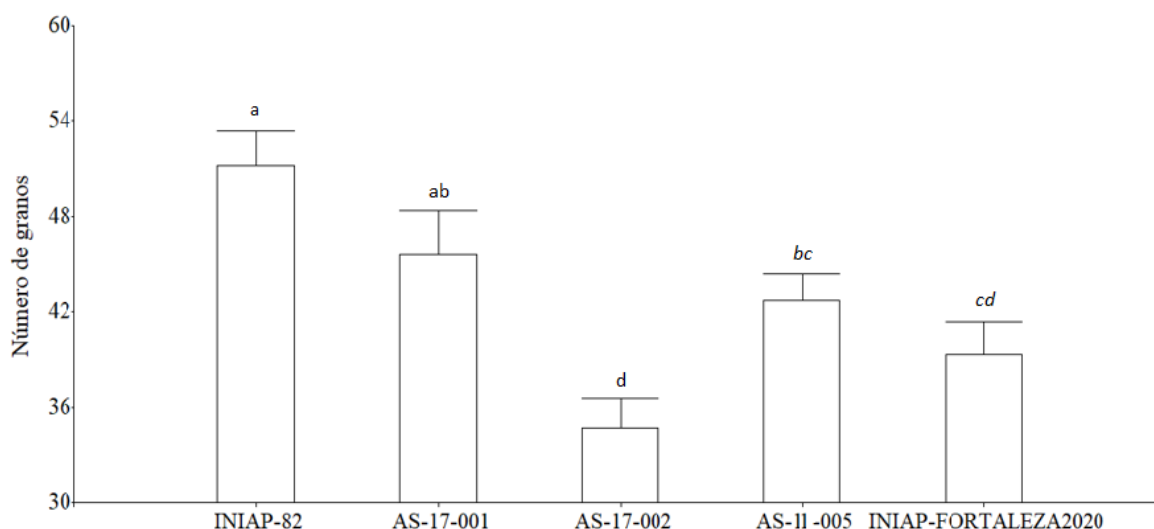
Fuentes de variación	GL FV	GL EE	F	P
Materiales en estudio	4	143	8.55	<0.0001

Nota. GL FV: Grados de libertad de la fuente de variación; GL EE: Grados de libertad error experimental; F: valor ; P : valor.

En el análisis realizado con la prueba LSD de Fisher, con un nivel de significancia del 5%, en la Figura 18, se muestra que la variedad mejorada INIAP-82 presenta mayor número de granos por panoja con una media de 51.20 evidenciando una diferencia de 5.60 en comparación con la línea promisorias AS-17-001 y de 8.5 con la línea promisorias AS-11-005. Por otro lado, la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 presenta una media de 39.33, mientras que línea AS-17-002 exhibió el menor número de granos, con un valor de 34.70, mostrando una diferencia de 16.5 en relación con la variedad mejorada INIAP-82

Figura 18

Variable número de granos por panoja de las líneas promisorias y variedades de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.



En los resultados obtenidos por Jiménez (2022) en el campus de Salache utilizando el mismo germoplasma, se observa que no existe similitud debido a que registran un promedio de 51.53 granos por panoja en todos los materiales. Al igual que en la investigación de Moposita (2023), realizada en el Campus de Querochaca, no concuerda con lo mencionado ya que la variedad INIAP-82 alcanza los 97.30 de promedio con una diferencia de 46.2 con la investigación de Chaltura. Ponce et al., (2019) menciona que uno de los factores que afectan en el llenado de grano es la disponibilidad de nutrientes, condiciones climáticas y fotoperíodo. Por otro lado, la

investigación que realizó Bautista (2022) es similar, la variedad INIAP-82 alcanzo 52.55 de promedio mientras la que tiene menos número de granos es la línea promisoría AS-17-002 con un valor 33.80 se recalca que en esta investigación el tamaño de panoja influye en el número de granos.

4.8. Rendimiento

Para la variable rendimiento, el análisis de datos paramétricos mediante el análisis de varianza lineales, generales y mixtos mediante la prueba LSD Fisher, muestra que existe diferencia significativa ($p=0.0001$) entre las líneas promisorias y las variedades mejoradas de avena como lo muestra la Tabla 23.

Tabla 23

Análisis de varianza para la variable rendimiento de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.

Fuente de variación	GL FV	GL	F	P
Materiales en estudio	4	8	560.57	<0.0001

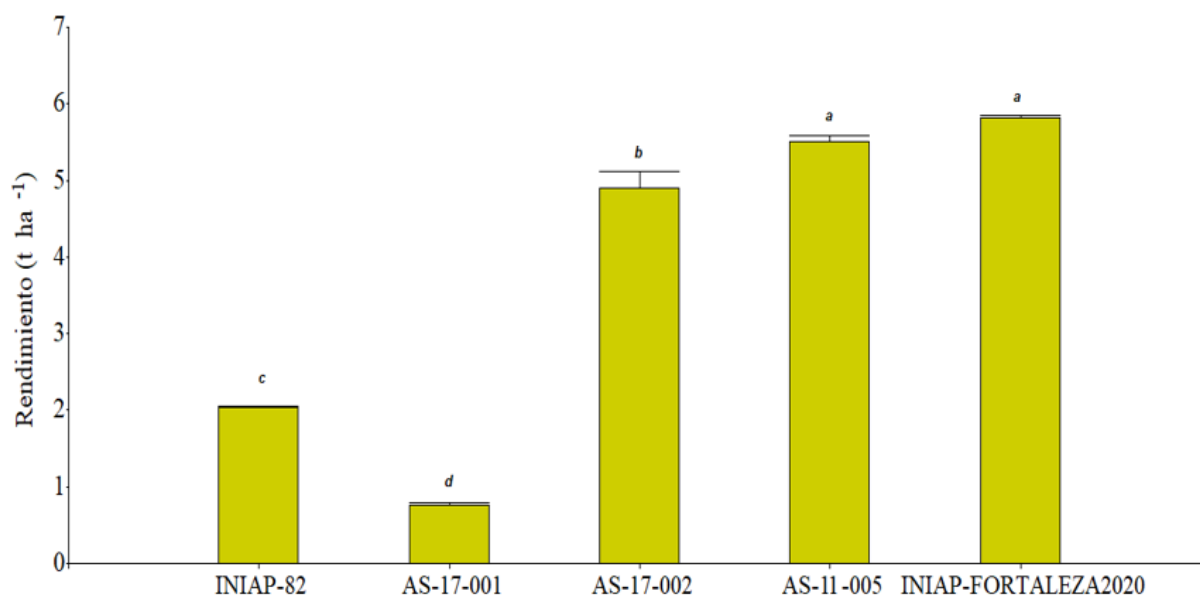
Nota. GL FV: Grados de libertad de la fuente de variación; GL EE: Gados de libertad error experimental; F: valor; P: valor.

En el análisis realizado con la prueba LSD de Fisher, con un nivel de significancia del 5%, en la Figura 19, se observa que la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 y la línea promisoría AS-11-005 exhiben rendimientos en un rango de 5.51 a 5.81 t ha⁻¹, seguida por la línea promisoría AS-17-002 con un promedio de 4.90 t ha⁻¹, representando una diferencia de 0.9 t ha⁻¹. Mientras que la línea promisoría AS-17-001 muestra el rendimiento más bajo, con una media de 0.76 t ha⁻¹ con una discrepancia de 5.05 t ha⁻¹ en comparación con la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020, que presenta el rendimiento más alto con una media de 5.81 t ha⁻¹, según Jiménez (2020), el rendimiento se encuentra dentro del rango (5-6 t ha⁻¹) descrito en la ficha técnica de esta variedad.

Por otro lado, es importante recalcar que el rendimiento se ve afectado notablemente en la línea promisoría AS-17-001 y variedad mejorada INIAP-82 debido a severidad de enfermedades como roya de tallo y hoja, número de panojas por m² de igual manera presento tallo intermedio lo cual es propenso al acame. Mientras que la línea promisoría AS-11-005 y la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 presentan el rendimiento más alto, esto se debe a se adaptaron a las condiciones de Chaltura, Imbabura de igual manera son más resistentes a enfermedades y al acame.

Figura 19

Rendimiento tonelada por hectárea de las líneas promisorias y variables mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.



De acuerdo con los resultados de Cadena (2024), realizados en Chaltura, no coinciden ya que la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 y la línea promisorias AS-17-005 registraron un promedio de 7.45 t ha⁻¹ mostrando una diferencia de 1.64 t ha⁻¹. Mientras que la línea promisorias AS-17-001 y la variedad mejorada presentaron el rendimiento más bajo con un promedio de 2 t ha⁻¹. Según Ponce et al., (2019), esto se puede ver influenciado por disponibilidad de agua y nutrientes.

Por otro lado, en la investigación realizada en el campus de Querochaca por Moposita (2023), los resultados son similares, mostrando un rendimiento de 5.24 t ha⁻¹ en la variedad INIAP-FORTALEZA 2020 de igual manera la línea promisorias AS-17-001 presenta el promedio más bajo con un rendimiento de 2.02 t ha⁻¹.

4.9 Severidad de enfermedades

En la investigación en fase de campo hubo presencia de las siguientes enfermedades que se muestran a continuación.

4.9.1 Severidad de (*Puccinia coronata* f.sp. *avenae*)

Para la variable Severidad de (*Puccinia coronata* f.sp. *avenae*) en el análisis de datos paramétricos mediante el análisis de varianzas lineales, generales y mixtos mediante la prueba LSD Fisher, muestra que existe diferencia significativa ($p=0.0001$) como lo muestra la Tabla 24.

Tabla 24

Análisis de varianza de la variable severidad de (Puccinia coronata f.sp. avenae).

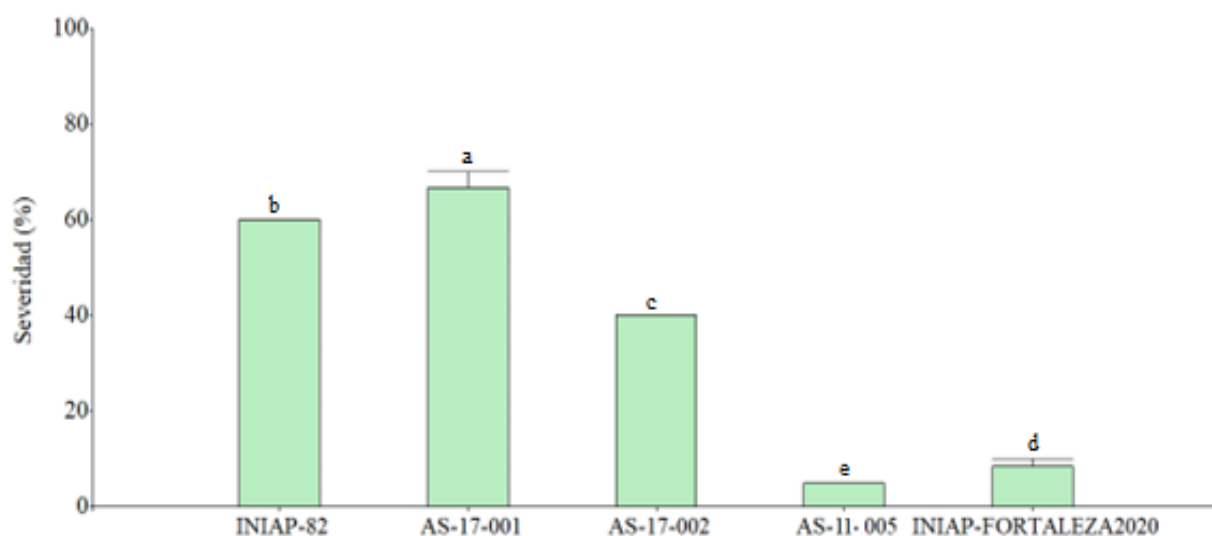
Fuente de variación	GL FV	GL EE	F	P
Materiales en estudio	4	8	293.30	<0.0001

Nota. GL FV: Grados de libertad de la fuente de variación; GL EE: Grados de libertad error experimental; F: valor; P: valor.

En la Figura 20, la prueba de medias indica que la Severidad de (*Puccinia coronata* f.sp. *avenae*) es mayor en la línea promisoría AS-17-001 alcanzando el 66.67%, seguido de la variedad mejorada INIAP-82 que alcanza el 60% de infección y la línea promisoría AS-17-002 con 40%. Mientras que la línea promisoría AS-11-005 muestra severidad del 5% siendo la más tolerante, seguido por la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA2020 que registra 8.33%.

Figura 20

Severidad de (Puccinia coronata f.sp. avenae) de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.



En la investigación de Bautista (2022), realizada en Salache, muestra los siguientes resultados la línea promisoría AS-17-001 con un promedio 81.67% es la que tuvo mayor susceptibilidad a roya (*Puccinia coronata* f.sp. *avenae*) lo cual no coincide con los resultados de la investigación de Chaltura ya que tiene una diferencia del 14%. De igual manera la variedad mejorada INIAP-82 registra un 62.67%. Fuentes (1984) corrobora que esta variedad es susceptible a roya de la hoja. Por otro lado, la investigación que realizó Moposita (2023) no concuerda, bajo las condiciones de Querochaca, registra que la línea promisoría AS-17-001 presenta más susceptibilidad teniendo una severidad de 25% y la línea promisoría AS-11-005 es la que

presenta mayor resistencia presenta un 10% de severidad. Las condiciones favorables para la infección del cultivo de avena son días soleados y templados (20-25 ° C) y con temperaturas nocturnas entre (15 y 20 ° C), con presencia de rocío y viento para que las esporas puedan diseminarse para infectar nuevas plantas de avena (Carson, 2008).

4.9.2 Severidad de (*Puccinia graminis* f.sp.*avenae*)

En la Tabla 25, la prueba de medias indica que la Severidad de tallo es igual en las líneas promisorias AS-17-001, AS-17-002 y en la variedad mejorada INIAP-82 presentan el 40%. Mientras que la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 alcanzó el 10% de la infección, la línea promisoriosa AS-11-005 fue la única que no presentó roya de tallo en todo el ciclo vegetativo. Una de la ventajas de no presentar esta enfermedad es reducción en costos de producción al no usar agroquímicos para control fitosanitario y mayor rendimiento.

Tabla 25

*Severidad de (*Puccinia graminis* f.sp. *avenae*) de las líneas promisorias y variedades de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.*

Materiales en estudio	Variable	Media± E.E.
AS-17-001	P.G.T Severidad %	40.00 ± 0.00
AS-17-002	P.G.T Severidad %	40.00 ± 0.00
AS-11-005	P.G.T Severidad %	0.00 ± 0.00
INIAP-82	P.G.T Severidad %	40.00 ± 0.00
INIAP-FORTALEZA2020	P.G. T Severidad %	10.00 ± 0.00

Los resultados concuerdan con los de la investigación realizada en Salache sobre la evaluación de líneas promisorias muestran según Bautista (2022), la variedad mejorada INIAP-82 fue la de mayor susceptibilidad con una severidad del 50%, teniendo una diferencia del 28.33% con respecto a la línea promisoriosa AS-17-002 y del 38.38% con AS-17-001. Por otro lado en la investigación realizada en el campus de Querochaca realizada por Moposita (2023), son similares debido a que la variedad mejorada INIAP-82 es la que presenta mayor severidad con un promedio de 16.67%. Mientras que la línea promisoriosa más resistente es AS-11-005 al no presentar la enfermedad de roya de tallo.

4.9.3 BYDV(*Virus del enanismo en Avena*)

El análisis de los datos cualitativos el Chi cuadrado ($X^2=0.52$) muestra que no existe relación entre los materiales de evaluación y las escalas de severidad BYDV.

La Tabla 26, de la escala de evaluación BYDV muestra que hubo presencia en todos los tratamientos donde se registra que la línea AS-17-001 y la variedad mejorada INIAP-82 alcanzan un 33% en escala 2 que presentan características como (amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1, más hojas decoloradas), seguido de las líneas promisorias AS-17-001, AS-17-002, AS-11-005, la variedad mejorada INIAP -82 con un 67% y la variedad INIAP-FORTALEZA 2020 presenta un 100% de la escala 3 que muestran (amarillamiento de cantidad moderada a baja, no hay señales de enanismo o reducción de macollamiento). Por otro lado, la línea promisorias AS-17-002 presenta un 33% en escala 4 con características (amarillamiento moderado o algo extenso; no hay enanismo). Mientras que la línea promisorias AS-11-005 presenta el 33% en escala 5 (amarillamiento más extenso; vigor de la planta moderado, o pobre, cierto enanismo).

Tabla 26

Escala de BYDV de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.

Materiales en estudio	2	3	4	5	Total
AS-17-001	0.33	0.67	0.00	0.00	1.00
AS-17-002	0.00	0.67	0.33	0.00	1.00
AS-11-005	0.00	0.67	0.00	0.33	1.00
INIAP-82	0.33	0.67	0.00	0.00	1.00
INIAP-FORTALEZA2020	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Total	0.13	0.73	0.07	0.07	1.00

De acuerdo con la investigación realizada por Cadena (2024), son similares las líneas promisorias AS-11-005, AS-17-002 y la variedad INIAP-FORTALEZA 2020 presentan escala 3 sin embargo, la variedad INIAP-82 alcanza escala 3 en el primer ciclo de evaluación. De igual manera Bautista (2022), registra resultados que no concuerdan con los de esta investigación las líneas promisorias de AS-17-001 y AS-17-002 prestan una escala 5 con características como (amarillamiento más extenso; vigor de la planta moderado, o pobre, cierto enanismo). Ponce et al. (2019) relaciona las condiciones ambientales favorables como la alta intensidad de luz, siendo propicio en las zonas cálidas con temperaturas de (15 – 20°C).

4.10. Peso de mil granos

Para la variable Peso de mil granos, el análisis de datos paramétricos mediante el análisis de varianza lineales, generales y mixtos mediante la prueba LSD Fisher, muestra que existe diferencia significativa ($p=0.0001$) como lo muestra la tabla 27.

Tabla 27

Análisis de varianza para la variable peso de mil granos de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.

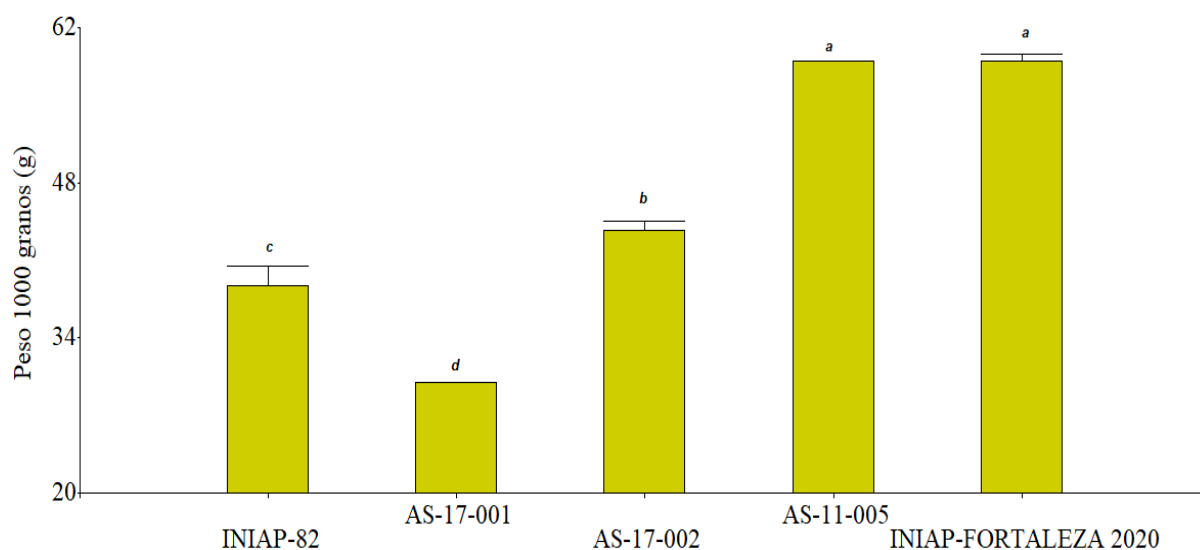
Fuentes de variación	GL FV	GL EE	F	P
Materiales en estudio	4	8	179.23	<0.0001

Nota. GL FV: Grados de libertad de la fuente de variación; GL EE: Grados de libertad error experimental; F: valor; P: valor.

En la Figura 21, se observa que el que presenta mayor peso de mil granos es la línea promisorias AS-17-005 y la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 con un promedio de 59 gramos supera al peso de 47 gramos que se registra en la ficha técnica. Por otro lado, de la línea promisorias AS-17-002 muestra una diferencia de 11.37 gramos con respecto a las de mayor peso. Mientras que la que registra un peso muy bajo es el de AS-17-001 que alcanzó 30 gramos.

Figura 21

Peso de mil granos de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.



De acuerdo con la investigación de Moposita, (2023) realizada en Ambato bajo las condiciones agroecológicas de Querochaca los resultados son similares, la variedad mejorada INIAP-

FORTALEZA 2020 y la línea promisorio AS-11-005 se encuentran en un rango de 60 a 71 en el peso de mil granos. Ponce et al., (2020) menciona que factores que afectan son las enfermedades, cantidad de agua y disponibilidad de nutrientes.

4.11. Peso hectolítrico

Para la variable peso hectolítrico, el análisis de datos paramétricos mediante el análisis de varianza lineales, generales y mixtos mediante la prueba LSD Fisher, muestra que existe diferencia significativa ($p=0.0001$) como lo muestra la Tabla 28.

Tabla 28

Análisis de varianza para la variable peso hectolítrico.

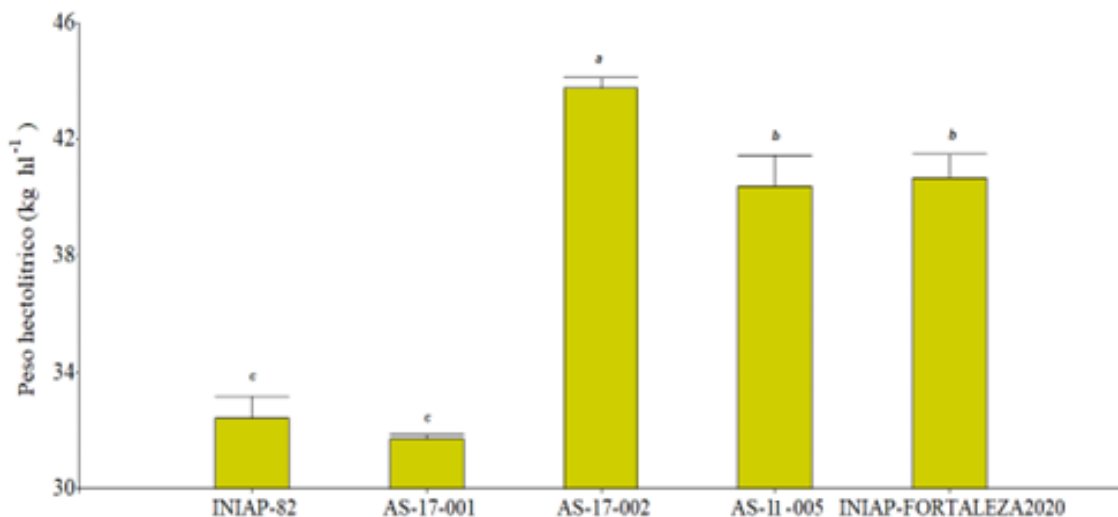
Fuente de variación	GLFV	GLEE	F	P
Materiales en estudio	4	8	62.62	<0.0001

Nota. GL FV: Grados de libertad de la fuente de variación; GL EE: Gados de libertad error experimental; F: valor; P: valor.

En la Figura 22, muestra que la línea promisorio AS-17-002 obtuvo una media de 43.76 kg hl⁻¹ destacándose entre las líneas y variedades mejoradas, seguido de la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 que presenta una media de 40.67 kg hl⁻¹ y la línea promisorio AS-11-005 con 40.40 kg hl⁻¹. Mientras que la variedad mejorada INIAP-82 registra un peso de 32.40 kg hl⁻¹. Por otro lado, la línea promisorio AS-17-001 muestra una diferencia de 12.06 kg hl⁻¹ con respecto a la de mayor peso debido a que alcanza la cifra más baja de 31.70 kg hl⁻¹ entre los materiales de estudio en Chaltura, Imbabura.

Figura 22

Peso hectolítrico de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.



Al comparar los resultados con los de Ortiz (2024) no coinciden, la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 y la línea promisorias AS-11-005 registra el mayor peso hectolítrico con una media de 45.6 kg hl⁻¹. Mientras que las líneas promisorias AS-17-001, AS-17-002 y la variedad mejorada INAP-82 muestran un promedio de 43.3 kg hl⁻¹.

De acuerdo con los resultados obtenidos en Chaltura por Cadena (2024) discrepan, la línea promisorias AS-17-002 alcanzó el mayor peso con una media de 45.08 kg hl⁻¹ y la línea promisorias AS-17-001 presenta el peso hectolítrico más bajo con una media de 38.86 kg hl⁻¹ al igual que la investigación de Moposita (2023), obtuvo como resultado en la línea promisorias AS-17-002 una media de 47.32 kg hl⁻¹ superando a los resultados de INIAP (2021), realizados en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) donde se registró un promedio de 43.6 kg hl⁻¹ que concuerdan con los resultados obtenido en esta investigación.

Sin embargo, Bautista (2022), registra que la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 presenta un peso de 34.55 kg hl⁻¹ siendo la menor a otras investigaciones realizadas en la Sierra ecuatoriana. Ponce et al., (2019) menciona que el desarrollo del grano tiene un impacto directo en este indicador, siendo influenciado factores como plagas, enfermedades, disponibilidad de nutrientes y contenido de humedad del grano.

4.12. Tipo de grano

El análisis de los datos cualitativos el Chi cuadrado ($X^2=0.0047$) muestra que si existe relación entre líneas promisorias y variedades mejoradas de avena.

Tabla 29

Análisis de datos cualitativos de la variable tipo de grano de las líneas promisorias y variedades mejoradas de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.

Estadístico	Valor	GL	P
Chi Cuadrado Pearson	15.00	4	0.0047

En la Tabla 30, se observa que el 20% de los materiales de estudio como la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 presenta las características de grano excelente, grueso, grande, amarillo o blanco. Mientras que el 80% de los materiales como las líneas promisorias AS-17-001, AS-17-002, AS-11-005 y la variedad mejorada INIAP-82 muestra las características de grano mediano, grueso, blanco o amarillo.

Tabla 30

Tabla de contingencia de la variable tipo de grano de líneas promisorias y variedades de avena cultivadas en Chaltura, Imbabura.

Materiales	*	**	Total
AS-17-001	1.00	0.00	1.00
AS-17-002	1.00	0.00	1.00
AS-11-005	1.00	0.00	1.00
INIAP-82	1.00	0.00	1.00
INIAP-FORTALEZA2020	0.00	1.00	1.00
Total	0.80	0.20	1.00

Nota. *= Grano mediano, grueso, blanco o amarillo; ** = Grano excelente, grueso, grande, amarillo o blanco.

Al comparar los resultados coinciden con los de Cadena (2024) son similares, la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 presenta características de grano excelente, grueso, grande, amarillo o blanco. Sin embargo, no concuerda en la investigación de Moposita (2023), las líneas promisorias AS-17-001, AS-17-002, AS-11-005 y la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 registran las mismas características de grano excelente excepto la variedad mejorada INIAP-82 con características grano mediano, grueso, blanco o amarillo.

Ponce et al., (2019) menciona que es un factor genético, pero se puede ver influenciado por la incidencia de enfermedades que afectan a la panoja.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La línea promisorio AS-11-005 y la variedad comercial INIAP-FORTALEZA 2020 muestran rendimientos destacados; sin embargo, estos rendimientos no son explicados por el número de granos por panoja, tamaño de panoja, número de panojas por metro cuadrado y altura de planta ya que, los promedios alcanzados por estos materiales, para estas variables, no siempre fueron los más altos, a diferencia de lo ocurrido para la variable tipo de paja, donde ambos materiales presentaron mayores proporciones de tallos fuertes. Por otra parte, la línea promisorio AS-17-002, la variedad INIAP-82 y línea promisorio AS-17-001 fueron, en orden descendente, las menos productivas. Para las variables porcentaje de emergencia y días al panojamiento los materiales mostraron similares características.
- Los materiales evaluados muestran diferentes comportamientos en cuanto a severidad de enfermedades. La línea promisorio AS-11-005 fue la menos susceptible a roya de hoja (*Puccinia coronata* f.sp. *avenae*). La variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020, la línea promisorio AS-17-002, la variedad INIAP-82 y la línea promisorio AS-17-001 presentaron, en orden ascendente, mayor susceptibilidad a esta enfermedad. De manera similar, para la roya del tallo (), los materiales mostraron una tendencia parecida a la observada para la severidad a roya de la hoja (*Puccinia coronata* f.sp. *avenae*), con la diferencia de que, en los últimos tres materiales, la severidad es similar. Con referencia a la severidad de (*Puccinia graminis* f.sp. *avenae*), todos los materiales fueron susceptibles, encontrándose en una escala de tres.
- La variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020 y la línea promisorio AS-17-005 muestran en la variable peso de 1 000 granos los promedios más altos, seguido por la línea promisorio AS-17-002, la variedad INIAP-82 y la AS-17-001, sin embargo, la línea promisorio AS-17-002 se destaca por tener el mayor peso hectolítrico, seguido de la línea promisorio AS-17-005 y la variedad mejorada INIAP-FORTALEZA 2020. En cuanto a la calidad de grano casi todos los materiales evaluados presentaron grano mediano excepto por la variedad mejorada INAP-FORTALEZA 2020 que registra grano excelente (grande).

5.2 Recomendaciones

- Considerar para nuevas investigaciones a las líneas promisorias AS-11-005 y AS-17-002 con el objetivo de documentar las condiciones propicias que permitan expresar su máximo potencial genético.
- Evitar el empleo de la línea promisoriosa AS-17-001 y la variedad INIAP-82 debido a su notable susceptibilidad a enfermedades y su rendimiento insatisfactorio. La elección de estas opciones puede conllevar riesgos significativos para la salud de los cultivos y resultar en una producción agrícola no favorable.
- Seguir utilizando la variedad INIAP-FORTALEZA 2020 como testigo en nuevas investigaciones de igual manera extender la zonificación para identificar si es viable en diferentes condiciones climáticas.

REFERENCIAS

- Ausemus, E. (1943). *Breeding for disease resistance in wheat, oats, barley and flax*. The Botanical Review, 9(4), 207.
- Bautista, D. (2022). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de avena (*Avena sativa* L.) del INIAP bajo las condiciones agroecológicas del Campus Salache, UTC 2021-2022 [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi].
- Benito, B., Roig, S., San Miguel, A. (2000). Especies de gramíneas y leguminosas de interés pastoral. Morfología y características ecológicas y pascícolas. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid. 188 pp.
- Cadena, B. (2024). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de avena (*Avena sativa* L.), en La Granja Experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15433/2/03%20AGP%20402%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Caiza, J. (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. UTC. Latacunga. 157 p.
- Camarena, F., Chura, J., & Blas, H. (2014). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Universidad Nacional Agraria La Molina-UNALM.
- Domingo F, Sánchez G, Moro MJ, Brenner AJ, Puigdefábregas J. (1998). Measurement and modelling of rainfall interception by three semi-arid canopies. *Agricultural and Forest Meteorology* 91, 275–292. doi:10.1016/S0168-1923(98)00068-9
- FAO. (2021). Nota informativa de la FAO sobre la oferta y la demanda de cereales [Situación Alimentaria Mundial]. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>
- FAOSTAT. (2015). Producción mundial de avena desde el año 2015 hasta 2020. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Fuentes, G. (1984). INIAP-82 nueva variedad de avena de doble propósito.
- García, E. (2007). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto Nacional de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 102p.
- IGM, (2019). Declaración de los productos generados por la REGME y publicados en el Geoportal <https://www.geoportaligm.gob.ec/geoinformacion/>
- INIFAP. (2008). Guía para producir semillas de avena en Bajío. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, México.
- INTA. (2017). Instituto Nacional de Tecnología Agraria. Obtenido://inta.gob.ar/sites/default/files/memoriainta2017pr.pdf

- Jiménez, C., Corone, J., Garófalo, J., Ponce, L., Cárdenas, A., Ochoa, M., Rodríguez, L., Bravo, C., Garzón, J., Noroña, P., Campaña, D., & Muñoz, R. (2020). Nueva variedad de avena de doble propósito para la Sierra Sur ecuatoriana INIAP FORTALEZA 2020. Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Del Austro, 1–2.
- Jiménez, J. (2022). Evaluación del comportamiento agronómico de tres líneas promisorias y dos variedades de avena (*Avena sativa* L.) del INIAP bajo las condiciones agroclimáticas del campus Salache, UTC 2023-2024 [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/12071/1/PC-003255.pdf>
- Moposita, A. (2023). Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias de avena bajo las condiciones agroecológicas de Querochaca [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato].
- Mordor, A. (2020). Mercado de avena: crecimiento, tendencias, impacto de COVID-19 y pronósticos (2023 - 2028). Obtenido de <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/oats-market>
- Ortiz, J. (2024). valoración agronómica de cinco accesiones de avena (*Avena sativa*) del INIAP, en el tercer año de validación en Laguacoto, provincia Bolívar. [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal de Bolívar]. <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6904/1/Tesis%20completa%20avena%20Andres%20Ortiz%20FINAL.pdf>
- Orús, A. (2024). Producción global de avena 2015-2022.Statista. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/1121968/avena-produccionmundial/#:~:text=Esta%20estad%C3%ADstica%20muestra%20la%20producci%C3%B3n,de%20este%20tipo%20de%20cereal.>
- Pinchao, O. (2023). Evaluación de líneas diferenciales para roya (*Puccinia* sp.) en el cultivo de avena, trigo y cebada, en La Granja Experimental La Pradera - Imbabura [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15116/2/03%20AGP%20390%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Ponce, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. (2019). Parámetros de Evaluación y Selección de Cereales (1era ed.). Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391>
- Ponce, L., Garófalo, J., Noroña, P., & Campaña, D. (2020). Actividades de investigación en Cereales [Boletín Técnico, Pg. 51]. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5973/1/ACTIVIDADES%20DE%20INVESTIGACION%20EN%20CEREALES%20A%202020%20impres.pdf>
- Ponce-Molina, L., Noroña, P., Campaña, D. (2021). Actividades de Investigación en cereales Año 2020.Boletín Técnico No 181.INIAP. Quito, Ecuador.74p
- Rivadeneira, M. (2005). Inventario Tecnológico Programa de Cereales. EESC-INIAP.
- Rivas, R. (2010). Clasificación y morfología de Avena. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/3695/Capitulo%202.%20Clasificaci%C3%B3n%20y%20morfolog%C3%ADa%20%28Autor%20Rudy%20Rivas%29.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

- Schaller C.W, Qualset C.O. (1980). Breeding for resistance to the barley yellow Dwarf virus. Proc.Third Int. Wheat Conf., Madrid, Spain. In University of Nebraska Agricultural Experiment Station. Publication MP 41. 528-541 pp.
- Smith, J y Jones, L. (2020). Cultivo de la avena: Guía completa de condiciones edafoclimáticas.
- Stubbs R.W, Prescott J.M, Saari E.E, Dubin H.J. 1986. Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. CIMMYT en cooperación con el Instituto de Inv. para la Protección Vegetal (IPO), Wageningen, Países Bajos p 1-46.
- Tubon, A. 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 [bachelorThesis]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/34647>
- Vizuite, A., & Ortega, R. M. (2015). Efectos del consumo del betaglucano de la avena sobre el colesterol sanguíneo: una revisión. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20(2), 127-139. Recuperado de: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2174-51452016000200008
- Watson, L., & Dallwitz, M. J. (2008). *The grass genera of the world: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval; including synonyms, morphology, anatomy, physiology, phytochemistry, cytology, classification, pathogens, world and local distribution, and references*. The Grass Genera of the World. <https://www.delta-intkey.com/grass/index.htm>

ANEXOS

Anexo 1.

Preparación de la zona de estudio.



Anexo 2.

Siembra de los materiales en estudio.



Anexo 3.

Riego.



Anexo 4.
Germinación.



Anexo 5.
Etiquetado de cada unidad experimental.



Anexo 6.
Monitoreo de enfermedades.



Anexo 7.
Roya en hoja.



Anexo 8.

Roya de tallo



Anexo 9.

Etapa de panojamiento.



Anexo 10.

Cosecha



Anexo 11.

Limpieza de grano



Anexo 12.

Análisis de suelo del área de estudio.

MC-LASPA-2201-01



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.
Tifs. (02) 3007284 / (02)2504240
Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec



INFORME DE ENSAYO No: 23-0078

NOMBRE DEL CLIENTE: Cevallos Recalde Anderson Martin
PETICIONARIO: Cevallos Recalde Anderson Martin
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Cevallos Recalde Anderson Martin
DIRECCIÓN: Imbabura

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 24/02/2023
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 9:02
FECHA DE ANÁLISIS: 27/02/2023
FECHA DE EMISIÓN: 08/03/2023
ANÁLISIS SOLICITADO: 53

Análisis	Ph		N		P		S		B		K		Ca		Mg		Zn		Cu		Fe		Mn		Ca/Mg		Mg/K		Ca+Mg/K		Σ Bases	MO	CO.*	Textura (%)*				IDENTIFICACIÓN
	Unidad		ppm		ppm		ppm		ppm		meq/100g		meq/100g		meq/100g		ppm		ppm		ppm		ppm		meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural							
23-0475	7,31	P N	67,31	A	20,45	A	8,64	B	0,59	B	0,37	M	10,57	A	3,66	A	2,0	B	7,6	A	65	A	10,5	M	2,89	9,76	37,96	14,61	1,73	M						Muestra 1		

Análisis	Al+H*	Al*	Na*	C.E. *	N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*	IDENTIFICACION
	ppm	ppm	meq/100g		%	ppm	meq/100g	ppm	ppm		

OBSERVACIONES:

* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA			
pH =	Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg =	Ólsen Modificado
S,B =	Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn =	Ólsen Modificado
B =			Curcumina

INTERPRETACION		
pH	Elemento	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasio
AlH =	Titulación NaOH

INTERPRETACION			
Al+H,Al y Na	C.E.		M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M. = Medio
T = Tóxico			A = Alto