



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### CARRERA DE AGRONOMÍA

#### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“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”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera  
Agrónoma

**Autora:**

Vasco Cevallos Wendy Isabel

**Tutor:**

Jiménez Jácome Cristian Santiago

**Co-tutora:**

López Guerrero Victoria Alicia

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Febrero 2024**

## DECLARACION AUTORIA

Vasco Cevallos Wendy Isabel, con cédula de ciudadanía No. 0504480492, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“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.”** siendo el Ingeniero Mg. Cristian Santiago Jiménez Jácome Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 15 de febrero del 2024

  
Wendy Isabel Vasco Cevallos  
C.C: 0504480492  
**ESTUDIANTE**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **VASCO CEVALLOS WENDY ISABEL**, identificada con cédula de ciudadanía **0504480492** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“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.”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2019 - Agosto 2019

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutor: Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome Mg.

Tema: **“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.”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.

- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comuniquen, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, 15 de febrero del 2024.

  
Wendy Isabel Vasco Cevallos

**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

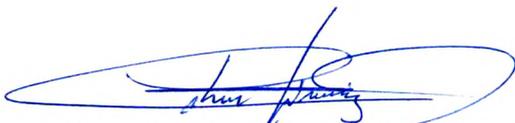
**LA CESIONARIA**

## AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“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.”**, de Vasco Cevallos Wendy Isabel de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 15 de febrero del 2024



Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome. Mg.  
C.C: 0501946263

**DOCENTE TUTOR**

## **AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Vasco Cevallos Wendy Isabel, con el título del Proyecto de Investigación: **“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.”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 15 de febrero del 2024



Ing. Paolo Chasi Vizuete, Mg.

C.C: 0502409725

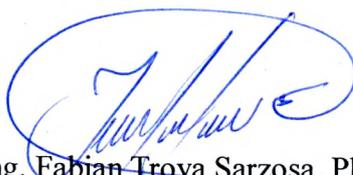
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Ing. Karina Marín Quevedo, Mg.

C.C: 0502672934

**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. Fabian Troya Sarzosa, Ph.D.

CC: 0501645568

**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Mi sincero agradecimiento para el personal docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi, quienes con su conocimiento contribuyeron en mi formación a académica.*

*Al Programa de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en especial al personal técnico: Ing. Javier Noroña e Ing. Javier Gárfalo. A todos ellos gracias por la confianza y el apoyo en la realización de mi proyecto de titulación.*

*A mi tutor Ing. Mg. Santiago Jiménez y co-tutora Ing. Mg. Victoria López gracias por creer en mí y brindarme su apoyo moral y profesional cuando más lo necesitaba. Las largas horas de su tiempo en la supervisión, edición y guía de este estudio jamás serán olvidadas.*

*Mis más sinceros agradecimientos al tribunal revisor: Ing. Ph.D Fabian Troya Sarzosa , Ing. MSc. Paolo Chasi Vizuite y al Ing. Mg. Karina Marín Quevedo por el tiempo empleado para la revisión, orientación, sugerencias, recomendaciones y paciencia el cual ha sido fundamental para la mejora del documento.*

**Wendy Isabel Vasco Cevallos**

## **DEDICATORIA**

*Este presente trabajo va dedicado a mis padres Isabel y Wilver que con su infinito amor y apoyo han estado al pie de la lucha en cada paso y tropiezo de mi carrera universitaria, con sus consejos y sabiduría han sabido guiar mi camino, a mis hermanos Tania y Paul por sus palabras de aliento, su apoyo lleno de amor y solidaridad, siendo el pilar fundamental de mi formación profesional. A mi tía Graciela por ser mi amiga y compañera llena de bondad y amor. Todo esto es dedicado por su esfuerzo día con día, su apoyo incondicional para la persona en la que soy ahora. A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en mi formación profesional, con mucho amor y respeto.*

**Wendy Isabel Vasco Cevallos**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “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.”**

**Autora:**

Vasco Cevallos Wendy Isabel

**RESUMEN**

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi- Campus CEASA en cooperación con el programa de cereales INIAP, con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de tres líneas promisorias y dos variedades de avena (*Avena sativa L.*), del INIAP bajo condiciones agroclimáticas del sitio de estudio , para el presente ensayo se implementó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones con un total de 15 unidades experimentales, las variables evaluadas fueron: porcentaje de emergencia, vigor, habito de crecimiento o porte, número de granos por panoja, longitud de panoja, rendimiento, peso hectolítrico o específico y enfermedades y virus, estas variables fueron las indicadas en el manual N° 111 “Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales” publicado por el INIAP (2019), basado en la escala de Zadoks y Cobb. Los datos obtenidos se los analizo utilizando el software INFOSTAT 2.0 donde se aplicó pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk, así como test Turkey al 5% para las fuentes de variaciones que presentaron significancia estadística.

De los resultados alcanzados en la investigación se determinó que la variedad INIAP FORTALEZA presentó una altura de 115 cm, habito de crecimiento erecto, vigor de planta bueno, numero de granos 26.67, rendimiento 1645.46 kg ha<sup>-1</sup>, peso hectolítrico 36.65 kg hl<sup>-1</sup> y una susceptibilidad a enfermedades moderadamente resistente seguido de la línea AS-11-005 que presento una altura de 103.33 cm, habito de crecimiento erecto, vigor de planta bueno, numero de granos 28.67, rendimiento 1929.05 kg ha<sup>-1</sup>, peso hectolítrico 34.66 kg hl<sup>-1</sup> y una susceptibilidad a enfermedades moderadamente resistente.

**Palabras clave:** línea promisorias, Fortaleza, INIAP 82, Zadoks, rendimiento, comportamiento agronómico.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**TITLE: EVALUATION OF THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF THREE PROMISING LINES AND TWO VARIETIES OF OATS (AVENA SATIVA L.) FROM INIAP UNDER THE AGROCLIMATIC CONDITIONS OF THE SALACHE CAMPUS, UTC 2023-2024".**

**Author:**

Vasco Cevallos Wendy Isabel

**ABSTRACT**

The present research was conducted at the Technical University of Cotopaxi- CEASA Campus in cooperation with the INIAP cereal program, with the objective of evaluating the agronomic performance of three promising lines and two varieties of oats (*Avena sativa* L. ), from INIAP under agroclimatic conditions of the study site, for this trial was implemented a completely randomized block design (DBCA) with five treatments and three replications with a total of 15 experimental units, the variables evaluated were: percentage of emergence, vigor, growth habit or bearing, number of grains per panicle, panicle length, yield, hectoliter or specific weight and diseases and viruses, these variables were those indicated in the manual No. 111 "Evaluation and Selection Parameters in Cereals" published by INIAP (2019), based on the Zadoks and Cobb scale. The data obtained were analyzed using INFOSTAT 2.0 software where Shapiro-Wilk normality tests were applied, as well as Turkey test at 5% for the sources of variations that presented statistical significance.

From the results achieved in the research it was determined that the INIAP FORTALEZA variety presented a height of 115 cm, erect growth habit, good plant vigor, number of grains 26.67, yield 1645.46 kg ha<sup>-1</sup>, hectoliter weight 36.65 kg hl<sup>-1</sup> and a susceptibility to moderately resistant diseases followed by the line AS-11-005 which presented a height of 103.33 cm, erect growth habit, good plant vigor, number of grains 28.67, yield 1929.05 kg ha<sup>-1</sup>, hectoliter weight 34.66 kg hl<sup>-1</sup> and a susceptibility to moderately resistant diseases.

**Key words:** promising line, Fortaleza, INIAP 82, Zadocks, yield, agronomic performance.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACION AUTORIA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	iii
AVAL DEI TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACION .....	vi
<i>AGRADECIMIENTO</i> .....	vii
<i>DEDICATORIA</i> .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
Índice de tablas .....	xvi
Índice de cuadros.....	xviii
Índice de figuras .....	xviii
1 INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
3.1 Beneficiarios directos.....	3
3.2 Beneficiarios indirectos .....	3
4 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
5 OBJETIVOS.....	4
5.1 Objetivo general.....	4
5.2 Objetivos específicos .....	4
6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:.....	5
7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA .....	6
7.1 Cereal.....	6
7.2 Avena (Avena sativa L.).....	6

7.3	Clasificación taxonómica.....	7
7.4	Requerimientos edafoclimáticos.....	7
7.5	Características morfológicas.....	8
7.6	Manejo agronómico.....	9
7.7	Principales enfermedades y virus del cultivo de avena.....	9
7.7.1	Enfermedades.....	9
7.8	Conceptos para orientar a la identificación de variedades mejoradas.....	10
7.8.1	Colección de especies.....	10
7.8.2	Pedigree.....	10
7.8.3	Líneas promisorias.....	10
7.8.4	Variedades mejoradas.....	10
7.9	Desarrollo de variedades mejoradas del INIAP.....	11
7.9.1	Colección de especies.....	11
7.9.2	Ensayos internacionales.....	11
7.9.3	Bloques de cruzamiento.....	11
7.9.4	Líneas segregantes.....	11
7.9.5	Ensayos de rendimiento.....	11
7.9.6	Ensayos regionales.....	12
7.9.7	Multiplicación de variedades.....	12
7.9.8	Entregar la semilla de Fito mejorador.....	12
7.9.9	Multiplicación de la semilla.....	12
7.9.10	Características de una variedad.....	12
7.9.11	Variedades desarrolladas.....	12
7.10	Evaluación de cereales.....	12
7.11	Evaluación de los cereales en la escala de Zadoks.....	14
7.11.1	Emergencia.....	14
7.11.2	Vigor de la planta.....	14
7.11.3	Habito de crecimiento o porte.....	15
7.11.4	Días al espigamiento.....	15
7.11.5	Altura de planta.....	15
7.11.6	Tipo de paja.....	15
7.11.7	Tamaño de espiga.....	16

7.11.8	Número de granos por espiga .....	16
7.12	Variables a evaluar en post cosecha .....	16
7.12.1	Rendimiento.....	16
7.12.2	Peso hectolitro o específico .....	17
7.12.3	Peso de mil granos.....	17
7.12.4	Tipo y color de grano.....	17
8	HIPOTESIS .....	18
8.1	Hipótesis .....	18
9	METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL .....	18
9.1	Ubicación.....	18
9.2	Tipo de investigación.....	19
9.2.1	Experimental.....	19
9.2.2	Cuali-cuantitativa.....	19
9.3	Modalidad básica de la investigación .....	19
9.3.1	Campo.....	19
9.3.2	Bibliográfica y documental .....	19
9.4	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	19
9.4.1	Observación en campo.....	19
9.4.2	Registro de datos .....	20
9.4.3	Análisis de datos.....	20
9.4.4	Método de evaluación.....	20
9.5	Especificaciones del campo experimental .....	20
9.5.1	Diseño experimental.....	20
9.5.2	Factores en estudio .....	21
9.5.3	Tratamientos .....	21
9.5.4	Distribución de la parcela experimental y neta. ....	21
9.5.5	Diseño del ensayo en campo .....	22
9.6	Operacionalización de variables .....	23
9.6.1	Porcentaje de emergencia .....	24
9.6.2	Vigor de la planta.....	24
9.6.3	Habito de crecimiento o porte .....	25
9.6.4	Días a la floración.....	25

9.6.5	Altura de la planta.....	25
9.6.6	Tipo de paja .....	25
9.6.7	Tamaño de la panoja .....	26
9.6.8	Número de granos por espiga .....	26
9.6.9	Rendimiento.....	26
9.6.10	Peso hectolitrito o específico .....	26
9.6.11	Tipo y color de grano.....	26
9.6.12	Reacción a enfermedades .....	27
9.7	Manejo específico del experimento .....	29
9.7.1	Fase de campo UTC .....	29
9.7.2	Fase de campo INIAP .....	30
10	ANÁLISIS Y DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS .....	31
10.1	Prueba de normalidad para variables de comportamiento agronómico .....	31
10.2	Indicadores agronómicos y morfológicas del cultivo .....	31
10.2.1	Emergencia .....	31
10.2.2	Vigor de la planta.....	32
10.2.3	Habito de crecimiento o porte .....	33
10.2.4	Días al panojamiento .....	33
10.2.5	Altura de la planta.....	34
10.2.6	Tamaño de panoja.....	35
10.2.7	Tipo de paja .....	36
10.2.8	Numero de granos por panoja.....	37
10.3	Variables a evaluar en la poscosecha. ....	38
10.3.1	Rendimiento.....	38
10.3.2	Peso hectolítrico o específico .....	39
10.3.3	Tipo y color de grano.....	40
10.4	Resistencia a enfermedades .....	41
10.4.1	Las royas.....	41
10.5	Virus del enanismo amarillo de la avena .....	42
10.6	Curva de crecimiento en el cultivo de avena hasta el último día de panojamiento.	
	43	
11	CONCLUSIONES.....	45

12	RECOMENDACIONES .....	45
13	REFERENCIAS .....	46
14	ANEXOS .....	53
	ANEXO N° .1. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO .....	53
	ANEXO N° 2. ETAPA DE LA COSECHA.....	55
	ANEXO N° 3. ETAPA DE LA POSCOSECHA. ....	56
	ANEXO N° 4. AVAL DEL TRADUCTOR.....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos, actividades, resultados de la actividad (técnicas e instrumentos). .....	5
Tabla 2. Clasificación taxonómica del cultivo de avena.....	7
Tabla 3. Características morfológicas de la avena.....	8
Tabla 4. Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo desde la germinación hasta la madurez de cosecha en escala Zadok. ....	13
Tabla 5. Esquema del ADEVA.....	20
Tabla 6. Tratamientos y códigos. ....	21
Tabla 7. Variables dependientes e independientes.....	23
Tabla 8. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.....	31
Tabla 9. Cuadro de promedios de la variable emergencia a los 8 días en porcentaje (%). ....	31
Tabla 10. Cuadro de promedios de la variable vigor de acuerdo a la escala de evaluación de vigor de planta en cereales.....	32
Tabla 11. Cuadro de promedios de la variable Hábito de crecimiento o porte.....	33
Tabla 12. Cuadro de promedios del 50% del panojamiento. ....	33
Tabla 13. Análisis de varianza (ADEVA) para la variable Altura en centímetros (cm). ....	34
Tabla 14. Prueba de Turkey al 5% en la variable altura (cm). ....	34
Tabla 15. Análisis de varianza (ADEVA) para la variable tamaño de la panoja en centímetros (cm). ....	35
Tabla 16. Prueba de Turkey al 5% en la variable tamaño de panoja (cm). ....	35
Tabla 17. Cuadro de promedios de la variable tipo de paja de acuerdo a la escala de evaluación de tipo de paja en cereales. ....	36
Tabla 18. Análisis de varianza (ADEVA) para la variable número de granos por panoja. ....	37
Tabla 19. Prueba de Turkey al 5% en la variable número de granos por panoja. ....	37

Tabla 20. Análisis de varianza (ADEVA) para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea (kg ha <sup>-1</sup> ). .....	38
Tabla 21. Prueba de Turkey al 5% para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea (kg ha <sup>-1</sup> ). .....	38
Tabla 22. Análisis de varianza (ADEVA) para la variable peso hectolítrico o específico en kilogramos por hectolitro (kg/hl).....	39
Tabla 23. Prueba de Turkey al 5% para la variable peso hectolítrico o específico en kilogramos por hectolitro (kg/hl).....	40
Tabla 24. Tabla de frecuencias para la calificación la variable de acuerdo a la escala de evaluación para tipo de grano en avena.....	40
Tabla 25. Cuadro de promedios de la Puccinia coronata de la hoja. ....	41
Tabla 26. Cuadro de promedios de la Puccinia del tallo.....	42
Tabla 27. Cuadro de promedios del virus del enanismo de la avena.....	42

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Escala de evaluación de emergencia.....	24
Cuadro 2. Escala de evaluación de vigor de plantas en cereales. ....	24
Cuadro 3. Escala de evaluación habito de crecimiento o porte en cereales. ....	25
Cuadro 4. Escala de evaluación de tipo de paja en cereales. ....	25
Cuadro 5. Escala de evaluación para tipo de grano en avena.....	26
Cuadro 6. Tipo de reacción en royas .....	27
Cuadro 7. Escala para determinar el grado de daño en virosis.....	28
Cuadro 8. Ponderación de los resultados obtenidos en variables agronómicas y morfológicas, variables a evaluar en post-cosecha, Enfermedades y virus. ....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Ensayo.....	18
Figura 2. Diseño del ensayo en campo. ....	22

## **1 INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del proyecto**

“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.”

### **Fecha de inicio:**

Abril del 2023

### **Fecha de finalización:**

Febrero del 2024

### **Lugar de ejecución:**

Universidad técnica de Cotopaxi- Barrio Salache - Parroquia Eloy Alfaro - Cantón Latacunga - Provincia de Cotopaxi - Zona 3.

### **Unidad académica que auspicia:**

- Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN).
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)- La Estación Experimental Santa Catalina.

### **Carrera que auspicia:**

Carrera de Agronomía.

### **Proyecto de investigación vinculado:**

“Fortalecimiento de capacidades de empoderamiento de la provincia de Cotopaxi”

### **Equipo de Trabajo:**

**Tutora:** Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.

**Co-tutora:** López Guerrero Victoria Alicia, Mg. (Convenio Interinstitucional Estación Experimental Santa Catalina, INIAP)

**Lector 1:** Wilman Paolo Chasi Vizúete, Mg.

**Lector 2:** Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

**Lector 3:** Jorge Fabian Troya Sarzosa, Ph.D.

**Responsable del proyecto:** Wendy Isabel Vasco Cevallos

**Teléfonos:** 0983400897

**Correo electrónico:** Wendy.vasco0492@utc.edu.ec

**Área de conocimiento:**

Agricultura- agricultura, silvicultura y pesca- agricultura

**Línea de investigación:**

**Línea 1:** Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad y los recursos naturales, basado en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, usos ancestrales de los recursos naturales, la adecuada atención al cambio climático y los ecosistemas frágiles, permitiendo el desarrollo de planes de manejo, producción, equidad social y conservación del patrimonio natural, así como el uso racional de los recursos naturales para reducir y mitigar riesgos naturales.

**Línea de vinculación:**

Gestión de recursos naturales, biotecnología, biodiversidad y gestión para el desarrollo humano y social

## **2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La avena es el quinto cereal más producido en el mundo después del trigo, el maíz, el arroz y la cebada; se cultiva principalmente como variedad de cereal de usos múltiples (cereales y forrajes) o en rotación de cultivos. En Ecuador se alimenta principalmente al ganado ya sea como grano o como forraje (pasto, heno o ensilaje), solo o mezclado con leguminosas. La superficie cultivable en la Sierra del Ecuador es de 1177 ha con un rendimiento promedio de 0,74 t ha<sup>-1</sup> (Ponce et al., 2021).

Con esta investigación se busca tener nuevas variedades mejoradas que sean resistentes a plagas y enfermedades para así poder tener una mayor producción, debido a que la avena es un cultivo

esencial para el sostenimiento tanto de las personas como de los bovinos, ya que es un elemento clave en las distintas actividades económicas. La avena tiene diferentes usos lo que hace que sea importante y se requiera evaluar que tan resistentes pueden llegar a ser cada variedad y líneas, beneficiando tanto a los productores de avena como también a los ganaderos que podrán utilizar este producto como alimento para los animales, teniendo así un impacto o una relevancia de este proyecto dando alternativas de nuevas variedades para los productores para incrementar el rendimiento y la resistencia ante las condiciones climáticas.

La presente investigación pretende proveer información confiable sobre el comportamiento agronómico de la avena el mismo que se les dará a conocer a los agricultores los resultados de las características de las plantas que se adaptan a condiciones del campus Salache y por ende a sectores que presenten similares condiciones agronómicas teniendo resultados similares a los obtenidos en esta investigación.

### **3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **3.1 Beneficiarios directos**

Los beneficiarios directos la investigación son la Universidad Técnica de Cotopaxi y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) - La Estación Experimental Santa Catalina.

#### **3.2 Beneficiarios indirectos**

Los beneficiarios indirectos son los productores de avena

### **4 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

En el mundo siendo la avena el quinto cereal más importante, su producción anual es de 55 millones de toneladas, mientras que la producción en América latina es de 13,6 millones de toneladas. En Ecuador se considera que la avena, el chocho y el amaranto tienen rendimientos bajos. Se han publicado datos de encuestas agrícolas del 2020 que muestran la situación general actual de los cultivos donde se produce 500 mil toneladas de cereales una parte se utiliza como forraje y la otra como grano con un promedio de 2,1 toneladas por hectárea (Fernández, 2020).

La principal dificultad en el cultivo de avena es que el forraje, la calidad del grano y el rendimiento se ven afectados por patógenos que causan enfermedades foliares y puede causar una pérdida de hasta el 50%. Estos fenómenos ocurren en casi todas las regiones del mundo donde se cultiva este cereal, afectando a la planta en la superficie del suelo, desde la etapa de plántula hasta la de llenado del grano (Delgado et al., 1990).

En Ecuador en la actualidad debido a que no es un cultivo muy sembrado y de bajo rendimiento debido a los patógenos por falta de variedades resistentes a las mismas , la avena destinada al consumo es exclusivamente importada del extranjero alrededor de 32,214 toneladas promedio fueron entre el periodo 2011 – 2012 (Torres et al., 2016).

Al no tener variedades de avena resistentes, es un cultivo que se está dejando de lado por lo cual esta investigación es de gran relevancia ya que se busca generar nuevas variedades y líneas de avena resistentes, actualmente se proponen estudios de mejoramiento genético, prácticas y tareas culturales, pruebas de rendimiento y ensayos regionales, que permitirán obtener variedades superiores en términos de productividad, tolerancia y resistencia a enfermedades fúngicas, adaptación a diferentes ambientes agroecológicos y calidad (Lorier et al., 2010).

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general**

Evaluar el 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.

### **5.2 Objetivos específicos**

- Identificar cuál de las variedades y líneas promisorias de avena presentan mejor respuesta a las condiciones de campo abierto de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache.
- Trazar curvas de crecimiento en función de tiempo de desarrollo del cultivo.

## 6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:

**Tabla 1.**

*Objetivos, actividades, resultados de la actividad (técnicas e instrumentos).*

Objetivos	Actividades	Resultados de la actividad	Medios de verificación	
<b>Evaluar el comportamiento agronómico de tres líneas promisorias y dos variedades de avena (<i>Avena sativa</i> L.) del INIAP bajo las condiciones agroclimáticas del Campus Salache, UTC 2023-2024.</b>	<b>Implementación del ensayo: Un DBCA con cinco tratamientos y tres repeticiones</b>	parcela bruta: 3,6 m <sup>2</sup>	fotos, libro de campo, hoja de cálculo, prueba de Shapiro-Wilk, cuadro de resumen y gráficos	
		área total: 102 m <sup>2</sup>		
		área neta: 54m <sup>2</sup>		
		total 15 unidades experimentales		
	<b>Variable a medir según la escala de Zadoks</b>	<b>Datos de variables a estudiar:</b>		
	emergencia	porcentaje de emergencia		
	vigor	vigor (escala de 1-5)		
	habito de crecimiento	habito de crecimiento (escala de 1-3)		
	días al panojamiento	días al panojamiento (días)		
	altura de planta	altura de planta (cm)		
	tipo de paja	tipo de paja (escala 1-3)		
	tamaño de panoja	tamaño de panoja (cm)		
	numero de granos por panoja	numero de granos por panoja (#)		
	<b>Toma de datos de enfermedades</b>	<b>Datos de reacción de enfermedades</b>		
	Severidad	severidad (%)		
	tipo de reacción	tipo de reacción		
	<b>Toma de datos postcosecha</b>	<b>Datos postcosecha</b>		
	rendimiento	rendimiento kg ha <sup>-1</sup>		
	peso hectolítrico o específico	hectolítrico o específico kg hl <sup>-1</sup>		
	tipo y color de grano	tipo y color de grano (escala)		
<b>Aplicación de prueba de Shapiro- Wilk</b>	<b>Prueba de Shapiro- Wilk:</b> Variables que indican un p valor superior a 0,05, ajustándose a la distribución normal se analiza bajo una estadística paramétrica			

<p><b>Trazar curvas de crecimiento en función de tiempo de desarrollo del cultivo.</b></p>	<p>Base de datos con alturas de la planta semanales desde la siembra hasta el panojamiento</p>	<p>graficas de altura de planta de las dos variedades y 3 líneas en el software Excel</p>	<p>base de datos digital y gráficos digitales e impresos</p>
--	--	---	--

## 7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

### 7.1 Cereal

Los cereales, su nombre proviene de Ceres, la diosa romana de la agricultura, son un grupo de plantas de una gran familia: las gramíneas. Las semillas y los frutos son en realidad iguales: Los cereales más utilizados en la alimentación humana son el maíz, el trigo y el arroz, pero también son importantes la avena, la cebada, el centeno y el mijo. Algunos cereales, como el trigo, la espelta y el centeno, contienen gluten, una proteína especial que se utiliza para hacer pan, por eso se les llama granos de pan (Ramos, 2013).

Los cereales han sido considerados un alimento básico para el ser humano desde la antigüedad. La humanidad ha aprovechado probablemente el fruto de las gramíneas durante más de diez mil años. En nuestro país los cereales son parte esencial de la canasta básica y dieta diaria de los ecuatorianos. Sin embargo, todavía dependemos de las importaciones de estos productos (Ponce et al., 2019). Los cereales son los cultivos más importantes del mundo debido a la superficie cultivada y su cultivo, que forman la base de la dieta de la mayoría de las personas (Lluch & María, 2013).

### 7.2 Avena (*Avena sativa* L.)

La avena es una planta anual que puede crecer en tierras altas, tierras bajas, tierras salino-alcalinas o regiones áridas. Tiene una fuerte adaptabilidad desde climas semicálidos a fríos. También es rico en proteínas, minerales y vitaminas y otros altos valores biológicos. Se cree que la avena es originaria de Europa, pero no se sabe cómo se introdujo en Ecuador. Actualmente, se produce de forma más intensiva en la región andina, donde se caracteriza por un crecimiento perenne en el monte. e intentar producir hojas nuevas que puedan usarse para alimentar al ganado u otros animales (Tubon, 2022).

### 7.3 Clasificación taxonómica

La avena es una especie anual de la familia de las monocotiledóneas y se clasifica de la siguiente manera:

**Tabla 2.**

*Clasificación taxonómica del cultivo de avena.*

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Tracheophyta
<b>Subdivisión</b>	Pteropsida
<b>Clase</b>	Angiosperma
<b>Subclase</b>	Monocotiledonea
<b>Orden</b>	Graminales
<b>Familia</b>	Gramineas
<b>Tribu</b>	Aveneae
<b>Genero</b>	Avena
<b>Especie</b>	<i>Avena sativa L.</i>

**Fuente.** (Romero, 1983)

### 7.4 Requerimientos edafoclimáticos.

Cerdas, (2012), menciona que para generar una buena producción de forraje el cultivo de avena, hay que tener en cuenta algunos parámetros:

**Altitud:** se da en zonas tropicales a una altura desde 1500 hasta 3000 msnm, suele adaptarse en zonas áridas.

**Fotoperíodo:** este es un cultivo que necesita largos días de sol de manera natural.

**Temperatura:** su temperatura adecuada es de 17,5 grados centígrados

**Precipitaciones:** la avena es resistente a sequías, pero no por muy largas temporadas, la precipitación adecuada para este cultivo es de 500mm.

**Textura:** se desarrolla de mejor manera en suelos arcillosos limosos ya que son suelos con gran retención de agua.

**Salinidad:** es ligeramente tolerante a la salinidad

**pH:** su pH optimo es de 6

**Drenaje:** es importante contar con un buen drenaje para evitar ciertas enfermedades.

### 7.5 Características morfológicas

La caracterización morfológica de los recursos fitogenéticos se logra definiendo un conjunto de caracteres utilizando descriptores definidos que permiten distinguir taxonómicamente las plantas. Algunas personalidades son altamente hereditarias y pueden observarse y expresarse fácilmente de la misma manera en cualquier entorno. Las características morfológicas se utilizan para estudiar la variación genética, identificar plantas y conservar los recursos genéticos. Por lo tanto, la caracterización es el primer paso en los programas de mejora y conservación de cultivos (Argenta, 2019).

La morfología de las plantas tiene que ver con el conjunto de características cualitativas y cuantitativas con la forma y estructura de las plantas. Las formas de las plantas que crecen en los viveros son efectos de las características fitogenéticas, condiciones ambientales y métodos de cultivo utilizados como fecha de siembra, densidad de plantas, grado de sombra, regímenes de fertilización y riego, podas aéreas (Navarro et al., 2006).

Para la avena, en los programas de mejoramiento genético de esta variedad de cereal es muy importante la determinación de razas fisiológicas, así como datos sobre el comportamiento de genotipos inoculados con aislados específicos, que son la base para la producción de variedades resistentes; comprender el comportamiento de los genes de resistencia del huésped y su interacción con la virulencia de los hongos; proporcionar métodos para el análisis genético de huéspedes y patógenos; y descubrir nuevas especies potencialmente peligrosas y nuevos genotipos de huéspedes. Además, los estudios de especies reflejan tendencias a largo plazo en las poblaciones de patógenos (Mariscal et al., 2011).

#### Tabla 3.

Características morfológicas de la avena.

<b>Órgano</b>	<b>Características</b>
<b>Raíz</b>	Posee muchas raíces y es profunda lo que permite que la planta absorba mejor los nutrientes.
<b>Tallo</b>	Son gruesos y rectos y en ocasiones llegan a medir hasta un metro.
<b>Hojas</b>	Son planas y largas de color verde oscuro.
<b>Flores</b>	La inflorescencia es una panícula, forma un racimo de espiguillas con dos o tres flores
<b>Fruto</b>	Cariópside

**Fuente.** (Frías, 2012)

## 7.6 Manejo agronómico

**Preparación del suelo:** El terreno debe estar preparado para alcanzar una buena germinación y, sobre todo para lograr el crecimiento suficiente de cultivos que requieren la implementación de buenas prácticas agrícolas, como los barbechos, que incluyen aflojar el suelo para asegurar una mejor calidad de las áreas de producción, como una mayor aireación y una mejor capacidad de retención de agua (García, 2021)

**Siembra:** Existen varios métodos de siembra, pero el más común es el al voleo, donde las semillas se esparcen una tras otra para mejorar su efecto de siembra. O, si se dispone de máquina, utilizar una jardinera y marcar el último borde a una altura de 30 a 40 cm. Para asegurar un buen riego, la distancia entre hileras es de 17 a 20 cm y la profundidad de 6 cm (Machado & Mendoza, 1987)

**Fertilización:** Es necesario utilizar nitrógeno, potasio y fósforo, que son los elementos básicos para el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Cabe señalar que el nitrógeno es uno de los elementos más básicos. En general se aplica de 30 a 80 kg/ha, pero en épocas secas se recomienda reducir la dosis (García, 2021).

**Cosecha:** Depende de la variedad, pero suele durar una media de 120 a 130 días, y se puede cosechar y preparar para el consumo utilizando diversas herramientas (García, 2021).

## 7.7 Principales enfermedades y virus del cultivo de avena

### 7.7.1 Enfermedades

#### Como se evalúa las enfermedades en los cereales

Esta variable permite cuantificar la presencia de la enfermedad y el daño causado, expresado como porcentaje de tejido vegetal dañado. Se pueden utilizar diferentes escalas dependiendo de la enfermedad (Ponce et al., 2021)

##### 7.7.1.1 Roya del tallo (*Puccinia graminis*)

La roya del tallo, u roya negra, se caracteriza por pústulas de color marrón oscuro que aparecen en los bordes de las hojas, tallos y espigas; si la infección es grave, la epidermis desprende una gran cantidad de esporas, lo que le da una apariencia áspera y agrietada (Ramírez et al., 2023).

##### 7.7.1.2 Roya de la hoja (*Puccinia coronata*)

Se caracteriza por pústulas redondas o ligeramente ovaladas que se distribuyen irregularmente y el color de las pústulas varía entre naranja y marrón anaranjado (Formento & Kuttel, 2022).

### **7.7.1.3 Virus del enanismo (Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV).**

Esta enfermedad viral está muy extendida entre los cereales. El virus se transmite por un vector, en este caso pulgones de diversas especies, y provoca retraso del crecimiento por un alargamiento internodal insuficiente y pérdida del color de las hojas desde las puntas y a lo largo de los bordes hasta la base. La avena es roja o morada (Herrera & Quiroz, 1980).

## **7.8 Conceptos para orientar a la identificación de variedades mejoradas.**

### **7.8.1 Colección de especies**

La colección de especies está formado por los recursos genéticos de plantas cultivadas y silvestres, incluidas todas sus variaciones, que proporcionan evidencia irremplazable de tendencias históricas a largo plazo y permiten a los investigadores predecir el futuro (Tipe Badajos, 2017).

### **7.8.2 Pedigree**

Este modelo se basa en cruzar individuos de diferentes genotipos para obtener la firma genética deseada en la nueva generación. Este método sirve como estrategia clave para mejorar las especies existentes y convertirlas en especies superiores. Para obtener buenos resultados, elija padres cuyas características desee combinar. La hibridación puede crear nuevas variedades combinando las características biológicas de especies lejanamente relacionadas, cruzando las fronteras de las especies y mejorando la variación genética (Llatas et al., 2021).

### **7.8.3 Líneas promisorias**

La palabra promisor se deriva del conocimiento experiencial de comunidades indígenas, comunidades agrícolas tradicionales o de investigaciones realizadas. Promisorio se refiere específicamente a cosas prometedoras derivadas del conocimiento o cosas que tienen potencial para ciertos propósitos (Casanova et al., 2012).

### **7.8.4 Variedades mejoradas**

Se trata de variedades obtenidas mediante diversos métodos de mejoramiento genético, mediante los cuales se obtienen plantas con mejores propiedades agronómicas (Espinosa et al., 2009).

Las características de las variedades que determinan la identidad, la estabilidad y la consistencia son diferentes para cada especie. Es importante que las descripciones registradas ayuden a determinar la presencia de copas o resistencia a enfermedades, lo que ayuda a definir diferentes

condiciones, así como la uniformidad de las descripciones de altura de la planta y fechas de floración y otras como color de flor o color de grano. determina la estabilidad (Peralta et al., 2013).

## **7.9 Desarrollo de variedades mejoradas del INIAP**

El desarrollo de nuevas variedades es una tarea que requiere medidas sólidas y seguras y se basa en procedimientos y métodos bien probados. Es un trabajo paciente y a largo plazo que los expertos en programas de fitomejoramiento llevan a cabo periódicamente en campos, invernaderos y laboratorios (Chamorro, 2016).

**Para el desarrollo de variedades mejoradas comprende las siguientes etapas:**

### ***7.9.1 Colección de especies***

Para mejorar las variedades, primero se deben comprender los materiales disponibles en el país para poder explotar plenamente las excelentes cualidades de las variedades locales y exóticas como recursos genéticos (Escobar P. & Fuentes O., 1967).

### ***7.9.2 Ensayos internacionales***

Este trabajo ayuda a incorporar en los planes de mejoramiento cualquier material genético extraño que tenga buena adaptabilidad y comportamiento en nuestras condiciones ecológicas (Garófalo et al., 2011).

### ***7.9.3 Bloques de cruzamiento***

Estos bloques están hechos de material natural y exótico y consisten en materiales con amplia variabilidad genética, aptos para identificar líneas prometedoras por su buen comportamiento en campo, para luego cruzarlas entre sí y transferirlas a nuevas características. Líneas que determinan el aumento de la productividad (Garófalo et al., 2011).

### ***7.9.4 Líneas segregantes***

Durante el sexenio (F1-F6), estudiamos la descendencia año tras año y seleccionamos plantas individuales con buenas características fenotípicas (Garófalo et al., 2011).

### ***7.9.5 Ensayos de rendimiento***

Están elaborados a partir de materiales seleccionados, como líneas mejoradas, para un buen rendimiento y resistencia a enfermedades en comparación con las variedades comerciales (Garófalo et al., 2011).

### **7.9.6 Ensayos regionales**

Es la validación de líneas promisoras en diferentes zonas ecológicas en todas las áreas de producción y estaciones piloto del país frente a variedades comerciales para determinar su aprobación o eliminación en función de su comportamiento del cultivo comercial (Garófalo et al., 2011).

### **7.9.7 Multiplicación de variedades**

En esta etapa se puede aumentar el número de semillas, mantener la pureza de la variedad y realizar una evaluación final en la superficie semicomercial de la línea o material que pasará a ser una variedad mejorada (Garófalo et al., 2011).

### **7.9.8 Entregar la semilla de Fito mejorador**

Las semillas se envían a la división de semillas del Fito mejorador para la propagación básica, que es la etapa final del mejoramiento genético (Garófalo et al., 2011).

### **7.9.9 Multiplicación de la semilla**

Una vez completado todo el proceso, las semillas básicas se suministrarán en cantidades suficientes a las empresas de semillas híbridas para que las propaguen, las registren y, finalmente, las certifiquen para su venta a agricultores de todo el país (Garófalo et al., 2011).

### **7.9.10 Características de una variedad**

Una buena variedad debe cumplir varias características o condiciones: resistencia a enfermedades ambientales comunes, buen tipo agronómico, amplia adaptabilidad, alto potencial de rendimiento y buena calidad industrial (Garófalo et al., 2011).

### **7.9.11 Variedades desarrolladas**

Luego de un largo y paciente proceso de mejoramiento, el INIAP ha desarrollado 82 variantes; la mayoría de ellos están en manos de agricultores de la Sierra, litoral y Amazonas, que cuentan con sus propias tecnologías de desarrollo (Garófalo et al., 2011).

## **7.10 Evaluación de cereales**

La escala de Zadoks es fundamental ya que explica de forma clara y explícita mediante gráficas y detalla cada una de las etapas de desarrollo del cultivo (Ponce et al., 2020).

Para todos aquellos que trabajan con cultivos menores, el conocimiento de este campo es fundamental, pues en base a él se realizarán o evaluarán todos los parámetros necesarios para la selección de germoplasma con las características deseadas. La evaluación no debe basarse en

el número de días transcurridos desde la siembra, sino en el estado de desarrollo del cultivo (Ponce et al., 2020).

Zadoks et al. (1974), describe en la Tabla 4 la escala detalladamente para cada una de las etapas más importantes del desarrollo del cultivo.

**Tabla 4.**

*Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo desde la germinación hasta la madurez de cosecha en escala Zadok.*

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., 2021)

## **7.11 Evaluación de los cereales en la escala de Zadoks.**

### **7.11.1 Emergencia**

La emergencia implica estimar el número de plantas que surgirán de una parcela o campo. Este parámetro es subjetivo y se evalúa visualmente, expresado como bueno, regular y malo en el porcentaje respectivo. Este parámetro se evalúa en el estadio de desarrollo Z 12 o Z 13 según la escala de Zadok: dos o tres hojas en desarrollo (Ponce et al., 2019).

- **Factores de influencia:** tipo de suelo, preparación del suelo, profundidad de siembra y calidad de semilla, también las condiciones ambientales presentes en el lugar antes y después de la siembra

### **7.11.2 Vigor de la planta**

La evaluación del vigor está diseñada para evaluar el desempeño de cada accesión. El vigor es la intensidad con la que crecen las plantas en una parcela en función del desarrollo general del

cultivo (tamaño de la planta, tamaño de las hojas, número de colonias, etc.) Este parámetro se evalúa según la escala de Zadoks cuando el cultivo se encuentra en etapa de desarrollo Z 14 o Z 15. Han crecido cuatro o cinco hojas antes de que comience la labranza (Ponce et al., 2020).

- **Factores de influencia:** Tamaño y calidad de las semillas, disponibilidad de nutrientes y humedad del suelo.

#### ***7.11.3 Habito de crecimiento o porte***

Se relaciona con la forma en que se desarrolla la planta, y con la disposición de hojas y tallos en las primeras etapas de desarrollo. La etapa de desarrollo del cultivo para este parámetro según la escala de Zadoks es de Z 20 a Z 29, es decir, toda la fase de macollamiento (Ponce et al., 2020).

- **Factores de influencia:** temperatura, lluvias, horas luz y nutrientes del suelo

#### ***7.11.4 Días al espigamiento***

Los días de espigamiento es el número de días desde la siembra hasta la aparición de las espigas de las plantas en el campo. Este parámetro se estima mediante inspección visual, que calcula el número de días desde la siembra hasta la emergencia completa de las espigas en la parcela. La etapa de desarrollo del cultivo utilizada para registrar este parámetro según Zadoks es Z 55, es decir, aparece la mitad de la inflorescencia (Ponce et al., 2020).

- **Factores de influencia:** sequias, condiciones climáticas, pisos altitudinales, cambios fuertes de temperatura, nubosidad y fotoperiodo.

#### ***7.11.5 Altura de planta***

Es simplemente el tamaño final que alcanza la planta durante su pleno desarrollo. Este parámetro se mide con una regla o metro como la distancia en centímetros desde la superficie del suelo hasta la punta de sus aristas excluyendo el borde. La etapa de desarrollo del cultivo utilizada para registrar este parámetro es Z 91 en la escala de Zadoks, cariósides duras difíciles de dividir (Ponce et al., 2020).

- **Factores de influencia:** altas lluvias, pisos altitudinales, condiciones climáticas, sequia, nubosidad, fotoperiodo, temperatura, disponibilidad de nutrientes y factores genéticos.

#### ***7.11.6 Tipo de paja***

Es una estimación de la rigidez y flexibilidad del tallo de la planta para resistir el viento y el asentamiento del cultivo. La etapa de desarrollo del cultivo utilizada para registrar este

parámetro es Z 91 en la escala de Zadok, cariósides duras (difíciles de dividir) (Ponce et al., 2020).

- **Factores de influencia:** nutrición, alta precipitación, pisos altitudinales, condiciones climáticas, sequía, densidad, nubosidad, viento y fotoperiodo.

#### **7.11.7 Tamaño de espiga**

Es el tamaño final que ha alcanzado la espiga en todo el desarrollo. Este parámetro se mide desde la parte inferior de la punta hasta la punta, excluyendo el borde. Usa una regla y expresa en centímetros. La etapa de desarrollo del cultivo utilizada para registrar este parámetro es Z 92 de Zadoks, cariósides duras (no marcadas con la uña) (Ponce et al., 2020).

- **Factores de influencia:** disponibilidad de nutrientes, precipitación, pisos altitudinales, condiciones climáticas, sequía, nubosidad, fotoperíodo y temperatura.

#### **7.11.8 Número de granos por espiga**

Es el número de granos que la espiga alcanza hasta su periodo completo. Este parámetro es visual y para ello, cuando el cultivo alcanza la madurez comercial (es decir, se cosecha), se seleccionan al azar al menos 10 espigas y se cuenta manualmente el número de granos enteros de la misma. Para registrar este parámetro durante el desarrollo del cultivo se utiliza según la escala Zadoks Z 92, cariósides duras (no marcadas con la uña).

- **Factores de influencia:** disponibilidad de nutrientes, lluvias, pisos altitudinales, condiciones climáticas, sequía, nubosidad, fotoperíodo y temperatura.

### **7.12 Variables a evaluar en post cosecha**

Después de la cosecha, se deben evaluar varias variables para permitir la selección de germoplasma apropiado para los parámetros de calidad exigida por los usuarios finales.

#### **7.12.1 Rendimiento**

Este es el parámetro más importante a evaluar y básicamente muestra el rendimiento potencial de grano que se puede lograr con cada material. Este valor se proporciona en gparcela-1 y se puede convertir a kg ha-1 para calcular el rendimiento potencial esperado. Para hacer esto, debemos pesar completamente el rendimiento de cada unidad experimental como se definió anteriormente (Ponce et al., 2020).

- **Factores de influencia:** plagas y enfermedades como también clima, suelo, agua, temperatura, nubosidad, nutrientes, pH, granizada y heladas.

### ***7.12.2 Peso hectolitro o específico***

Es el peso de los granos en un volumen determinado. Esto significa que cuanto mayor sea el peso alcanzado, mejor será la calidad del producto. Este peso debe ser evaluado en kilogramos por hectolitros (kg hl<sup>-1</sup>), para lo cual utilizamos pesas con gravedad específica o hectolitro (Ponce et al., 2020).

- **Factores de influencia:** en este parámetro afecta tanto factores bióticos como plagas y enfermedades y también abióticos como el clima, suelo, agua, temperatura, nubosidad y también la humedad del grano.

### ***7.12.3 Peso de mil granos***

Es el peso que tienen 1000 granos seleccionados al azar, lo que quiere decir que mientras el peso es mayor, su rendimiento potencial del cultivo es mayor. Además, sirve para calcular la densidad de siembra (Ponce et al., 2020)

- **Factores de influencia:** en el resultado influyen la humedad del grano el tamaño del grano y las condiciones del suelo y clima durante todo el proceso de cultivo.

### ***7.12.4 Tipo y color de grano***

Es el valor que se da el grano tomando en cuenta el color, forma, tamaño, uniformidad y daño, esto se realiza cuando el grano este completamente seco.

- **Factores de influencia:** lluvias y temperaturas presentes al final del ciclo del cultivo y también por la incidencia de enfermedades que afectan a la espiga.

## 8 HIPOTESIS

### 8.1 Hipótesis

- **Hipótesis alternativa**

Al menos una línea promisorio o variedad de avena del INIAP se adapta a las condiciones agroclimáticas del campus Salache.

- **Hipótesis nula**

Ninguna de las líneas promisorias o variedades de avena del INIAP se adapta a las condiciones agroclimáticas del campus Salache.

## 9 METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL

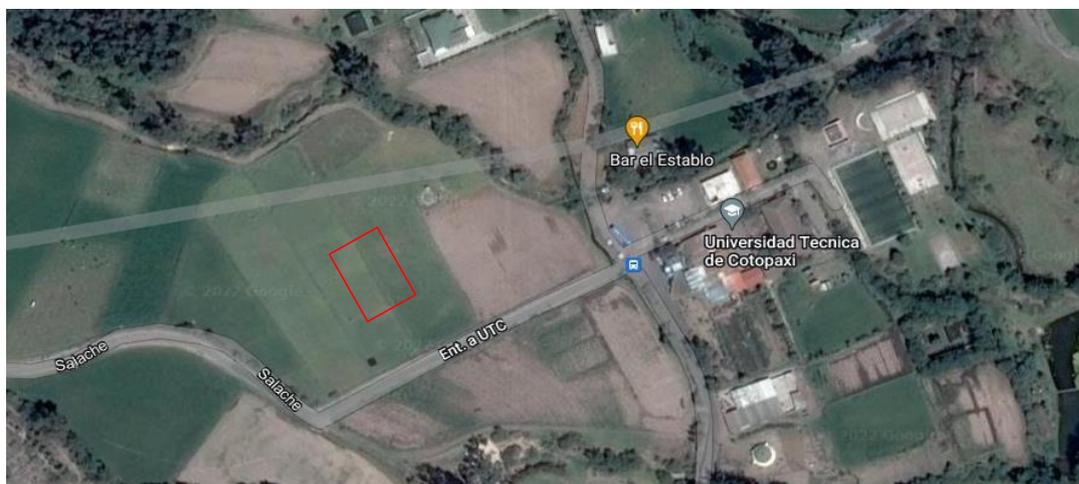
### 9.1 Ubicación

Este estudio se llevó a cabo en dos lugares, en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

- **Altitud:** 2.750msnm.
- **Longitud:** 78°37'14" Oeste
- **Latitud:** 00°59'57" Sur

### Figura 1.

*Ubicación del Ensayo.*



**Fuente.** (Google Maps, s. f.)

La segunda etapa del estudio en la fase de poscosecha se realizó en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) – Estación Experimental Santa Catalina.

## **9.2 Tipo de investigación**

### ***9.2.1 Experimental***

Una investigación experimental es un estudio en el que la persona manipula y controla una o más variables independientes y observa la variable dependiente para medir cambios simultáneos (Agudelo & Aignerren, 2008)

Esta investigación se trabajó con una variable independiente y líneas promisoras de avena, lo que mediante este tipo de investigación nos permitirá visualizar el comportamiento agronómico, bajo las condiciones agronómicas que nos ofrece el campus Salache.

### ***9.2.2 Cualitativa***

Cualitativos por que se describe lo que sucede en el entorno natural y cuantitativos ya que toda la información registrada en el libro de campo serán datos numéricos y se utilizara Infostat versión estudiantil para un análisis estadístico (Jaramillo & Ramírez, 2006).

## **9.3 Modalidad básica de la investigación**

### ***9.3.1 Campo***

La investigación de campo permite enriquecer la relación teoría–práctica. El registro de datos se llevará a cabo únicamente en el lugar donde se implantó el ensayo. (Jansen, 2013).

### ***9.3.2 Bibliográfica y documental***

El material bibliográfico y documental son relacionados ya que ayudara como base para el marco teórico y los resultados obtenidos.

## **9.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

### ***9.4.1 Observación en campo***

La observación es una técnica de investigación de fuentes primarias, que como ya vimos necesita de una planeación para abordar un objeto de estudio o una comunidad a través de un trabajo de campo. Este método nos permitió tener un contacto directo con el ensayo en estudio para la recolección de datos de cata tratamiento (Jansen, 2013).

#### 9.4.2 Registro de datos

Se llevará a cabo mediante el libro de campo donde se anotará los diferentes datos para obtener el resultado final.

#### 9.4.3 Análisis de datos

Para el análisis de datos se realizó la prueba de normalidad de Shapiro- Wilk, esto se realiza para analizar muestras inferiores a 50 datos, esto con la finalidad de comprobar la normalidad de un conjunto de elementos. Mientras que para las fuentes de variaciones que muestren significancia estadística se realiza el test Turkey al 5% y para las variables que no presenten diferencia se realiza tablas de promedios como también que son evaluadas bajo escala. Finalmente, para el procesamiento de datos se utiliza el software estadístico Infostat versión estudiantil.

#### 9.4.4 Método de evaluación

La evaluación de los cultivos es realizada por personal técnico del INIAP con base en las etapas de desarrollo de los cultivos Zadoks y las escalas establecidas, de acuerdo con el Manual de Evaluación y Parámetros de Selección de Granos No. 111 publicado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en 2019.

### 9.5 Especificaciones del campo experimental

#### 9.5.1 Diseño experimental

Se trabajó con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) obteniendo 5 tratamientos 3 repeticiones.

#### Tabla 5.

*Esquema del ADEVA.*

Fuentes de variación	Grados de libertad		
Repetición	r-1	3-1	2
Tratamientos	t-1	5-1	4
Error	(r-1) (t-1)	(3-1) (5-1)	8
Total	t.r-1	5.3-1	14

### 9.5.2 Factores en estudio

La semilla de avena fue facilitada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) – Estación Experimental Santa Catalina.

- V1: INIAP-82
- V2: INIAP-Fortaleza
- L1: AS-17-001
- L2: AS-17-002
- L3: AS-11-005

### 9.5.3 Tratamientos

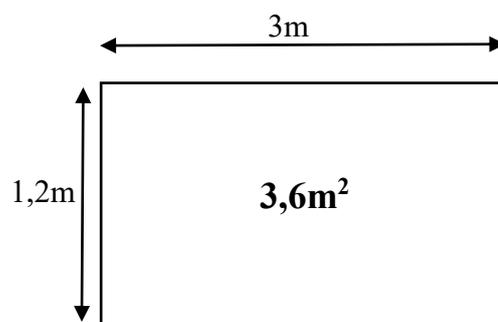
**Tabla 6.**

*Tratamientos y códigos.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Variedades- códigos</b>	<b>Descripción</b>
<b>T1</b>	INIAP- 82	Variedad
<b>T2</b>	AS- 17- 001	Línea promisoría
<b>T3</b>	AS- 17- 002	Línea promisoría
<b>T4</b>	AS- 11- 005	Línea promisoría
<b>T5</b>	INIAP FORTALEZA	Variedad

### 9.5.4 Distribución de la parcela experimental y neta.

Parcela neta: 3,6m<sup>2</sup>



**Elaborado por.** (Autora, 2023)

### 9.5.5 *Diseño del ensayo en campo*

- **Total:** 15 unidades experimentales
- **Parcela bruta:** 3,6m2.
- **Área total:** 102 m2
- **Área neta:** 54 m2

**Figura 2.**

*Diseño del ensayo en campo.*



## 9.6 Operacionalización de variables

Tabla 7. Variables dependientes e independientes

	<b>Definición conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índice (unidad de medida)</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumentos</b>
<b>Comportamiento agronómico (variable independiente).</b>	Características agronómicas de híbridos y variedades nativas de un sector.	Variables agronómicas	emergencia	porcentaje de emergencia	cálculo de porcentaje	observación y registro
			vigor	escala (1-5)	Observación	observación directa
			habito de crecimiento	escala (1-3)	Observación	observación directa
			días al panojamiento	días	Observación	observación directa
			altura de la planta	(cm)	medición directa	cinta métrica
			tipo de paja	escala (1-3)	Observación	observación directa
			tamaño de panoja	(cm)	medición directa	Regla
			numero de granos por panoja	(#)	Observación	observación directa
<b>Líneas promisorias y variedades de avena. (variable dependiente)</b>	conocimiento empírico procedente de comunidades indígenas o comunidades tradicionales son investigaciones realizadas, la palabra promisorio se refiere a algo prometedor.	Rendimientos del cultivo	severidad	porcentaje de severidad	cálculo de porcentaje	observación y registro
			tipo de reacción	tipo de reacción	Observación	observación directa
			Rendimiento	rendimiento kg ha-1	pesaje	balanza
			peso hectolítrico	peso hectolítrico kg ha-1	pesaje	balanza
			tipo y color de grano	escala	Observación	observación directa

**Las variables a evaluar son:**

### **9.6.1 Porcentaje de emergencia**

Esta variable define el establecimiento de la población vegetal en la unidad experimental como porcentaje (%), tomando como referencia la muestra mejor establecida y expresada como porcentaje de buena, regular y mala (Ponce et al., 2019).

#### **Cuadro 1.**

*Escala de evaluación de emergencia*

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

Fuente. (Ponce et al., 2019)

### **9.6.2 Vigor de la planta**

Esto implica una evaluación visual de la intensidad del crecimiento de las plantas en una parcela comparando el desarrollo general entre rodales y/o parcelas, utilizando la parcela mejor equipada como punto de referencia (Ponce et al., 2019).

#### **Cuadro 2.**

*Escala de evaluación de vigor de plantas en cereales.*

<b>Escala</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Descripción</b>
1	<b>Bueno</b>	Plantas y hojas grandes bien desarrolladas
2		Escala intermedia
3	<b>Regular</b>	Plantas y hojas medianamente desarrolladas
4		Escala intermedia
5	<b>Malo</b>	Plantas pequeñas y hojas delgadas

Fuente. (Ponce et al., 2019)

### 9.6.3 *Habito de crecimiento o porte*

Esta variable se evaluó a los 20 días después de la siembra y se observó el patrón de crecimiento de la planta, especialmente la disposición de hojas y tallos en la etapa temprana, utilizando una escala de tres descriptores relevantes (Ponce et al., 2019).

#### **Cuadro 3.**

*Escala de evaluación habito de crecimiento o porte en cereales.*

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Erecto	Hojas dispuestas verticalmente hacia arriba.
2	Intermedio (semierecto o semipostrado)	Hojas dispuestas diagonalmente formando un ángulo de 45 grados.
3	Postrado	Hojas opuestas horizontalmente, sobre la superficie del suelo.

Fuente. (Ponce et al., 2019)

### 9.6.4 *Días a la floración*

Esta variable se evaluó de forma visual, cuando al menos el 50% de las panojas aparecen en la parcela (Ponce et al., 2019).

### 9.6.5 *Altura de la planta*

Esta variable se evaluó cuando las plantas alcanzaron la madurez comercial mediante el uso de una regla para medir la distancia en centímetros desde la superficie del suelo hasta la punta de la espiga, excluyendo sus aristas (Ponce et al., 2019).

### 9.6.6 *Tipo de paja*

Las variables se clasifican cuando las plantas alcanzan la madurez comercial según el criterio del técnico y las condiciones prevalecientes durante el desarrollo del cultivo, en una escala de 1 para tallos fuertes, 2 para tallos medianos y 3 para tallos débiles (Ponce et al., 2019).

#### **Cuadro 4.**

*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 acame.
2	Tallo intermedio	Tallos no muy gruesos, erectos, medianamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame.
3	Tallo débil	Tallos delgados y inflexibles, que no soportan el viento ni el acame.

Fuente. (Ponce et al., 2019)

### **9.6.7 Tamaño de la panoja**

Esta variable se toma cuando la planta haya alcanzado su madurez total, se escogen 10 espigas al azar y su medición debe ser desde la base de la panoja hacia el otro extremo, no se incluyen las aristas (Ponce et al., 2019).

### **9.6.8 Número de granos por espiga**

Para este parámetro es necesario tomar las 10 plantas al azar y contar los granos llenos de cada panoja, esto se debe realizar manualmente (Ponce et al., 2019).

### **9.6.9 Rendimiento**

En esta variable el grano debe tener el 13% de humedad y completamente limpio este valor esta dado en g parcela-1 y se lo debe transformar a kg ha-1 para poder calcular el rendimiento potencial alcanzado (Ponce et al., 2019).

### **9.6.10 Peso hectolitrito o específico**

En esta variable se usa una balanza hectolítrica que en este caso posee el INIAP- Santa Catalina y se realizó lo siguiente: se coloca el grano en una tolva cónica de la balanza hasta llenar completamente en contenedor de 1 litro con una regla se nivela el borde superior de granos y como resulta nos da en unidades de gramos litro para luego transformar en kilogramos/ hectárea (Ponce et al., 2019).

### **9.6.11 Tipo y color de grano**

Para este parámetro se utiliza la escala que propone el programa de cereales del INIAP, donde se toma en cuenta su color, forma o daño.

## **Cuadro 5.**

*Escala de evaluación para tipo de grano en avena*

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

Fuente. (Ponce et al., 2019)

### 9.6.12 Reacción a enfermedades

La presencia de enfermedad se evaluó mediante la escala de Cobb modificada, que determina el porcentaje de tejido susceptible a la infección e incluye la gravedad media (5, 10, 20, 40, 60, 100) y el tipo de reacción expresada en porcentaje (Ponce et al., 2019).

#### Cuadro 6.

*Tipo de reacción en royas*

	<b>Reacción</b>	<b>Descripción</b>
<b>0</b>	Ningún tipo de reacción	No hay infección visible.
<b>R</b>	Resistente	Áreas necróticas con o sin pústulas pequeñas.
<b>MR</b>	Moderadamente resistente	Pústulas pequeñas rodeadas por áreas necróticas.
<b>M</b>	Modernamente	Pústulas de tamaño variable; algo de necrosis y/o clorosis.
<b>MS</b>	Susceptible	Pústulas de tamaño mediano; sin necrosis, pero es posible que exista algo de clorosis.
<b>S</b>	Susceptible	Pústulas grandes, sin necrosis ni clorosis.

Fuente. (Ponce et al., 2019)

#### 9.6.12.1 Virus del enanismo

se utiliza la escala descrita por Schaller y Qualset (1980), para determinar el grado de daño por virosis y se evalúa de forma visual.

**Cuadro 7.**

*Escala para determinar el grado de daño en virosis.*

<b>Grado</b>	<b>Significado</b>
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.

**Fuente.** (Talavera, 2013)

## **9.7 Manejo específico del experimento**

### **9.7.1 Fase de campo UTC**

#### **9.7.1.1 Selección del lote**

El lote seleccionado para realizar el ensayo del comportamiento agronómico de avena corresponde a la universidad técnica de Cotopaxi- Campus Salache, el cual cumplió con todos los parámetros para poder realizar la siembra, como mantenerse sin cultivar ningún otro tipo de cereal y además es un terreno con superficie plana sin ninguna inclinación mayor al 5%.

#### **9.7.1.2 Preparación del suelo**

El laboreo se realiza con anticipación e incluye un arado un mes antes de la siembra para asegurar que las malas hierbas, residuos y/o abonos orgánicos (estiércol) estén completamente descompuestos y un rastrillo dos semanas después para incorporarlos a la parcela. El propósito es dejar el suelo suelto y libre de terrones y malezas al momento de la siembra, lo que favorece la germinación y el crecimiento de los cultivos.

#### **9.7.1.3 Nivelación del terreno**

Este paso se lo realizó el día que se sembró, debido a que el terreno contaba con pequeñas zanjas y huellas de las llantas del tractor, por lo que cada encargado de su ensayo trabajo en ello con la ayuda de un rastrillo y azada, se procedió a la nivelación y limpiar residuos de malezas que se encontraban en el mismo.

#### **9.7.1.4 Trazado de parcelas**

Con la ayuda de una cinta métrica y piolas se procedió a medir el terreno con las medidas que los técnicos del INIAP establecieron.

#### **9.7.1.5 Desinfección de semilla**

Antes de ser transportada, la semilla fue desinfectada con fludioxonilo en dosis de 2 cm<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup>, luego se procedió a enumerarlas, etiquetarlas y se las almaceno en fundas de papel, todo este procedimiento fue por parte de los técnicos del INIAP, seguido de eso se pudo transportar las semillas a la universidad técnica de Cotopaxi- Campus Salache.

#### **9.7.1.6 Siembra**

La siembra se realizó a mano al voleo siguiendo las recomendaciones por parte de los técnicos del INIAP.

#### **9.7.1.7 Riego**

El riego se lo hizo con la ayuda que brinda la universidad este proceso dura aproximadamente una hora y también fue de gran ayuda las lluvias que regularmente pasaba en el sector, este proceso se realizó hasta la etapa de llenado de grano, debido a que a partir de esa etapa el grano ya no requiere humedad y comienza su proceso de madurez.

#### **9.7.1.8 Fertilización**

Para la fertilización solo se aplicó urea al voleo en cada uno de los tratamientos y una vez en todo el desarrollo del cultivo.

#### **9.7.1.9 Control de malezas**

En este proceso no se aplicó ningún tipo de herbicida ya que podía contaminar los ensayos, por lo que se optó por la limpieza manual, teniendo cuidado con no sacar plantas de avena que se encontraban mezcladas con las malezas.

#### **9.7.1.10 Controles fitosanitarios.**

En el control fitosanitario no se trató de contralar ninguna enfermedad con fungicidas a lo largo del ciclo, ya que el propósito de esta investigación es evaluar la incidencia y severidad de las principales enfermedades del cultivo de avena.

#### **9.7.1.11 Cosecha**

La cosecha se realizó una vez que todo el cultivo alcanzo su estado completo de madurez, con la ayuda de una oz se cortó por la mitad de la planta y se colocó en costales limpios y etiquetados con sus respectivos códigos de identificación.

### **9.7.2 Fase de campo INIAP**

#### **9.7.2.1 Trilla**

El proceso de trilla se realizó con una maquina trilladora que nos facilitó la estación experimental santa catalina y luego se colocó en costales limpios y etiquetados.

#### **9.7.2.2 Secado y limpieza de grano**

Para el secado se llevó los costales a un invernadero por un tiempo de 8 días, posterior a eso para la limpieza se utilizó un ventilador de granos con un motor a base de luz, una vez limpio el grano se colocó en los costales y se los dejo en el instituto.

### 9.7.2.3 Almacenado y etiquetado

Finalmente, una vez limpio el grano se procedió a guardar en fundas de tela y de tener cuidado de que el grano permanezca en un lugar fresco y seco para evitar que absorba la humedad que contiene las paredes y el suelo.

## 10 ANÁLISIS Y DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS

### 10.1 Prueba de normalidad para variables de comportamiento agronómico

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Tabla 8) para las variables de Altura, tamaño panoja, número granos, rendimiento, peso hectolítrico, roya de la hoja (*Puccinia coronata*), roya del tallo (*Puccinia graminis*), mancha Hoja (*Helminthosporium sativum*) y virus del enanismo BYDV O-9, indicaron un p valor superior a 0,05, ajustándose a la distribución normal por lo fueron analizados bajo una estadística paramétrica.

**Tabla 8.**

*Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.*

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
altura de plantas	15	110,67	8,42	0,85	0,025
tamaño de la panoja	15	16,48	1	0,92	0,3526
# de granos	15	31,53	3,66	0,91	0,2435
rendimiento kg/ha/A	15	1505,94	271,03	0,89	0,1501
Peso hectolítrico	15	34,47	3,04	0,83	0,0089
puc coronata de la hoja	15	29,67	23,1	0,67	<0,0001
puccina graminis tallo	15	17,67	19,17	0,66	<0,0001
BYDV 0-9	15	2,13	0,35	0,42	<0,0001

### 10.2 Indicadores agronómicos y morfológicas del cultivo

#### 10.2.1 Emergencia

**Tabla 9.**

*Cuadro de promedios de la variable emergencia a los 8 días en porcentaje (%)*

Código	Media	Mín.	Max
AS-11-005	85	80	90
AS-17-001	85	80	90
AS-17-002	87	80	90
INIAP -82 (cm)	85	80	90
INIAP FORTALEZA 2020	85	80	90
promedio	85	80	90

En la tabla 9 en función de la prueba de Shapiro- Wilk muestra que no existe una diferencia significativa pero si numérica, donde la línea que mejor porcentaje presenta para emergencia es la AS-17-002 con un 87%, mientras que las dos variedades y las líneas tienen un mismo porcentaje de emergencia del 85%, estos datos guardan relación con lo establecido por Ponce et al. (2020), donde indican en el manual de actividades de investigación en cereales que el porcentaje obtenido se encuentra dentro del rango de 81- 100% de plantas emergidas, que representa en la escala de Zadocks una escala buena, en un estudio con las mismas líneas y variedades Bautista, (2022) determina que también se encuentran en el mismo rango, el porcentaje de emergencia está relacionado a la profundidad del suelo y tiempo de sequía como indica Ponce et al. (2020), en el manual de cereales.

### 10.2.2 Vigor de la planta

**Tabla 10.**

*Cuadro de promedios de la variable vigor de acuerdo a la escala de evaluación de vigor de planta en cereales.*

<b>Código</b>	<b>Media</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
AS-11-005	2	2	2
AS-17-001	2	2	3
AS-17-002	3	2	3
INIAP -82 (cm)	3	2	3
INIAP FORTALEZA 2020	2	2	2
<b>Promedio</b>	2	2	3

En la tabla 10 se determina que la variedad INIAP FORTALEZA y las líneas AS-11-005 y AS-17-001 se encuentran en una escala de dos que quiere decir que son plantas y hojas grandes bien desarrolladas o buenas, mientras que la variedad INIAP-82 y la línea AS-17-002 están en una escala de tres, plantas y hojas medianamente desarrolladas o regulares.

Los datos obtenidos concuerdan con Cadena, (2024) para la variedad INIAP FORTALEZA y la línea promisorio AS-11-005 que indican una escala de dos con plantas y hojas bien desarrolladas, este tipo de crecimiento está relacionado al contenido de humedad como indica Jiménez et al. (2020) en el manual de investigación de cereales, donde indica que si existe la humedad correspondiente el crecimiento de las plantas van a tener escalas entre regular y buena

### 10.2.3 Hábito de crecimiento o porte

**Tabla 11.**

*Cuadro de promedios de la variable Hábito de crecimiento o porte*

<b>código</b>	<b>Media</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
AS-11-005	1	1	1
AS-17-001	2	2	2
AS-17-002	2	2	2
INIAP -82	2	2	2
INIAP FORTALEZA 2020	2	2	2
<b>Promedio</b>	2	2	2

En la tabla 11, se indica que la línea promisoría AS-11-005 tiene una escala de uno lo que se refiere que posee hojas dispuestas verticalmente hacia arriba, mientras que las demás líneas y las dos variedades están en una escala de dos, interpretado como Intermedia con hojas dispuestas diagonalmente, formado un ángulo de 45 grados, en un estudio con las mismas líneas Caiza, (2022) determina que las dos variedades se encuentran en el rango de uno, a lo que Jiménez et al. (2020) indica que el hábito de crecimiento o vigor, influye el factor de humedad en el suelo en la etapa de macollamiento según la escala de Zadoks.

### 10.2.4 Días al panojamiento

**Tabla 12.**

*Cuadro de promedios del 50% del panojamiento.*

<b>Código</b>	<b>Media</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
AS-11-005	72	72	72
AS-17-001	87	85	88
AS-17-002	77	72	82
INIAP -82	56	56	56
INIAP FORTALEZA 2020	77	72	82
<b>Promedio</b>	74	71	76

Según la tabla 17, nos indica que el 50% de panojamiento de todas las variedades y líneas empezó para la variedad INIAP-82 a los 56 días indicando un nivel de precocidad, seguido de la línea AS-11-005 a los 72 días, siendo la que más tarde la línea AS-17-001 a los 87 días.

Los datos obtenidos no concuerdan con (Moposita, 2023) para la variedad INIAP-82 y AS-17-001 que indican que florecieron a los 99 días, según Jiménez et al. (2020) indica que el tiempo adecuado para que las variedades y líneas presenten el 50% de panojamiento es a los 90 días.

### 10.2.5 Altura de la planta

**Tabla 13.**

*Análisis de varianza (ADEVA) para la variable Altura en centímetros (cm).*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Total	993,33	14				
código	376,67	4	94,17	1,34	0,3357	n.s
Repetición	53,33	2	26,67	0,38	0,6964	n.s
Error	563,33	8	70,42			
<b>promedio (cm)</b>	110,66					
<b>CV%</b>	7,58					

En el análisis de varianza (ADEVA) de la tabla 18 no se muestra significancia estadística para la fuente de variación en código y no existe diferencia para la categoría de repeticiones, además, posee un coeficiente de variación de 7,58 con un promedio general del ensayo de 110,66 cm.

**Tabla 14.**

*Prueba de Turkey al 5% en la variable altura (cm).*

<b>código</b>	<b>Medias</b>	<b>rangos</b>
AS-11-005	103,33	A
AS-17-002	106,67	A
INIAP -82	111,67	A
INIAP FORTALEZA 2020	115	A
AS-17-001	116,67	A
<b>Promedio</b>	110,67	

En la prueba de Turkey al 5% en la tabla 14 observamos que solo existe un rango de significancia es decir no existe diferencia significativa, pero si diferencia numérica, obteniendo en el primero puesto del rango a la línea AS-11-005 con una media de 103,33 cm, seguido de la línea AS-17-002 con una media de 106,67 cm y como último puesto a la línea AS-17-001 con 116,67 cm.

Las medias alcanzadas son similares a las logradas en el trabajo de Jácome et al., (2023) que evalúa comportamiento agronómico de dos variedades donde la INIAP FORTALEZA e INIAP-82 presentaron una altura de 101 a 105 cm, esta variable puede depender de los factores ambientales de la región asimismo de la competitividad de las malas hierbas, ya que si brotan a la par con el cultivo después de las labores, es más dificultosa descartarlas y, por lo tanto, hay competencia de nutrientes, lo que no aprueba que el cultivo desarrolle su potencial agronómico (Tubon, 2022).

### 10.2.6 Tamaño de panoja

**Tabla 15.**

*Análisis de varianza (ADEVA) para la variable tamaño de la panoja en centímetros (cm).*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Total	13,93	14				
código	3,61	4	0,9	0,71	0,6049	n.s
repetición	0,21	2	0,11	0,08	0,9202	n.s
Error	10,11	8	1,26			
<b>promedio</b>	16,48					
<b>C.V (%)</b>	6,82					

En el análisis de varianza (ADEVA) de la tabla 20 no se muestra significancia estadística para la fuente de variación en código y no existe diferencia para la categoría de repeticiones, además, posee un coeficiente de variación de 6,82 cm con un promedio general del ensayo de 16,48 cm.

**Tabla 16.**

*Prueba de Turkey al 5% en la variable tamaño de panoja (cm)*

<b>Código</b>	<b>Medias</b>	<b>rangos</b>
AS-17-001	17,42	A
AS-11-005	16,45	A
INIAP FORTALEZA 2020	16,37	A
AS-17-002	16,17	A
INIAP -82	16,02	A
<b>promedio</b>	16,486	

En la tabla 16 de la prueba de Turkey al 5% se puede observar que para la variable tamaño de panoja no existe un rango de significancia, pero si diferencia numérica donde se puede observar en el primer puesto del rango a la línea promisoría AS-17-001 presento el mayor tamaño de panoja con un valor de 17.42 cm, seguido de la línea AS-11-005 con un tamaño de 15,45 cm, mientras que la variedad INIAP-82 presento el menor tamaño de panoja con un valor de 16,02 cm, en un estudio con las mismas líneas y variedades Bautista, (2022) también determina que la línea AS-17-001 tiene el mayor tamaño de panoja. En cuanto al tamaño de la panoja se dan debido al comportamiento agronómico y a las condiciones climáticas a que se expone en campo lo que permite conocer su adaptabilidad a la zona de estudio (Viñuela, 2021).

### 10.2.7 Tipo de paja

**Tabla 17.**

*Cuadro de promedios de la variable tipo de paja de acuerdo a la escala de evaluación de tipo de paja en cereales.*

<b>código</b>	<b>Media</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
AS-11-005	1	1	1
AS-17-001	1	1	1
AS-17-002	1	1	1
INIAP -82	1	1	1
INIAP FORTALEZA 2020	1	1	1
<b>promedio</b>	1	1	1

Según la tabla 17, para la variable tipo de paja determina que las variedades INIAP-82, INIAP FORTALEZA y líneas AS-11-005, AS-17-001 Y AS-17-002 están en una escala de uno, estos datos guardan relación con lo establecido por Ponce-Molina et al. (2020) que indica en el manual de actividades de investigación en cereales que las variedades y líneas tienen tallos gruesos, erectos y flexibles que soportan el viento y el acame.

Por otro lado, estos resultados no coinciden con lo realizado por Cadena, (2024) quien evaluó el mismo germoplasma, en La Granja Experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura donde se puede apreciar que el 60% de las observaciones se encuentran en la categoría tallo fuerte, Además, se destaca que esta categoría sugiere un aumento del 33% en comparación con la categoría tallo intermedio, y a su vez, un incremento de 47% con respecto a la categoría tallo débil. Esta variable puede afectar a plantas con mayor altura debido a los fuertes vientos y lluvias (J.M, 2005)

### 10.2.8 Numero de granos por panoja

**Tabla 18.**

*Análisis de varianza (ADEVA) para la variable número de granos por panoja.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Total	187,73	14				
código	155,07	4	38,77	11,87	0,0019	*
Repetición	6,53	2	3,27	1	0,4096	n.s
Error	26,13	8	3,27			
<b>promedio</b>	31,53					
<b>C.V (%)</b>	5,73					

En el análisis de varianza (ADEVA) de la tabla 18 se muestra significancia estadística para la fuente de variación en código y no existe diferencia para la categoría de repeticiones, además, posee un coeficiente de variación de 5,73 con un promedio general del ensayo de 31,53.

**Tabla 19.**

*Prueba de Turkey al 5% en la variable número de granos por panoja.*

<b>código</b>	<b>Medias</b>	<b>rangos</b>		
AS-17-001	36,67	A		
AS-17-002	33	A	B	
INIAP -82	31,67	A	B	
AS-11-005	28,67		B	C
INIAP FORTALEZA 2020	27,67			C
<b>Promedio</b>	31,536			

En la prueba de Turkey al 5% en la tabla 19 para la variable número de granos por panoja se puede observar que se formaron 4 rangos de significancia estadística, ubicándose en el primer rango A la línea promisorio AS-17-001 con una media de 36,67 número de granos por panoja, seguido de la línea AS-17-002 y la variedad INIAP-82 con un rango de A-B luego la línea AS-11-005 con un rango de B-C y por último a la variedad INIAP FORTALEZA en un rango C con una media de 27,67 número de granos.

Según los datos obtenidos en la variable números de granos por panoja no concuerdan con Bautista, (2022), para la variedad INIAP-82 y AS-11-005 que presentaron un mayor promedio que va desde 50,85 hasta 52,55. Wehrhahne, (2009) indica que el resultado de esta variable se debe a que tiene un componente genético y esta influenciado por el ambiente, durante el llenado

de fruto, en las avenas es mejor que no contenga un tercer grano ya que esto afecta también en el tamaño del grano.

### 10.3 Variables a evaluar en la poscosecha.

#### 10.3.1 Rendimiento

**Tabla 20.**

*Análisis de varianza (ADEVA) para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea (kg ha<sup>-1</sup>).*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Total	1028514,33	14				
código	975924,14	4	243981,03	44,62	<0,0001	*
Repetición	8841,77	2	4420,89	0,81	0,4789	n.s
Error	43748,42	8	5468,55			
<b>Promedio</b>	1513,56					
<b>C.V(%)</b>	4,91					

En el análisis de varianza (ADEVA) de la tabla 20 se muestra significancia estadística para la fuente de variación en código y no existe diferencia para la categoría de repeticiones, además, posee un coeficiente de variación de 4,91 con un promedio general del ensayo de 1513,56.

**Tabla 21.**

*Prueba de Turkey al 5% para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea (kg ha<sup>-1</sup>).*

<b>código</b>	<b>Medias</b>	<b>rangos</b>		
AS-11-005	1929,05	A		
INIAP FORTALEZA 2020	1645,46	A		
AS-17-001	1396,04	A		
INIAP -82	1357,57		B	
AS-17-002	1201,42			C
<b>Promedio</b>	1505,908			

En la prueba Turkey al 5% en la tabla 21 de la variable rendimiento se puede observar que se formaron tres rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango A la línea

promisoria AS-11-005 con una media de 1929,05 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que en el último rango C se encuentra la línea promisoria AS-17-002 con una media De 1201,42 kg ha<sup>-1</sup>.

Los rendimientos de INIAP FORTALEZA son menores que los presentados por Jácome et al., (2023), Mientras que la variedad INIAP 82 muestra los rendimientos deseados propios de la variedad que están instituidos en los rendimientos presentados en el plegable No 440 del INIAP de 1,5 a 3,8 t/ha<sup>-1</sup>.

Mundstock, (1998), menciona que cuando los periodos de condiciones climatológicas desfavorables coinciden con las etapas críticas de desarrollo, van a existir alteraciones en el rendimiento, aunque el resto del ciclo las condiciones sean favorables para el crecimiento ya no se vuelve a recuperar la planta y menos el rendimiento.

### 10.3.2 *Peso hectolítrico o específico*

**Tabla 22.**

*Análisis de varianza (ADEVA) para la variable peso hectolítrico o específico en kilogramos por hectolitro (kg/hl).*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Total	129,51	14				
código	115,45	4	28,86	26,18	0,0001	*
Repetición	5,25	2	2,62	2,38	0,1546	n.s
Error	8,82	8	1,1			
<b>Promedio</b>	34,46					
<b>C.V(%)</b>	3,05					

En el análisis de varianza (ADEVA) de la tabla 22 se muestra significancia estadística para la fuente de variación en código y no existe diferencia para la categoría de repeticiones, además, posee un coeficiente de variación de 3,05 con un promedio general del ensayo de 34,46.

**Tabla 23.**

*Prueba de Turkey al 5% para la variable peso hectolítico o específico en kilogramos por hectolitro (kg/hl).*

<b>código</b>	<b>Medias</b>	<b>rangos</b>	
INIAP FORTALEZA 2020	36,65	A	
AS-17-002	36,47		B
INIAP -82	35,44		B
AS-11-005	34,66		B
AS-17-001	29,11		B
<b>Promedio</b>	34,466		

En la prueba de Turkey al 5% en la tabla 23 para la variable peso hectolítico se muestra dos rangos, el primero le pertenece a la variedad INIAP FORTALEZA en un rango A con una media de 36,65 kg hl<sup>-1</sup>, mientras que la variedad INIAP-82 y las líneas promisorias se encuentran en el rango B, siendo la menor la línea AS-17-001 con una media de 29,11 kg hl<sup>-1</sup>.

Para la variable peso hectolítico realizado por Moposita, (2023) menciona que la línea AS-17-002 y la variedad INIAP 82 son las de mayor peso hectolítico lo cual no coincide con los datos de esta investigación. Grosso et al. (2013) menciona que el peso hectolítico alcanzado por una variedad depende de las condiciones ambientales y de factores externos que no se pueden controlar como es el caso de las lluvias, por lo mismo no se logró una gran diferencia significativa entre los tratamientos.

### **10.3.3 Tipo y color de grano**

**Tabla 24.**

*Tabla de frecuencias para la calificación la variable de acuerdo a la escala de evaluación para tipo de grano en avena.*

<b>tipo de grano</b>	<b>Categorías</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>
* grano mediano	AS-11-005	3	0,2
* grano mediano	AS-17-001	3	0,2
* grano mediano	AS-17-002	3	0,2
* grano mediano	INIAP -82	3	0,2
* grano mediano	INIAP FORTALEZA 2020	3	0,2

En la tabla 24 en la variable tipo y color de grano se determina una categoría de tres para las dos variedades y tres líneas promisorias, lo que según en el manual de actividades de investigación en cereales tienen las características de un grano mediano, grueso, blanco o amarillo (Ponce et al., 2020).

Comparando la información obtenida por Cadena, (2024) podemos decir que en dicha investigación la variedad INIAP FORTALEZA y las líneas AS-11-005, AS-17-002 tiene su tipo de grano excelente, mientras que la línea AS-17-001 tiene un grano pequeño, según (Ponce et al., 2020) los factores que influyen en esta variable son genéticos y también pueden verse afectados por las lluvias y la temperatura al final del ciclo del cultivo y la aparición de enfermedades que afectan principalmente a la panojas.

## 10.4 Resistencia a enfermedades

### 10.4.1 Las royas

#### 10.4.1.1 Puccinia coronata de la hoja

**Tabla 25.**

*Cuadro de promedios de la Puccinia coronata de la hoja.*

tipo de reacción	código	Media	Mín	Máx
MR	AS-11-005	10	10	10
S	AS-17-001	60	60	60
MR	AS-17-002	11,67	10	15
S	INIAP -82	53,33	50	60
MR	INIAP FORTALEZA 2020	13,33	10	15
	<b>Promedio</b>	29,7	28	32

En la tabla 25 se determina que la línea AS-17-001 tiene una severidad del 60% de la Puccinia coronata, seguido de la variedad INIAP-82 con un 53.33%, mientras que la línea AS-11-005 muestra una resistencia con un promedio de 10%.

Estos datos obtenidos guardan relación con el estudio de Caiza, (2022) mostrando a la variedad INIAP FORTALEZA con un rango de susceptibilidad de 6,25%. Newell et al. (2012), concluyo que la roya de la hoja produce un bajo rendimiento y afecta a su calidad forrajera y que las condiciones para que la roya se intensifique principalmente en el cultivo de avena son en los días soleados y templados.

### 10.4.1.2 Puccina graminis del tallo

**Tabla 26.**

*Cuadro de promedios de la Puccina del tallo.*

tipo de reacción	código	Media	Mín	Máx
0	AS-11-005	0	0	0
S	AS-17-001	40	40	40
MR	AS-17-002	8,33	5	10
S	INIAP -82	40	40	40
0	INIAP FORTALEZA 2020	0	0	0
	<b>Promedio</b>	17,666	17	18

En la tabla 26 se puede observar que la línea AS-17-001 y la variedad INIAP -82 tiene una severidad del 40% de susceptibilidad, seguido de la línea AS-17-002 que muestra un porcentaje de moderadamente resistente con el 8,33%, mientras que la línea AS-11-005 y la variedad INIAP FORTALEZA presenta una resistencia total con un promedio de 0% de severidad ante la Puccina graminis del tallo.

Los datos obtenidos en esta investigación coinciden con los resultados de Bautista, (2022) en el cual presenta a la línea AS-11-005 con ninguna infección visible y la variedad INIAP 82 con una severidad del 50% . La roya del tallo es la enfermedad que más afecta al cultivo de avena, debido a que es una especie susceptible, lo cual este problema fitopatológico puede disminuir el rendimiento hasta el 75% y a la calidad de grano hasta un 50% (Fernández, 2020)

### 10.5 Virus del enanismo amarillo de la avena

**Tabla 27.**

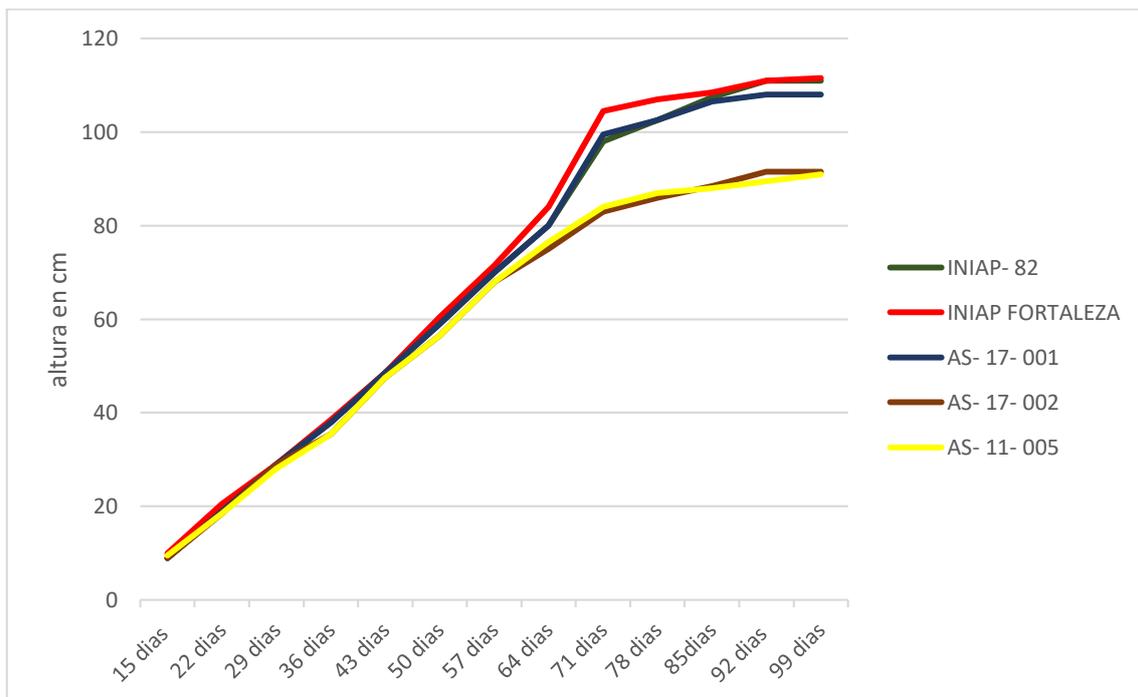
*Cuadro de promedios del virus del enanismo de la avena.*

Código	Media	Mín	Máx
AS-11-005	2	2	2
AS-17-001	2	2	2
AS-17-002	2	2	3
INIAP -82	2	2	3
INIAP FORTALEZA 2020	2	2	2
<b>Promedio</b>	2	2	2

En la tabla 27 se puede observar la presencia del virus del enanismo con una escala de dos en las dos variedades y tres líneas promisorias que indica según Saari y Prescott (1975) un 20% de la planta está cubierta por manchas foliares, estos datos guardan relación con lo establecido por Ponce-Molina et al. (2020) donde indica en el manual de actividades de investigación en cereales que presenta amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado uno, más hojas decoloradas.

Contrastando esta investigación con lo obtenido por Cadena, (2024) se puede observar, en La Granja Experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura no coincide con las observaciones en esta investigación ya que la línea promisoría AS-11-005 y la variedad INIAP FORTALEZA se encuentran en una categoría de tres. Por lo que, Ponce et al., (2020), menciona que esta enfermedad está causada por un virus transportado por vectores, en este caso pulgones de diversas especies, y provoca un retraso en el crecimiento.

#### 10.6 Curva de crecimiento en el cultivo de avena hasta el último día de panojamiento.



En la curva de crecimiento se puede observar que todas las variedades y líneas tuvieron una similitud, donde la que presentó mayor crecimiento fue la INIAP FORTALEZA siendo directamente proporcional al tiempo con el crecimiento fenológico.

**Cuadro 8.**

*Ponderación de los resultados obtenidos en variables agronómicas y morfológicas, variables a evaluar en post-cosecha, Enfermedades y virus.*

<b>VARIEDADES Y LÍNEAS PROMISORIAS</b>					
<b>VARIABLES</b>	INIAP-82	AS-17-001	AS-17-002	AS-11-005	INIAP-FORTALEZA 2020
<b>Variables agronómicas y morfológicas</b>					
Emergencia	85	85	87	85	85
Vigor de la planta	Esc: 3	Esc: 2	Esc: 3	Esc: 2	Esc: 2
Hábito de crecimiento o Porte	Esc: 2	Esc: 2	Esc: 2	Esc: 1	2
Días al espiga Miento	56	87	77	72	77
Altura de planta	111,67	116,67	106,67	103,33	115
Tamaño de Panoja	16,02	17,42	16,17	16,45	16,37
Número de granos por panoja	31,67	36,67	33	28,67	26,67
Tipo y color de grano	*: Grano mediano				
Tipo de paja	Esc: 1				
<b>Variables a evaluar en post-cosecha</b>					
Rendimiento	1357,57	1396,04	1201,42	1929,05	1645,46
Peso hectolítrico o específico	35,44	29,11	36,47	34,66	36,65

Enfermedades y virus					
<i>Puccinia coronata de la hoja</i>	S: 53,33	S: 60	MR: 11,67	MR: 10	MR: 13,33
<i>Puccinia graminis tallo</i>	S: 40	S: 40	MR: 8,33	0: No hay infección visible.	0: No hay infección visible.
Virus del enanismo amarillo de la Avena	Esc: 2	Esc: 2	Esc: 2	Esc: 2	Esc: 2
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>6</b>

## 11 CONCLUSIONES

- De las dos variedades y tres líneas promisorias estudiadas, la variedad INIAP FORTALEZA y la línea promisorias AS-11-005 fueron las que mejor se adaptaron a las condiciones agroclimáticas del Campus Salache, presentando un mejor rendimiento, peso hectolítrico y mayor resistencia.
- La variedad INIAP FORTALEZA y la línea promisorias AS-11-005 presentaron el mejor rendimiento con 1645,46 y 1929,05 kg ha<sup>-1</sup>.
- Todas las líneas y variedades presentaron una similitud en crecimiento y se ajusta al rango ideal en cada etapa fenológica

## 12 RECOMENDACIONES

- En base a los resultados obtenidos se recomienda que para continuar con los estudios de la variedad INIAP FORTALEZA y la línea promisorias AS-11-005 que fueron las de mejor comportamiento agronómico, realizarlas en zonas con buenas condiciones de riego o en temporadas de lluvia para mejorar el desarrollo general e incrementar los rendimientos actuales.
- Es necesario difundir los resultados a los agricultores y productores de cereales de las diferentes zonas del país, para promover las ventajas positivas que tiene las variedades mejoradas de avena frente a los granos tradicionales.

### 13 REFERENCIAS

- Agudelo, L. G., & Aigner, J. M. (2008). *Diseños de investigación experimental y no-experimental*. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/2622>
- Argenta, J. (2019). *Características morfológicas, anatómicas e químicas associadas à resistência ao acamamento em Avena sativa*. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/233192>
- Bautista, D. M. (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*. [bachelorThesis, Ecuador : Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://localhost/handle/27000/9432>
- Cadena, M. B. (2024). *Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de avena (avena sativa l.), en La Granja Experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura* [bachelorThesis]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15433>
- Caiza, A. M. (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*. [bachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://localhost/handle/27000/9438>
- Casanova, L., Solarte, J., & Checa, O. (2012). Evaluación de cuatro densidades de siembra en siete líneas promisorias de arveja arbustiva (*Pisum sativum* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 29(2), 129-140.
- Cerdas, R. (2012). Programa de fertilización de forrajes. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes; Vol. 12, Núm. 24 (2011)*. <https://kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/20350>

- Chamorro, A. (2016). El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y la modernización agraria en Ecuador. *Revista Economía*, 68(107), Article 107. <https://doi.org/10.29166/economia.v68i107.2003>
- Delgado, A., Machado, R., Rolo, R., & Núñez, C. A. (1990). Índices de susceptibilidad en variedades de avena a la enfermedad provocada por *Drechslera avenae*. I. Efecto de algunos indicadores del clima. *Pastos y Forrajes*, 13(2), Article 2. [https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path\[\]=1276](https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path[]=1276)
- Escobar P., R., & Fuentes O., G. (1967). *Avena: «Sta. Catalina 67», INIAP 67, «Minhafer Sel». Recomendaciones generales sobre el cultivo.* <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/155>
- Espinosa, A., Tadeo, M., Turrent, A., & Gómez, N. (2009). El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. *Ciencias*, 092, Article 092. <https://revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/14839>
- Fernández, J. (2020). El territorio como espacio contradictorio: Promesas y conflictos en torno a la actividad extractiva en Ecuador, Colombia, Perú y Chile. *EURE (Santiago)*, 46(137), 225-246. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612020000100225>
- Formento, A. N., & Kuttel, W. D. (2022). *Comportamiento de cultivares comerciales de avena a la roya de la hoja (Puccinia coronata) en el año 2021 en INTA EEA Paraná* [Info:ar-repo/semantics/informe técnico]. Estación Experimental Agropecuaria Paraná, INTA. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/11520>
- Frías, J. C. M. (2012, noviembre 26). *Propagación y técnicas de cultivo de la avena en grano (Avena sativa).* Revista Vinculando. <https://vinculando.org/mercado/agroindustria/propagacion-y-tecnicas-de-cultivo-de-la-avena-en-grano-avena-sativa.html>

- García Sánchez, L. M. (2021). *Análisis del Manejo de las principales especies forrajeras gramíneas para uso en pastoreo en el trópico ecuatoriano* [bachelorThesis, BABAHOYO: UTB, 2021]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9285>
- Garófalo, J., Ponce, L., & Abad G., S. (2011). *Guía del cultivo de trigo*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/381>
- Google Maps*. (s. f.). Google Maps. Recuperado 10 de diciembre de 2023, de <https://www.google.com/maps/place/Universidad+Tecnica+de+Cotopaxi/@-0.9994437,-78.6217123,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x91d462563a35aa99:0xa3a059adae90fa63!8m2!3d-0.9994491!4d-78.6191374!16s%2Fg%2F11b7q0w0zb?entry=ttu>
- Grosso, S., Doyen, J., Parks, S. K., Bertero, T., Paye, A., Cardinaud, B., Gounon, P., Lacas-Gervais, S., Noël, A., Pouysségur, J., Barbry, P., Mazure, N. M., & Mari, B. (2013). MiR-210 promotes a hypoxic phenotype and increases radioresistance in human lung cancer cell lines. *Cell Death & Disease*, 4(3), Article 3. <https://doi.org/10.1038/cddis.2013.71>
- Herrera, G., & Quiroz, C. (1980). Effects of Barley yellow dwarf virus and the aphid *Metopolophium dirhodum* in Wheat plants. *Chilean journal of agricultural research*, 40, 12-17.
- Jácome, C. S. J., Guerrero, V. A. L., Quevedo, K. P. M., & Jaguaco, A. M. C. (2023). COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE AVENA (*Avena sativa* L.) VARIEDADES INIAP - FORTALEZA 2020 E INIAP-82. *REVISTA MULTIDISCIPLINARIA DE DESARROLLO AGROPECUARIO, TECNOLÓGICO, EMPRESARIAL Y HUMANISTA.*, 5(2), Article 2.

- Jansen, H. (2013). La lógica de la investigación por encuesta cualitativa y su posición en el campo de los métodos de investigación social. *Paradigmas: Una Revista Disciplinar de Investigación*, 5(1 (enero-junio)), 39-72.
- Jaramillo, I. D. T., & Ramírez, R. D. P. (2006). *Método y conocimiento: Metodología de la investigación : investigación cualitativa/investigación cuantitativa*. Universidad Eafit.
- Jiménez, C., Coronel Becerra, J., Garófalo, J., Ponce, L., Cárdenas M., A., Ochoa Neira, M. J., Rodríguez I., L. F., Bravo Zúñiga, S. C., Garzón, J. P., Noroña, P., Campaña Cruz, D. F., & Muñoz, T. R. (2020). *Nueva variedad de avena de doble propósito para la Sierra Sur ecuatoriana INIAP - FORTALEZA 2020*.  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5732>
- J.M, M. B. (Coord ). (2005). *Prontuario de agricultura. Cultivos agrícolas*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Llatas, M. N. S., Ulloa, W. E. V., Aguilar, E. E. V., Huaman, J. J. P., Luján, L. F. R., Cerdan, W. G. B., Pita, D. B. R., Rodriguez, J. V., Rodríguez, S. F. R., Regalado, L. S. V., Pizarro, F. M. S., Angeles, J. J. R., & Rosales, Y. I. Y. (2021). MEJORAMIENTO GENÉTICO EN PLANTAS AUTÓGAMAS. *REBIOL*, 41(1), Article 1.
- Lluch, O., & María, J. (2013, febrero 12). CULTIVOS HERBÁCEOS EXTENSIVOS: CEREALES. *Colección Académica. Editorial UPV*. Colección Académica. Editorial UPV. <https://riunet.upv.es/handle/10251/72016>
- Lorier, E., Miguel, L., & Zerbino, M. (2010). *Manejo de Tucuras* (pp. 51-72).
- Machado, R., & Mendoza, F. (1987). Efecto del momento de siembra y de cosecha en la producción de forraje de Avena sativa. *Pastos y Forrajes*, 10(3), Article 3.  
[https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path\[\]=13](https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path[]=13)

- Mariscal, L. A., Huerta Espino, J., Villaseñor Mir, H. E., Leyva Mir, S. G., Sandoval Islas, J. S., & Benítez Riquelme, I. (2011). Selección de genotipos de avena para la identificación de razas de roya del tallo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(4), 593-600.
- Moposita, A. M. (2023). *Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias de avena bajo las condiciones agroecológicas de Querochaca* [bachelorThesis]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/38295>
- Mundstock, C. M. (1998). *Relaciones entre el crecimiento y el desarrollo para la determinación del rendimiento de trigo*. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122512/records/64723ea953aa8c8963031da1>
- Navarro, R., Villar-Salvador, P., & Del Campo, A. (2006). *Morfología y establecimiento de los plántones* (pp. 67-88).
- Newell, M. A., Asoro, F. G., Scott, M. P., White, P. J., Beavis, W. D., & Jannink, J.-L. (2012). Genome-wide association study for oat (*Avena sativa* L.) beta-glucan concentration using germplasm of worldwide origin. *Theoretical and Applied Genetics*, 125(8), 1687-1696. <https://doi.org/10.1007/s00122-012-1945-0>
- Peralta, E., Murillo I, A., Mazón, N., Villacrés, E., & Rivera M., M. (2013). *Catálogo de variedades mejoradas de granos andinos: Chocho, quinua y amaranto, para la sierra de Ecuador*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2713>
- Ponce, L., Campaña, D. F., Noroña, P., & Garófalo, J. (2020). *Actividades de Investigación en Cereales Año 2019*. Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina 2020. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5588>
- Ponce, L., Garófalo, J., Campaña Cruz, D. F., & Noroña, P. (2019). *Parámetros de evaluación y selección en cereales*. Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina 2019. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391>

- Ponce, L., Garófalo, J., Noroña, P., & Campaña, D. (2021). *Actividades de Investigación en Cereales Año 2020*. Quito, EC: INIAP-EESC, 2021. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5973>
- Ramírez, R. D. P., Huerta, J., Leyva Mir, S. G., Villaseñor, H. E., Rosa, R. H.-S., & Vargas, M. (2023). GENÉTICA DE LA RESISTENCIA A ROYA DEL TALLO CAUSADA POR *Puccinia graminis* f. Sp. *Avenae* E. & H. EN LÍNEAS DE AVENA. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 46(3), 237-237. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.3.237>
- Ramos, F. (2013). *Maíz, trigo y arroz: Los cereales que alimentan al mundo* (5; Número 5). Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://cienciaactualcance.uanl.mx/>
- Romero, C. (1983). *Revision taxonomica de las avenas perennes (generos arrhenatherum, pseudarrhenatherum, helictotrichon y avenula) en la peninsula iberica y baleares* [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad de Sevilla]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=263276>
- Talavera, N. B. (2013). *Comportamiento agronómico de siete genotipos de tomate (Lycopersicum esculentum Mill) provenientes de AVRDC resistentes a virosis transmitida por mosca blanca, Tisma, Masaya, 2012* [Engineer, Universidad Nacional Agraria, UNA]. <https://repositorio.una.edu.ni/2207/>
- Tipe Badajos, A. (2017). Caracterización morfológica de variedades de avena (*Avena* spp). Allpachaka 3529 msnm—Ayacucho. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3581>
- Torres, Ariza, D., Baena, C. D., Cortés, S., Becerra, L., & Riaño, C. A. (2016). Efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena (*Avena sativa*). *Pastos y Forrajes*, 39(2), 102-110.

- 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>
- Viñuela, R. A. (2021). *Ensayos comparativos de genotipos de avena para grano y doble propósito* [Tesis, Universidad Nacional de La Plata].  
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/128761>
- Wehrhahne, N. L. (2009). *Evaluación de parámetros de calidad molinera de avenas en Argentina* [Info:ar-repo/semantics/tesis de maestría, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur].  
<https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/5925>
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14(6), 415-421.