



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS
VARIEDADES DE AVENA (*Avena sativa L.*) INIAP FORTALEZA E INIAP 82
BAJO LA APLICACIÓN DE BIOL EN CONDICIONES AMBIENTALES DEL
CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 2023-2024”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo

Autor:

Heredia Panamá Steven Manaces

Tutora:

Marín Quevedo Karina Paola

Co-Tutora

López Guerrero Victoria Alicia

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Heredia Panamá Steven Manaces, con cédula de ciudadanía No. 1753115102, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE AVENA (*Avena sativa* L.) INIAP FORTALEZA E INIAP 82 BAJO LA APLICACIÓN DE BIOL EN CONDICIONES AMBIENTALES DEL CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 2023-2024”**, siendo la Ingeniera Mg. Karina Marín Quevedo, Tutora 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, 19 de febrero del 2025



Heredia Panamá Steven Manaces
C.C: 1753115102
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 **HEREDIA PANAMÁ STEVEN MANACES**, identificado con cédula de ciudadanía **1753115102** de estado civil soltero a quien en lo sucesivo se denominará **EL 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. - **EL 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 DOS VARIETADES DE AVENA (*Avena sativa L.*) INIAP FORTALEZA E INIAP 82 BAJO LA APLICACIÓN DE BIOL EN CONDICIONES AMBIENTALES DEL CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 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: Octubre 2020 - Marzo 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2024 – Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutora: Ingeniera Mg. Karina Paola Marín Quevedo

Tema: “**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIETADES DE AVENA (*Avena sativa L.*) INIAP FORTALEZA E INIAP 82 BAJO LA APLICACIÓN DE BIOL EN CONDICIONES AMBIENTALES DEL CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 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, **EL 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 **EL 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 **EL 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 **EL 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 **EL 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 comunique, 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, a los 19 días de mes de febrero del 2025.

Steven Manaces Heredia Panamá
EL CEDENTE

Ing. Idalia Eleonora Pacheco, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE AVENA (*Avena sativa*) INIAP FORTALEZA E INIAP 82 BAJO LA APLICACIÓN DE BIOL EN CONDICIONES AMBIENTALES DEL CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 2023-2024”, de Heredia Panamá Steven Manaces, 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, 19 de febrero del 2025



Ing. Marín Quevedo Karina Paola, Mg.
C.C: 0502672934
DOCENTE TUTORA

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, el postulante: Heredia Panamá Steven Manaces con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE AVENA (*Avena sativa*) INIAP FORTALEZA E INIAP 82 BAJO LA APLICACIÓN DE BIOL EN CONDICIONES AMBIENTALES DEL CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 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, 19 de febrero del 2025



Ing. Alexandra Tapia Borja, Mg.
CC: 050266175-4
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. David Carrera Molina, Mg.
C.C: 0502663180
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Carlos Torres Miño, Ph.D.
C.C: 0502329238
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Me siento muy agradecido con la Universidad Técnica de Cotopaxi por ofrecerme la posibilidad de cursar mis estudios en sus instalaciones. Su respaldo y ambiente educativo han sido esenciales para mi crecimiento profesional y personal, facilitándome la realización exitosa de esta investigación.

Debo manifestar mi más profundo agradecimiento al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, particularmente a la Ing. Victoria López, y a los Ingenieros Santiago Jiménez y Karina Marín, por su inestimable respaldo y cooperación en este estudio. Su experiencia y saberes han jugado un papel crucial en el progreso de esta investigación.

A mi tutora, la Ingeniera Karina Marín, quien ha sido mi guía a lo largo de este recorrido universitario, le agradezco profundamente por su inquebrantable apoyo y por nunca perder la fe en mí. Su fervor y entrega han sido una inspiración constante, dejando una huella indeleble en mi vida con su paciencia y bondad.

Al Ingeniero Santiago Jiménez quien a lo largo de los periodos académicos lo he admirado muchísimo, por su sabiduría y carácter que lo distinguen, no tengo las palabras suficientes para expresar todo lo agradecido que me siento, es un orgullo muy grande haber estado bajo su tutela.

A mis amistades y colegas que fueron parte fundamental de todo mi crecimiento profesional, así como en mi carrera, Marianela, Karen, Juli, Judith, Iván, Patricio, Henry, Daniel, Mateo, Estefanía, Daniela, Nataly y demás personas por dejarme un granito de sabiduría, a la Doc. Luisa Coyago, quien me salvó cuando ya daba todo por perdido, gracias por escucharme, apoyarme y regañarme cuando era necesario.

Steven Manaces Heredia Panamá

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a Dios, quien escuchó lo mucho que anhelaba este momento, por haberme salvado y mantenerme con vida tras mi accidente, por darme una segunda oportunidad, para mis padres Luis y Rosa quienes me apoyaron incondicionalmente espero que nunca en la vida sientan que fallaron como padres porque si por mi fuera escribiría un libro sobre lo maravilloso que es tenerlos, gracias por confiar en mí y todos los sacrificios que han hecho para poder hacer a sus hijos profesionales, a mi hermano Kleber Heredia quien con sus consejos y como él llama, espejos de vida, me ha mostrado como llevar las cosas por buen camino, a mi primo-hermano Ing. Ronny Yamasque quien desde el cielo estará muy orgulloso de mi camino.

Steven Manaces Heredia Panamá

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS

VARIETADES DE AVENA (*Avena sativa* L.) INIAP FORTALEZA E INIAP 82 BAJO LA APLICACIÓN DE BIOL EN CONDICIONES AMBIENTALES DEL CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 2023-2024”.

Autor:

Heredia Panamá Steven Manaces

RESUMEN

La avena (*Avena sativa* L.) es uno de los cereales más relevantes a nivel mundial, ya que se utiliza tanto para la alimentación animal como para el procesamiento de hojuelas, la producción de harina destinada al consumo humano y la obtención de semillas. En Ecuador, el cultivo de avena juega un papel crucial para la seguridad alimentaria y representa una importante fuente de ingresos para los pequeños agricultores. No obstante, este cultivo enfrenta desafíos significativos debido a los efectos del cambio climático, especialmente las sequías, así como también enfermedades que impactan negativamente en su rendimiento y calidad, limitando así su producción. Con el propósito de evaluar el efecto del biol en diferentes dosificaciones sobre el rendimiento en grano de (*Avena sativa*), se llevó a cabo un estudio en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Para ello, se implementó un diseño experimental de parcelas divididas (AxB), compuesto por ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Las dosis de biol aplicadas fueron 0%, 5%, 10% y 15%, administradas cada ocho días después de la emergencia de las plantas. Las variables evaluadas incluyeron el porcentaje de germinación (%), el hábito de crecimiento (medido en una escala de 1 a 3), los días hasta el espigamiento (días), la cobertura del suelo (%), la altura de las plantas (cm) y el rendimiento en grano (kg*ha⁻¹). El análisis estadístico se realizó utilizando el programa InfoStat, donde se aplicó un análisis de varianza (ADEVA) seguido de una prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de significancia. Los resultados indicaron que el tratamiento T6 (INIAP-82 al 5%) mostró un desempeño superior en comparación con los demás tratamientos, alcanzando una altura promedio de 107.75 cm y un rendimiento de 42.53 kg*ha⁻¹. Estos hallazgos sugieren que la aplicación de biol en dosis moderadas (5%) puede ser una estrategia efectiva para mejorar el crecimiento y la productividad de la avena, lo que podría tener implicaciones significativas para la agricultura sostenible en la región. Además, se observó que las dosis más altas de biol (10% y 15%) no presentaron mejoras significativas en comparación con el tratamiento T6, lo que indica que existe un umbral óptimo de aplicación más allá del cual no se obtienen beneficios adicionales. Este estudio aporta evidencia valiosa para optimizar el uso de biofertilizantes en cultivos de avena, promoviendo prácticas agrícolas más eficientes y respetuosas con el medio ambiente. Futuras investigaciones podrían explorar el impacto del biol en otras variedades de avena o en diferentes condiciones agroclimáticas para ampliar el conocimiento sobre su efectividad y aplicabilidad.

Palabras clave: Avena (*Avena sativa* L.), Biol, Rendimiento en grano, Enfermedades, Dosis óptimas, Biofertilizantes, INIAP-82.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITLE: ‘EVALUATION OF THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF TWO

VARIETIES OF OATS (*Avena sativa* L.) INIAP FORTALEZA AND INIAP 82 UNDER THE APPLICATION OF BIOL UNDER ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF THE CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 2023-2024”

Author:

Heredia Panamá Steven Manaces

ABSTRACT

Oats (*Avena sativa* L.) is one of the most important cereals in the world, as it is used for animal feed, flake processing, flour production for human consumption and seed production. In Ecuador, oat cultivation plays a crucial role in food security and represents an important source of income for small farmers. However, this crop faces significant challenges due to the effects of climate change, especially droughts, as well as diseases that negatively impact its yield and quality, thus limiting its production. In order to evaluate the effect of biol in different dosages on the grain yield of (*Avena sativa*), a study was carried out at the Technical University of Cotopaxi. For this purpose, a split-plot experimental design (AxB) was implemented, consisting of eight treatments and four replications. The doses of biol applied were 0%, 5%, 10% and 15%, administered every eight days after plant emergence. Variables evaluated included germination percentage (%), growth habit (measured on a scale of 1 to 3), days to bolting (days), ground cover (%), plant height (cm) and grain yield (kg*ha⁻¹). The statistical analysis was carried out using the Info Stat programmer, where an analysis of variance (ADEVA) was applied followed by a Tukey's mean comparison test at 5% significance. The results indicated that the T6 treatment (INIAP-82 at 5%) showed a superior performance compared to the other treatments, reaching an average height of 107.75 cm and a yield of 42.53 kg*ha⁻¹. These findings suggest that the application of biol at moderate doses (5%) can be an effective strategy to improve oat growth and productivity, which could have significant implications for sustainable agriculture in the region. In addition, it was observed that higher doses of biol (10% and 15%) did not show significant improvements compared to the T6 treatment, indicating that there is an optimal application threshold beyond which no additional benefits are obtained. This study provides valuable evidence to optimize the use of biofertilizers in oat crops, promoting more efficient and environmentally friendly farming practices. Future research could explore the impact of biol on other oat varieties or under different agroclimatic conditions to broaden the knowledge on its effectiveness and applicability.

KEYWORDS: Oats (*Avena sativa* L.), Biol, Grain yield, Diseases, Optimum doses, Biofertilizers, INIAP-82.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v

.....	vi
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDO	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL	
1	
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
2	
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	
2	
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	
3	
4.1 Beneficiarios directos	
3	
4.2 Beneficiarios indirectos	
3	
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
3	
6. OBJETIVOS	
4	
6.1 Objetivo General	
4	
6.2 Objetivos específicos	
4	
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4

8.	FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA	
	6	
8.1	Avena (<i>Avena sativa</i> L.)	
	6	
8.1.1	Origen	
	6	
8.1.2	Ciclo vegetativo	
	6	
8.1.3	Condiciones agroecológicas	
	6	
8.1.4	Necesidades hídricas de la Avena	
	6	
8.2	Etapas fenológicas del cultivo de Avena (<i>Avena sativa</i> L.)	
	7	
8.3	Variedad	7
8.4	La variedad INIAP-82	
	8	
8.4.1	Origen	
	8	
8.4.2	Características agronómicas	
	8	
8.5	INIAP-Fortaleza	202
	8	
8.5.1	Origen	
	8	
8.5.2	Características agronómicas de la variedad INIAP-Fortaleza 2020	
	9	
8.6	Importancia del cultivo de avena	
	9	
8.7	Funciones de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre en el cultivo de avena	
	9	
8.7.1	Importancia de la fertilización en los pastos	
	10	

8.7.2	Biol Orgánico	10
8.7.3	Características del Biol Orgánico	11
8.7.4	Beneficios del Biol Orgánico	11
8.8	Adaptabilidad agroecológica	12
8.9	Escala de Zadoks	12
9.	HIPOTESIS	14
9.1	Hipótesis nula	14
9.2	Hipótesis Alternativa	14
10.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	14
10.1	Localización	14
10.1.1	Fase de campo	14
10.2	Tipo de investigación	15
10.2.1	Experimental	15
10.2.2	Cuali-cuantitativa.....	15
10.3	Modalidad básica de la investigación.....	15
10.3.1	De campo	15
10.3.2	Analítica	16
10.3.3	Bibliográfica Documental	16

10.4	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	16
10.4.1	Observación de campo.....	16
10.4.2	Registros de datos	16
10.5	Análisis estadístico	16
10.5.1	Diseño experimental	16
10.6	Manejo de variables	18
10.6.1	Registro de datos y Métodos de medición	18
10.7	Principales variables agronómicas y morfológicas	18
10.7.1	Proporción de emergencia según la escala de Parámetros de Evaluación y Selección de Cereales.	18
10.7.2	Días al espigamiento.	19
10.7.3	Determinación del porcentaje de cobertura de pastos y mezclas forrajeras.	19
10.7.4	Altura.	20
10.7.5	Aplicación de biol orgánico como fertilizante.	20
10.8	Variables a evaluar en post-cosecha.	20
10.8.1	Rendimiento.	20
10.9	Distribución de la parcela experimental y neta.	20
10.10	Diseño del ensayo en campo	21
10.11	Manejo específico del diseño experimental.	23
10.11.1	Fase de campo.	23
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	24
11.1	Análisis estadístico de normalidad de variables.	24

11.2	Variables agronómicas y morfológicas.	25
11.2.1	Porcentaje de emergencia.	25
11.2.2	Hábito de crecimiento.	26
11.2.3	Días al panojamiento.	27
11.2.4	Cobertura.	28
11.2.5	Altura.	29
11.3	Variables pos-cosecha	32
11.3.1	Rendimiento en grano (Kg*ha-1)	32
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
12.1	CONCLUSIONES	36
12.2	RECOMENDACIONES	36
13.	BIBLIOGRAFÍAS	36
14.	ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS	Tabla 1. Objetivos, actividades a realizar, metodología y resultados.....	¡Error! Marcador no definido.
	Tabla 2. Intervalos de crecimiento de avena en etapas principales con tiempos aproximados (Avena sativa L.).....	7
	Tabla 3. Características agronómicas INIAP. Fortaleza 2020.....	8
	Tabla 4. Característica descriptiva del biol	10
	Tabla 5. Beneficios del biol orgánico	11
	Tabla 6. Tabla ilustrativa de zadocks	12
	Tabla 7. Localización de la zona de investigación.....	14
	Tabla 8. Condiciones ambientales.....	14
	Tabla 9. Tratamientos y Códigos.....	17
	Tabla 10. Definición de variables e indicadores.....	17
	Tabla 11. Escala de evaluación de emergencia en cereales.....	18

Tabla 12. Escala de evaluación de hábito de crecimiento en cereales.....	18
Tabla 13. Normalidad de Shapiro wilks para variables evaluadas	25
Tabla 14. Tabla de frecuencia para variable porcentaje de emergencia	26
Tabla 15. Tabla de frecuencia para variable de hábito de crecimiento: (Escala 1-3).....	27
Tabla 16. Tabla de frecuencia para días al panojamiento.....	28
Tabla 17. Tabla de frecuencia de la variable cobertura a los 30 días	29
Tabla 18. Altura de planta en centímetros a los 90 días	30
Tabla 19. Prueba Tukey al 0.05% para las variables en altura en centímetros a los 90 días.	30
Tabla 20. Prueba tukey al 0.05% para las dosis en altura en centímetros a los 90 días..	31
Tabla 21. Prueba Tukey al 0.05% para la interacción de variedades y dosis de altura en centímetros a los 90 días	32
Tabla 22. ADEVA Para rendimiento de grano Kg*ha-1	33
Tabla 23. Prueba Tukey al 0.05% para rendimiento en grano en kilogramos por ha-1.	34
Tabla 24. Prueba Tukey al 0.05% para rendimiento en grano en kilogramos por ha-1	
Tabla 25. Prueba Tukey al 0.05% para rendimiento en grano en kilogramos por ha-1 para	35
la interacción variedades*dosis.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la investigación: Universidad Técnica de Cotopaxi.	15
Figura 2. Promedios de altura en centímetros a los 90 días.	29
Figura 3. Promedios de altura en centímetros a los 90 días.	30
Figura 4. Promedios de altura en centímetros a los 90 días.	31
Figura 5. Promedios del rendimiento en grano en kilogramos por ha-1	33
Figura 6. Promedios del rendimiento en grano en kilogramos por ha-1	34
Figura 7. Promedios del rendimiento en grano en kilogramos por ha-1 para la interacción variedades*dosis.	35

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. IMPLEMENTACIÓN	41
Anexo 2. SIEMBRA	41
Anexo 3. APLICACIÓN	41
Anexo 4. MONITOREO	42
Anexo 5. MEDICIÓN	42
Anexo 6. COSECHA	43
Anexo 7. TRASLADO	43
Anexo 8. TRILLA	43
Anexo 9. LIMPIEZA	44
Anexo 10. SECADO Y PESAJE	44
Anexo 11. ANÁLISIS DE BIOL	45

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIETADES DE AVENA (*Avena sativa L.*) INIAP FORTALEZA E INIAP 82 BAJO LA APLICACIÓN DE BIOL EN CONDICIONES AMBIENTALES DEL CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 2023-2024”

Fecha de inicio:

Marzo 2024

Fecha de finalización:

Enero 2025

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi (CEYPSA), Vitrinas tecnológicas del INIAP Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia: Ingeniería Agronómica.

Proyecto de investigación vinculado:

Fortalecimiento de capacidades productivas

Director del Proyecto de la investigación vinculado

Tutor: Ing. Karina Paola Marín Quevedo Mg.

Equipo de Trabajo:

Co-tutor

Ing. López Guerrero Victoria Alicia Mg.

Lectores

Primer lector (Presidente): Ing. Alexandra Tapia Mg.

Segundo lector: Ing. Carrera Molina David Santiago Mg.

Tercer lector: Ing. Torres Miño Carlos Javier Ph.D.

Responsable del Proyecto:

Nombre: Steven Manaces Heredia Panamá

Teléfonos: 0987800979

Correo electrónico: steven.heredia5102@utc.edu.ec

Área de Conocimiento: Agricultura- Agricultura, Silvicultura, Pesca / Producción Agropecuaria

Línea de investigación: Desarrollo y seguridad alimentaria

Línea 2: Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

Línea de vinculación:

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

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto plantea evaluar el efecto de diferentes dosis de biol sobre el rendimiento de grano de dos variedades de avena (*Avena sativa*), Iniap-Fortaleza e Iniap-82, en la localidad de Latacunga-Salache. Se registrará información fenológica del cultivo y se medirán variables como altura de planta, días a espigadura, rendimiento de grano. Se establecerá un diseño experimental de parcelas divididas AxB con aplicación de 0, 5%, 10 % y 15% L/ha de biol. Los resultados permitirán determinar si existen diferencias significativas entre dosis de fertilización con biol sobre las variedades. La información generada será de utilidad para productores de la zona interesados en incluir el biol como alternativa de fertilización orgánica en el cultivo de avena.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La investigación va centrada en la producción de avena, ya que este cereal es fundamental en zonas templadas y de alto trópico, se enfoca en la producción de avena, dado que este cereal es esencial, sobresaliendo por su alto rendimiento de forraje (30-40 t/ha de MV) y su eficacia nutritiva para nutrir sistemas de producción animal, particularmente durante periodos de sequía, donde se emplea como alternativa de pasto. (Sheyla Arango, 2022). El estudio busca analizar el comportamiento agronómico de dos variedades de avena, considerando las condiciones

ambientales de la zona, como suelo, clima y altitud, factores cruciales para la adaptación y mejoramiento de la alimentación animal. Se pretende identificar la variedad que presente los mejores atributos en productividad y resistencia generando así un pasto de alta calidad nutritiva. Además, se propone la utilización de un fertilizante orgánico, el biol, como alternativa de fertilización, destacando su bajo costo, fácil acceso y su impacto ambiental positivo al no contaminar el ecosistema. Según estudios de mejoramiento genético, la variedad "INIAP-82" ha demostrado destacarse en rendimiento, resistencia a enfermedades y adaptación en el callejón Interandino (Fuentes O., 1984) mientras que la avena "INIAP Fortaleza" se utiliza tanto para forraje como para grano, mostrando características deseables en productividad, calidad y resistencia a enfermedades, con un amplio rango de adaptación en la Sierra Sur ecuatoriana (Jiménez C, 2020)

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1 Beneficiarios directos

Esta investigación está dirigida a las instituciones públicas y privadas, que deseen realizar proyectos en torno a agricultores que cultivan avena (*Avena sativa L.*).

4.2 Beneficiarios indirectos

Los agricultores que deseen implementar una alternativa no química, en fertilización de avena (*Avena sativa L.*). Promover los modelos fundamentados en agentes resulta un método sencillo que se puede utilizar, ya que los estudiantes pueden desarrollar proyectos entorno a los diferentes campos del conocimiento.

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Ecuador, la importancia de este cereal es considerable, no obstante, su producción se ve considerablemente afectada por dos enfermedades: la roya negra del tallo y el enanismo amarillo, resulta en desventajas tanto en la resistencia a enfermedades como en el rendimiento del cultivo (Jeannette D. L, 2018). En relación con el bajo rendimiento del pasto forrajero, varios factores contribuyen a esta problemática, como el cultivo en terrenos con malas hierbas y una preparación deficiente, la presencia de enfermedades fungosas y un aspecto crucial: el déficit de nutrientes en el suelo (García Gabriel Armando, 2024) En comparación con otros cereales, la avena requiere cantidades significativas de nitrógeno, fósforo y potasio para alcanzar su potencial agronómico (Cherlinka, 2024). En Ecuador, especialmente en la Región Sierra, el

suelo a menudo carece de la cantidad adecuada de nutrientes, lo que se traduce en una situación insuficiente en términos nutricionales (David, 2016). En la provincia de Cotopaxi, donde gran parte de la tierra está destinada al sector pecuario, existe una demanda de tierras con nutrientes disponibles, lo que conlleva a un mayor uso de insumos agroquímicos y, por ende, a costos de producción más elevados para los agricultores (*Noticias*, s/f)

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento de distintas dosis de Biol en el cultivo de dos variedades de avena (*Avena sativa*) INIAP fortaleza e INIAP-82 Latacunga-Salache 2023-2024.

6.2 Objetivos específicos

- Investigar el efecto de diferentes dosis de biol en el crecimiento vegetativo y desarrollo fenológico de la variedad de avena INIAP Fortaleza e INIAP-82.
- Analizar la respuesta de la variedad de avena INIAP Fortaleza e INIAP-82, enfocándose en aspectos como la calidad del rendimiento y la adaptabilidad a las condiciones específicas de la región.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Objetivos, actividades a realizar, metodología y resultados

Objetivo 1	Actividades	Resultados de la actividad	Medios de verificación
Investigar el efecto de diferentes dosis de Biol en el crecimiento vegetativo y desarrollo fenológico de la variedad de avena (INIAP Fortaleza e INIAP-82)	Implementación del diseño experimental: Parcelas divididas AxB con ocho tratamientos y cuatro repeticiones	Parcela neta: 4 m ²	Libro de campo, hoja de cálculo, cuadro de resumen, gráficos y fotografías
		Área total: 273 m ²	
		Área neta: 128 m ²	
	Total 32 unidades		
Variables a medir según la escala Zadoks	Datos de variables a estudiar:		
Porcentaje de emergencia	Porcentaje de plantas en emergencia		

	hábito de crecimiento	forma de crecimiento de las plantas (Hojas y tallos)	
	Días de espigamiento	# de días desde la siembra hasta el espigamiento	
	Cobertura	Extensión de suelo cubierto (%)	
	Altura	Dimensión que alcanza la planta en su etapa de desarrollo	
	Aplicación de prueba Shapiro-wilk	Prueba de shapiro-wilk: Las variables que presentan un valor de p mayor a 0.05, cumpliendo con una distribución normal, se analizan utilizando métodos de estadística paramétrica.	
Objetivo 2	Actividades	Resultados de la actividad	Medios de verificación
Analizar la respuesta de la variable de avena INIAP Fortaleza e INIAP-82 enfocándose en aspectos como la calidad del rendimiento y la adaptabilidad a las condiciones específicas de la región	Toma de datos en poscosecha	Datos pos-cosecha	Libro de campo, hoja de cálculo, cuadro de resumen, gráficos y fotografías
	Rendimiento	producción en Kg por hectárea -1	
	peso hectolitrico	Peso específico de un volumen de granos de avena	

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA

8.1 Avena (Avena sativa L.)

La avena (*Avena sativa*) es una especie fanerógama definida por Carlos Lineo “avena” es un nombre genérico que deriva del latín y significa “alimentación”; “sativa” además proviene del latín “cultivada” (L. Watson & Dallwitz, 2019)

8.1.1 Origen

En el pasado, la avena crecía como una maleza junto a cultivos de trigo y cebada. Las semillas de avena más antiguas fueron halladas en Egipto, pero los restos más antiguos descritos en la Edad de Bronce (2000 A.C. a 1788 A.C.) fueron localizados en Europa Central. Esto sugiere que la avena se originó como una planta silvestre en el Medio Oriente y luego se extendió hacia el norte de Europa, donde fue eventualmente domesticada y cultivada. (Edmundo, S.f.) Citado por (Sampson, 1954).

8.1.2 Ciclo vegetativo

Su ciclo para forraje: 75-90-120 días- grano Promedio.

Su ciclo para la producción de grano: 180 - 210 días (León et al., 2018).

8.1.3 Condiciones agroecológicas

Requerimiento de clima y suelo

Clima: Templado y templado-frío húmedo, poco resistente a la sequía,

Altura: Desde 2 500-3 300 msnm.

Suelo: Livianos, húmidos, bien drenados, profundos y fértiles (León et al., 2018).

Precipitación: Se desarrolla a una precipitación Promedio de 600 a 700 mm, Pinto (2014).

Luminosidad: Requiere entre 4 a 7 horas/sol/día Pinto (2014).

8.1.4 Necesidades hídricas de la Avena

Requiere de una precipitación media de 600 a 700 mm regularmente adecuadamente distribuidas a lo largo de todo el periodo vegetativo, el cultivo no tolera sequías de extenso tiempo en específico en el periodo de formación del grano, pero también el exceso de humedad es perjudicial. La avena es muy exigente en agua por tener un coeficiente de transpiración elevado (INAMHI, 2014).

8.2 Etapas fenológicas del cultivo de Avena (*Avena sativa* L.)

Tabla 2. Intervalos de crecimiento de avena en etapas principales con tiempos aproximados (Avena sativa L.)

Etapas de desarrollo	Días aproximados después de la germinación	Características
0	Primera etapa visible	Germinación: hinchamiento de la semilla y germinación a través de la superficie del suelo.
1	1	Desarrollo de la plántula: salida para llegar a ser visible
2	5	Macollamiento: iniciación y desarrollo de nuevos brotes.
3	37	Elongación del tallo: los nudos son visibles encima del suelo.
4	48	Embucho: la panícula se ubica en una vaina de la hoja bandera
5	58	Panícula: existe un extendimiento de la hoja bandera.
6	60	Floración: el polen es diseminado y existe un desarrollo de semilla.
7	68	Grano lechoso: llenado del grano, desarrollando un líquido lechoso.
8	74	Grano masoso: los granos alcanzan a ser firmes.
9	80	Madurez fisiológica: los granos están completamente desarrollados

8.3 Variedad

Se comprende en el momento que la variedad vegetal es nueva, puede definirse a un grupo en especial por la presencia de definitivos caracteres morfológicos, fisiológicos, citológicos, químicos, bioquímicos, estos del resultado de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipo (Cuesta & Caballero, 2022).

8.4 La variedad INIAP-82

8.4.1 Origen

Según indica (Fuentes O., 1984) la especie fue introducida en 1967 al programa de Cereales (Sección avena) de la Estación Experimental “Santa Catalina” dentro de un material segregante

procedente de la estación de Tibaitatá, ICA, Colombia. Sus progenitores y pedigree del cultivar son:

- Cruza: Cherokee- Ukraine x C.I. 6969.
- Pedigree: ll - 1435 -3t -1e -6e- 1E

8.4.2 Características agronómicas

INIAP – 82 es una excelente variedad por producción de masa verde, altura del tallo y ciclo vegetativo, posee las características agronómicas: hábito de crecimiento erecto, mantiene un buen macollaje, inflorescencia en panoja, grano, ovoide y lleno, ciclo vegetativo de 180 días; su rendimiento va de 1300 a 5000 kg/ha (28 a 110 qq/ha); es tolerante a la roya negra del tallo y el virus del enanismo amarillo; se adapta a altitudes comprendidas entre 2800 y 3300 msnm, la cantidad de semilla a utilizarse para obtención de la semilla 65 Kg se debe aprovechar 140 lb/ha, para la producción de forraje 100 kg, se siembra 220 lb/ha; la dosis más adecuada de fertilización es 200 kg/ha (4,4 qq/ha) de la fórmula 10-30-10 a la siembra y, a los 45 días, en la fase de macollamiento, debe agregarse 45 kg/ha de Urea (INIAP, 1984).

8.5 INIAP-Fortaleza 202

8.5.1 Origen

Cruza entre las líneas 79BORDENAVE, SELECTION/KENYA y SR LINE cuyo historial de selección es 88-19-2E-15E-4E-1E-0E-0E-0E (Jiménez et al., 2020).

8.5.2 Características agronómicas de la variedad INIAP-Fortaleza 2020

Tabla 3. Características agronómicas INIAP. Fortaleza 2020

Características	Descripción
Altura de la planta en cm	130-140
Días de panojamiento	70-80

Días a la cosecha para grano	150-160
Días a la cosecha para ensilaje tipo funda	100-110
Rendimiento potencial materia verde	53
Rendimiento promedio materia verde	40
Rango de rendimiento en grano seco	4-6
Estrés hídrico	Tolerante
Reacción a enfermedades	
Roya de la hoja (<i>puccinia recondita</i>)	Resistente
Roya del tallo (<i>puccinia graminis</i>)	Resistente
Enanismo de los cereales (BYD)	Resistente

Fuente: Equipo técnico del programa técnico de Cereales, EEA. (Jiménez Merino et al, 2020)

8.6 Importancia del cultivo de avena

El cultivo de la avena es muy importante al poseer buenas cualidades geográficas, climáticas y de suelos, que le ayudan a una apropiada adaptación, sembrándose en el callejón Interandino principalmente en las provincias de Azuay, Cotopaxi, Chimborazo, Loja, Tungurahua y El Oro (parte alta). El ciclo vegetativo va de acuerdo a la variedad, entre la siembra y la cosecha de 6 a 7 meses (Pinto, 2012)

8.7 Funciones de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre en el cultivo de avena

La absorción de nutrientes se presenta en el periodo de máxima absorción desde el ahijamiento hasta la etapa de aparición de la espiga.

N: Es importante para formar la estructura de la planta. La cantidad necesaria eleva el contenido de proteínas, el valor nutritivo del grano en cambio en exceso la planta tiene el riesgo al vuelco o encame.

P: El fósforo es necesario en la formación del sistema radicular. Su deficiencia afecta el macollage, rendimiento como resultado pocos granos y pequeños reduciendo así la calidad del grano, al mismo tiempo se produce un retardo en la floración y cosecha.

K: El potasio afecta la forma, tamaño, color y sabor de la planta, es fundamental en la calidad y sanidad del cultivo.

S: El azufre, interviene en múltiples reacciones metabólicas y en la síntesis de muchas proteínas azufradas (AGRO RURAL, 2015).

8.7.1 Importancia de la fertilización en los pastos

Para que el cultivo de pastos pueda desarrollarse y tener un óptimo crecimiento debe tener una fertilización adecuada, esto se debe a que de esta manera acumulan una cantidad de los componentes del fertilizante dentro de sí mismo, y así mismo el suelo acumula los componentes del fertilizante; pero, al no realizar una fertilización, o esta fuere deficiente, ocasiona al pasto y suelo una pérdida de su almacenamiento de fertilizante (Yoshida, 2001).

8.7.2 Biol Orgánico

El Biol orgánico es un abono natural obtenido a través de la descomposición anaeróbica de residuos orgánicos (Erazo Muñoz, 2024, éste proceso genera un producto rico en nutrientes y fitorreguladores que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, haciéndolas más resistentes a plagas y enfermedades (Crespo, 2021). Su aplicación en cereales mejora la germinación y enraizamiento de las semillas, así como la actividad microbiana del suelo, incrementando la disponibilidad de micronutrientes esenciales (Gil Ramírez et al., 2023).

8.7.3 Características del Biol Orgánico

Tabla 4. Característica descriptiva del biol

CARACTERISTICA	DESCRIPCION
Apariencia	Líquido marrón oscuro o negro, con posibles partículas en suspensión
Textura	Acuosa, similar al agua, pero con una variación en la concentración de sólidos

Olor	Aroma fuerte, similar a estiércol fermentado, pero no en putrefacción
Densidad	Similar al agua, con ligeras variaciones.
pH	Ligeramente ácido neutro (5.5 a 7.5)
Macronutrientes	Nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K)
Micronutrientes	Calcio (Ca), magnesio (Mg), zinc (Zn), hierro (Fe)
Ácidos Orgánicos	Ácido acético, ácido láctico
Compuestos nitrogenados	Amonio (NH ₄ ⁺), aminoácidos
Materia Orgánica	Ácidos húmicos y fulvicos
microorganismos	Bacterias (<i>Lactobacillus</i>), hongos, levaduras
Diversidad microbiana	Alta, contribuye a la fertilidad del suelo
Actividad enzimática	Celulasa, proteasa, lipasa

8.7.4 Beneficios del Biol Orgánico

Tabla 5. Beneficios del biol orgánico

Beneficios del suelo	Mejora la estructura, fertilidad y retención de humedad
Beneficios para las plantas	Estimula el crecimiento y desarrollo vegetal
Sostenibilidad	Alternativa ecológica a fertilizantes químicos, reduce el impacto ambiental

8.8 Adaptabilidad agroecológica

La adaptabilidad agroecológica va dependiente de la zona agrícola, ya que los cultivos agrícolas se verán afectados por diferentes factores los cuales son los cambios climáticos que se presenten en el lugar, se basa especialmente en la reorganización de los cultivos de acuerdo a los sistemas productivos adecuados, siendo claves para la agricultura (Caicedo et al., 2020).

(Dietz, 2021) manifiesta que uno de los factores importantes que determina la adaptación y la duración de las fases fenológicas del cultivo es el número de horas luz que este reciba.

8.9 Escala de Zadoks

La escala de Zadoks nos ayuda por medio de una valoración de la morfología exterior del cultivo, tener una referencia del estado de desarrollo y crecimiento que se encuentra el cultivo. Esta escala es un instrumento correctamente a nivel de lote debe hacerse un muestreo característico. Se deberán evaluar plantas individuales y a partiendo de ello se considerará que el cultivo ha alcanzado un determinado estado cuando el mismo se ha manifestado en el 50% de las plantas observadas (FAO, 2009)

Tabla 6 Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivos desde la germinación hasta la madurez de cosecha (Zadocks et. Al, 1974)

Tabla 6. Tabla ilustrativa de zadocks

Código	Descripción
0	EMERGENCIA
07	Emergencia del coleoptido
09	Hoja en el extremo del coleoptido
10	CECIMIENTO 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	ELOMNGACION DEL TALLO
31	Primer nudo detectable
32	Segundo nudo detectable
33	Tercer nudo detectable
37	Hoja bandera visible
39	Lígula de la hoja bandera visible
40	PREEMERGENCIA FLORAL
41	Vaina de la hoja bandera extendida
45	Inflorescencia en la mitad de la vaina de la hoja bandera

47	Vaina de la hoja bandera abierta
49	Primeras aristas visibles
50	EMERGENCIA DE LA INFLORECENCIA
51	Primeras espiguillas de la inflorescencia visible
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	Pasto duro
90	MADUREZ
91	Cariópside duro (difícil de dividir)
92	Cariópside (no se marca con la uña)

9. HIPOTESIS

9.1 Hipótesis nula

El uso de Biol orgánico no afecta el rendimiento agronómico de las dos variedades de avena, INIAP FORTALEZA 2020 e INIAP-82, en las condiciones ambientales del Campus Salache.

9.2 Hipótesis Alternativa

La utilización de Biol orgánico afecta el rendimiento agronómico de las dos variedades de avena, INIAP FORTALEZA 2020 e INIAP-82, bajo las condiciones ambientales del Campus Salache.

10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1 Localización

10.1.1 Fase de campo

Se realizó en la Universidad técnica de Cotopaxi campus Salache.

Tabla 7. Localización de la zona de investigación

Provincia	Cantón	parroquia	Localidad	Altitud (msnm)	Longitud: Latitud:
Cotopaxi	Latacunga	Eloy Alfaro	Salache	2.750	78°37'14" oeste 00°59'57" sur

Tabla 8. Condiciones ambientales

Clima	Seco templado frio
Temperatura (°C)	13,2
Humedad relativa (%)	82
Pluviosidad (mm)	0,7
Suelo	Franco arenoso

Fuente: Estación Meteorológica de la Universidad de Cotopaxi

Particularmente para el sitio de implementación del experimento, el análisis del suelo muestra un pH de 8.58, lo que indica que es alcalino.

Figura 1. Ubicación de la investigación: Universidad Técnica de Cotopaxi.



Fuente: Google Maps, 2024

10.2 Tipo de investigación

10.2.1 Experimental

Es experimental ya que se puede realizar cambios en el valor de una o más variables independientes, para el diseño de este proyecto tenemos como variable independiente el Biol y Variedades de avena que permitirá observar su efecto en la variable dependiente que es capacidad de adaptación. Se implementó un diseño de parcelas divididas (A x B).

10.2.2 Cualitativa

Es una investigación cualitativa porque describe sucesos complejos en su medio natural, y cuantitativa porque recogen datos cuantitativos los cuales incluyen mediciones sistemáticas además cuyo un análisis estadístico se empleará en el programa InfoStat.

10.3 Modalidad básica de la investigación

10.3.1 De campo

La investigación es de campo, por lo tanto, se realiza la recolección de datos directamente en el lugar donde se estableció el experimento.

10.3.2 Analítica

Según la investigación se interpretará el resultado de la muestra obtenida en el laboratorio, donde se envía a analizar la muestra de biol.

10.3.3 Bibliográfica Documental

A la par, este estudio habrá relación con material bibliográfico y documental que se aprovechará de base para el contexto del marco teórico y los resultados obtenidos

10.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

10.4.1 Observación de campo

Esta técnica permite obtener en contacto directo con el objetivo en estudio para un registro de datos de los respectivos tratamientos.

10.4.2 Registros de datos

Se lo realizara a cabo a través del libro de campo, donde apuntaremos los diferentes resultados y observaciones relacionadas a los tratamientos.

10.5 Análisis estadístico

Con los datos obtenidos de la investigación se procederá realizara una prueba de normalidad (Shapiro Wilks) recomendada cuando se tiene menos de 50 datos la tabulación y análisis estadístico con la ayuda del programa INFOSTAT 2.0

10.5.1 Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental de parcelas divididas (A x B), generando 8 tratamientos con cuatro repeticiones, aplicándose las pruebas de Tukey al 0,05 %. Las variables evaluadas fueron: % de emergencia; Hábito de crecimiento; Cobertura; Días al espigamiento; altura de planta; Rendimiento en grano. Para procesar las variables evaluadas a escala, se utilizó una tabla de frecuencias y se ingresaron los datos en el software estadístico InfoStat.

Fuentes de variación (F de V)		Grados de libertad	
Total	$(r*v*d)-1$	31	
REPETICIONES	$(r-1)(4-1)$	3	
variedades	$(a-1)(2-1)$	1	
ERROR (A)		$(r-1)(v-1)$	3
Dosis	$(b-1)(4-1)$	3	
V*D	$(v-1)(d-1)$	3	
ERROR (B)		$(r-1)(d-1)(v)$	18

Factores en estudio

Factor A (Variedades)

V1: INIAP Fortaleza

V2: INIAP 82

Factor B (Dosis de biol)

R1: D 0%

R2: D 5%

R3: D 10%

R4: D 15%

Tratamientos

Evaluación del comportamiento agronómico de dos variedades de avena (*Avena sativa*) INIAP FOTALEZA e INIAP 82 bajo la aplicación de Biol en las condiciones ambientales del campus Salache- Latacunga 2023-2024

Tabla 9. Tratamientos y Códigos

Tratamientos	Código	Descripción
T1	V1R1	Avena INIAP Fortaleza, Biol al 0%
T2	V1R2	Avena INIAP Fortaleza, Biol al 5%
T3	V1R3	Avena INIAP Fortaleza, Biol al 10%
T4	V1R4	Avena INIAP Fortaleza, Biol al 15%
T5	V2R1	Avena INIAP 82, Biol al 0%
T6	V2R2	Avena INIAP 82, Biol al 5%
T7	V2R3	Avena INIAP 82, Biol al 10%
T8	V2R4	Avena INIAP 82, Biol al 15%

10.6 Manejo de variables

Tabla 10. Definición de variables e indicadores

Variable independiente	Variable dependiente	Indicadores	Unidad/índice medida
Variedades de avena	Adaptación	Porcentaje de emergencia	%
		Habito de crecimiento	Escala: 1 erecto 2 intermedio 3 postrado
		Cobertura	%
		Días al espigamiento	Días
		Altura de la planta	Cm
		Rendimiento en grano	Kg ha-1

Biol Orgánico	Rendimiento	Análisis Químico abono orgánico	%-ppm
---------------	-------------	---------------------------------	-------

10.6.1 Registro de datos y Métodos de medición

La evaluación del cultivo y su comportamiento se llevó a cabo de acuerdo con el Manual N° 111 de Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales, publicado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en 2019, utilizando las escalas de Zadoks. Las variables a evaluar incluyen:

10.7 Principales variables agronómicas y morfológicas

10.7.1 Proporción de emergencia según la escala de Parámetros de Evaluación y Selección de Cereales.

Este criterio se evalúa mediante observación visual, clasificándolo en bueno, regular y malo, con sus respectivos porcentajes. (Ponce-Molina et al., 2019).

Tabla 11. Escala de evaluación de emergencia en cereales.

Escala	Descripción
Buena	81-100% Germinación de plantas
Regular	60-80% Germinación de plantas
Malo	<60% Germinación de plantas

Fuente: (Ponce- Molina et al., 2019)

Tabla 12. Escala de evaluación de hábito de crecimiento en cereales.

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Erecto	Hojas dispuestas verticalmente hacia arriba.
2	Intermedio (Semierecto o Semipostrado)	Hojas dispuestas diagonalmente, que formen un ángulo de 45 grados.
3	Postrado	Hojas dispuestas horizontalmente, sobre el suelo.

10.7.2 Días al espigamiento.

Este criterio se refiere al número de días desde la siembra hasta la aparición de las espigas de las plantas en la parcela. La estimación se hace de manera visual, contando los días desde la siembra hasta que el 50% de las espigas en la parcela han emergido completamente. En la investigación, la evaluación de esta variable se realizó en la etapa de desarrollo Z55, cuando la mitad de la inflorescencia había emergido.

10.7.3 Determinación del porcentaje de cobertura de pastos y mezclas forrajeras.

Para este procedimiento, se utilizó el método de puntos por cuadrante (conteo de puntos de contacto). Este método calcula el porcentaje de toques de una especie específica en relación al total de toques realizados, obteniendo así el porcentaje de cobertura.

$$\% \text{ Cobertura} = \frac{\text{\#total de toques realizados}}{\text{total de toques realizados}} \times 100$$

10.7.4 Altura.

La altura se midió a partir de la sexta semana después de la siembra, registrando datos semanales. Para las primeras etapas de crecimiento de los pastos, se utilizó una regla, y posteriormente un flexómetro, con el fin de observar el comportamiento de cada pasto.

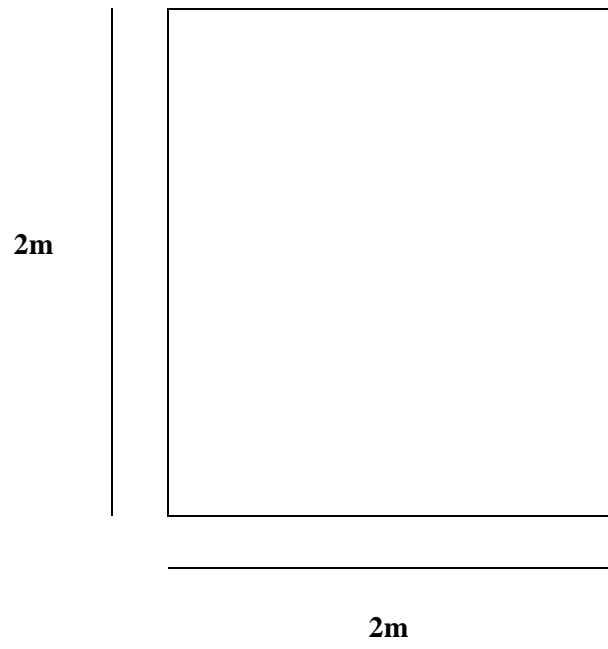
10.7.5 Aplicación de biol orgánico como fertilizante.

La aplicación que se ha realizado con biol orgánico se preparó mediante una bomba de mochila para fumigar o pulverizador, se colocó en 5 litros de agua y respectivamente biol al 5%; 10% y 15% respectivamente para cada tratamiento, llegando al total de uso de agua, por cada dosificación se usó 5 litros de agua, llegando a un total de 20 litros de solución, las aplicaciones se realizaron cada 8 días hasta el espigamiento completo de la planta según (Jiménez C, 2020).

10.8 Variables a evaluar en post-cosecha.

10.8.1 Rendimiento.

Para evaluar el rendimiento, se pesó toda la producción de cada unidad experimental, expresándose el valor en *gparcela-1* y convirtiéndose a *kg ha-1*. Para ello, se midió la humedad del grano.

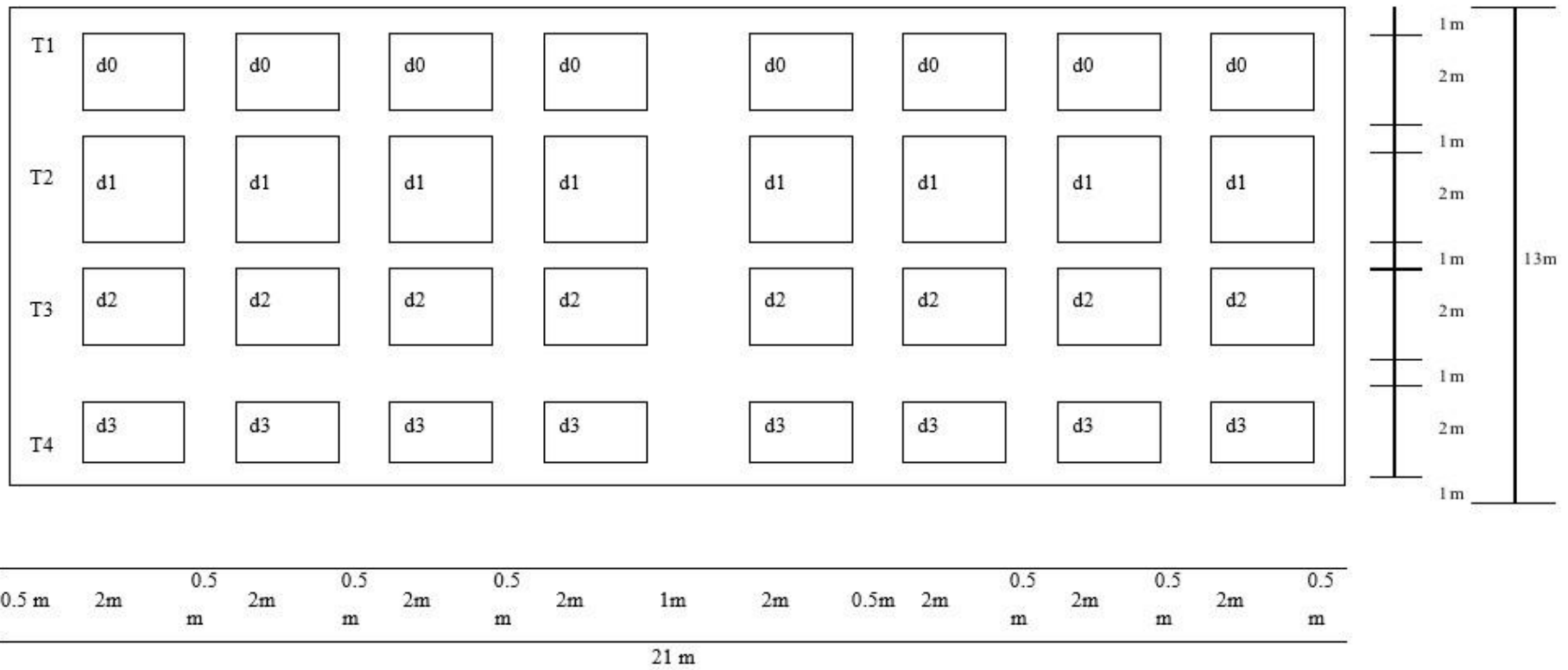
10.9 Distribución de la parcela experimental y neta.

10.10 Diseño del ensayo en campo

Parcelas Divididas

VARIEDAD 1 (INIAP FORTALEZA)

VARIEDAD 2 (INIAP 82)



DOSIS		REPETICIONES							
		INIAP FORTALEZA				INIAP 82			
TRATAMIENTOS	0%	V1R1	V1R2	V1R3	V1R4	V2R1	V2R2	V2R3	V2R4
	5%	V1R1	V1R2	V1R3	V1R4	V2R1	V2R2	V2R3	V2R4
	10%	V1R1	V1R2	V1R3	V1R4	V2R1	V2R2	V2R3	V2R4
	15%	V1R1	V1R2	V1R3	V1R4	V2R1	V2R2	V2R3	V2R4

10.11 Manejo específico del diseño experimental.

10.11.1 Fase de campo.

Selección de lote.

La zona donde se realizó la investigación fue utilizada anteriormente para un cultivo de chocho, ningún cereal fue cultivado previamente.

Identificación del área de estudio.

El área de estudio, ubicada en el Centro Experimental CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se delimitó a un total de 228 m². Se dividió longitudinalmente mediante caminos de 0,50 m en sentido Este-Oeste y 1m en sentido Norte-Sur, con unidades experimentales de 4 m², con una separación de 1 m en el centro en sentido Este-Oeste para segmentar el ensayo. Transversalmente, se dividió en caminos de 0,50 m con una separación de 1m entre repeticiones, facilitando así la diferenciación del ensayo en campo.

Adquisición del biol orgánico.

Se realizó la compra de un biol orgánico que contenga los dos hongos benéficos en la agricultura, Trichodermas y Beauveria, así como también que contenga niveles de NPK elevados, siendo aptos para el crecimiento del cultivo.

Preparación del suelo.

El proceso comienza con el arado de discos, realizado un mes antes de la siembra, para incorporar la materia verde presente en el suelo. Luego, se llevará a cabo el rastreo con el objetivo de dejar el suelo suelto y mullido.

Siembra.

La siembra se realizó con la ayuda de los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, no se realizó una aplicación de fertilizantes previos a la siembra de la semilla.

Riego.

Debido a las características ambientales del lugar y la estación climática, el riego fue necesario en las primeras etapas de crecimiento del cultivo, ya que el suelo y el ambiente presentaban poca humedad. Sin embargo, a medida que el clima cambiaba, la frecuencia de riego se redujo.

Limpieza de alrededores del área y limpieza de caminos.

Para el estudio se realizó una limpieza de caminos y sus perímetros cada 15 días, así se mantuvo en orden sus condiciones.

Desmalezado.

Se eliminan las plantas extrañas, atípicas, otros cereales y variedades distintas de avena para evitar la mezcla de semillas. Esta tarea se realizó al comienzo del panojamiento.

Cosecha.

De acuerdo al grado de madurez que presentó, se realizó de forma manual con hoz, cuando la madurez del grano estaba en su punto.

Trilla.

La cosecha se llevó a cabo de manera mecánica utilizando una trilladora, considerando los tratamientos por separado. El grano se almacenó en sacos.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Se presentarán los datos de la investigación sobre el desempeño agronómico de dos variedades de avena (*Avena sativa L.*), específicamente INIAP-Fortaleza e INIAP-82, evaluadas bajo la aplicación de biol en las condiciones ambientales del Campus Salache.

11.1 Análisis estadístico de normalidad de variables.

Tabla 13. Normalidad de Shapiro wilks para variables evaluadas.

Variable	N° Observaciones	D.E.	W*	p(Unilateral D)
ALTURA	32	13.81	0.88	0.0023
RENDIMIENTO	32	3.85	0.4	<0.0001

D.E. (Desviación estándar); Mín. (Mínimo); Máx. (Máximo)

En el test de normalidad (Shapiro wilks) (Tabla 13) Las variables de altura y rendimiento indican un p valor inferior a 0.05 lo cual no se ajusta a la distribución normal debido a lo que fueron analizados bajo una estadística paramétrica.

11.2 Variables agronómicas y morfológicas.

11.2.1 Porcentaje de emergencia.

Tabla 14. Tabla de frecuencia para variable porcentaje de emergencia

TRATAMIENTOS	TOTAL	Media (%)	D.E.	Mín.	Máx.
T6	4	71.33	32.59	43.33	118.33
T7	4	56.67	7.08	50	64.33
T5	4	52	10	40	63.67
T4	4	44	5	37	47.67
T8	4	41.67	8.52	31	51.67
T3	4	41	8	33	49.33
T2	4	28	13	18	45.33
T1	4	15	10	4	27.33
TOTAL	32	43.6	11.7	32.0	58.5

D.E. (Desviación estándar); Mín. (Mínimo); Máx. (Máximo)

En la (Tabla 14) se puede apreciar que los promedios representados por la variable porcentaje de emergencia cuenta con una diferencia matemática en los tratamientos, se obtuvo un mayor porcentaje en T6 con un valor máximo de 71,33 % de emergencia en campo, en su contraparte con el tratamiento menor fue el T1 con 15 % siendo la menos eficiente, la evaluación de porcentaje de emergencia a base de los parámetros de evaluación y selección de cereales.

Como nos muestra (Bobadilla, 2013) la genética está constituida por una gran variedad que presenta una fisiología de mejor calidad en la germinación lo cual hace importante la fecha del establecimiento de un cultivo, ya que la afección de las condiciones climáticas que se encuentran en el sector pueden ser problemáticas.

Si bien (Fuentes, 1984) nos menciona que la semilla INIAP-82 es una variedad de avena que presenta unas características buenas, cuya adaptación en la sierra sur al límite geográfico de los 2500 a 3300 m.s.n.m, el ensayo de estudio fue delimitado a una altitud de 2750 m.s. n. m, dado a que la implementación estuvo en el rango de límite de siembra su germinación fue buena.

11.2.2 Hábito de crecimiento.

Tabla 15. Tabla de frecuencia para variable de hábito de crecimiento: (Escala 1-3).

TRATAMIENTOS	TOTAL	Media (Escala 1-3)	D.E.	Mín	Máx
T2	4	2.25	0.50	2	3
T1	4	2.00	1.15	1	3
T5	4	1.50	0.58	1	2
T4	4	1.50	0.58	1	2
T3	4	1.50	0.58	1	2
T8	4	1.50	0.58	1	2
T7	4	1	0.0	1	1
T6	4	1	0.0	1	1
TOTAL	32	1.53	0.50	1.13	2.00

D.E. (Desviación estándar); Mín. (Mínimo); Máx. (Máximo)

Elaborado por: (Heredia S, 2024)

Si observamos en la (Tabla 15) el tratamiento T2 con su promedio de 2,25, indica un hábito de crecimiento dentro de la escala de 2, cuya representación esta mencionada como hojas dispuestas diagonalmente, que formen un ángulo de 45 grados, según lo menciona el parámetro de evaluación de cereales.

El hábito de crecimiento si bien lo menciona (FAO, 2001) la dependencia de una preparación previa del suelo antes de sembrar, esto debido al eficaz acceso a los nutrientes del lugar, de esta manera se controla también malezas haciendo que la competencia de nutrientes no sea un problema, Según (Jiménez C, 2020) la variedad INIAP-FORTALEZA tienen una característica de hábito de crecimiento erecto, la preparación del suelo fue buena, sin embargo, su hábito de crecimiento fue de 2.

11.2.3 Días al panojamiento.

Tabla 16. Tabla de frecuencia para días al panojamiento.

TRATAMIENTO	TOTAL	Media (DIAS)	D.E.	Mín	Máx
T1	4	97	6	92	105
T8	4	97	1	96	98
T7	4	97	5	92	103
T4	4	96	5	92	103
T6	4	96	3	92	98
T2	4	95	3	92	98
T3	4	95	3	92	98
T5	4	94	2	92	96
TOTAL	32	96	3	93	100

D.E. (Desviación estándar); Mín. (Mínimo); Máx. (Máximo)

Elaborado por: (Autor, 2024)

La (Tabla 16) infiere que el tratamiento T8 es destacable debido a que presenta una media de 97 días lo que indica que sus resultados no solo son los más efectivos si no los más consientes, por otro lado, el tratamiento T5 resultó ser el menos efectivo con una media de 94 días la más baja de todas.

Como nos menciona (Fuentes O., 1984) el panojamiento de la variedad INIAP-82 se encuentra dentro del rango optimo ya que inicia a los 97 días alegando también que presenta un déficit alejándose de su rango, al igual que el T5 de la variedad INIAP-82 que empieza los 94 días presentando un ligero letargo que no afecta significativamente.

11.2.4 Cobertura.

Tabla 17. Tabla de frecuencia de la variable cobertura a los 30 días.

TRATAMIENTOS	TOTAL	Media (%)	D.E.	Mín.	Máx.
T6	4	39.53	21.77	21	63
T7	4	30.25	9.51	25	44
T4	4	21.6	8.7	12	33
T5	4	20.68	8.3	9	27
T3	4	19.13	3.69	15	22
T8	4	16.65	7.7	7	26
T2	4	14.8	10.47	7	30
T1	4	7.13	3.54	3	10
TOTAL	32	21.22	9.21	12.34	31.94

D.E. (Desviación estándar); Mín. (Mínimo); Máx. (Máximo)

Elaborado por: (Heredia S, 2024)

La (Tabla 17) indica que el T6 es destacable, presentando una media de 39.53%, siendo la más alta de los tratamientos, sin embargo, también presenta una desviación estándar del 21.77%, mostrando que la variabilidad de los resultados es muy alta. El T1 mostró ser menos eficiente, debido a su media de 7.13%, con su desviación estándar de 3.54% por lo que presenta resultados menos óptimos.

Según (Toledo, 2018) nos dice que factores como la temperatura, luz solar, determinan el desarrollo de un cultivo. El investigador (Loskutov, 2001) nos menciona que la mayoría de las especies de avena tienden a ser sensibles a temperaturas, dándonos a entender que las variables climáticas son cruciales.

11.2.5 Altura.

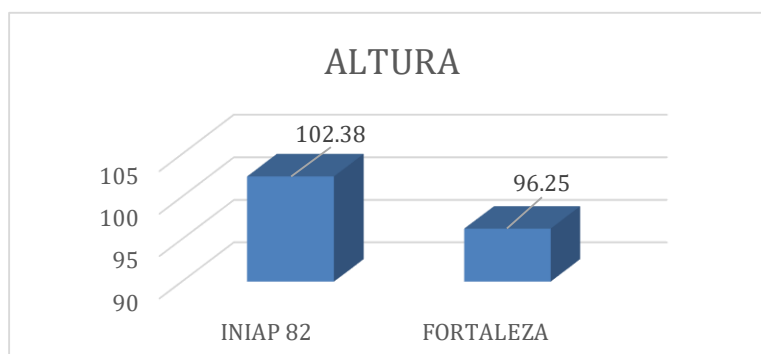
Tabla 18. Altura de planta en centímetros a los 90 días.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	3142.88	7	448.98	3.9	0.0057
VARIEDAD	300.13	1	300.13	2.6	0.1197
DOSIS	1176.38	3	392.13	3.4	0.034
VARIEDAD*DOSIS	1666.38	3	555.46	4.82	0.0091
Error	2766	24	115.25		
Total	5908.88	31			
CV	10.81				

La (Tabla 18) conforme al análisis de varianza (ADEVA) nos mostró que el modelo general resulta significativo (p-valor = 0.0057). La interacción entre la VARIEDAD y DOSIS es altamente significativa (p-valor = 0.0091) lo que indica que el efecto de la dosis va ligado a la dependencia de la variedad. El factor DOSIS también es significativo (p-valor = 0.034), no obstante, VARIEDAD por sí misma no lo es (p-valor = 0.1197). El CV del 10.81% nos da a entender que su variabilidad es moderada.

Tabla 19. Prueba Tukey al 0.05% para las variables en altura en centímetros a los 90 días.

VARIEDAD	PROMEDIO	RANGO
INIAP 82	102.38	A
INIAP		
FORTALEZA	96.25	A

Figura 2. Promedios de altura en centímetros a los 90 días.

Elaborado por: (Heredia S, 2024)

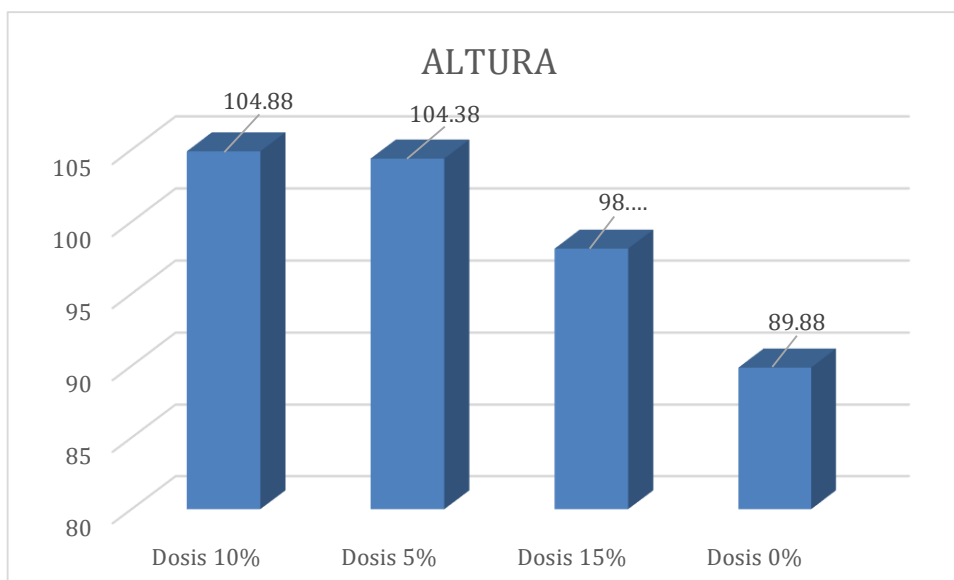
En la (Tabla 19) se observa que las variedades, INIAP-82 e INIAP-FORTALEZA, presentan un rendimiento de 102.38 y 96.25, respectivamente, por lo que ambas se encuentran agrupadas dentro del mismo rango A, lo que indica que, aunque la variedad INIAP-82 tenga un promedio ligeramente superior, dentro de la estadística no existe diferencia entre las dos variables, puesto a que comparten el mismo rango.

Como menciona (Fuentes O., 1984) la variedad INIAP-82 presenta un rango de 140cm en su punto más alto, sin embargo, (Arias Ampudia, 2024) nos menciona que los rangos de crecimiento de las variedades de avena pueden ir de 50 a 180 cm, de la misma forma la variedad FORTALEZA se encuentra en el rango establecido, aunque, (Jiménez C, 2020) presenta que la variedad debe ir en un rango de 130 a 140cm en la presencia de las condiciones requeridas por la variedad.

Tabla 20. Prueba tukey al 0.05% para las dosis en altura en centímetros a los 90 días.

DOSIS	PROMEDIO	RANGO
Dosis 10%	104.88	A
Dosis 5%	104.38	A B
Dosis 15%	98.13	A B
Dosis 0%	89.88	B

Figura 3. Promedios de altura en centímetros a los 90 días.



La Dosis 10% lleva el promedio más alto de (104.88) ubicándose en el rango A, siendo considerada como la más efectiva, por otro lado, la Dosis 0% fue considerada como la menos

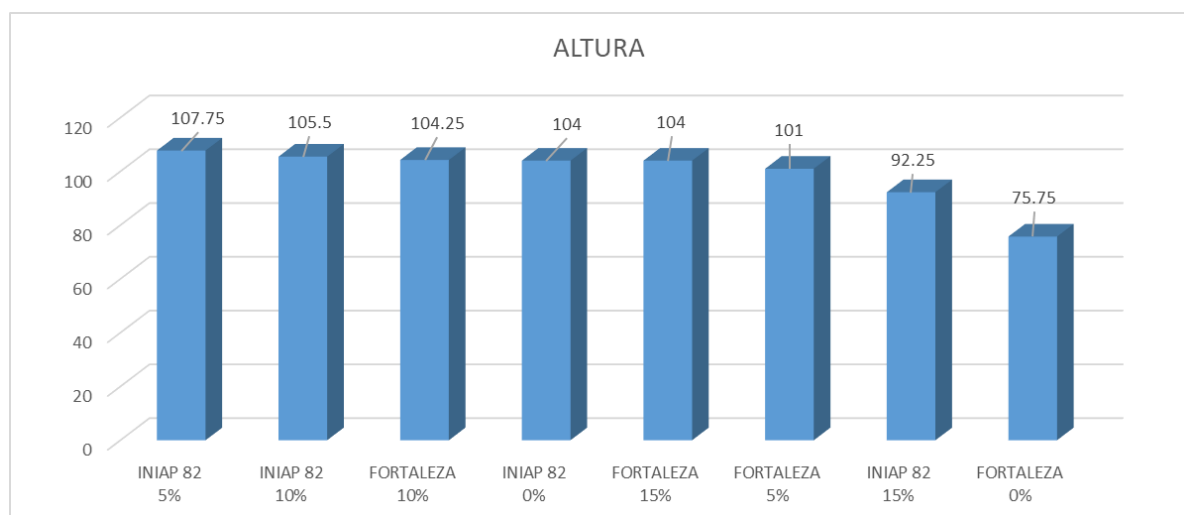
efectiva, con un promedio bajo de (89.88) se posiciona en el rango B lo que le convierte en la menos efectiva.

Según (Biobolsa, 2015) las dosificaciones de Biol van de acuerdo a lo requerido por el investigador, de tal manera que siempre la variable tenga acceso a mejores características edafoclimáticas, hará que estas varíen entre sí.

Tabla 21. Prueba Tukey al 0.05% para la interacción de variedades y dosis de altura en centímetros a los 90 días.

VARIEDAD	DOSIS	PROMEDIO	RANGO	
INIAP 82	5%	107.75	A	
INIAP 82	10%	105.5	A	
FORTALEZA	10%	104.25	A	
INIAP 82	0%	104	A	
FORTALEZA	15%	104	A	
FORTALEZA	5%	101	A	
INIAP 82	15%	92.25	A	B
FORTALEZA	0%	75.75		B

Figura 4. Promedios de altura en centímetros a los 90 días.



Como se puede evidenciar en la (Tabla 21) el tratamiento que corresponde a la combinación que se tiene entre la variedad INIAP-82 al 5%, así obtuvieron el promedio más alto de (107.75), lo cual los ubica en el rango A. Combinaciones como INIAP-82 al 10% (105.5) y FORTALEZA al 10 % (104.25) lo siguen de cerca permaneciendo en el rango A, lo cual indica que estas dosis también resultan efectivas. Sin embargo, el tratamiento de la combinación FORTALEZA al

0%, con un promedio de (75.75) permaneciendo en el rango B de clasificación, lo cual se puede argumentar como la menos efectiva.

Según (Fuentes o., 1984) la variedad tiene un rango establecido de 140cm, sin embargo, el estudio nos dice que las alturas tienen una media 107.75cm, esto debido al déficit nutricional presente en el suelo. Como (Jiménez C, 2020) nos menciona, el rango de crecimiento va de los 130 a 140cm, No obstante, resultó ser la variedad que menos altura alcanzó. Cabe mencionar que (Arias Ampudia, 2024) hace mención a los rangos en los que crece la avena (50-180), de esta manera ambas variedades serían eficientes. **11.3 Variables pos-cosecha**

11.3.1 Rendimiento en grano (Kg*ha-1)

Tabla 22. ADEVA Para rendimiento de grano Kg*ha-1

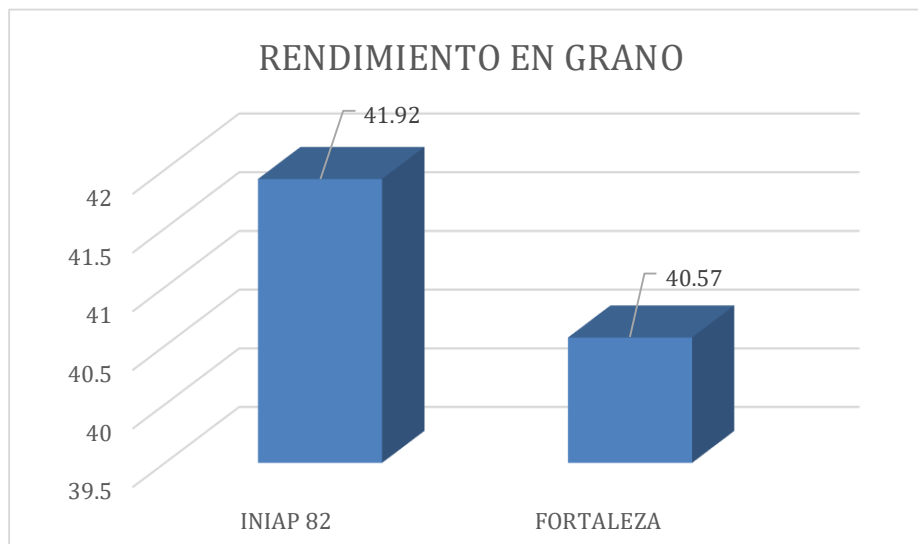
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	95.16	7	13.59	0.89	0.5267
VARIEDAD	14.61	1	14.61	0.96	0.3368
DOSIS	35.1	3	11.7	0.77	0.5225
VARIEDAD*DOSIS	45.45	3	15.15	1	0.4115
Error	364.98	24	15.21		
Total	460.14	31			
CV	9.45				

Según la (Tabla 22) el ADEVA el modelo general, no es significativo (p-valor = 0.5267), lo que nos da a entender que los factores que se analizaron no presentan un efecto significativo sobre la variable. Así como el factor VARIEDAD (p-valor = 0.3368) como el factor DOSIS (pvalor = 0.5225), no presentan efectos significativos de manera individual. También las interacciones de VARIEDAD y DOSIS (p-valor = 0.4115) no presenta significancia a lo cual se puede argumentar que, el efecto de la dosis no varía dependiendo de la variedad. El CV es de 9.45% lo cual se puede presentar una variabilidad moderada.

Tabla**23. Prueba Tukey al 0.05% para rendimiento en grano en kilogramos por ha-1**

VARIEDAD	PROMEDIO	RANGO
INIAP 82	41.92	A
FORTALEZA	40.57	A

En la (Tabla 23) se puede observar que las variedades no tienen mucha diferencia en su promedio, de esta manera pertenecen al mismo rango, aunque promedio visualmente puede variar, estadísticamente no es significativo.

Figura 5. Promedios del rendimiento en grano en kilogramos por ha-1

Se observa que el comportamiento de variedades, INIAP 82 y FORTALEZA, tienen promedio de 41.92 y 40.57, respectivamente, a su vez, ambas están agrupadas en el mismo rango A.

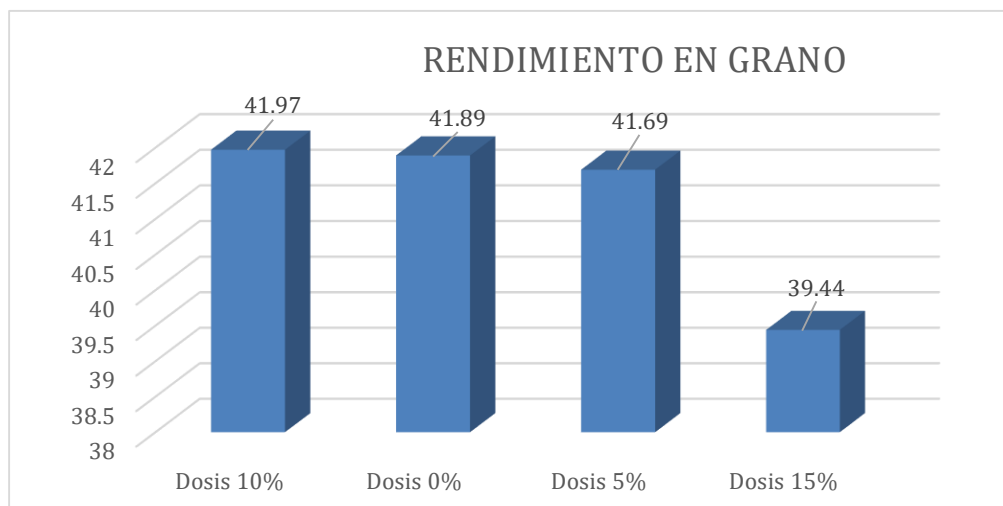
Esto nos indica que no existe mucha diferencia estadísticamente significativa.

La adaptación de los cultivos tiende a variar con los procesos de tolerancia y resistencia a los factores bióticos y abióticos siendo de productividad media, así como también parte de información básica para reducir el error al seleccionar variables así lo menciona (Terán Céspedes et al., 2023) citando a (Zuil, S. 2017). Las temperaturas elevadas pueden acelerar la tasa de crecimiento del grano y acortar su duración lo que puede ocasionar la reducción de su duración reduciendo significativamente el peso del grano (Terán Céspedes et al., 2023; Zuil, S. 2017)

Tabla**24. Prueba Tukey al 0.05% para rendimiento en grano en kilogramos por ha-1**

DOSIS	PROMEDIO	RANGO
Dosis 10%	41.97	A
Dosis 0%	41.89	A
Dosis 5%	41.69	A
Dosis 15%	39.44	A

Se puede observar que el promedio destacable fue el de la Dosis 10% con un promedio de 41.97, sin embargo, todas las dosis están establecidas en un solo rango A, por lo que se puede decir que estadísticamente no es significativo las dosis de aplicación.

Figura 6. Promedios del rendimiento en grano en kilogramos por ha-1

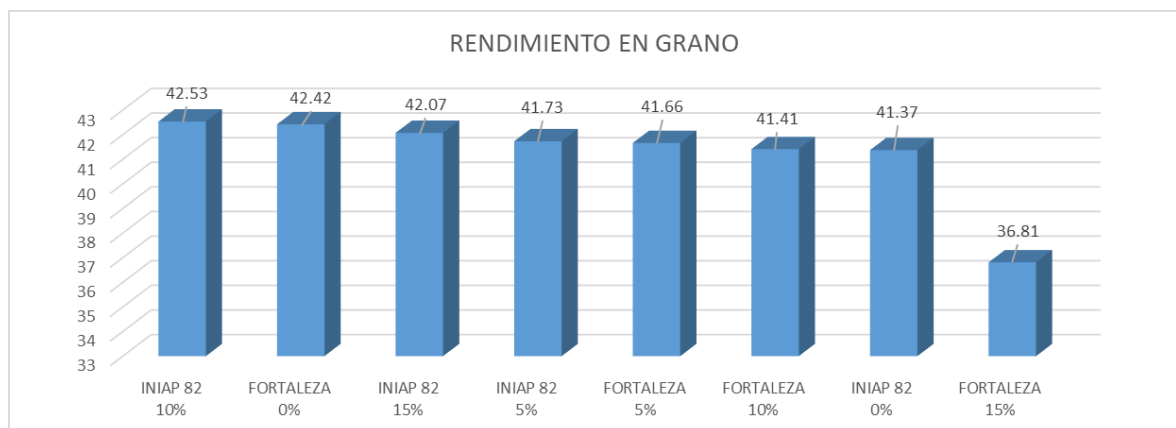
En la (Tabla 24) se puede observar que la dosis al 10%, 0% y 5% presentan promedios similares (41.97, 41.89 y 41.69 respectivamente), lo cual indica que el impacto estadísticamente variable es igual, así de esta manera son consideradas como eficiente. Por otro lado, la dosis al 15% presenta un promedio significativo menor (39.44) lo cual la convierte en la opción menos efectiva entre las evaluadas.

25. Prueba Tukey al 0.05% para rendimiento en grano en kilogramos por ha-1 para la interacción variedades*dosis.

VARIEDAD	DOSIS	PROMEDIO	RANGO
----------	-------	----------	-------

Tabla

INIAP 82	10%	42.53	A
FORTALEZA	0%	42.42	A
INIAP 82	15%	42.07	A
INIAP 82	5%	41.73	A
FORTALEZA	5%	41.66	A
FORTALEZA	10%	41.41	A
INIAP 82	0%	41.37	A
FORTALEZA	15%	36.81	A

Figura 7. Promedios del rendimiento en grano en kilogramos por ha-1 para la interacción variedades*dosis.

Según la (Tabla 25) se puede observar que la combinación es la variedad INIAP 82 con una dosis del 10% es considerable, ya que presenta el promedio más alto (42.53) dentro del rango “A”, por lo que muestra un rendimiento óptimo en la variable analizada, por otro lado, la combinación es la variedad FORTALEZA con una dosis del 15%, mostrando el promedio menos eficaz (36.81) a pesar de estar en el rango A, esta combinación no es la más viable en esta investigación.

Como nos menciona (Jiménez C, 2020) la variedad que se encuentra a una altura 2740msnm deberá obtener un rendimiento en INIAP FORTALEZA de 3203 kg/ha-1 (Fuentes O., 1984) nos manifiesta que en su rendimiento de la variedad INIAP 82 debe tener un rendimiento de 2025 kg/ha-1, por lo tanto, el valor que se obtuvo en la investigación no fue buena, INIAP

FORTALEZA presenta (36.81) kg/ha-1 e INIAP 82 con (42.53) kg/ha-1 de tal manera que no solo son bajos, sino que también no alcanzan a la mitad del requerimiento por la estadística.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1 CONCLUSIONES

Los resultados indican que, aunque no se encontraron diferencias significativas en la mayoría de las variables estudiadas, la variedad INIAP 82 mostró un rendimiento superior en comparación con INIAP Fortaleza, especialmente con una dosis del 10% de biol (T7) con 42.53 kg/ha-1. Esto sugiere que INIAP 82 es más eficiente en las condiciones específicas del campus Salache de manera estadística, no obstante, es importante mencionar que la variedad Fortaleza con dosis al 0% se encuentra en el mismo rango con 42.42 kg/ha-1 por lo que resultaría más beneficioso trabajar con ésta variedad. Además, el estudio reveló que el uso de biol tiene un impacto positivo en el porcentaje de emergencia de las plantas, siendo el T6 INIAP-82 con biol al 5% el más efectivo. Sin embargo, se observó que las dosis más altas no necesariamente se traducen en un mayor rendimiento, lo que sugiere la necesidad de un enfoque más matizado en la aplicación de fertilizantes orgánicos.

12.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda a los agricultores considerar la variedad INIAP Fortaleza y experimentar con dosis de biol en el rango del 5% al 10% para optimizar la producción de avena

Para futuras investigaciones, se sugiere explorar dosis mayores de biol y realizar estudios en diferentes ubicaciones y condiciones climáticas para obtener una comprensión más completa de su efectividad. Esto no solo contribuirá a mejorar la producción de avena en Ecuador, sino que también apoyará la transición hacia prácticas agrícolas más sostenibles.

13. BIBLIOGRAFÍAS

Infante, D., Martínez, B., González, N., & Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Revista de protección vegetal*, 24(1), 14-21. Extraído de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S101027522009000100002&script=sci_arttext

- Garófalo, J., Ponce, L., & Abad, S. (2011). Guía del cultivo de Trigo. Extraído de:
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/381/4/iniapscbd411.pdf>
- Tayupanta, J., & Jorge, R. (1986). Guía sobre los cultivos de trigo, cebada y avena. Extraído de:
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2865/1/iniapscI2557g.pdf>
- Cubero, J. I. (2003). Introducción a la mejora genética vegetal (2da ed.). Madrid: Mundi-Prensa.
<https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484766551/introduccion-a-la-mejoragenetica-vegetal>
- Álvarez, J. B., & otros. (2000). Uso de especies y cultivos infrautilizados en la mejora de la calidad en cereales. En A. De Ron, & M. Santalla, Actas de Mejora Genética Vegetal (pág. 85). Córdoba: Gráficas SOGAL-Pontevedra
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8041307>
- Infoagro. (2000). Infoagro Systems S.L. Toda la agricultura en internet. Recuperado el 15 de Octubre de 2012, de Sitio web de Agricultura, El cultivo de trigo 1ª parte:
<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>
- Benítez, A. (2005). Avances Recientes en Biotecnología vegetal e Ingeniería genética de plantas. Barcelona-España: Editorial Reverté, S.A.
https://www.reverte.com/libro/avances-recientes-en-biotecnologia-vegetal-ingenieria-genetica-de-plantas_89167/
- INAMHI. (23 de abril de 2014). El Agro. (M. Pinto Mena, Editor) Recuperado el 28 de junio de 2014, de <http://www.revistaelagro.com/2014/04/23/el-cultivo-de-la-avena-y-elclima-enecuador/>
- Agroscopio. (2014). Agroscopio. Recuperado el 27 de Noviembre de 2014, de
<http://www.agroscopio.com/ec/aviso/avena-iniap-82/>
- FERNANDEZ, O. 1992. Metodología de reproducción de cepas de trichoderma ssp. Para el biocontrol de hongos fitopatógenos, INISAV, 8p.
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2647/BVE17038725e.pdf;jsessionid=7F43B28D171A8C9B2E514FC57D2C6804?sequence=1>

MACAS, R.1994. Estudio y estima de *Trichoderma* ssp. En treinta y siete unidades de producción de la parroquia Cajabamba, cantón Colta, Provincia de Chimborazo. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. ESPOCH.

https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=39401&shelfbrowse_itemnumber=58056

VELÁZQUEZ, J. 1995. Evaluación en campo de dosis y de dos métodos de aplicación de *Trichoderma harzianum*, para el control de *Sclerotium rolfsii*. Revista Forestal pg.60.

<https://core.ac.uk/download/pdf/234577291.pdf>

Sheyla Arango, M. V. V. C. A. G. B. (2022, primavera 1). *Evaluación agronómica y valor nutritivo de avena (Avena sativa) bajo condiciones de restricción de lluvia en los Andes*. S.cielo.com. <http://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v23n1/0122-8706-ccta-23-01-2214.pdf>

Fuentes O., G. (1984, febrero). *INIAP-82: nueva variedad de avena de doble propósito*. Repositorio Digital INIAP. <http://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/232/4/iniapscbd140.pdf>

Jiménez Carlos, Coronel Becerra, J. Garófalo, Javier Ponce, Luis Cárdenas M., Alberto Ochoa Neira, Maximiliano José Rodríguez I., Luis F. Bravo Zúñiga, Sonia Catalina Garzón, Juan Pablo Noroña, Patricio Campaña Cruz, Diego Fabricio Muñoz, Tenelema Rafael}. (2020). *Nueva variedad de avena de doble propósito para la Sierra Sur ecuatoriana* INIAP - FORTALEZA 2020. Repositorio Digital INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5732>

Jeannette Danty Larraín, Cecilia Gasic Boj, Marcelo Díaz Pérez, Viviana Mendoza Revilla, Claudio Urbina Vergara, Edison Acuña Leiton. (2018, diciembre). *Prospectivas del mercado mundial de la avena para consumo humano*. ODEPA.

- Suárez García, G. A. (2024 8). *Estudio de métodos de riego en el rendimiento y calidad nutricional de forrajes en Ecuador*. Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12059>
- Cherlinka, V. (2024, marzo 6). Cultivo De Avena: Consejos De La Siembra A La Cosecha. *EOS Data Analytics*. <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-avena/>
- David, C. G. G. D. (2016, julio). *QUINOA BIOMASS PRODUCTION CAPACITY AND SOIL NUTRIENT DEFICIENCIES IN PASTURES, TREE PLANTATIONS AND NATIVE FORESTS IN THE ANDEAN HIGHLANDS OF SOUTHERN ECUADOR*. Edu.ec. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13860>
- Noticias*. (s/f). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado el 30 de enero de 2025, de <https://www.fao.org/sustainability/news/detail/es/c/1279267/>
- L. Watson, T. D. M., & Dallwitz, M. J. (2019, marzo 8). *The grass genera of the world: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval; including synonyms, morphology, anatomy, physiology, phytochemistry, cytology, classification, pathogens, world and local distribution, and references*. Delta-intkey.com. <https://www.delta-intkey.com/grass/intro.htm>
- Bobadilla Meléndez, M., Gámez Vázquez, A. J., Ávila Perches, M. A., García Rodríguez, J. J., Espitia Rangel, E., Moran Vázquez, N., & Covarrubias Prieto, J. (2013). Rendimiento y calidad de semilla de avena en función de la fecha y densidad de siembra. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(7), 973-985.
- FAO. (2001). *Noticias*. Food and Agriculture Organization of the United Nations Trigo regado. <https://www.fao.org/sustainability/news/detail/es/c/1279267/>
- Toledo, R. (2018). *Ecofisiología, rendimiento y calidad de la soja*. <https://ansenuza.ffyh.unc.edu.ar/handle/11086.1/1266?show=full>
- Loskutov, I. G. (2001, enero 1). *Influence of vernalization and photoperiod to the vegetation period of wild species of oats (Avena spp.)*. *Euphytica* 117, 125–131. Springer Nature Link. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1004073904939#citeas>

- Arias Ampudia, A. D. (2024). *Efecto de aplicación del biol en el rendimiento y producción de biomasa verde en el cultivo de avena (Avena sativa L) en condiciones ambientales de Yanahuanca – Pasco*. Repositorio Institucional UNDAC. http://chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/5070/1/T026_73016320_T.pdf
- Biobolsa, S. (2015). *Manual de BIOL*. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SISTEMA%20BIOBOLSA%20s.f.%20Manual%20del%20BIOL.pdf
- Terán Céspedes, R., Claire Herrera, A. A., & Alba Maydana, R. (2023). La producción de avena (*Avena sativa*) en grano: un integrador agroecológico en los sistemas de producción familiar. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 10(2), 41–51. <https://doi.org/10.53287/dfte6896cy60d>
- Zuil, S. 2017. Elección de cultivares de soja en el NEA. citado en Estabilidad y Adaptabilidad: criterios que contribuyen en la elección de variedades de trigo, revista voces y ecos N° 39 (en línea). Consultado 04 ene. 2023. Disponible en https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/3431/INTA_CRSantaFe_EEARconquista_Zuil_S_Eleccion_cultivares_soja_nea.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Crespo, C. (2021, septiembre 29). Elaboración y usos del BIOL un abono natural en la agricultura sostenible. *Portal Frutícola*. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2021/09/29/elaboracion-y-usos-del-biol-unabono-natural-en-la-agricultura-sostenible/>
- Gil Ramírez, L. A., Leiva Cabrera, F. A., Lezama Escobedo, M. K., Bardales Vásquez, C. B., & León Torres, C. A. (2023). Biofertilizante “biol”: caracterización física, química y microbiológica. *Revista Alfa*, 7(20), 336–345. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.219>
- García Gabriel Armando, S. (2024). *UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CARRERA DE AGROPECUARIA COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO Previo a la obtención del título de: INGENIERO AGROPECUARIO*. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/12059/1/UPSE-TIA-2024-0044.pdf>