UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

TEMA:

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE CINCO ACCESIONES DE AVENA (***Avena sativa L.***) FORRAJERA, PROVENIENTES DEL PROGRAMA NACIONAL DE CEREALES - INIAP, EN EL SECTOR DE LAGUACOTO III, PROVINCIA DE BOLÍVAR, EN EL SEGUNDO AÑO DE VALIDACIÓN.

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

Autora:

Janeth Alexandra Sánchez Chango

Tutor:

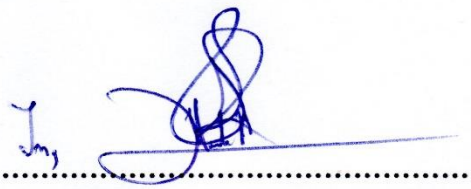
Ing. Marcelo Remigio Rojas Arellano. Mg.

GUARANDA – ECUADOR

2024

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE CINCO ACCESIONES DE AVENA (*Avena sativa L.*) FORRAJERA, PROVENIENTES DEL PROGRAMA NACIONAL DE CEREALES - INIAP, EN EL SECTOR DE LAGUACOTO III, PROVINCIA DE BOLÍVAR, EN EL SEGUNDO AÑO DE VALIDACIÓN.

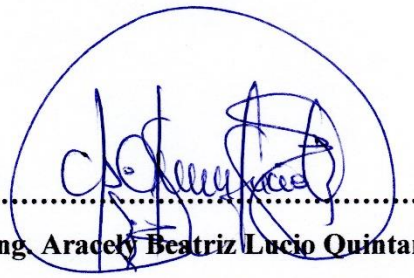
REVISADO Y APROBADO POR:



.....

Ing. Marcelo Remigio Rojas Arellano. Mg.

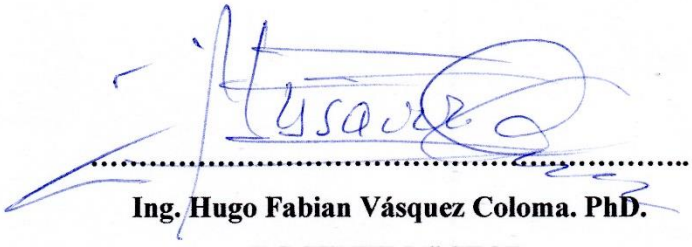
TUTOR



.....

Ing. Aracely Beatriz Lucio Quintana. PhD.

DOCENTE LECTOR



.....

Ing. Hugo Fabian Vásquez Coloma. PhD.

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Janeth Alexandra Sánchez Chango, con CI: 2100504188, declaró que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

.....

Janeth Alexandra Sánchez Chango

AUTORA

CI: 2100504188

.....

Ing. Marcelo Remigio Rojas Arellano. Mg.

TUTOR

CI: 0200892164

Notaría Primera del Cantón Echeandía
Msc.Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario (E)

NOTARIA PRIMERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narváez (E)
ECHEANDÍA - ECUADOR

....rio

Nº ESCRITURA	20240204000P00431

ESCRITURA DE DECLARACION JURAMENTADA
OTORGA: SANCHEZ CHANGO JANETH ALEXANDRA.
CUANTIA: INDETERMINADA
DI: 2 COPIAS
Factura: 002-002-000000700
K.Z

En la ciudad de Echeandía cabecera Cantonal del mismo nombre, provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy día veintisiete de mayo del año dos mil veinticuatro, ante mi **Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Primero del Cantón Echeandía (Encargado)**, según acción de personal número 1255-DP02-2023-CJG, comparece la señorita **SANCHEZ CHANGO JANETH ALEXANDRA**, de estado civil soltera, de ocupación Estudiante, domiciliada la parroquia Nueva Loja, del cantón Lago Agrio, Provincia Sucumbíos, de paso por este cantón, con celular número: cero nueve nueve siete ocho cuatro seis cuatro ocho tres y correo electrónico: alexandrabelu5@gmail.com; por sus propios derechos. La compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, hábil e idónea para contratar y obligarse a quien de conocerla doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana, bien instruida por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertida de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento que dice: Declaro que el tema, **"DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE CINCO ACCESIONES DE AVENA (avena sativa L) FORRAJERA, PROVENIENTES DEL PROGRAMA NACIONAL DE CEREALES – INIAP, EN EL SECTOR DE LAGUACOTO III, PROVINCIA DE BOLIVAR, EN EL SEGUNDO AÑO DE VALIDACION".** Previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma, de la Universidad Estatal de Bolívar, es de mí autoría, este documento no ha sido previamente presentado para ningún grado de calificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas por la autora. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. **HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA.** La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue a la compareciente por mí el Notario en unidad de acto, aquella se afirma y se ratifica de todo lo expuesto y firma conmigo en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta Notaria, la presente declaración, de todo lo cual doy fe. -

SANCHEZ CHANGO JANETH ALEXANDRA.
C.C. 2100504188

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ.
NOTARIO PRIMERO DEL CANTÓN ECHEANDIA (E).

El Nota…

NOMBRE DEL TRABAJO

tesis janeth-final.docx

AUTOR

Janeth Alexandra Sánchez Chango

RECUENTO DE PALABRAS

16169 Words

RECUENTO DE CARACTERES

86727 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

93 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

11.0MB

FECHA DE ENTREGA

May 29, 2024 12:29 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 29, 2024 12:30 PM GMT-5

10% de similitud general

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

- 3% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

Excluir del Reporte de Similitud

- Fuentes excluidas manualmente

Ing. Marcelo Remigio Rojas Arellano
Tutor

DEDICATORIA

El presente proyecto de Investigación se lo dedicó a Dios y a la Virgencita del Huayco que siempre han estado a mi lado, me han brindado salud y sabiduría para lograr cada una de mis metas.

A mis queridos padres quienes han sido siempre el motor que impulsan mis sueños y esperanzas, estuvieron siempre a mi lado motivándome para alcanzar mis proyectos, fomentando buenos valores y principios. Han sido mis mejores guías de vida.

Con mucho cariño a mis hermanos, gracias por guiarme y aconsejarme en todo momento, han sido un apoyo incondicional. Gracias a ustedes es mi logro como una profesional.

A mis queridos docentes que inculcaron su enseñanza y conocimientos a lo largo de estos años.

Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro como una meta más conquistada.

Janeth Alexandra Sánchez Chango

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero dar gracias a Dios por permitirme obtener los conocimientos que tengo durante mi vida universitaria.

A mi tutor Ing. Marcelo Remigio Rojas Arellano por formar parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento, cuando más lo necesité, por estar allí cuando mis horas de trabajo se hacían confusas.

Al Coordinador de titulación Ing. David Rodrigo Silva García y al Ing. Kleber Estuardo Espinoza Mora agradecerles por su enseñanza, tiempo y dedicación durante el proceso de mi proyecto de investigación.

A mis docentes lectores Dra. Araceli Lucio Quintana y Ing. Hugo Fabián Vásquez Coloma por su esfuerzo, paciencia y motivación. Gracias a ustedes he logrado reforzar mis conocimientos.

A mis profesores queridos les debo mis conocimientos, su enseñanza durante estos largos años. Su semilla de conocimientos, germinó en el alma y el espíritu. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia.

Al Programa de Semillas de la Carrera de Agronomía de la UEB y al Programa de Cereales del INIAP-Santa Catalina por la provisión del germoplasma y el seguimiento técnico del cultivo.

Quiero agradecer profundamente a mi esposo e hijo, que me brindaron su apoyo y cedieron su tiempo para acompañarme en mis últimos escalones durante mi vida como una futura profesional.

Janeth Alexandra Sánchez Chango

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pag.
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Origen	6
2.2. Clasificación taxonómica	6
2.3. Descripción botánica	6
2.3.1. Raíz	7
2.3.2. Coleóptilo y mesocotilo	7
2.3.3. Tallo	7
2.3.4. Hojas	7
2.3.5. Etapa de macollo	8
2.3.6. Etapa de encañado	8
2.3.7. Inflorescencias	8
2.3.8. Espiguillas	8
2.3.9. Flores	9
2.3.10. Semilla	9
2.4. Fases fenológicas del cultivo de la avena	9
2.5. Condiciones edafoclimáticas	10
2.5.1. pH	10
2.5.2. Suelo	10
2.5.3. Altitud	10
2.5.4. Temperatura	11
2.5.5. Precipitación	11
2.5.6. Fotoperiodo	11

2.6. Características accesiones 11
2.6.1. INIAP-82 11
2.6.2. INIAP FORTALEZA 2020 11
2.7. Prácticas agronómicas 11
2.7.1. Preparación del terreno 11
2.7.2. Arada 12
2.7.3. Cruzada 12
2.7.4. Rastrada 12
2.7.5. Nivelada 12
2.7.6. Fertilización 13
2.7.7. Selección de la variedad 13
2.7.8. Siembra 13
2.7.9. Profundidad de siembra 14
2.7.10. Riego y manejo 14
2.7.11. Producción 14
2.7.12. Encamado 15
2.8. Fertilizantes minerales convencionales 15
2.9. Plagas de la avena 16
2.9.1. Ácaro (***Tarsonemus apirifex***) 16
2.9.2. Gorgojos (***Tychius sp***.) 16
2.9.3. Pulgón de la avena (***Rhopalosiphum padi***) 16
2.10. Enfermedades de la avena 16
2.10.1. Roya del tallo o roya negra (***Puccinia graminis***) 16
2.10.2. Roya de la hoja de la avena (***Puccinia coronata***) 16
2.10.3. La Fusariosis (***Fusarium graminearum***) 17
2.10.4. Oídio (***Erysiphe graminis***) 17
2.10.5. El carbón desnudo (***Ustilago avenae***) 17
2.10.6. Quemadura foliar de la avena (***Helminthosporium avenae***) 17
2.11. Control de plagas 18
2.11.1. Gallina ciega 18
2.11.2. Gusanos cortadores 18
2.11.3. Pulgón del follaje 18

2.11.4. Chapulines 18
2.12. Control de enfermedades 19
2.13. Cosecha 19
2.14. Producción y rendimiento de avena forrajera 19
2.15. Avena forrajera en el Ecuador 19
2.16. Variedades consumidas en el Ecuador 20
2.16.1. INIAP Fortaleza 2020 (Avena forrajera) 20
2.16.2. INIAP - 82 (Avena para forraje y producción de grano) 20
2.17. Necesidades hídricas de la avena 20
2.18. Valor nutritivo de la avena 20
2.19. Propiedades 21
2.19.1. Vitaminas y minerales 21
2.19.2. Grasas insaturadas 21
2.19.3. Hidratos de carbono y fibra 21
2.19.4. Proteínas 21
2.19.5. Aminoácidos esenciales 22
2.20. Usos 22
2.21. Requerimientos de nutrientes del cultivo de avena 22
2.21.1. Nitrógeno 22
2.21.2. Fósforo 24
2.21.3. Potasio 24
2.21.4. Magnesio 25
2.21.5. Azufre 25
2.21.6. Calcio 25
2.21.7. Boro 26
2.21.8. Hierro 26
2.21.9. Manganeso 26
CAPÍTULO III 27
3. MARCO METODOLÓGICO 27
3.1. Ubicación y características de la investigación 27
3.2. Metodología 27
3.2.1. Material experimental 27

3.2.2. Factores en estudio 28
3.2.3. Tratamientos 28
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico 28
3.2.5 Procedimiento 28
3.2.6. Manejo del experimento en campo 29
3.2.7. Métodos de evaluación (variables respuesta) 31
3.2.8. Análisis de datos 35
CAPÍTULO IV 36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 36
4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 36
4.1.1. Variables agronómicas de la avena 36
4.1.2. Variables morfológicas de la avena 47
4.1.3. Reacción de enfermedades foliares 51
4.1.4. Reacción al virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) 54
4.1.5. Severidad de enfermedades e incidencia de plagas 55
4.1.6. Análisis de correlación y regresión lineal 57
4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS 59
CAPÍTULO V 60
5.1. CONCLUSIONES 60
5.2. RECOMENDACIONES 61
BIBLIOGRAFÍA 62
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos; Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Días al espigamiento (DE), Número de plantas por metro cuadrado (NP), Altura de la planta (AP), Días a la cosecha (DC), Reacción a enfermedades de la panoja (RE), Números de granos por panoja (NGP), Peso de campo por parcela (PCP), Rendimiento en Kg/ha (R kg/ha) Peso hectolítrico (PH).	36
2.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos; ***Puccinia coronata*** (Hoja) (PCH), ***Puccinia coronata*** (Espiga) (PCE), ***Puccinia graminis*** (Hoja) (PGH), ***Puccinia graminis*** (Tallo) (PGT), Virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV), Severidad (S) e Incidencia de plagas (IP).	51
3.	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes que presentaron una significancia estadística positiva o negativa con la variable dependiente	57

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag.
1.	Promedios del porcentaje de emergencia en el campo de las cinco accesiones de avena	37
2.	Promedios del número de plantas por metro cuadrado en el campo de las cinco accesiones de avena	38
3.	Promedios de los días al espigamiento de las cinco accesiones de avena	39
4.	Promedios de la reacción de enfermedades en la panoja de las cinco accesiones de avena	40
5.	Promedios de la altura de la planta de las cinco accesiones de avena	41
6.	Promedios de los días a la cosecha de las cinco accesiones de avena	42
7.	Promedios del número de granos por panoja de las cinco accesiones de avena	43
8.	Promedios del peso de campo por parcela de las cinco accesiones de avena	44
9.	Promedios del rendimiento en kg/ha de las cinco accesiones de avena	45
10.	Promedios del peso hectolítrico de las cinco accesiones de avena	46
11.	Porcentajes del vigor de la planta de las cinco accesiones de avena	47
12.	Porcentajes del hábito de crecimiento de la planta de las cinco accesiones de avena	48
13.	Porcentajes del tipo de paja de la planta de las cinco accesiones de avena	49
14.	Porcentajes de la calidad del grano de las cinco accesiones de avena	50
15.	Promedios de la reacción de ***Puccinia coronata*** (Hoja) en las cinco accesiones de avena	51
16.	Promedios de la reacción de ***Puccinia graminis*** (Hoja) en las cinco accesiones de avena	52
17.	Promedios de la reacción de ***Puccinia graminis*** (Tallo) en las cinco accesiones de avena	53
18.	Promedios de la reacción al BYDV en las cinco accesiones de avena	54
19.	Promedios de la severidad de enfermedades en las cinco accesiones de avena	55
20.	Promedios de la incidencia de plagas en las cinco accesiones de avena	56

ÍNDICE DE ANEXOS

N° **Detalle**

1. Mapa de ubicación de la investigación

2. Croquis del ensayo

3. Base de datos

4. Fotografías

5. Glosario de términos técnicos

RESUMEN

La avena es una especie de crecimiento anual, herbácea y de amplia utilización para alimentación humana y animal. Es una planta que crece en estaciones frías en las provincias de: Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar. En la actualidad en la provincia no existen variedades de avena forrajera con un gran potencial productivo. Además, el cultivo de avena se encuentra limitado por varios factores abióticos a esto se le agrega la falta de investigación de las actuales variedades dentro de esta zona agroecológica. Los objetivos planteados fueron: 1) Contribuir al desarrollo de variedades mejoradas de avena resistentes o tolerantes a enfermedades y factores climáticos. 2) Valorar el rendimiento de las cinco accesiones de avena. 3) Determinar el potencial forrajero de las accesiones de avena. La investigación se llevó a cabo en el Laguacoto III del cantón Guaranda. El tipo de diseño estadístico que se utilizó para esta investigación fue un DBCA con tres repeticiones. Se realizó la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos. Análisis de correlación y regresión lineal. Las accesiones presentaron variabilidad y diferencias significativas en los principales componentes evaluados en la zona agroecológica de estudio. De acuerdo a los resultados, el mayor rendimiento lo obtuvo la variedad INIAP-FORTALEZA 2020 con 2713.40 kg/ha. En relación al vigor el 20% presento un vigor bueno, mientras que el 80% presento un vigor intermedio. El hábito de crecimiento en los tratamientos el 20% presentó un hábito erecto, a diferencia del 80% que presentó un hábito intermedio (semierecto o semipostrado). Las accesiones INIAP-82, AS-17-002, AS-11-005 y INIAP-FORTALEZA 2020 presentaron resistencia a ***Fusarium spp***., ***Puccinia coronata*** (hoja), ***Puccinia graminis*** (hoja y tallo), mientras que AS-17-001 demostró ser susceptible a las mismas. Determinando así que la variedad INIAP-FORTALEZA 2020 tuvo el mejor rendimiento debido a que esta tiene un amplio rango de adaptación y presenta resistencia a las enfermedades.

Palabras Claves: Avena, rendimiento, accesiones

SUMMARY

Oat is a species of annual growth, herbaceous and widely used for human and animal nutrition. It is a plant that grows in cold seasons in the provinces of: Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar. Currently in the province there are no varieties of forage oats with great productive potential. Furthermore, oat cultivation is limited by several abiotic factors, in addition to the lack of research on current varieties within this agroecological zone. The objectives set were: 1) Contribute to the development of improved oat varieties resistant or tolerant to diseases and climatic factors. 2) Assess the performance of the five oat accessions. 3) Determine the forage potential of oat accessions. The research was carried out in Laguacoto III of the Guaranda canton. The type of statistical design used for this research was a DBCA with three repetitions. The 5% Tukey Test was performed to compare the treatment averages. Correlation and linear regression analysis. Benefit/cost economic analysis. The accessions presented variability and significant differences in the main components evaluated in the agroecological zone of study. According to the results, the highest yield was obtained by the INIAP-FORTALEZA 2020 variety with 2713.40 kg/ha. In relation to vigor, 20% presented good vigor, while 80% presented intermediate vigor. The growth habit in the treatments, 20% presented an erect habit, unlike 80% who presented an intermediate habit (semi-erect or semi-prostrate). The accessions INIAP-82, AS-17-002, AS-11-005 and INIAP-FORTALEZA 2020 presented resistance to ***Fusarium spp***., ***Puccinia coronata*** (leaf), ***Puccinia graminis*** (leaf and stem), while the AS-17-001 variety proved to be susceptible to them. Thus, determining that the INIAP-FORTALEZA 2020 variety had the best performance because it has a wide range of adaptation and presents resistance to diseases.

Keywords: Oats, yield, accessions

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La avena es una especie de crecimiento anual, herbácea, que se consume ampliamente para la alimentación de humanos y animales. Su cultivo puede realizarse a lo largo del callejón Interandino, en alturas que oscilan entre los 2500 y 3300 msnm. Los estudios de mejoramiento genético, prácticas y labores culturales, pruebas de rendimiento y ensayos regionales, han confirmado la aptitud de la región Interandina para el cultivo y desarrollo de este cereal. Existe, además, un mercado potencial para avena, si se considera que en promedio se importan 12500 toneladas por consumo humano (Fuentes, 2020).

La avena es una excelente fuente de energía con un buen perfil nutricional, y es recomendable incluirla en una dieta saludable porque proporciona todos los nutrientes y energía necesarios para mantenerse saludable (Brañas, 2019).

Se emplea principalmente en la alimentación del ganado, como planta forrajera, en pastoreo, como heno o ensilado; la avena forrajera se usa sola o en combinación con leguminosas forrajeras. (Rodríguez et al., 2020)

En 2019, Rusia se convirtió en el principal productor de avena del mundo con una producción total de aproximadamente 4.4 millones de toneladas. Canadá ocupó el segundo lugar con una producción de alrededor de 4.2 millones de toneladas, mientras que Polonia ocupó el tercer lugar con una producción de algo más de un millón (TRIDGE, 2021).

El cultivo de avena es muy apreciado no solo por sus granos, sino también por su gran versatilidad para los agricultores. El cultivo de avena sativa y avena para forraje es común para el ganado debido a su alta nutrición cuando se cosecha. Además, es un cultivo de cobertura ideal con alto contenido en biomasa para proteger la salud del suelo (Winfield, 2019).

La variedad INIAP-82 es una avena de doble propósito, hábito de crecimiento erecto, floración a los 90 días, estado lechoso a los 130 y la maduración comercial a los 180 días. Tiene un buen macollo, altura 1.40 m, tallo grueso y hoja larga, grano grande de color amarillo oro, posee un rendimiento promedio de 2 a 3 t/ha en grano y 34 t/ha de forraje verde. (INIAP, 2021)

Variedad Fortaleza 2020 entre sus principales características, tolera las sequías y tiene una gran resistencia a las enfermedades y heladas. Se convierte en una alternativa, especialmente para los agricultores y ganaderos del sur del país. Esta variedad tiene un amplio rango de adaptación, ya que puede ser cultivada en zonas cerealeras y ganaderas de la sierra, comprendidas entre los 2200 a 3400 msnm. (EL MERCURIO, 2020)

1.2. PROBLEMA

El cultivo de avena a nivel nacional tiene una alta demanda para el consumo de los semovientes los cuales requieren una energía proporcionada por esta gramínea para su proceso de nutrición. El cambio climático ocasiona sequías, variaciones extremas de temperatura, deficiencia de nutrientes en el suelo, son problemas que limitan la producción y productividad de forrajes dentro del escenario local, a su vez condicionar la alimentación de los animales y en general la cadena de valor de la avena.

Como se observa, el cultivo de avena se encuentra limitado por varios factores bióticos y abióticos a esto se le agrega la falta de investigación de las actuales variedades dentro de esta zona agroecológica para determinar sus debilidades y plantear alternativas de solución.

La avena al igual que todas las plantas, cultivadas o no cultivadas, es afectada por numerosas enfermedades parasitarias causadas por organismos vivos o agentes de infección transmisibles, y también enfermedades no parasitarias o no transmisibles, asociadas, por ejemplo, a factores climáticos extremos, a un desbalance nutricional, a condiciones físico-químicas del suelo incompatibles con el cultivo, a fitotoxicidad por plaguicidas, a deficiencias en el manejo del cultivo.

En la actualidad en la Provincia Bolívar, no existen variedades de avena forrajera con un gran potencial productivo, por esta razón las accesiones que se encuentran en estudio dentro de este proyecto tiene el fin de continuar con un proceso de liberación de variedades que sean iguales o superiores en rendimiento a las actuales.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el potencial productivo de cinco accesiones de avena forrajera, provenientes del programa nacional de cereales – INIAP.

1.3.2. Objetivos específicos

- Contribuir al desarrollo de variedades mejoradas de avena resistentes o tolerantes a enfermedades y factores climáticos.
- Valorar el rendimiento de las accesiones de avena.
- Determinar el potencial forrajero de las accesiones de avena.

1.4. HIPÓTESIS

H_O: La respuesta productiva del cultivo de avena, no depende de la accesión ni de su interacción genotipo - ambiente.

H_1: La respuesta productiva del cultivo de avena, depende de la accesión y de su interacción genotipo - ambiente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

En primer lugar, la avena forrajera es una planta semestral de crecimiento erecto, originaria del oeste de Europa. En segundo lugar, produce numerosos tallos y según la fertilidad del suelo puede llegar a medir más de 1,5 metros de alto. Finalmente presenta una inflorescencia en forma de panícula abierta, que puede medir de longitud hasta 25 centímetros, con una espiguilla pendulosa, lema que puede tener o no una arista, torcida parcialmente o recta. (González, 2020)

2.2. Clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	*Avena*
Especie:	Avena sativa
Nombre científico:	*Avena sativa L.*

Fuente: (Infoagro, 2019)

2.3. Descripción botánica

Planta herbácea anual tiene una altura de 50 a 170 cm y siempre tiene nudos glabros. La raíz tiene una forma reticulada. El tallo es una paja con dos a cuatro nudos y un diámetro de 3 a 6 mm. Las hojas son lobuladas, de color verde o malva, lineales, ásperas, de forma de vaina y de 20 a 45 cm de largo. Las flores son pequeñas, con 2-3 de ellas dispuestas en espiguillas que forman una escoba extendida, menos a menudo unilobulada, de hasta 25 cm de longitud. Las espiguillas son de tamaño medio y tienen dos colores diferentes. Las flores inferiores están cubiertas de césped, aunque rara vez todas están sin él. Las glumas de espiguillas son

ligeramente más largas que la longitud de la flor y pueden alcanzar una longitud de hasta 25 mm. Las flores de la espiga tienen un eje glabro y no tienen articulaciones. El racimo inferior lanceolado tiene una longitud de aproximadamente 20 mm y tiene un ápice bidentado. La mayoría del césped es glabro, con algunos pelos en la base o completamente sin pelos. El crecimiento es ligeramente convexo, recto o ausente de junio a agosto, florece (Días, 2023).

2.3.1. Raíz

Es una planta con un sistema radical fasciculado o en cabellera, similar al del resto de las gramíneas, pero más profundo y abundante que el del resto de los cereales, lo que facilita su anclaje y lo hace ideal para el pastoreo. La longitud del tallo oscila entre 50 cm y 1.50 cm, es grueso y recto (SINAVIMO, 2019).

2.3.2. Coleóptilo y mesocotilo

El coleóptilo emerge desde la semilla hacia arriba y se aproxima a la superficie del suelo a través de la elongación del mesocotilo. La emergencia de las plántulas ocurre cuando el ápice del coleóptilo, aún bajo la superficie del suelo, recibe estímulos lumínicos y reanuda su crecimiento. Lo convierten en una estructura especializada para lograr la emergencia debido a su carácter consistente y extremadamente agudo. Inmediatamente después de que el coleóptilo aparece en el suelo, rápidamente se desarrollan la hoja cotiledonar y la primera hoja verdadera (Leonard y Martin, 2020).

2.3.3. Tallo

Los tallos son gruesos y rectos, pero con poca resistencia al vuelco; tiene, en cambio, un buen valor forrajero. La longitud de éstos puede variar de medio metro hasta metro y medio. Están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos. (Pinchao, 2019)

2.3.4. Hojas

Las hojas son planas y alargadas, en la unión del limbo y el tallo, la lígula es de tipo blanquecina y membranosa y de borde dentado, pero no existen estípulas. El limbo de la hoja es estrecho y largo, de color verde oscuro; áspero al tacto. Los nervios de la hoja son paralelos y bastante marcados. (SINAVIMO, 2019)

2.3.5. Etapa de macollo

El crecimiento de macollos comienza desde yemas en los subnudos del eje principal a partir del estado de segunda hoja. Los macollos corresponden a brotes laterales y su desarrollo sigue el mismo modelo del tallo principal; por lo tanto, durante el desarrollo vegetativo, los macollos emiten hojas y producen raíces adventicias. Las plantas pueden producir entre dos y cuatro macollos, pero uno o dos de los macollos que se producen más tarde no contribuyen al rendimiento (Leonard y Martin, 2020).

2.3.6. Etapa de encañado

Además de producir en promedio tres internudos subterráneos que no se elongan, la planta también produce seis a siete internudos aéreos que si los hacen. El nudo apical del primer internudo que se elonga es el que lleva la panícula y es ese mismo nudo el que se encuentra subterráneamente al comenzar la etapa de encañado (López, 2021).

2.3.7. Inflorescencias

Las inflorescencias de la planta de avena es una panícula o panoja más bien abierta, suelta y de tipo compuesta; presenta un eje principal o raquis central frágil, y ejes o raquis secundarios que corresponden a ramas provenientes del eje principal. Los ejes o raquis secundarios, por su parte, que son largos y delgados, pueden tener una disposición unilateral, es decir, todos a un solo lado del eje principal o equilateral; en este último caso, que es el más común, los ejes secundarios aparecen distribuidos en un número similar a cada lado del eje principal de la panícula (Wiersema, 2019).

2.3.8. Espiguillas

En los ejes secundarios se forman espiguillas colgantes que están conectadas por un pedicelo. La cantidad de espiguillas por panícula varía mucho y depende

principalmente del cultivar. Puede haber entre 20 y 150 espiguillas por panícula. Cada espiguilla tiene dos glumas y entre dos y cuatro antecios. Los antecios, por otro lado, están compuestos por una flor, una palea o glumela superior y una lemma o glumela inferior. Sin embargo, las glumas en las posiciones inferior y superior miden aproximadamente 2,5 cm de largo (Villalba, 2023).

2.3.9. Flores

La inflorescencia tiene lugar en una panícula. Es un grupo de espiguillas con dos o tres flores que están colocadas sobre pedúnculos largos. Las anteras experimentan la dehiscencia cuando las flores comienzan a abrirse, pero su fecundación es principalmente autógama (con un bajo porcentaje de alogamia), lo que indica que la fecundación ocurre poco antes de que la flor se abra completamente (SINAVIMO, 2019).

2.3.10. Semilla

Cada semilla se encuentra en un fruto conocido como cariópside, que tiene una estructura exterior llamada pericarpio que representa la fusión de las paredes del ovario y a la que se une la testa de la semilla. El endospermo y el embrión forman su interior, junto con la coleorriza, la radícula, la plúmula u hojas embrionarias, el coleóptilo y el escutelo o cotiledón. Las semillas, que son alargadas y acanaladas, pueden ser dependiendo del cultivar, oblongas o cilíndricas. Su color vario comúnmente del blanco al amarillo, aunque también hay cuyas semillas presenta colores que varían del violáceo al negro. En la avena los granos conservan el lema y la pálea después de la trilla, lo que determina que sean cubiertos (Villalba, 2023).

2.4. Fases fenológicas del cultivo de la avena

Independientemente de su variedad, ubicación o época climática del año, el número de hojas en desarrollo indica las etapas de crecimiento y desarrollo de la avena (AGROSAVIA, 2022).

Emergencia	Macollaje	Encañado	Panoja

Aparición de las plantas con una o dos hojas por encima de la superficie del suelo.	Aparece el primer macollo en la axila de una de sus hojas más bajas de la planta. Se registra el inicio de esta fase cuando el macollo tiene 1cm de longitud	Aparece el primer nudo en el tallo principal de la planta. Ese nudo se halla entre los 2 a 3cm del suelo.	La mitad de las panojas ha comenzado a salir de la vaina de la hoja superior.
Floración	**Maduración lechosa**	**Maduración pastosa**	**Maduración cornea**
Momento en que se abren las primeras flores	Los granos al ser presionados presentan un líquido lechoso.	Los granos al ser presionados presentan una consistencia pastosa.	Los granos se hallan duros y todas las partes de la planta están secas.

Fuente: (AGROSAVIA, 2022)

2.5. Condiciones edafoclimáticas

Esta especie se adapta a una variedad de suelos profundos y bien drenados, de mediana a alta fertilidad, con un pH de 5.0 a 7.5 y no tolera el encharcamiento ni la sequía moderada. Las alturas oscilan entre 1800 y 3000 metros sobre el nivel del mar, y las precipitaciones promedio anuales oscilan entre 600 y 1000 milímetros, con una tolerancia de 650 a 2000 milímetros. Además, debido a su tolerancia a heladas y nubes, prospera en áreas con temperaturas entre 10 y 17°C (González, 2020).

2.5.1. pH

La avena se adapta mejor que otros cereales a suelos ácidos con un pH entre 6.9 y 7.3, profundo, profundo y con buen drenaje (AGROMAR, 2022).

2.5.2. Suelo

Es resistente a las fuertes heladas, resistente a la sequía y no requiere mucho suelo (PROAIN, 2020).

2.5.3. Altitud

Se adapta bien a las alturas entre 2600 y 3300 metros sobre el nivel del mar (INIAP, 2019).

2.5.4. Temperatura

La temperatura ideal para su desarrollo es de 25 a 31 °C, con una temperatura mínima de 4 a 8 °C y una temperatura máxima de 31 a 37 °C. Además, la tasa de germinación es superior al 90% a temperaturas entre 10 y 25 °C (PROAIN, 2020).

2.5.5. Precipitación

El óptimo acumulador durante el ciclo de desarrollo es de 500 mm; este cultivo tolera sequías breves (SAGARPA, 2019).

2.5.6. Fotoperiodo

Aunque algunos cultivares no se preocupan por la duración del día, la avena naturalmente se considera una especie de día largo. En otras palabras, con más de 12 horas de luz al día (INIFAP, 2015).

2.6. Características accesiones

2.6.1. INIAP-82

La avena de doble uso tiene un hábito de crecimiento erecto, florece a los 90 días, se vuelve lechosa a los 130 y madura comercial a los 180 días. El grano es grande y de color amarillo oro, con una altura de 1,40 metros y un tallo grueso y hojas largas (García y Maguana, 2020).

2.6.2. INIAP FORTALEZA 2020

Es una avena que se utiliza para la producción de forraje y grano y tiene características favorables de productividad, calidad y resistencia a enfermedades (INIAP, 2020).

2.7. Prácticas agronómicas

2.7.1. Preparación del terreno

La avena a menudo se cultiva sin mucho cuidado, tanto en la preparación como en el abonado. No obstante, si se tomara más cuidado al abonar y preparar el suelo, se podría obtener una producción de avena bastante elevada, especialmente durante las primaveras lluviosas.

En el caso de que la avena sea cultivada junto con el trigo o cualquier otra leguminosa para la producción de grano, cuando se acerca la época de siembra, se produce una bina cruzada, lo que se evalúa en función de si se va a sembrar de manera mecanizada. Si ha sido precedido por una planta de escarda, solo se requiere un pase; cuando se siembra después de una planta leguminosa forrajera, es necesario romper la superficie del terreno con una labor suave (Infoagro, 2020).

2.7.2. Arada

Esta acción se lleva a cabo dos meses antes de la siembra. Consiste en girar la capa superficial para aflojar el suelo, agregar desechos vegetales y controlar las malezas. Una arada profunda puede mejorar la estructura en suelos pesados. Se recomienda un lapso de 15 a 30 días entre las aradas para permitir una descomposición adecuada de los desechos vegetales. La arada tiene una profundidad de aproximadamente 30 cm (Inostroza y Méndez, 2023).

2.7.3. Cruzada

Esta acción sigue a la arada y se lleva a cabo en el sentido opuesto. El objetivo es romper los terrones grandes (AGROMAR, 2022).

2.7.4. Rastrada

Para desmenuzar los terrones del suelo y crear una cama superficial suelta de 10 a 20 cm de profundidad, se requieren pasos cruzados por el campo (Agroscopio, 2014).

2.7.5. Nivelada

El propósito de nivelar las parcelas de cultivo es eliminar el microrelieve, lo que permite un riego uniforme en toda la superficie. Una pendiente constante, no

erosiva y que al mismo tiempo permita el flujo de agua a través de los surcos es esencial (EUMED, 2022).

2.7.6. Fertilización

La avena de doble propósito necesita 80 kg de nitrógeno, 70 kg de fósforo, 40 kg de potasio y 20 kg de azufre para cultivarla. El análisis del suelo debe determinar el tipo de fertilización adecuada. Al momento de la siembra, se debe aplicar el 20% de Nitrógeno y el 100% de Fósforo, Potasio y Azufre; el 80% de Nitrógeno restante se debe aplicar en forma fraccionada, el 50% al macollamiento y el 50% al embuche. Si el agricultor tiene abonos orgánicos como compost, bokashi o humus de lombriz, debe aplicarlos bien descompuestos al suelo antes de sembrar. Esto debe hacerse al pasar la rastra o con yunta en la cruza (INIAP, 2020).

2.7.7. Selección de la variedad

Se debe limpiar la avena que se va a sembrar en una máquina con aire. Esto remueve el cascabillo, los pedazos de paja, los granos más pequeños y la mayoría de las semillas de malezas. No es recomendable sembrar granos más pequeños porque muchos no germinarán y producirán plantas más débiles y menos productivas. La limpieza con aire remueve entre el 25 y el 30% del grano en condiciones medias. Si es liviano, se debe remover más. El tratamiento del grano con ciertos desinfectantes también a menudo ayuda a controlar las enfermedades que se llevan en la semilla (Cazares, 2022).

2.7.8. Siembra

Época: Se puede sembrar 15 días antes del trigo, pero depende de la época de lluvia en cada lugar. La siembra de avena forrajera es mejor entre marzo y mayo, dependiendo de la lluvia que promueva la germinación.

- **Para forraje:**
    - Obtención de la semilla 65 Kg (143 lb)
    - Obtención de forraje 100 kg (220 lb)

Si se siembra al voleo, se debe aumentar de 15 a 20 % como se mencionó anteriormente (INIAP, 2019).

2.7.9. Profundidad de siembra

La disponibilidad de maquinaria y la pendiente del terreno determinan el método de siembra. Se recomienda usar una sembradora de granos pequeños a una profundidad de 6 cm cuando el terreno es más plano. Para facilitar el riego uniforme, al final se levantan bordes de 30 a 40 cm de altura para formar melgas. Se recomienda usar corrugaciones o surcos de aproximadamente 15 cm de profundidad y una separación de 92 cm entre surcos en terrenos con baja pendiente. La siembra con melgas se realiza de la misma manera. La cantidad de semilla para ambos métodos de siembra es comparable; se prefiere semilla de alta calidad con una germinación del 85 %, que oscila entre 120 y 140 kg/ha (CORPOICA, 2019).

2.7.10. Riego y manejo

En terrenos muy desnivelados, es mejor utilizar aspersores de medio o pequeño alcance y de gota fina en lugar de los de gran alcance. En climas cálidos y secos, se aconseja comenzar con un riego abundante y luego realizar una labor de arado para proceder con la siembra. En ocasiones, durante la primavera, la tierra se seca demasiado al arar, lo que requiere un ligero riego antes de sembrar. Previo a la siembra, use una grada de púas si se forma una costra superficial (VYR, 2022).

El encañado es un período de intensa asimilación de agua y sustancias nutritivas, por lo que es necesario que la tierra contenga suficiente humedad durante este período. Otro riego es necesario durante el espigado. La planta consume el agua rápidamente mientras está en plena actividad de asimilación. El riego final debe realizarse unos días antes, en plena madurez láctea de las espigas o muy al principio de la madurez pastosa, ya que las plantas todavía consumen mucha agua para trasladar el almidón y otras reservas alimenticias de las hojas al grano (VYR, 2022).

2.7.11. Producción

Aproximadamente 22.5 millones de toneladas de este cereal se producen anualmente en 9.7 millones de hectáreas en todo el mundo, con rendimientos promedio de 2.3 t/ha e intervalos de 0.7 a más de 7 t/ha (Hernandez, 2019).

2.7.12. Encamado

El proceso de trasladar permanentemente los tallos de una planta de su posición vertical se conoce como encamado. Puede resultar en que las plantas se doblen o tumben sobre el suelo, y en ocasiones puede causar la rotura de los tallos. Los tallos pueden tener formas curvas o permanecer rectos en su encamado. Con frecuencia, el encamado no se extiende uniformemente por todo el campo afectado; en cambio, puede afectar solo áreas específicas del campo. El grado de encamado, o el grado en que los tallos se desplazan de la perpendicular, también puede variar dentro del campo. La gravedad del encamado depende de la permanencia y el grado, los cultivos de cereales y leguminosas son los más afectados por este proceso, ocurre generalmente después de que las inflorescencias, como las espigas, las panículas, etc., hayan emergido. Se ha demostrado que los cereales pueden encamarse en cualquier momento, desde la emergencia de la espiga hasta la maduración de los granos. Conforme las plantas avanzan en su desarrollo y llegan a la maduración, aumenta su probabilidad de encamarse (Carrillo, 2022).

2.8. Fertilizantes minerales convencionales

Los más conocidos y utilizados son los de la agricultura y el césped. Se distinguen porque se disuelven fácilmente en el suelo, lo que permite a las plantas disponer de esos nutrientes inmediatamente después de echarlos o pocos días después.

- Fertilizantes Nitrogenados: urea, nitrato.
- Fertilizantes Fosfóricos
- Fertilizantes Potásicos
- Complejos binarios
- Complejos ternarios
- Abonos líquidos y para fertirrigación
- Fertilizantes de lenta liberación

- Fertilizantes organominerales
- Abonos foliares
- Correctores de carencias (Rodríguez, 2022)

2.9. Plagas de la avena

2.9.1. Ácaro (*Tarsonemus apirifex*)

Se trata de un ácaro que endurece la vaina con sus picaduras durante el espigado e impide que la panícula salga (SAGARPA, 2019).

2.9.2. Gorgojos (*Tychius sp*.)

La avena sufre en el granero los ataques de gorgojos, aunque son bastante menos intensos que en la alfalfa (Infoagro, 2020).

2.9.3. Pulgón de la avena (*Rhopalosiphum padi*)

Debido a que su población suele ser baja, su importancia radica principalmente en ser un transmisor de virus. Las colonias de esta especie se encuentran a nivel del suelo o en las partes aéreas de las plantas, y se pueden encontrar durante el invierno y la primavera (Dughetti, 2019).

2.10. Enfermedades de la avena

2.10.1. Roya del tallo o roya negra (*Puccinia graminis*)

La aparición de pústulas grandes, ovaladas o alargadas, de color marrón oscuro y la presencia de restos de tejido epidérmico, principalmente en tallos y vainas, son algunos de sus síntomas (Perez, 2019).

2.10.2. Roya de la hoja de la avena (*Puccinia coronata*)

Causa reducciones en la cantidad y calidad de forrajera, verificándose una madurez anticipada del cultivo (FAUBA, 2019).

2.10.3. La Fusariosis (*Fusarium graminearum*)

El hongo Fusarium puede causar descomposición después de la cosecha, fusariosis de la espiga en cereales como el trigo, marchitamiento vascular, podredumbre radicular, podredumbre de pie y tallo, lesiones de hojas y podredumbre del fruto (Mourelos, 2022).

2.10.4. Oídio (*Erysiphe graminis*)

Las hojas atacadas presentan unas manchas verdes rodeadas por zonas amarillentas. En el centro de estas manchas aparece una pelusa que está formada por diversos órganos del hongo. El daño se produce por la reducción de la capacidad fotosintética cuando las superficies verdes son sombreadas y por la absorción de agua y nutrientes de la planta por el hongo.

La producción puede ser reducida en un 20% o más. Los cereales afectados por el oídio producen menos espigas y granos por espiga y los granos quedan menos llenos. La enfermedad reducirá seriamente la producción si la hoja bandera y la penúltima hoja o la propia espiga están se ven afectadas. (AgroEs, 2023)

2.10.5. El carbón desnudo (*Ustilago avenae*)

Hongo parásito ataca gramíneas e inflorescencias, transformándolas en una masa negruzca, pulverulenta y granulosa que se propaga fácilmente. Además, puede destruir las glumas o brácteas, reduciendo las espigas hasta el raquis. Aunque normalmente se encuentra en las espigas, en ocasiones se ha encontrado sobre las hojas y las anteras. (MICOEX, 2020)

2.10.6. Quemadura foliar de la avena (*Helminthosporium avenae*)

Desarrolla una variedad de lesiones foliares que generalmente son manchas pardas negruzcas, de color uniforme, de tamaño y contorno variable. El ápice de las hojas infectadas se vuelve amarillento (Betrán et al., 2019).

2.11. Control de plagas

2.11.1. Gallina ciega

Es una plaga que causa daños significativos a varios cultivos y, con frecuencia, la pérdida total de la producción. Las larvas bien desarrolladas destruyen todo el sistema de raíces de la planta en unos pocos días, por lo que generalmente se utilizan productos químicos para controlarlas. Algunos pesticidas combaten a estas larvas durante aproximadamente tres años en el suelo; el clordano cuesta 10 libras por acre, mientras que el aldrín y el dieldrín cuestan 3 libras por acre. La aplicación es en rotaciones con cultivos resistentes, principalmente leguminosos, en polvo, granulado o aspersiones (Betrán et al., 2019).

2.11.2. Gusanos cortadores

Algunos gusanos cortadores, también conocidos como gusanos cortadores trepadores, penetran en las plantas y se alimentan de sus hojas y frutos. Otros, conocidos como gusanos cortadores del ejército, abundan y devoran la mayoría de las plantas en su camino. La solución más efectiva es enfrentarlos mediante el uso de insecticidas. Las emulsiones utilizadas contra los chapulines incluyen dieldrín (100-200 gramos), clordano (560 a 680 gramos/acre), DDT (680 a 900 gramos) y toxafeno (800 a 1000 gramos). Las dosis más bajas se aplican a las larvas jóvenes y las más altas a las larvas mayores (AgroSense, 2022).

2.11.3. Pulgón del follaje

Como control paration metílico, thiametoxam + lambda cyhalotrina, clorpirifos etil, diazinon y dimetoato. (AGROSAVIA, 2022)

2.11.4. Chapulines

Los huevos de los saltamontes se colocan en lugares con maleza y sin cuidado y luego migran a jardines cultivados. El tratamiento efectivo se centra en el jardín y sus bordes (GardenTech, 2023).

2.12. Control de enfermedades

El uso de variedades resistentes o tolerantes al agente causal debe ser el primer objetivo al prevenir y controlar esta enfermedad. Además, controle la población de plantas y no use demasiado fertilizante nitrogenado (AgroSense, 2022).

2.13. Cosecha

La avena se cosecha cuando tiene entre 35 y 40% de materia seca, que coincide con el estado de grano pastoso, para la elaboración de ensilaje o henilaje. El proceso de conservación es efectivo en esta condición de madurez porque se produce una buena compactación y una rápida producción de un ambiente anaeróbico en el silo. La elaboración de ensilaje premarchito es necesaria cuando se cosecha en condiciones más inmaduras. Algunas de las estructuras de la panoja, incluido el grano en formación, se pierden durante el corte, el hilerado, la recolección y el transporte (Demanet, 2022).

2.14. Producción y rendimiento de avena forrajera

El maíz, el arroz, el trigo, la cebada y el sorgo ocupan el sexto lugar de los cultivos mundiales después de la avena. La producción mundial de semilla de avena está disminuyendo gradualmente. Desde 1960, cuando llegó a 56 millones de toneladas (t) con un rendimiento de 1,75 t/ha, se ha reducido a 22,55 millones de toneladas (t) (2,44 t/ha) durante el periodo 2013-2014 (USDA, 2016; FAOSTAT, 2016), lo que representa un descenso del 58,9% y se está reemplazando por cultivos de avena forrajera. Cerca de las tres cuartas partes de la producción total de semilla de avena se destinan al consumo animal (Valenzuela, 2019).

2.15. Avena forrajera en el Ecuador

En condiciones favorables es de larga vida, en el Ecuador se desarrolla en buenas condiciones en las zonas interandinas que oscilan entre los 2500 a 3000 msnm (Alba, 2019).

2.16. Variedades consumidas en el Ecuador

2.16.1. INIAP Fortaleza 2020 (Avena forrajera)

INIAP Fortaleza 2020 es una nueva variedad mejorada de avena de doble propósito con un amplio rango de adaptación, puede ser cultivada en las zonas cerealeras y ganaderas de la sierra sur ecuatoriana, comprendidas entre los 2200 a 3400 msnm (INIAP, 2020).

2.16.2. INIAP - 82 (Avena para forraje y producción de grano)

Es una especie de crecimiento anual, herbácea y de amplia utilización para alimentación humanada y animal. Su cultivo puede establecerse en el callejón interandino en alturas entre los 2500 a 3300 msnm. (INIAP, 2021)

2.17. Necesidades hídricas de la avena

Se sugiere aplicar el primer riego al momento de la siembra, y cinco riegos de auxilio durante las etapas de macollamiento (30-35 días), encañe (45-60 días), embuche (70-85 días), floración (75-90 días) y llenado de grano (95-110 días). (PROAIN, 2020)

2.18. Valor nutritivo de la avena

La comprensión de la composición química y la digestibilidad de una especie forrajera es esencial para evaluar su valor nutritivo. La composición química nos informa sobre su contenido nutricional, como el porcentaje de fibra, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno, proteína cruda, etc. Y su facilidad de digestión indica que parte de estos será dirigido por el animal.

El valor nutricional de esta especie es el más alto de todos los registrados en el mercado. En el epata de crecimiento temprano, las láminas de las hojas pueden tener una digestibilidad del 78 al 82 % y una EM del 3,0 al 3,4 Mcal. La digestibilidad disminuye rápidamente con la edad en relación con los cambios en la producción de láminas y vainas de las hojas ((Infoagro, 2020).

Composición del grano de avena en 100 g de sustancia	
Hidratos de carbono	58.20
Agua	13.30
Celulosa	10.30
Proteínas	10.00
Materia grasa	4.80
Materias minerales	3.10

Fuente: (Infoagro, 2020)

2.19. Propiedades

2.19.1. Vitaminas y minerales

La avena es el que más vitaminas y minerales contiene mayor cantidad de vitaminas y minerales en comparación al resto de cereales, rica en hierro, magnesio, selenio, calcio, zinc, fósforo, vitamina E, vitamina B5 y vitamina B6. (Aproavena, 2022)

2.19.2. Grasas insaturadas

La avena posee el mayor contenido de grasas insaturadas (grasas monoinsaturadas y grasas poliinsaturadas) (Quaker, 2022).

2.19.3. Hidratos de carbono y fibra

30 g de avena contiene un alto porcentaje de fibra, con aproximadamente 3.2 g que equivalen a más del 10% del valor nutrimental de referencia de nutrientes (VRN). Además, contiene tanto fibra soluble como fibra insoluble. (Aproavena, 2022)

2.19.4. Proteínas

La avena posee una gran fuente de proteína, necesaria para la óptima recuperación muscular. Por cada 100 gramos de avena, existen 14 gramos de proteína (Robledo, 2019).

2.19.5. Aminoácidos esenciales

De los ocho aminoácidos que se consideran esenciales para el cuerpo y el desarrollo infantil, la avena proporciona seis. Estos aminoácidos ayudan a estimular el hígado para producir lecitina, favoreciendo la depuración del cuerpo de los compuestos pesados eliminando el colesterol malo (Aproavena, 2022).

2.20. Usos

Se emplea principalmente en la alimentación de animales de granja, así como en el pastoreo rotacional junto con leguminosas como maní forrajero, de la misma manera, el grano de avena es una buena comida para los caballos, los caballos y las mulas. Debido a su alto contenido de vitamina E, es una excelente fuente de alimento para animales de trabajo y reproductores, además, se puede conservar para suministrar en época seca en forma de heno y ensilaje (González, 2020).

2.21. Requerimientos de nutrientes del cultivo de avena

2.21.1. Nitrógeno

El nitrógeno representa aproximadamente el 78% del contenido de la atmósfera. El nitrógeno está presente en la materia orgánica del suelo. Sin embargo, las plantas no pueden usar nitrógeno orgánico ni atmosférico directamente. El primer paso para que las plantas absorban el nitrógeno es convertirlo en amonio ($NH4+$) y/o nitrato ($NO3–$), que son las formas de nitrógeno que las plantas pueden absorber (Sela, 2019).

- **Función del Nitrógeno en las platas**

El nitrógeno se utiliza tanto en las plantas como en los seres humanos para producir aminoácidos, que son las proteínas que construyen las células y son uno de los componentes básicos del ADN. Debido a que es un componente importante de la clorofila, el compuesto por el cual las plantas usan la luz solar para producir azúcares y dióxido de carbono (fotosíntesis) y crecer (Orchardson, 2020).

- **Síntomas de deficiencia de Nitrógeno en las plantas**

    - Toda la planta se ve de un color pálido o amarillento
    - Senescencia temprana de las hojas viejas
    - Crecimiento aumentado de la raíz, y un crecimiento atrofiado del tallo, lo que resulta en una baja relación tallo/raíz. (Cherlinka, 2022)

- **Dosis adecuada de la fertilización**

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) establecen el uso adecuado de fertilizantes para garantizar la sustentabilidad y sostenibilidad de los sistemas agrícolas tanto a corto como a largo plazo. El uso inadecuado de fertilizantes daña la salud del suelo y de todo el ecosistema (incluyendo la salud humana) al llegar a las fuentes de agua, lo que resulta en pérdidas económicas para el agricultor (González, 2019).

- **Fertilización nitrogenada en avena**

La avena extrae una gran cantidad de nitrógeno (N), con 20 kg de nitrógeno por tonelada de materia seca producida, en términos de requerimientos. Al momento de la implantación, esta gramínea, responde positivamente al agregado de N. La falta de nitratos en el suelo en ese momento es la principal razón de esto. La fertilización nitrogenada acelera el crecimiento y la producción de materia seca, y la respuesta depende principalmente de la fuente de nitrógeno utilizada, el momento de aplicación, la dosis y el contenido de humedad y nitratos en el suelo (Fontanetto et al., 2023).

- **Úrea**

La urea como fertilizante, proporciona un alto contenido de nitrógeno (46%), el cual, es esencial en el metabolismo de la planta. La mayor desventaja que tiene es la pérdida de nitrógeno (N) en forma de gas amoniaco (NH_3), proveniente de su descomposición al ser aplicada al suelo. (Morales et al., 2021)

2.21.2. Fósforo

La fotosíntesis, el transporte de nutrientes, la síntesis y descomposición de glúcidos, la síntesis de proteínas, la actividad de las diastasas y la transferencia de energía dependen del fosforo. Se puede encontrar en parte en forma mineral, pero también puede convertirse en compuestos orgánicos fosforados con lípidos, prótidos y glúcidos, como la lecitina o la fitina. Se trata de un nutriente primario, lo que significa que generalmente es deficiente en la producción agrícola y los cultivos, por lo que necesita cantidades considerables (BRANDT Europe, 2022).

- **Fosfato diamónico (DAP)**

El fertilizante DAP, también conocido como fosfato diamónico, tiene múltiples usos según la fórmula. El fosfato diamónico (18-46-00), que se usa para producir mejores productos vegetales, o el (21-53-00), que ayuda a la producción de levadura en la producción de cerveza o vino.

Un fertilizante como este permite que cualquier tipo de planta se desarrolle adecuadamente, sin importar las condiciones climáticas. Cuando se trata de proporcionar nutrientes esenciales a toda su producción agrícola para su desarrollo ideal, el fertilizante DAP es una excelente opción (EXIMGRO, 2020).

2.21.3. Potasio

El potasio es crucial para las funciones que garantizan el crecimiento de la planta. Si los cereales tienen una alimentación mineral rica en potasio, son más resistentes a las heladas, al encamado y a las enfermedades (Arias et al., 2020).

- **Muriato de potasio**

El Cloruro de potasio o Muriato de Potasio (KCL) es una fuente natural de potasio de alta concentración (60%) y muy buena solubilidad lo que permite su utilización en una amplia gama de cultivos, para ser utilizado en fertilización de base o cobertera, para suplir requerimiento del cultivo o para corregir deficiencias de potasio. (AEFA, 2021)

- **Sulpomag**

El Sulpomag, también conocido como sulfato doble de potasio y magnesio, es un fertilizante de origen natural refinado mediante procesos de lavado. En cultivos sensibles al agregado de cloruros, como el tabaco y algunos frutales, es una excelente fuente de magnesio y potasio (SIMACO, 2022).

2.21.4. Magnesio

Muchas enzimas en las células de las plantas necesitan magnesio para realizar su trabajo adecuadamente. Sin embargo, su papel principal es ser el átomo central de la molécula de clorofila. La clorofila es el pigmento que da a las plantas su color verde y lleva a cabo el proceso de fotosíntesis; también contribuye a la síntesis de proteínas y activa varias enzimas necesarias para su desarrollo (PROMIX, 2023).

2.21.5. Azufre

El azufre (S) es un elemento secundario constituyente estructural de compuestos orgánicos, algunos de los cuales son únicamente sintetizados por las plantas. Estos incluyen los aminoácidos metionina, cisteína y cistina, que son necesarios para la síntesis de proteínas. Es esencial también para algunas vitaminas y coenzimas porque es un grupo funcional que participa directamente en las reacciones metabólicas. Es un sistema de defensa y detoxificación para la planta. El azufre protege las células de la deshidratación por calor y sequía, así como de los daños por frío (INTAGRI, 2019).

2.21.6. Calcio

El calcio regula la división y el alargamiento de las células. influye en la especialización de los órganos celulares y la compartimentación de la célula. Como resultado, es esencial para el desarrollo de órganos de crecimiento como raíces, brotes y frutos, entre otros. Las deficiencias en la formación de la pared celular de los nuevos tejidos (puntas de las raíces, hojas jóvenes y brotes) son indicaciones de falta de Ca (Díaz, 2021).

2.21.7. Boro

Enrollamiento de las hojas superiores, bordes y punta de las hojas amarillo-rojizas o café, por ejemplo, los tallos del apio se vuelven quebradizos, la corona de la remolacha y coliflor presentan color negro en el centro y en la alfalfa las plantas se amarillan (INTAGRI, 2019).

2.21.8. Hierro

Hojas superiores de color amarillo pálido-blanco con nervaduras verdes y crecimiento débil. (AgroEs, 2023)

2.21.9. Manganeso

Hojas con manchas amarillas, rojas o cafés, nervadura verde y en las legumbres, hojas cloróticas (Hernandez, 2019)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización de la investigación**

La presente investigación se realizó en la Granja Experimental Laguacoto III perteneciente a la parroquia Gabriel I. Veintimilla, cantón Guaranda, provincia Bolívar.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud	2640 msnm
Latitud	01º 32´ S
Longitud	78º 59´ W
Temperatura máxima	21 ºC
Temperatura mínima	7 ºC
Temperatura media anual	14 °C
Heliofanía	900/h/l/año
Humedad relativa media anual	70%
Precipitación	700 mm

Fuente: (Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar, 2020).

- **Zona de vida**

La localidad de acuerdo a las zonas de vida de Holdridge, L. Se encuentra en el bosque seco montano bajo (bs-MB). (Holdridge, 1979)

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

- Variedades y líneas de avena proporcionadas por el INIAP- Santa Catalina.

3.2.2. Factores en estudio

Accesiones de avena con 5 tipos: 3 Líneas promisorias y 2 variedades.

3.2.3. Tratamientos

Tratamiento	Código
T1	INIAP-82
T2	AS-17-001
T3	AS-17-002
T4	AS-11-005
T5	INIAP-FORTALEZA 2020

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

El diseño experimental que se aplicó en este proyecto de investigación fue un Diseño de bloques completos al azar (DBCA).

3.2.5 Procedimiento

Localidades	1
Tratamientos	5
Repeticiones	3
Número de unidades experimentales	15
Ancho de la parcela	1,2m
Largo de la parcela	3m
Separación entre parcela	1m
Área total de la parcela	3x1.2=3.6 m^2
Área total de parcela bruta	6.8 m^2
Área total del ensayo	6.8x15= 102m^2
Área neta	54 m^2

3.2.6. Manejo del experimento en campo

- **Selección del lote**

El lote cumplió con las siguientes condiciones de drenaje y porosidad del suelo, las cuales fueron favorables para el presente ensayo.

- **Preparación del suelo**

La preparación de suelo se realizó con la debida anticipación, garantizando que exista una adecuada descomposición de las malezas, residuos y/o abono orgánico (estiércoles), a incorporarse al lote. La preparación del suelo consistió en un pase de arado y dos pases de rastra.

- **Desinfección de la semilla**

La semilla fue desinfectada con Fludioxonilo (Celest) en dosis de 2 cm^3 kg de semilla. Luego de la desinfección de la semilla se dejó secar el grano para no incrementar su humedad. La desinfección ayuda a reducir la diseminación de enfermedades transmitidas por semilla como son: carbones, septoria y algunas especies de ***Fusarium***, entre los más importantes.

- **Siembra**

Se procedió con la siembra mediante el método al voleo, lo cual consiste en esparcir las semillas al azar en cada parcela.

- **Fertilización**

Se realizó la fertilización en dosis de 100kg/ha de 18-46-00 + 50kg/ha de Sulpomag en base. 150kg/ha de Urea a los 30 y 45 días.

- **Control de malezas**

Se efectuó un control mecánico a los 15 días con la ayuda de un azadón y a los 21 días Metsulfuron Methil en dosis de 15 g/ha.

- **Controles fitosanitarios**

En los ensayos de investigación se evaluó la incidencia y severidad de las principales enfermedades, por lo que no se realizó aplicaciones de agroquímicos para el control de enfermedades.

- **Valoración de la enfermedad de la espiga**

Se registró verificando si existe presencia de enfermedades y se realizó en dos fases en floración y madurez fisiológica.

- **Cosecha**

La cosecha se llevó a cabo de forma manual, utilizando una hoz, una vez que las plantas alcanzaron su madurez en el campo.

- **Trilla**

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

- **Secado**

El secado se realizó de forma natural en un tendal hasta que el grano alcanzó un contenido de humedad aproximado del 14%.

- **Aventado**

Con la fuerza del viento, se separó la cascará pequeña de grano, hasta tener la semilla libre de impurezas físicas.

- **Almacenado**

La semilla fue almacenada en un lugar seco, con buena ventilación y libre de roedores, con el fin de que esta no se dañe y se mantenga en buen estado.

3.2.7. Métodos de evaluación (variables respuesta)

- **Porcentaje de emergencia en el campo (PEC)**

Dato que fue evaluado a los 15 días después de la siembra mediante una observación directa, en cada parcela neta, expresando los resultados en porcentaje.

- **Número de plantas por metro cuadrado (NP)**

Para evaluar esta característica se procedió a contar el número de plantas establecidas dentro de un cuadrante de $1m^2$.

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

Se evaluó visualmente comparando el desarrollo general de las plantas en cada parcela, para lo cual nos guiaremos en la siguiente escala.

Nomenclatura	Escala
Bueno	1 - 2
Regular	3 - 4
Malo	5

- **Hábito de crecimiento (HC)**

Se determinó visualmente la forma en que crece la planta básicamente en cuanto a la disposición de hojas y tallos durante su etapa inicial y se utilizó 3 receptores relacionados a la disposición de las hojas que son.

Nomenclatura	Escala
Erecto	1
Intermedio (semierecto o semipostrado)	2
Postrado	3

- **Días al espigamiento (DE)**

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las parcelas obtenga el aparecimiento de las espigas.

- **Reacción a enfermedades foliares (RE)**

Se realizó una evaluación de la respuesta de la planta a la severidad de la infección. Producida por el hongo de la roya de la hoja en avena (***Puccinia coronata***), roya amarilla (***Puccinia striiformis***), el método empleado era la escala modificada de Cobb que determina el porcentaje del tejido (100%) que puede ser infectado por la enfermedad e incluye el grado de severidad medida en porcentajes (5, 10, 20, 40, 60 y 100 %) y la respuesta del cultivo: Tipo de reacción a enfermedad.

Reacción	Descriptor
O	Ningún tipo de reacción
R	Resistente
MR	Moderadamente resistente
M	Uredias de variados tamaños, algunos con clorosis, necrosis o los dos.
MS	Moderadamente Susceptible
S	Susceptible

Fuente: CIMMYT

Para el virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV), se realizó una observación directa y se utilizó la escala descrita por (Schaller & Qualset, 1980) con valores del 1 al 9, donde 1 equivale al mínimo ataque y 9 a la máxima incidencia de la enfermedad.

Las características o atributos que presenten las plantas luego de haber alcanzado la madurez fisiológica, fueron registrados por el investigador en el campo, según el siguiente detalle:

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

Cuando el cultivo estuvo en madurez fisiológica, se procedió con una ayuda de un flexómetro a medir desde la base del tallo hasta el ápice, en 10 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental.

- **Días a la cosecha (DC)**

Esta variable se evaluó una vez que el grano estuvo duro y seco, y en general tomando en cuenta el grado de humedad del grano en espiga, es decir que llegó a su madurez fisiológica.

- **Reacción a enfermedades de la panoja (REP)**

Se realizó mediante observaciones periódicas en cada parcela neta a partir de la formación de la espiga, hasta la cosecha, teniendo como fin de observar la incidencia de enfermedades como ***Fusarium***, Carbón, entre las principales.

- **Tipo de paja (TP)**

Se observó la resistencia del tallo de la planta para tolerar al acame o encamado, según la escala del 1 al 3.

Nomenclatura	Escala
Tallo fuerte	1
Tallo intermedio	2
Tallo débil	3

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

En la etapa de madurez fisiológica, se tomó al azar 10 espigas de la parcela neta y se contó el número de granos por espiga.

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

El rendimiento se obtuvo del peso de grano de la parcela neta con 13% de contenido de humedad, una vez el grano fue cosechado y aventado.

- **Rendimiento en kg/ha (R kg/ha)**

Se realizaron los respectivos cálculos para la estimación del rendimiento en una hectárea con la siguiente relación matemática.

R (kg⁄ha) = PCP (10000 m^2⁄ha)/(ANC m^2⁄ha) x (100-HC)/(100-HE)

Donde:

RC = Rendimiento (Kg/ha)

PCP = Peso de campo o peso de rendimiento fresco (Kg)

ANC = Área neta cosechada (m^2)

HC = Humedad de cosecha

HE = Humedad estándar (13%)

- **Peso hectolítrico (PH)**

El PH fue evaluado en la planta de semillas de la UEB mediante el uso de una balanza de peso hectolítrico en una muestra de un kilogramo de cada unidad experimental, expresándose en puntos.

- **Calidad de grano (CG)**

Se llevó a cabo la evaluación mediante la observación de la completa sequedad de los granos de las diferentes accesiones, determinando así el tipo de grano en una escala del 1 al 3.

Nomenclatura	Escala
Grano grueso, grande, bien formado, limpio	1
Grano mediano bien formado, limpio	2
Grano pequeño, delgado, manchado, chupado	3

3.2.8. Análisis de datos

- Análisis de Varianza (ADEVA), según el siguiente detalle:

Fuentes de variación	Grados de libertad	C.M.E*
Bloques (r-1)	2	f^2 e + 5 f^2 bloques
Tratamiento (t-1)	4	f^2 e + 3Θ^2 t
Error Experimental (t-1) (r-1)	8	f^2 e
Total (t x r)-1	14	

- Prueba de Tukey al 5% para promedios de tratamientos
- Análisis de correlación y regresión lineal.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Variables agronómicas de la avena

Tabla 1

Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos; Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Días al espigamiento (DE), Número de plantas por metro cuadrado (NP), Altura de la planta (AP), Días a la cosecha (DC), Reacción a enfermedades de la panoja (RE), Números de granos por panoja (NGP), Peso de campo por parcela (PCP), Rendimiento en Kg/ha (R kg/ha) Peso hectolítrico (PH).

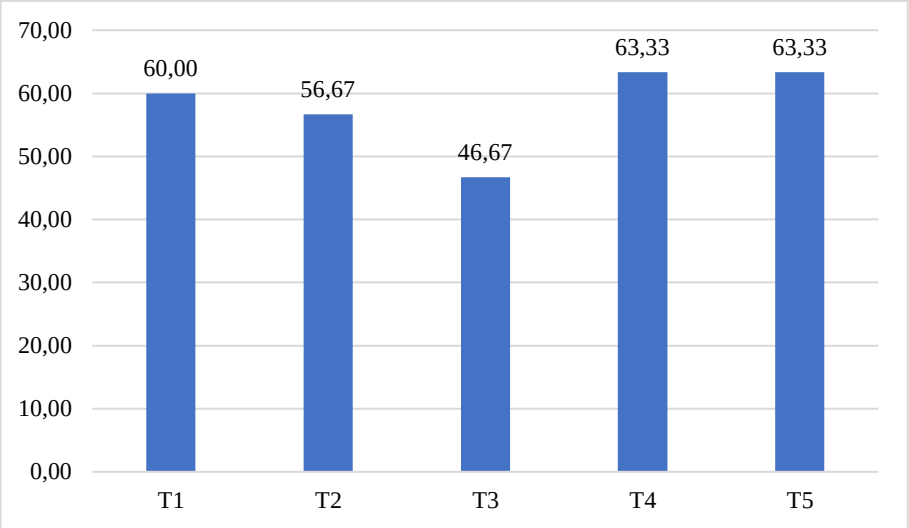
T.	PEC (NS)	NP (NS)	DE (**)	RE (**)	AP (NS)	DC (*)	NGP (*)	PCP (*)	R (kg/ha) (*)	PH (*)
T1	60.00 A	187 A	83 A	0.00 A	1.09 A	167 A	55 A B	0.92 A	2600.00 A B	45.94 A
T2	56.67 A	153 A	96 B	9.00 A	0.86 A	175 B	25 B	0.41 B	1136.20 B	22.57 B
T3	46.67 A	176 A	88 B	0.00 A	1.02 A	166 A	47 A B	0.82 A B	2315.80 A B	46.51 A
T4	63.33 A	139 A	85 A	0.00 A	0.99 A	166 A	54 A B	0.85 A B	2410.20 A B	46.40 A
T5	63.33 A	131 A	84 A	0.00 A	1.03 A	166 A	62 A	0.96 A	2713.40 A	45.26 A
M.G.	58.00	157	87	1.80	1.00	168	48	0.79	2235.10	41.34
C.V. (%)	16.05	46.40	1.15	0.00	9.94	0.60	25.51	23.43	23.50	6.53

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

- **Porcentaje de emergencia en el campo**

Figura 1

Promedios del porcentaje de emergencia en el campo de las cinco accesiones de avena



De acuerdo a los resultados de la investigación en relación al porcentaje de emergencia en el campo, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (*), obteniendo una media general de 58% y un coeficiente de variación del 11.35%.

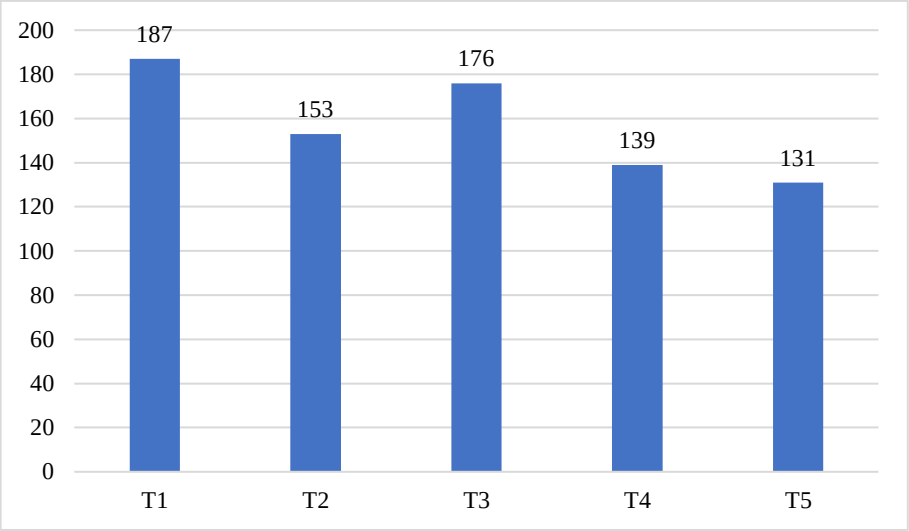
Los tratamientos que presentaron el promedio más alto fueron el T4 (AS-11-005) y T5 (INIAP FORTALEZA 2020) con 63.33% respectivamente, seguido del T1 (INIAP-82) con 60.00%, T2 (AS-17-001) con 56.67%, mientras que el T3 (AS-17-002) registró el menor promedio con 46.67%.

La capacidad de obtener un buen porcentaje de emergencia depende de la textura y estructura del suelo, así obtener una capacidad de campo óptima para la germinación de las semillas, evitando compactación y ahogamiento. Puede estar relacionado con la viabilidad y el vigor en la germinación. En base a los resultados del estudio, el T4 y T5 presenta el mejor nivel expresada en su alto porcentaje de emergencia.

- **Número de plantas por metro cuadrado**

Figura 2

Promedios del número de plantas por metro cuadrado en el campo de las cinco accesiones de avena



En la variable número de plantas por metro cuadrado, se observaron similitudes estadísticas entre los tratamientos (NS), obteniendo un coeficiente de variación del 46.40% y una media general de 157 plantas/m^2.

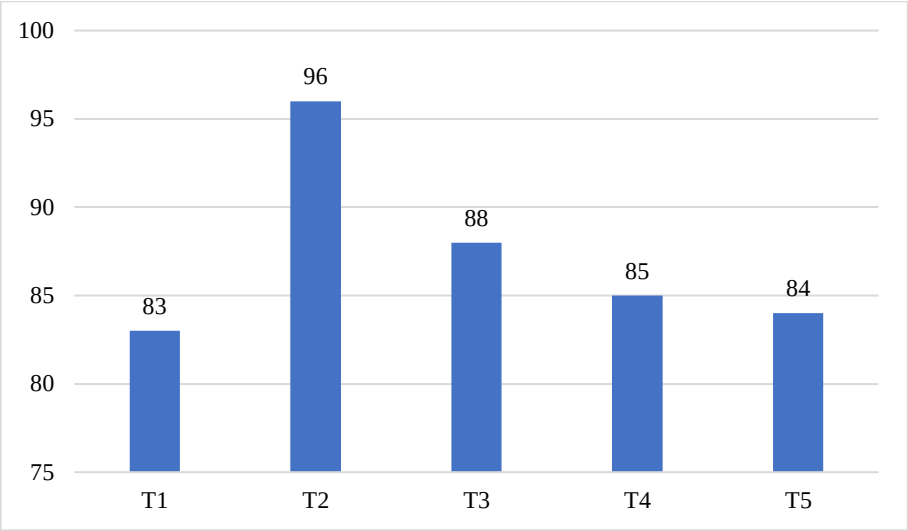
El tratamiento que registro el mayor promedio fue el T1 (INIAP-82) con 187 plantas/m^2, seguido del tratamiento T3 (AS-17-002) con 176 plantas/m^2, T2 (AS-17-001) con 153 plantas/m^2, registrando al T4 (AS-11-005) y T5 (INIAP FORTALEZA 2020) con los menores promedios con 139 y 131 plantas/m^2 respectivamente.

El número de plantas de un cultivo de avena, depende de la densidad de siembra, la viabilidad de la semilla, el porcentaje de emergencia y la sobrevivencia de las plantas.

- **Días al espigamiento**

Figura 3

Promedios de los días al espigamiento de las cinco accesiones de avena



Según los resultados obtenidos en relación a la variable días al espigamiento, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (**), obteniendo una media general de 87 días y un coeficiente de variación del 1.15%.

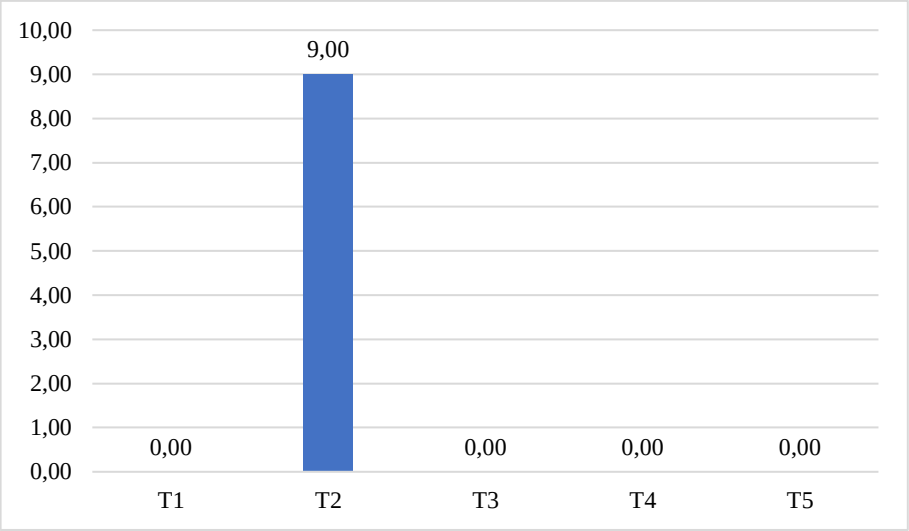
El tratamiento que presentó el promedio más alto fue el T2 (AS-17-001) con 96 días, seguido del T3 (AS-17-002) con 88 días, T4 (AS-11-005) con 85 días, T5 (INIAP FORTALEZA 2020) con 84 días respectivamente, mientras que el T1 (INIAP-82) registró el menor promedio con 83 días, la cual fue la más precoz en presentar espigamiento.

Los días al espigamiento, es una característica varietal la cual tiene un grado de dependencia con la interacción genotipo- ambiente, además de tener dependencia con la humedad, temperatura, precipitaciones, estructura química, física y biológica del suelo.

- **Reacción de enfermedades de la panoja**

Figura 4

Promedios de la reacción de enfermedades en la panoja de las cinco accesiones de avena



En base a los resultados obtenidos en la variable reacción a enfermedades de la espiga (***Fusarium spp***.), se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (**), obteniendo un coeficiente de variación del 0% y una media general de 1.80%.

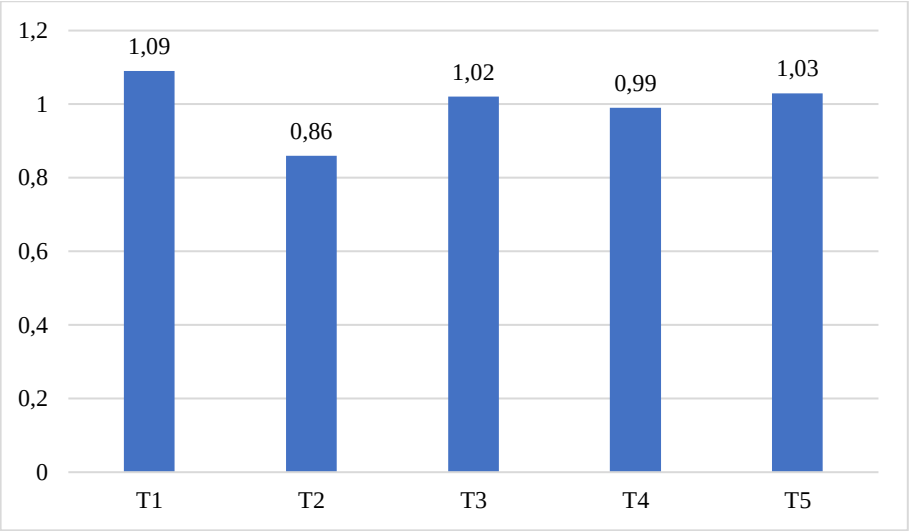
El tratamiento que registró el mayor promedio fue el T2 (AS-17-001) con 9.00%, mientras que el T1 (INIAP-82), T3 (AS-17-002), T4 (AS-11-005) y T5 (INIAP FORTALEZA 2020) registraron los menores promedios con 0.00% respectivamente, lo mismo que indican resistencia al ***Fusarium***.

La presencia de enfermedades es sin duda un factor que limita el rendimiento de los cultivares, además que puede haber coeficientes de variaciones altos porque la variable no depende el investigador, si no de la interacción genotipo ambiente de los cultivares.

- **Altura de la planta**

Figura 5

Promedios de la altura de la planta de las cinco accesiones de avena



De acuerdo a los resultados de la investigación en relación a la variable altura de la planta, no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (NS), obteniendo una media general de 1.00 m y un coeficiente de variación del 9.94%.

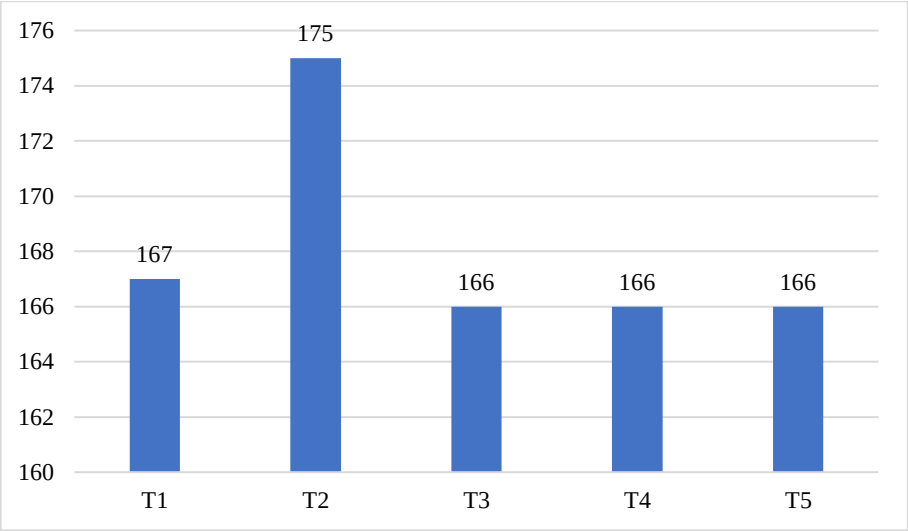
El tratamiento que presentó el promedio más alto fue el T1 (INIAP-82) con 1.09 m, seguido de T5 (INIAP FORTALEZA 2020) con 1.03 m, T3 (AS-17-002) con 1.02 m, T4 (AS-11-005) con 0.99 m, respectivamente, mientras que el T2 (AS-17-001) registró el menor promedio con 0.86 m.

El componente altura de planta se basa en características varietales, depende de su relación genotipo-ambiente, así como de otros factores bioclimáticos como humedad, calidad del suelo, luz solar etc. También tiene gran influencia el manejo agronómico del cultivo.

- **Días a la cosecha**

Figura 6

Promedios de los días a la cosecha de las cinco accesiones de avena



En la variable días a la cosecha, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (*), obteniendo un coeficiente de variación del 0.60% y una media general de 168 días.

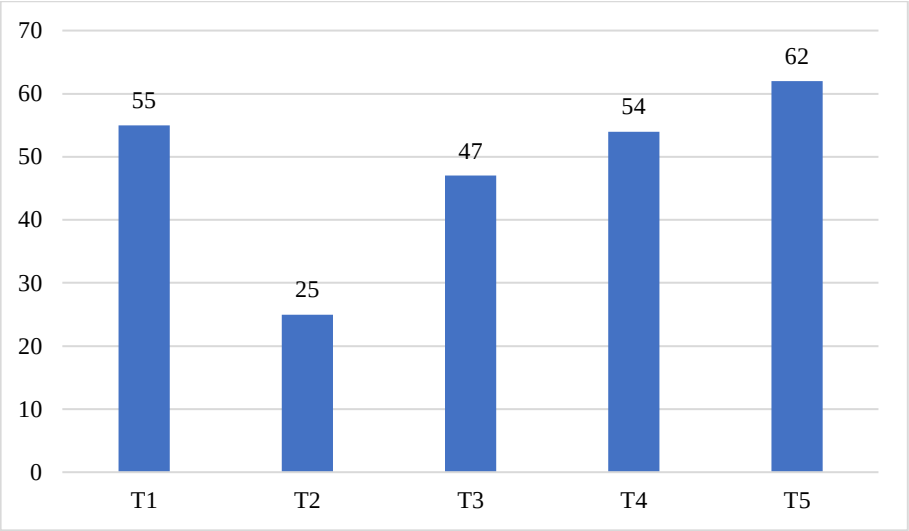
El tratamiento que registró el mayor promedio fue el T2 (AS-17-001) con 175 días, seguido del tratamiento T1 (INIAP-82) con 167 días, mientras que los tratamientos T3 (AS-17-002), T4 (AS-11-005) y T5 (INIAP FORTALEZA 2020) con 165 días siendo los menores promedios respectivamente.

Se puede mencionar, que los días a la cosecha depende fuertemente de la interacción genotipo ambiente, son determinantes la época de siembra, temperatura, humedad, el fotoperiodo, y la sanidad de las plantas a lo largo del ciclo de cultivo.

- **Número de granos por panoja**

Figura 7

Promedios del número de granos por panoja de las cinco accesiones de avena



Según los resultados obtenidos en relación a la variable número de granos por panoja, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (*), obteniendo una media general de 48 granos/panoja y un coeficiente de variación del 25.51%.

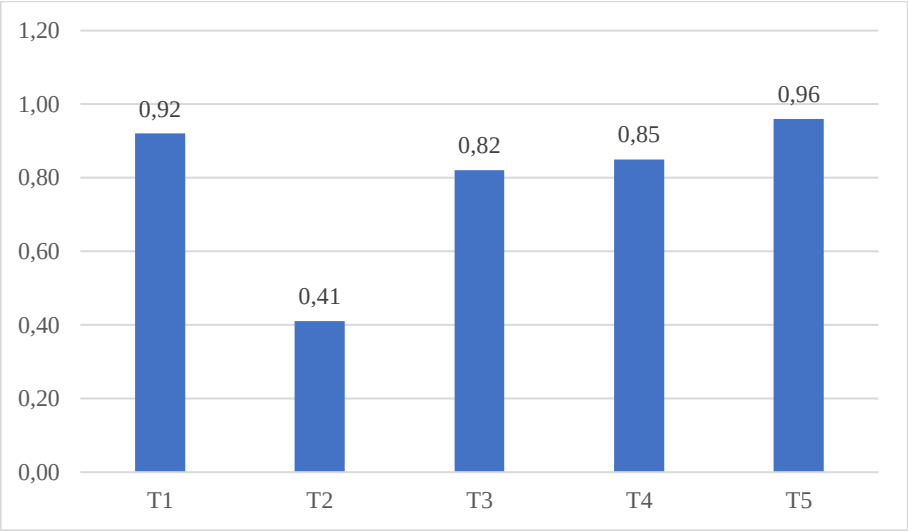
El tratamiento que presentó el mayor promedio fue el T5 (INIAP FORTALEZA 2020) con 62 granos/panoja, seguido del T1 (INIAP-82) con 55 granos/panoja, T4 (AS-11-005) con 54 granos/panoja, T3 (AS-17-002) con 47 granos/panoja, siendo el T2 (AS-17-001) el que registró el menor promedio con 25 granos/panoja.

El parámetro número de granos por espiga está ligado directamente con la constitución genética de la planta, pero se puede ver afectado por la disponibilidad de nutrientes, por las constantes precipitaciones, por la calidad de luz solar.

- **Peso de campo por parcela**

Figura 8

Promedios del peso de campo por parcela de las cinco accesiones de avena



En base a los resultados obtenidos en la variable rendimiento de grano por parcela, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (*), obteniendo un coeficiente de variación del 23.43% y una media general de 0.79 kg/parcela.

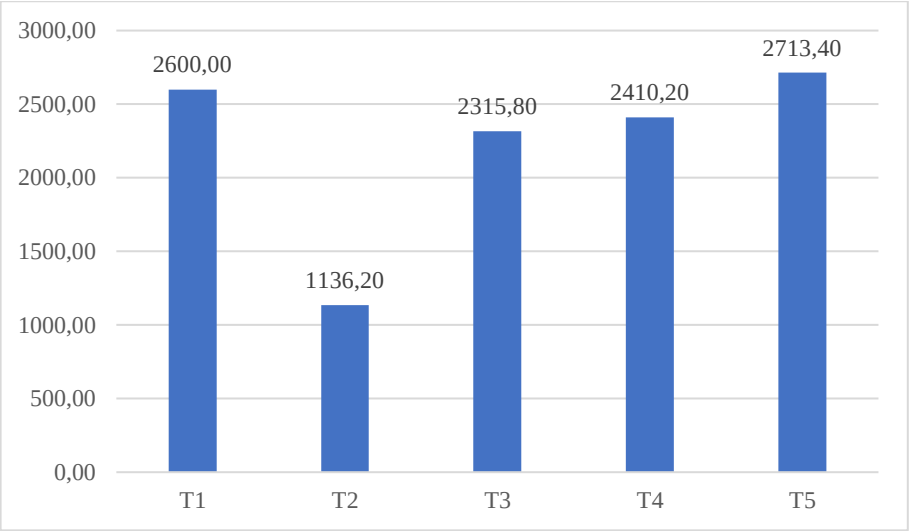
El tratamiento que registro el mayor promedio fue el T5 (INIAP FORTALEZA 2020) con 0.96 kg/parcela, seguido del T1 (INIAP-82) 0.92 kg/parcela, T4 (AS-11-005) 0.85 kg/parcela, T3 (AS-17-002) con 0.81 kg/parcela, siendo el T2 (AS-17-001) el menor promedio con 0.41 kg/parcela.

El rendimiento de grano por parcelas se puede ver afectado por factores climáticos que se presentaron en el transcurso del cultivo, como, por ejemplo; humedad, disponibilidad de nutrientes, temperaturas, método de cosecha.

- **Rendimiento en kg/ha**

Figura 9

Promedios del rendimiento en kg/ha de las cinco accesiones de avena



En la variable rendimiento en kg/ha, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (*), obteniendo un coeficiente de variación del 23.50% y una media general de 2235.10 kg/ha.

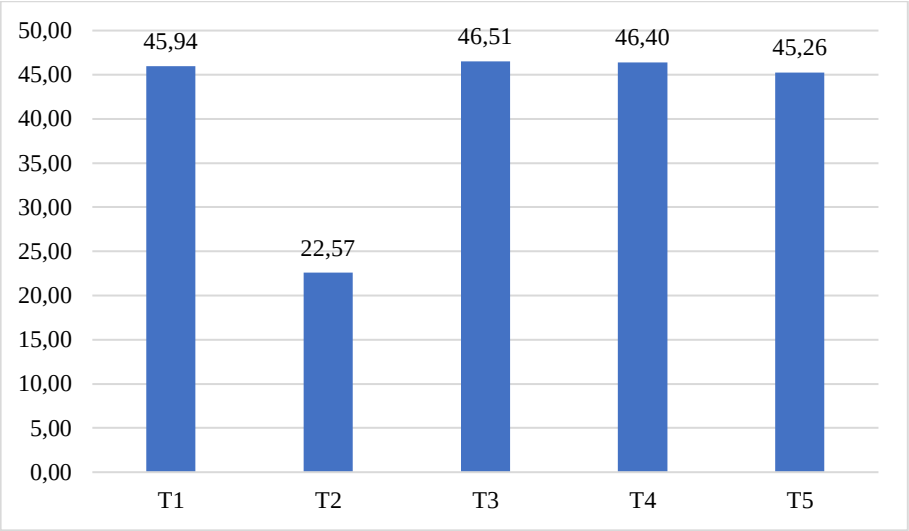
El tratamiento que registro el mayor promedio fue el T5 (INIAP FORTALEZA 2020) con 2713.40 kg/ha, seguido del T1 (INIAP-82) con 2600.00 kg/ha, T4 (AS-11-005) con 2410.20 kg/ha, T3 (AS-17-002) con 2315.80 kg/ha, y al T2 (AS-17-001) con el menor promedio con 1136.20 kg/ha respectivamente.

La diferencia en el rendimiento del cultivo radica en las condiciones climáticas, que pueden afectar la disponibilidad de agua, nutrientes del suelo, y la incidencia de plagas y enfermedades, entre otros factores. Estos resultados resaltan la importancia de considerar no solo las características de las variedades de cultivo, sino también el entorno en el que se desarrollan para lograr el máximo potencial de rendimiento.

- **Peso hectolítrico**

Figura 10

Promedios del peso hectolítrico de las cinco accesiones de avena



Según los resultados obtenidos en relación a la variable peso hectolítrico, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (*), obteniendo una media general de 41.34 kg/hl y un coeficiente de variación del 8.01%.

El tratamiento que presentó el promedio más alto fue el T3 (AS-17-002) con 46.51 kg/hl, seguido del T4 (AS-11-005) con 46.40 kg/hl, T1 (INIAP-82) con 45.94 kg/hl, T5 (INIAP FORTALEZA 2020) con 45.26 kg/hl, mientras que el T2 (AS-17-001) registró el menor promedio con 22.57 kg/hl.

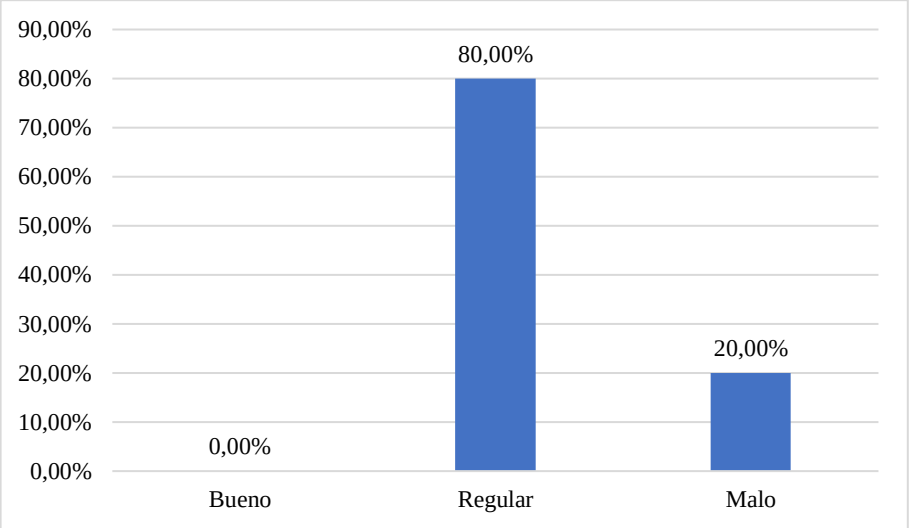
El peso hectolítrico tienen una relación con el llenado del grano, presenta relación con el ataque de plagas y enfermedades, cambios bruscos de temperatura, el aporte de nutrientes, pH, humedad del grano.

4.1.2. Variables morfológicas de la avena

- **Vigor de la planta**

Figura 11

Porcentajes del vigor de la planta de las cinco accesiones de avena



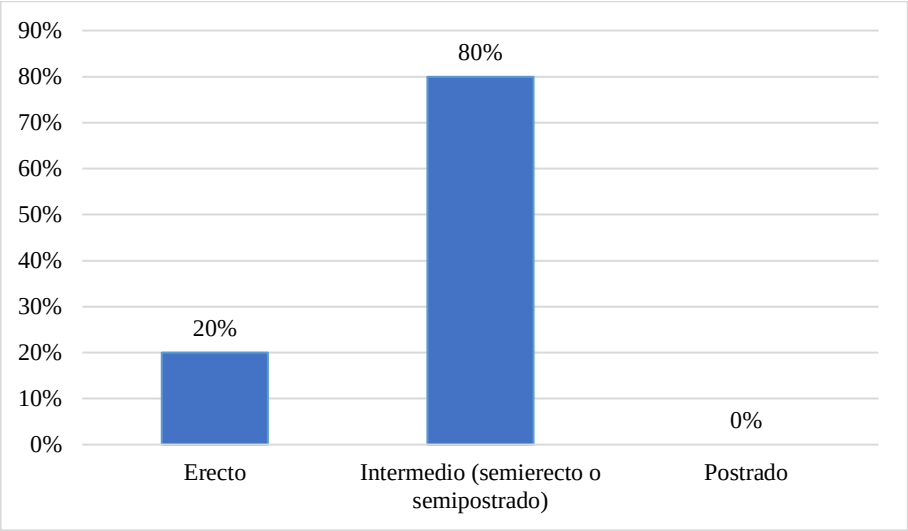
De acuerdo a los resultados de la investigación en relación a la variable vigor de la planta, se observó que el 80% de las accesiones presentaron un vigor regular, seguido de un 20% con vigor malo y finalmente el 0% presentó un vigor bueno.

El vigor de la planta además de ser genético, se puede ver afectado por el tamaño, calidad de la semilla, disponibilidad de nutrientes, humedad del suelo, pudiendo referir en el presente estudio, que las diferentes variedades tuvieron una respuesta adecuada a las diferentes condiciones edafoclimáticas de la zona Laguacoto III, la cual se expresa en su vigor y es una respuesta positiva de las mismas, pese a que la época de siembra estuvo retrasada aproximadamente 20 días.

- **Hábito de crecimiento**

Figura 12

Porcentajes del hábito de crecimiento de la planta de las cinco accesiones de avena



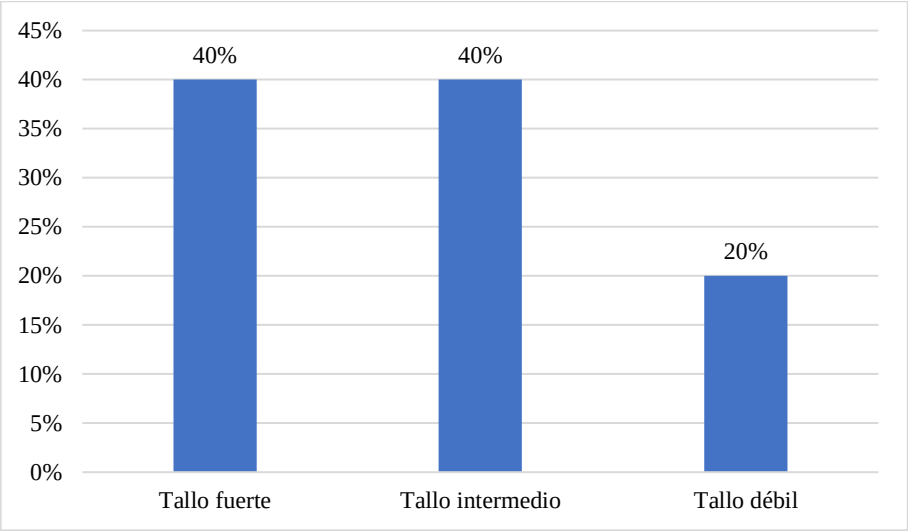
En la variable hábito de crecimiento, se observó que el 80% de las accesiones presentaron un hábito intermedio (semierecto o semipostrado), seguido de un 20% con hábito erecto y finalmente el 0% presentó un hábito postrado.

El hábito del crecimiento está ligado directamente con la constitución genética del germoplasma, viéndose afectado también por la temperatura, precipitación, fotoperiodo, nutrientes del suelo, entre otros. El hábito erecto y semierecto es una de las características genéticas que pueden actuar positivamente en el desarrollo de las prácticas agrícolas como el control de enfermedades y la cosecha (corte) y precisamente este debe haber sido unas de los componentes que el INIAP, los agricultores, tomaron en cuenta para el desarrollo, liberación de las variedades evaluadas.

- **Tipo de paja**

Figura 13

Porcentajes del tipo de paja de la planta de las cinco accesiones de avena



Según los resultados obtenidos en relación a la variable tipo de paja, se observó que el 40% de las accesiones presentaron tallo fuerte e intermedio respectivamente, seguido de un 20% con tallo débil.

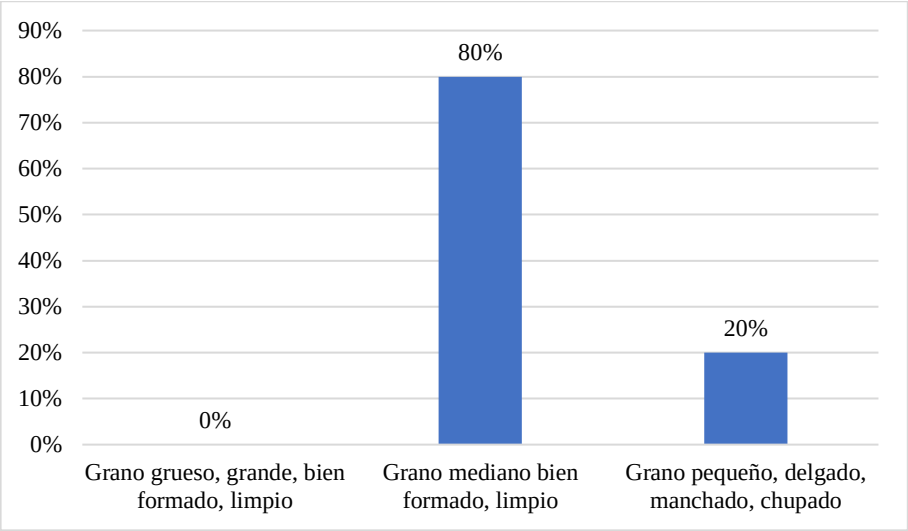
Los factores que pueden influenciar el tipo de paja son; nutrición, condiciones climáticas, densidad de siembra, entre las principales, teniendo en cuenta que como en otros atributos, este está relacionado estrechamente con su condición genética.

Esta característica de los cereales se torna muy importante debido a la presencia de vientos medios y moderados en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, sobre todo en el verano cerca de la cosecha, y al tener un tallo fuerte las plantas pueden resistir de mejor manera condiciones de este tipo y evitar pérdidas por acame de raíz principalmente.

- **Calidad del grano**

Figura 14

Porcentajes de la calidad del grano de las cinco accesiones de avena



En base a los resultados obtenidos en la variable calidad del grano, se observó que el 80% de las accesiones presentaron un grano medio, bien formado, limpio seguido de un 20% un grano pequeño, delgado, manchado, chupado, mientras que el 0% presento un grano grueso, grande, bien formado, limpio.

Este es un factor genético, pero se puede ver influenciado por las precipitaciones, las temperaturas presentes al final del ciclo del cultivo y por la presencia de plagas y enfermedades que se pueden presentar, y desde luego está relacionado estrechamente con la capacidad de la planta para aprovechar, los minerales en su proceso de nutrición, sobre todo en la época del llenado de grano.

La calidad del grano, es importante en sus componentes de tamaño, principalmente cuando enfrentamos el proceso de comercialización del mismo, ya que el mercado prefiere grano grande, grueso y libre de daños, asociándole a una mejor calidad precio. En este sentido las variedades liberadas por el INIAP en su gran mayoría presentan esta característica como positiva.

4.1.3. Reacción de enfermedades foliares

Tabla 2

Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos; ***Puccinia coronata*** *(Hoja) (PCH),* ***Puccinia coronata*** *(Espiga) (PCE),* ***Puccinia graminis*** *(Hoja) (PGH),* ***Puccinia graminis*** *(Tallo) (PGT), Virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV), Severidad (S) e Incidencia de plagas (IP).*

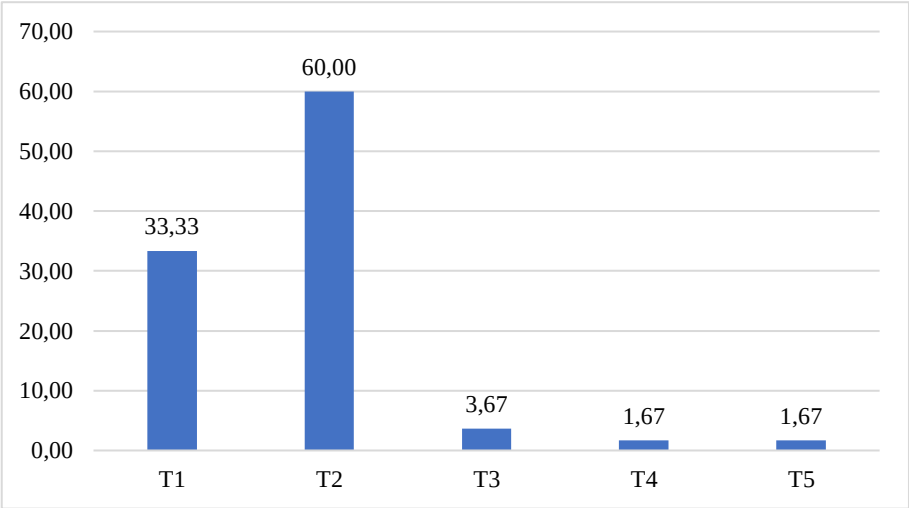
T	PCH (**)		PCE (NS)		PGH (**)		PGT (**)		BYDV (NS)		S (**)		IP (NS)	
T1	33.33	B	0.00	A	0.00	A	0.00	A	7.00	A	5.00	A	26.11	B
T2	60.00	A	0.00	A	60.00	A	60.00	A	7.33	A	40.00	A	80.00	A
T3	3.67	C	0.00	A	0.00	A	0.00	A	7.33	A	5.00	A	16.70	C
T4	1.67	C	0.00	A	0.00	A	0.00	A	7.00	A	5.00	A	16.70	C
T5	1.67	C	0.00	A	0.00	A	0.00	A	7.00	A	1.00	A	7.50	D
M.G	20.07		0.00		12.00		12.00		7.13		11.20		29.39	
C.V (%)	34.01		0.00		0.00		0.00		7.68		0.00		9.52	

Nota: NS = No Significativo, *= Significativo, ** = Altamente significativo al 1%.

- ***Puccinia coronata*** **(Hoja)**

Figura 15

Promedios de la reacción de ***Puccinia coronata*** *(Hoja) en las cinco accesiones de avena*



De acuerdo a los resultados de la investigación en relación a la reacción de ***Puccinia coronata*** en la hoja, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (**), obteniendo una media general de 20.07% y un coeficiente de variación del 34.01%.

El tratamiento T2 (AS-17-001) presenta el más alto promedio con 60.00% determinando así que fue la más susceptible, seguido del T1 (INIAP-82) con 33.33%, T3 (AS-17-002) con 3.67%, mientras que el T4 (AS-11-005) y T5 (INIAP FORTALEZA 2020) registraron el menor promedio con 1.67%.

El INIAP reporta que el 15% de severidad de estas royas causan pérdidas que van desde el 3 a 10% de rendimiento en variedades susceptibles.

- ***Puccinia coronata*** **(Espiga)**

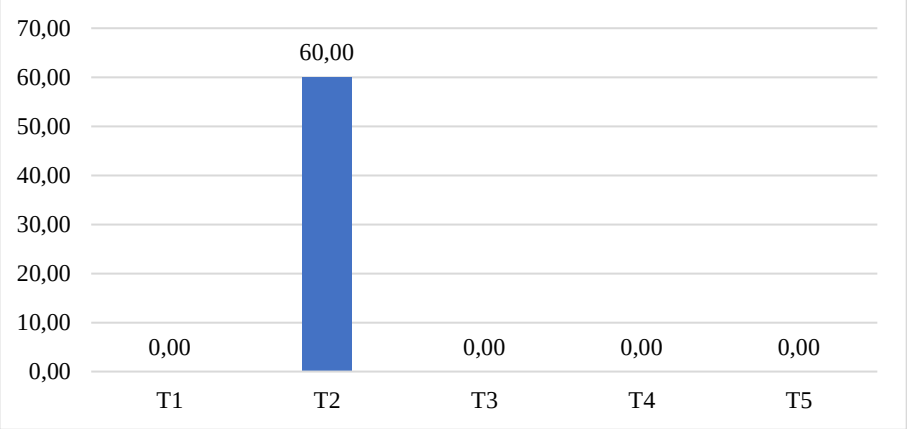
En la presente investigación no hubo presencia de ***Puccinia coronata*** en la espiga, esto debido a que las variedades y las accesiones no son susceptibles a este patógeno.

El bajo índice de esta enfermedad se aduce a la resistencia parcial de la variedad y a las condiciones climáticas adecuadas que se presentaron durante el desarrollo de la investigación.

- ***Puccinia graminis*** **(Hoja)**

Figura 16

Promedios de la reacción de ***Puccinia graminis*** *(Hoja) en las cinco accesiones.*



En base a los resultados obtenidos en la reacción ***Puccinia graminis*** en la hoja, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (**), obteniendo un coeficiente de variación del 0% y una media general de 12%.

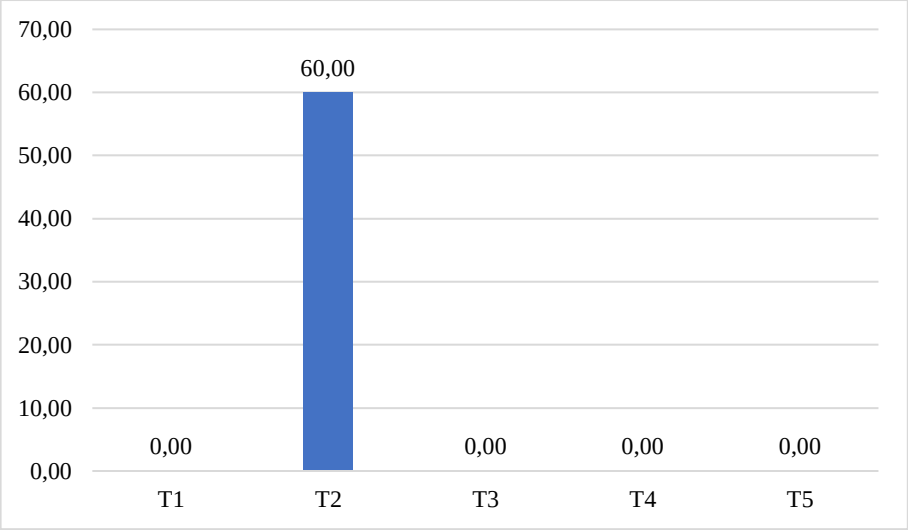
El tratamiento que registro el mayor promedio fue el T3 (AS-17-002) con 60.00%, mientras que el T1 (INIAP-82), T2 (AS-17-001), T4 (AS-11-005) y T5 (INIAP FORTALEZA 2020) con los menores promedios con 0.00% respectivamente, determinando así que son las variables menos susceptibles.

Estas dos enfermedades inciden más en el cultivo y que se pueden presentar desde la etapa de plántula hasta el llenado de grano.

- ***Puccinia graminis*** **(Tallo)**

Figura 17

Promedios de la reacción de ***Puccinia graminis*** *(Tallo) en las cinco accesiones de avena*



Según los resultados obtenidos en relación a la reacción ***Puccinia graminis*** en el tallo, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (**), obteniendo una media general de 12% y un coeficiente de variación del 0%.

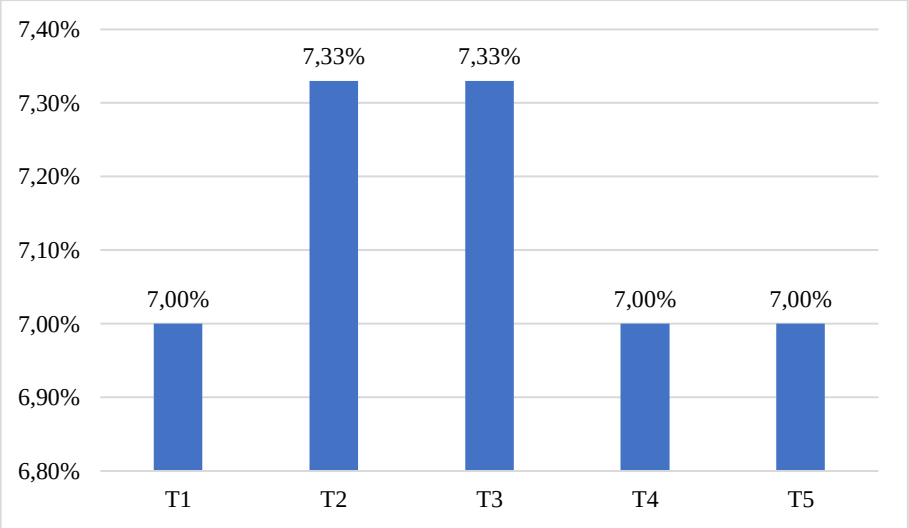
Se puede determinar que el tratamiento que presentó el promedio más alto fue el T2 (AS-17-001) con 60.00%, mientras que los tratamientos T1 (INIAP-82), T3 (AS-17-002), T4 (AS-11-005) y T5 (INIAP FORTALEZA 2020) registraron el menor promedio con 0.00%, determinando así que son las variables menos susceptibles.

Para la evasión de ***Puccinia graminis*** se recomienda utilizar variedades precoces en madurar, ha sido efectivo, además de utilizar variedades tolerantes.

4.1.4. Reacción al virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV)

Figura 18

Promedios de la reacción al BYDV en las cinco accesiones de avena



Según los resultados obtenidos en relación a la reacción al virus del enanismo amarillo de la cebada, no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (NS), obteniendo una media general de 7.13% y un coeficiente de variación del 7.68%.

Los tratamientos que presentaron el promedio más alto fueron el T2 (AS-17-001) y T3 (AS-17-002) con 7.33%, mientras que los tratamientos que registraron el menor promedio fueron T1 (INIAP-82), T4 (AS-11-005) y T5 (INIAP FORTALEZA 2020) con 7.00%.

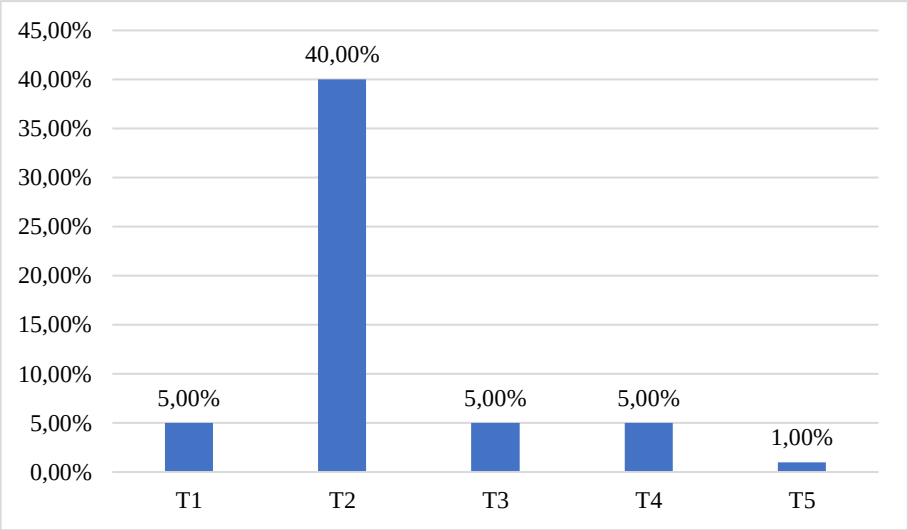
Estos resultados sugieren una uniformidad en la respuesta de las variedades de cebada evaluadas ante la infección por el virus del enanismo amarillo, lo que podría

indicar una similar resistencia genética o una exposición homogénea a las condiciones de infección en el ensayo.

4.1.5. Severidad de enfermedades e incidencia de plagas

Figura 19

Promedios de la severidad de enfermedades en las cinco accesiones de avena



En base a los resultados obtenidos en relación a la severidad de enfermedades, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (**), obteniendo un coeficiente de variación del 0% y una media general de 11.20%.

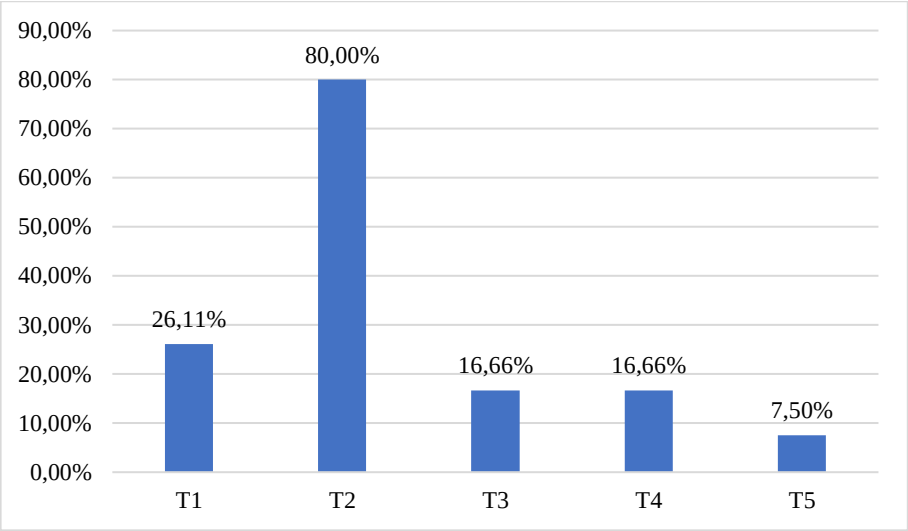
El tratamiento que registro el mayor promedio fue el T2 (AS-17-001), con 40%, seguido de los tratamientos T1 (INIAP-82), T3 (AS-17-002) y T4 (AS-11-005) con 5.00%, mientras que el T5 (INIAP FORTALEZA 2020) obtuvo el menor promedio con 1.00%.

Estos resultados destacan la variabilidad en la susceptibilidad de las variedades de cebada evaluadas a las enfermedades, lo que resalta la importancia de seleccionar materiales con resistencia genética adecuada para garantizar la salud y productividad de los cultivos.

- **Incidencia de plagas**

Figura 20

Promedios de la incidencia de plagas en las cinco accesiones de avena



De acuerdo a los resultados de la investigación en relación a la incidencia de plagas, no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (NS), obteniendo una media general de 29.39% y un coeficiente de variación del 9.52%.

El tratamiento T2 (AS-17-001) presenta el más alto promedio con 80.00% determinando así que fue la más susceptible a plagas, seguido del T1 (INIAP-82) con 26.11%, T3 (AS-17-002) y T4 (AS-11-005) con 16.66%, mientras que el T5 (INIAP FORTALEZA 2020) registró el menor promedio con 7.50%.

Estos resultados sugieren una variabilidad en la resistencia de las variedades de cebada evaluadas frente a las plagas, lo que destaca la importancia de considerar este factor al seleccionar germoplasma para la siembra, así como implementar estrategias de manejo integrado de plagas para minimizar su impacto en los cultivos.

4.1.6. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 3

Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes que presentaron una significancia estadística positiva o negativa con la variable dependiente

Componentes del rendimiento (variables independientes (Xs)	Coeficiente de correlación "r"	Coeficiente de regresión "b"	Coeficiente de determinación R^2
Días al espigamiento	-0.7813 **	-116.25	61.05%
Reacción a enfermedades de la espiga	-0.7730 **	-152.63	59.75%
Días a la cosecha	-0.7730 **	-171.71	59.75%
Número de granos por panoja	0.9757 **	42.69	95.20%
Peso hectolítrico	0.6903 **	50.85	47.65%

Nota: **= Altamente significativo, *= Significativo, NS= No significativo.

- **Correlación "r"**

En la presente investigación se determinó una correlación positiva altamente significativa entre las variables; Número de granos por panoja (NGP), Peso hectolítrico (PH); una correlación negativa altamente significativa con las variables: Días al espigamiento (DE), Reacción a enfermedades de la espiga (RE), Días a la cosecha (DC).

- **Regresión "b"**

En esta investigación los componentes que aumentaron el rendimiento fueron; Número de granos por espiga (NGE), Peso hectolítrico (PH).

- **Coeficiente de determinación (R^2)**

El 95.20% del incremento del rendimiento de las accesiones y variedades de avena, se produjo por los altos promedios obtenidos en la variable número de granos por panoja.

Asimismo, el 47.65% del incremento del rendimiento de las accesiones y variedades de avena, se produjo por los altos promedios obtenidos en la variable peso hectolítrico.

4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Luego de finalizar la investigación de campo y analizar los resultados en relación con la hipótesis planteada, se ha logrado demostrar la presencia de diferencias estadísticas altamente significativas (**) entre los tratamientos. Esto significa que se observaron diferencias tanto en las variables cualitativas como cuantitativas evaluadas (porcentaje de emergencia en el campo, días al espigamiento, reacción a enfermedades en la panoja, días a la cosecha, número de granos por panoja, rendimiento en kg/ha, peso de campo por parcela, peso hectolítrico), evidenciando la existencia de una interacción significativa entre el genotipo y el ambiente en el cultivo de avena.

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, la cual establece que “La respuesta productiva del cultivo de avena, depende de la accesión y de su interacción genotipo - ambiente”.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- El 40% de las accesiones presentaron un tallo fuerte e intermedio respectivamente y el 20% un tallo débil, mientras que en el componente calidad del grano, el 80% de las variedades presentaron un grano medio, bien formado, limpio, el 20% un grano pequeño, delgado, manchado, chupado y el 0% un grano grueso, grande, bien formado, limpio

- Con respecto a la reacción a enfermedades en la panoja, se concluye que las variedades INIAP-82, AS-17-002, AS-11-005 e INIAP-FORTALEZA 2020 presentaron resistencia a ***Fusarium spp***., mientras que la línea AS-17-001 fue susceptible a la misma. Asimismo, se puede notar que la línea AS-17-001 es susceptible a ***Puccinia coronata*** en la hoja, ***Puccinia graminis*** en la hoja y el tallo, a diferencia de las demás accesiones que presentaron una resistencia y/o tolerancia a las mismas.

- En relación al peso hectolítrico se determinó que el tratamiento que presentó el promedio más alto fue el T3 (AS-17-002) con 46.51 kg/hl, mientras que el T2 (AS-17-001) registró el menor promedio con 22.57 kg/hl.

- Las cinco accesiones presentaron rendimientos diferentes y relativamente bajos, en donde el tratamiento que registro el mayor promedio fue el T5 (INIAP-FORTALEZA 2020) con 2713.40 kg/ha, y al T2 (AS-17-001) con el menor promedio con 1136.20 kg/ha, indicando que la variedad INIAP-FORTALEZA 2020 tuvo el mayor rendimiento debido a que esta tiene un amplio rango de adaptación.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir realizando evaluaciones en otras zonas agroecológicas de la provincia para así obtener más información sobre el comportamiento de estas accesiones de avena, lo que permitirá a futuro poder liberar una nueva variedad que sea apta para el consumo y comercialización de nuestros productores.

- Para la zona agroecológica de Laguacoto se recomienda utilizar la variedad INIAP FORTALEZA 2020, debido que tiene un buen rendimiento y es resistente a las enfermedades.

- Se sugiere continuar con la evaluación de las accesiones de avena, dando prioridad a las representativas en este estudio. Es recomendable experimentar con distintos métodos de fertilización y nutrición para el cultivo, con el objetivo de optimizar su rendimiento y calidad; y además incluir protocolos para control de plagas y enfermedades.

BIBLIOGRAFÍA

AEFA. (2021). Muriato de potasio. Obtenido de https://aefa-agronutrientes.org/muriato-de-potasio

AgroEs. (2023). Oídio de los cereales, Blumeria, *Erysiphe graminis* DC., descripción, daños y control integrado. Obtenido de https://n9.cl/tkftp

AGROMAR. (2022). Cultivo de la avena. Obtenido de https://n9.cl/0xsnj

AGROSAVIA. (2022). Cultivo y ensilaje de avena (Avena sativa L.) en el trópico alto del departamento de Nariño. Obtenido de Mosquera - Colombia: https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/download/245/226/1531-1?inline=1

Agroscopio. (2014). Agroscopio. Obtenido de https://n9.cl/t7uwe

AgroSense. (2022). *Adiós a las plagas de chapulines, gallina ciega y otros*. Obtenido de https://n9.cl/n23z9

Alba, F. (2019). Pastos y forrajes. Obtenido de https://n9.cl/h1pyb

Altieri, M. (2002). Bases científicas para una agricultura sostennible. Bases científicas para una agricultura sostennible. Guaiba, Brasil: Agropecuaria.

Aproavena. (2022). Propiedades de la avena. Obtenido de https://aproavena.cl/la-avena/

Arias, N., Echarte, P., & Sánchez, L. (2020). Fertilización del cereal de invierno: recomendaciones de fósforo y potasio. Obtenido de file:///D:/ARCHIVOS/Downloads/611_FertilizacionFosfopotasica__257.pdf

Betrán, E., Mingote, P., Pérez, J., Aguado, A., Perdiguer, A., López, A., & González, V. (2019). Enfermedad de los cereales de invierno. Obtenido de https://www.aragon.es/documents/20127/674325/agma_cscv_itecnica_cerealesinvierno_2017.pdf/00f0c85a-1593-24b2-1083-0af565fd3cde

BRANDT Europe. (2022). La importancia del fósforo en la agricultura: nutrientes esenciales. Obtenido de https://n9.cl/t1jox3

Carrillo, J. M. (2022). La adaptación al ambiente y los estreses abióticos en la mejora vegetal (Resistencia al encamado*)*. Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de https://n9.cl/lbxi6

Cazares, M. (2022). El cultivo de la Avena *(Avena sativa L.)*. Universidad Autonoma Agraria "Antonio Narro". Obtenido de https://n9.cl/ndqiq

Cherlinka, V. (2022). Deficiencia de nitrógeno en las Plantas*:* Cómo Repararlo. Obtenido de https://eos.com/es/blog/deficiencia-de-nitrogeno-en-las-plantas/

CORPOICA. (2019). Preparación del suelo y elaboración de drenajes. Obtenido de https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_4/mod_virtuales/modulo1/tema_21.html

Demanet, R. (2022). Especies suplementarias. Obtenido de https://n9.cl/6q0tn

Días, T. (2023). *Avena sativa*. Obtenido de https://ninos.kiddle.co/Avena_sativa

Díaz, J. (2021). Efecto del Calcio en el cultivo de Sandía *(Citrullus lanatus)* y su impacto en el rendimiento. Obtenido de https://n9.cl/768et1

Dughetti, A. (2019). Pulgones clave para identificar las formas ápteras que atacan a los cereales. Obtenido de https://n9.cl/kdoxj

EL MERCURIO. (2020). Estación Experimental del Austro del INIAP libera nuevo tipo de avena que soporta sequías . Obtenido de https://n9.cl/fa0p3o

EUMED. (2022). Nivelación de terrenos para riego. Obtenido de https://n9.cl/1vwu1

EXIMGRO. (2020). El Fosfato Diamónico: ¿Qué es?. Obtenido de https://n9.cl/ocmbe3

FAUBA. (2019). Roya de la hoja de la Avena *(Puccinia coronata f.sp.* avenae*)*. Obtenido de https://n9.cl/igopza

Filippi, D. R. (2022). Avena (Avena sativa L.). Manual de cultivos suplementarios. Cap 1.

Fontanetto, H., Keller, O., Garía, F., & Ciampitti, I. (2023). Fertilización nitrogenada en avena. Obtenido de http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/F5322BC9A2200D108525799500775AB1/$FILE/6.pdf

Fuentes, G. (2020). *INIAP-82 Nueva variedad de avena doble propósito*. Obtenido de https://n9.cl/4ciik

García, D., & Maguana, J. (2020). Optimización del rendimiento de Avena *(Avena sativa* L. variedad INIAP-82*)* bajo tres niveles de encalado en la granja Irquis. Universidad de Cuenca. Obtenido de https://n9.cl/u522p

GardenTech. (2023). Los Saltamontes. Obtenido de https://n9.cl/h436au

Garófalo, Ponce & Abad. (2011). Programas de cereales estación experimental santa catalina. INIAP. ECUADOR.

Gonzalez, K. (2020). Ficha Técnica Avena Forrajera *(Avena sativa)*. Obtenido de https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo-de-clima-frio/avena-forrajera/#Origen_y_descripcion_de_la_Avena_Forrajera

González, P. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. Obtenido de https://n9.cl/3nz4x

Hernandez, A. (2019). Evaluación de rendimiento de grano y contenido de β-glucanos en variedades de avena de valles altos. Universidad Autónoma del Estado de México. Obtenido de https://n9.cl/o0hgj

Hinostroza, N., Nestares, E. (2007). INIAP. Obtenido de https://n9.cl/6sebg7

Infoagro. (2020). Industria de los cereales. El cultivo de la Avena. Obtenido de https://infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.htm

INIAP. (2019). Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador. Obtenido de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4029/1/iniapscm10.pdf

INIAP. (2020). Nueva variedad de avena doble proposito para la Sierra Sur ecuatoriana INIAP FORTALEZA 2020. Obtenido de https://n9.cl/dpdxg

INIAP. (2021). "INIAP-82": Nueva variedad de avena de doble proposito. Obtenido de https://n9.cl/j3tyq5

INIFAP. (2015). Tecnología de producción de avena forrajera de riego en el Altiplano Potosino. Obtenido de https://n9.cl/bd3jy

Inostroza, J., & Méndez, P. (2023). Preparación del suelo. Obtenido de https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7275/NR36478.pdf?sequence=8&isAllowed=y

INTAGRI. (2019). Importancia del Azufre (S) en las Plantas. Obtenido de https://n9.cl/53e3l

Jiménez Merino, C. C. (2020). Nueva variedad de avena de doble propósito para la Sierra Sur ecuatoriana INIAP - FORTALEZA 2020. Obtenido de http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5732

Kelly, W. (2017). Eos Data Analytics. Obtenido de https://eos.com/es/blog/cultivo-de-avena/

Leonard, W., & Martin, j. (2020). Cereales - Avenas. Obtenido de https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/avena.htm

López, A. (2021). Respuesta del cultivo de Avena forrajera a la aplicación de lixiviados de lombricomposta. Universidad Nacional Autonóma de México : http://132.248.9.195/ptd2016/abril/0743732/0743732.pdf

MICOEX. (2020). Ustilago avenae. Obtenido de https://n9.cl/4dcqt

Morales, E., Rubí, M., López, J., Martínez, Á., & Morales, E. (2021). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000801875

Mourelos, C. (2022). Fusariosis de la espiga del trigo : dinámica del inóculo de Fusarium graminearum ante un manejo sustentable. Obtenido de https://ridaa.unq.edu.ar/bitstream/handle/20.500.11807/579/TD_2015_mourelos_007.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20fusariosis%20de%20la%20espiga,teleomorfo%20Gibberella%20zeae%20(Schwein.)

Orchardson, E. (2020). El nitrógeno en la agricultura. Obtenido de https://www.monografias.com/trabajos29/reinos-vivientes/reinos-vivientes

Perez, T. (2019). Enfermedades de cereales de invierno: Las Royas. Obtenido de https://borauhermanos.com/enfermedades-de-cereales-de-invierno-las-royas/#:~:text=Roya%20del%20tallo%20o%20roya,mayormente%20en%20tallos%20y%20vainas.

Pinchao, O. (2019). “Evaluación de lineas diferenciales para roya Puccinia spp.) en el cultivo de avena, trigo y cebada, en la granja experimental La Pradera-Imbabura. Obtenido de https://n9.cl/aun72x

PROAIN. (2020). Requerimentos nutrimentales del cultivo de avena. Obtenido de https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/requerimientos-nutrimentales-del-cultivo-de-avena

PROMIX. (2023). La función del magnesio en el cultivo de plantas. Obtenido de https://n9.cl/tqbii

Quaker. (2022). ¿Qué es la avena? Todo lo que necesitas saber sobre este super grano. Obtenido de https://n9.cl/sn1oy

Robledo, J. (2019). Los secretos de la avena: el alimento perfecto. Obtenido de https://as.com/deporteyvida/2017/06/17/portada/1497697455_889282.html

Rodríguez, F. (2022). Sustancias Húmicas: Origen, Caracterización Y Uso En La Agricultura. Obtenido de https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/acidos-humicos-fulvicos-nutricion-vegetal

Rodríguez, S., Salgado, O., García, G., Cervantes, F., Figueroa, M., & Mendoza, M. (2020). Fertilización química y orgánica en avena: rendimiento y calidad de la semilla. Redalyc. Obtenido de https://n9.cl/e078h

SAGARPA. (2019). Requerimiento agroecológicos de cultivos. Obtenido de https://n9.cl/quy25

Sela, G. (2019). El nitrógeno en las plantas. Obtenido de https://n9.cl/e1z7wn

SIMACO. (2022). Sulfato de potasio y magnesio. Obtenido de https://n9.cl/jb8if

SINAVIMO. (2019). Cultivo de *Avena sativa*. Obtenido de https://n9.cl/6ifpv

TRIDGE. (2021). Producción de Avena. Obtenido de https://n9.cl/thtghr

Valenzuela, M. (2019). Estudio de las metodologías para el analisis comercial de la avena para consumo humano. Obtenido de https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/Informe-Final-Avena-para-consumo-humano.pdf

Villalba, J. (2023). Evaluación de las lineas diferenciales de Avena sativa frente a Puccinia Graminis f.sp y Puccinia Coronata f.sp en el sector de Querochaca. Univesidad Técnica de Ambato:. Obtenido de https://n9.cl/0pv7e

VYR. (2022). Riego eficiente. Obtenido de https://n9.cl/xs3q2

Wiersema, J. H. (2019). Germplasm Resources Information Network. Obtenido de www.ars-grin.gov/npgs/tax.

Winfield, K. (2019). Eos Data Analytics. Obtenido de https://eos.com/es/blog/cultivo-de-avena/

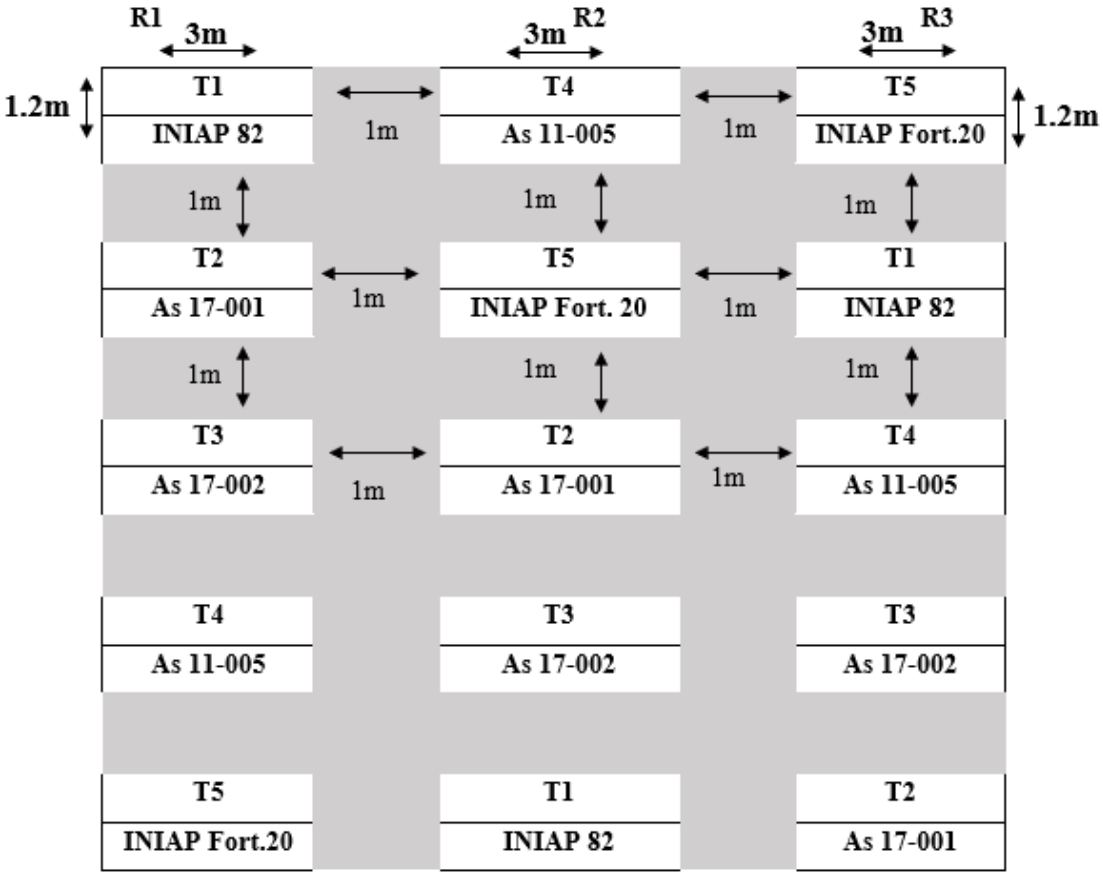
ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación





Anexo 2. Croquis del ensayo



Área total: 102 m^2

Parcela neta: 3.6 m2

Anexo 3. Base de datos

1: Repetición

2: Tratamiento

PEC: Porcentaje de emergencia en el campo

NP: Número de plantas por metro cuadrado.

VP: Vigor de la planta

HC: Hábito de crecimiento

DE: Días al espigamiento

PCH: Puccinia coronata (Hoja)

PCE: Puccinia coronata (Espiga)

PGH: Puccinia graminis (Hoja)

PGT: Puccinia graminis (Tallo)

AP: Altura de la planta

DC: Días a la cosecha

REP: Reacción a enfermedades de la panoja ***(Fusarium spp.)***

TP: Tipo de paja

NGP: Números de grano por Panoja

PCP: Peso de campo por parcela

RKG: Rendimiento en Kg/ha

PH: Peso Hectolítrico

CG: Calidad de grano

R	T	PEC	NP	VP	HC	DE	PCH	PCE	PGH	PGT	AP	DC	REE	TP	NGP	RG	RKG	PH	CG	BYDV	S	I
1	1	60	180	4	2	82	30	0	0	0	1.05	167	0	1	56	0.92	2595.33	47.93	2	6.00	5.00	33.33
1	2	50	160	3	1	95	60	0	60	60	1.07	175	9	3	30	0.46	1240.64	23.56	3	7.00	40.00	80.00
1	3	40	148	4	2	89	5	0	0	0	1.01	167	0	2	41	0.67	1909.66	47.93	2	6.00	5.00	16.66
1	4	50	200	3	2	84	0	0	0	0	0.99	167	0	2	75	1.13	3193.16	44.87	2	6.00	5.00	16.66
1	5	50	88	3	2	84	0	0	0	0	1.11	166	0	1	72	1.12	3184.66	42.74	2	6.00	1.00	7.50
2	1	50	180	4	2	83	20	0	0	0	1.17	168	0	1	62	1.01	2864.49	43.27	2	8.00	5.00	22.50
2	2	60	140	5	1	96	60	0	60	60	0.76	174	9	3	25	0.40	1119.64	22.57	3	7.00	40.00	80.00
2	3	50	136	4	2	88	5	0	0	0	1	166	0	2	48	0.89	2507.49	42.47	2	8.00	5.00	16.66
2	4	70	100	3	2	85	0	0	0	0	0.96	166	0	2	37	0.54	1524.33	49.75	2	7.00	5.00	16.66
2	5	70	128	5	2	85	0	0	0	0	1.06	167	0	1	70	1.07	3031.66	48.5	2	7.00	1.00	7.50
3	1	70	200	4	2	84	50	0	0	0	1.06	166	0	1	46	0.83	2340.33	46.61	2	7.00	5.00	22.50
3	2	60	160	5	1	97	60	0	60	60	0.74	176	9	3	19	0.38	1048.27	21.57	3	8.00	40.00	80.00
3	3	50	244	4	2	87	1	0	0	0	1.04	165	0	2	52	0.89	2530.16	49.12	2	8.00	5.00	16.66
3	4	70	116	3	2	86	5	0	0	0	1.03	165	0	2	50	0.89	2513.16	44.58	2	8.00	5.00	16.66
3	5	70	176	3	2	83	5	0	0	0	0.93	165	0	1	43	0.68	1923.83	44.55	2	8.00	1.00	7.50

Anexo 4. Fotografías





Preparación y medición del terreno





Cultivo de avena establecido

Vigor y hábito de crecimiento





Reacción a enfermedades

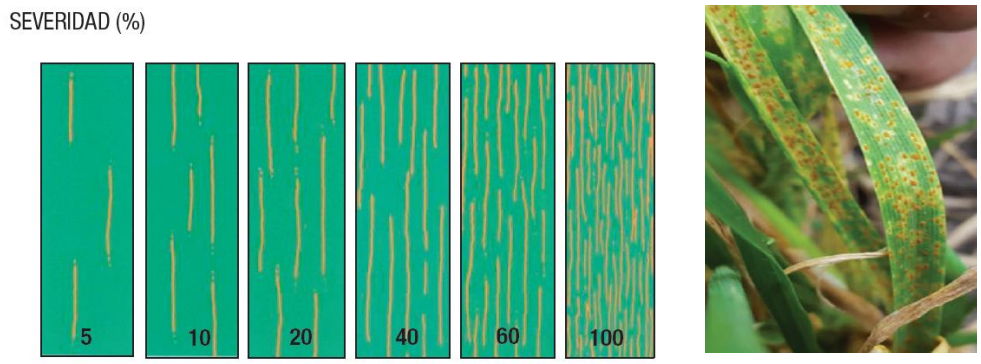
foliares



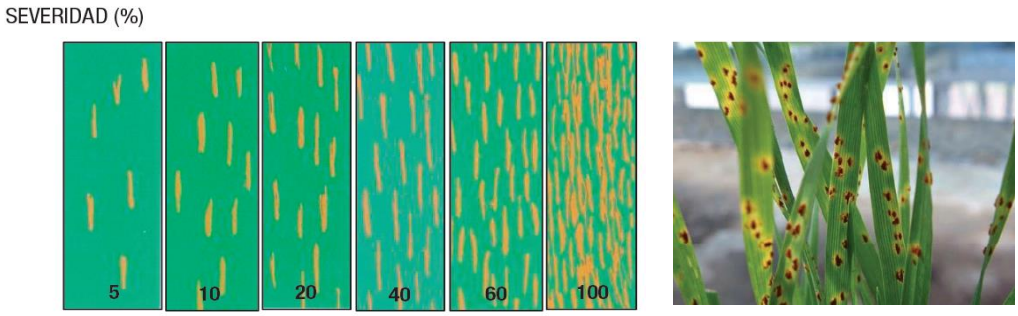


Días al espigamiento

Visita del equipo del INIAP



Escala para evaluar ***(Puccinia coronata)***



Escala para evaluar ***(Puccinia graminis)***



Colocación de carteles y etiquetas en cada parcela.



Visita de campo



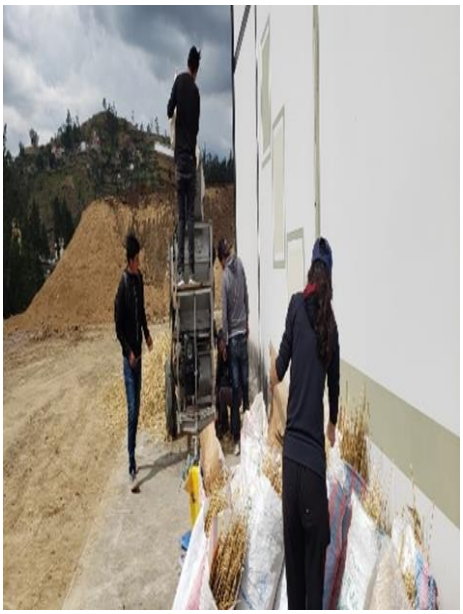
Visita de campo



Cultivo de avena listo para la cosecha



Cosecha de la avena



Trillada de la avena

Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Accesión: Unidad de conservación que comprende semillas o plantas, que se identifica con un código alfanumérico, y que lo distingue del resto en un banco de germoplasma.

Agalla: Crecimiento anormal o protuberancias de tejido vegetal o parasítico, generalmente causado por organismos patógenos, nemátodos o insectos.

Aglutinarse: Fundirse, fusionarse, juntarse.

Alogamia: Mecanismo de polinización cruzada natural de algunas especies cultivadas que permite y conserva la variabilidad genética.

Banco de germoplasma: Instalación dedicada a la conservación y gestión de los recursos fitogenéticos de un cultivo.

Cariópside: Es un tipo de fruto simple, similar al aquenio, formado a partir de un único carpelo, seco e indehiscente.

Clorosis: Color amarillo o blancuzco de tejido vegetal normalmente verde.

Coleorriza: Vaina cerrada del embrión de las semillas en monocotiledóneas que encierra a la radícula.

Conidios: Son esporas asexuales que a menudo están pigmentadas y son resistentes a la desecación.

Elongación: Los vegetales crecen mediante procesos dos consecutivos de división y elongación celular. Por división no se consigue un aumento de volumen sino solo un aumento en el número de células y es la elongación celular la responsable del aumento en tamaño del vegetal.

Equilateral: Viene del latín equilateralis y significa "de lados de igual medida". Sus componentes léxicos son: aequus (igual, llano, justo, equilibrado, equitativo), latus (lado), más el sufijo -al (relativo a). Ver: sufijos, otras raíces latinas, equilátero.

Escutelo: Cotiledón de forma elíptica que se encuentra en contacto con el endospermo en el embrión de las Gramíneas.

Floración: Fenómeno por el cual la yema floral se desarrolla, formándose la flor.

Forraje: Constituyen una parte importante de la alimentación animal. Forman este grupo de vegetales plantas herbáceas, anuales o plurianuales, gramíneas o leguminosas, cuyo aprovechamiento ganadero se puede realizar directamente

mediante pastoreo, o derivando la producción mediante la práctica agrícola de la siega.

Genotipo: El genotipo se refiere a la información genética que posee un organismo en particular, en forma de ADN.

Fenotipo: El fenotipo se refiere a los rasgos observables de una persona, como la estatura, el color de ojos y el grupo sanguíneo.

Inflorescencia: Las flores pueden originarse de forma solitaria en el extremo de los tallos principales (terminales) o en extremo de cortos tallos laterales que se originan en las axilas de las hojas o se disponen de forma opuesta a ellas.

Lámina foliar: Se llama limbo foliar a la lámina que comúnmente forma parte de la anatomía de una hoja.

Lígula: Pequeña saliente membranosa que se observa en las hojas de las Gramíneas; entre la lámina y la vaina.

Mesocótilo: Es una estructura tubular, de color blanco y semejante a un tallo, característica del embrión de las gramíneas, que aparece a continuación del coleóptilo durante la germinación de la semilla.

Micoplasma: Organismo unicelulares más pequeños que las bacterias, de tamaño variable, cuyas células no tienen membrana rígida.

Panícula: Es una inflorescencia racimosa compuesta de racimos que van decreciendo de tamaño hacia el ápice.

Pedúnculo: Es la rama o rabillo que sostiene la flor solitaria o inflorescencia de una planta.

Plúmula: Pequeño brote de una planta, que durante la germinación proporcionará el tallo y las hojas.

Producción: Mide aquello que una empresa ha producido ya sea en forma de bienes o servicios.

Productividad: Mide la eficiencia en la cual se puede incluir la propia producción total de la empresa.

Raquis: En las hojas compuestas eje en el que se insertan los foliolos; eje principal de la inflorescencia de las gramíneas *(Gramineae*).

Semovientes: Es un término jurídico que se refiere a aquella parte del patrimonio del sujeto del derecho, o un componente del mismo, que es capaz de moverse por

sí solo. La condición de semovientes la representan los animales en producción económica, en definitiva, lo que son las cabezas de ganado.

Urediosporas: Esporas generadas a partir de la mitosis de micelio dicariótico y que son típicamente repetitivas, dando lugar a nuevas uredosporas o teliosporas.