

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA PRODUCCIÓN DE AVENA
FORRAJERA VARIEDAD INIA 908 MELLICERA (*Avena sativa* L.) EN
K'AYRA, SAN JERONIMO – CUSCO**

PRESENTADA POR:

Br. ROXANA CARLOS ROSALES

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

Asesor:

DRA. CATALINA JIMÉNEZ AGUILAR

**CUSCO – PERÚ
2025**

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: «MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA PRODUCCIÓN DE AVENA FORRAJERA VARIEDAD INIA 908 MELLICERA (Avena sativa L.) EN K'AYRA, SAN JERÓNIMO - CUSCO»

Presentado por: ROXANA CARLOS ROSALES DNI N° 72884537

presentado por: — DNI N°: —

Para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO AGRÓNOMO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 1 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 29 de Mayo de 2025



Firma

Post firma CATALINA JIMÉNEZ AGUILAR

Nro. de DNI 23936715

ORCID del Asesor 0000-0002-1813-7756

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 272592463133467

TESIS ROXANA CARLOS ROSALES.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:old:::27259:463133467

122 Páginas

Fecha de entrega

29 may 2025, 1:09 p.m. GMT-5

26.016 Palabras

Fecha de descarga

29 may 2025, 1:12 p.m. GMT-5

134.701 Caracteres

Nombre de archivo

TESIS ROXANA CARLOS ROSALES.pdf

Tamaño de archivo

2.0 MB

1% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (less than 10 words)
- Submitted works
- Internet sources
- Crossref posted content database

Top Sources

- 0%  Internet sources
- 1%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

1 Integrity Flag for Review



Hidden Text

2071 suspect characters on 36 pages

Text is altered to blend into the white background of the document.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	5
RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	8
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	9
1.1. Identificación del problema objeto de investigación.....	9
1.2.1 Problema general	9
1.2.2 Problemas específicos.....	9
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	10
2.1 Objetivos.....	10
2.1.1. Objetivo general.....	10
2.1.2. Objetivos específicos	10
2.2. Justificación	11
III. HIPÓTESIS.....	12
3.1. Hipótesis general.....	12
3.2. Hipótesis específicas	12
IV. MARCO TEÓRICO	13
4.1. Antecedentes de la investigación	13
4.1.1. Antecedente internacional	13
4.1.2. Antecedente nacional	13
4.1.3. Antecedente regional.....	15
4.2. Bases teóricas	16
4.2.1. Microorganismos eficientes	16
4.2.1.1. Componentes	17
4.2.1.1.1. Grupos microbianos.....	17
4.2.1.2. Clasificación	19
4.2.1.3. Modos de acción.....	19
4.2.1.4. Importancia de los ME en la agricultura.....	21
4.2.1.5. Aplicaciones agrícolas	22
4.2.2. Microorganismos eficientes utilizados en la investigación	22
4.2.3. Origen y distribución de la avena.....	26
4.2.4. Posición taxonómica.....	27
4.2.5. Descripción morfológica.....	27
▪ Raíz.....	27

▪ Hojas.....	28
▪ Tallo	28
▪ Macollos.....	29
▪ Flor.....	30
▪ Inflorescencia.....	30
▪ Fruto	31
4.2.6. Requerimientos climáticos	31
▪ Temperatura	31
▪ Fenología del cultivo.....	32
▪ Suelo.....	33
▪ Precipitación pluvial	34
▪ Radiación solar	34
▪ pH (nivel de acidez)	34
4.2.7. Prácticas de cultivo.....	34
▪ Preparación de suelo	34
▪ Siembra	35
▪ Riego	35
▪ Control de malezas.....	36
▪ Cosecha.....	36
4.2.8. Aporte de nutrientes en el cultivo.....	38
▪ Nitrógeno	38
▪ Fósforo.....	39
▪ Potasio.....	40
4.2.9. Rendimiento.....	40
4.2.10. Principales plagas.....	42
4.2.11. Principales enfermedades.....	43
4.3. Definición de términos	44
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
5.1. Aspectos generales de la investigación	47
5.1.1. Tipo de investigación	47
5.1.2. Ubicación del campo experimental	47
5.1.2.1. Ubicación política.....	47
5.1.2.2. Ubicación geográfica	47
5.1.2.3. Ubicación hidrográfica	47
5.1.2.4. Ubicación temporal.....	47

5.1.2.5. Zona de vida del campo experimental	48
5.2. Materiales	48
5.3. Métodos	50
5.3.1. Diseño experimental.....	50
5.3.2. Características del campo experimental	50
5.3.3. Tratamientos	52
5.4. Conducción del cultivo	57
5.4.1. Preparación del terreno	57
5.4.2. Preparación de bloques	58
5.4.3. Trazo y replanteo del campo experimental	59
5.4.4. Selección y tratamiento de semilla	59
5.4.5. Aplicación de microorganismos eficientes	60
5.4.6. Siembra	61
5.4.7. Riego	61
5.4.8. Control de malezas	62
5.4.9. Control fitosanitario	63
5.4.10. Cosecha	64
5.5. Evaluaciones	65
5.5.1. Evaluación para el primer objetivo específico	65
5.5.2. Evaluación para el segundo objetivo específico	66
5.5.3. Evaluación para el tercer objetivo específico	69
5.6. Operacionalización de variables	70
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	71
6.1.1. Rendimiento en forraje fresco	71
6.1.2. Rendimiento en forraje seco	73
6.2.2. Longitud de lámina foliar	76
6.2.3. Número de hojas por planta.....	78
6.2.4. Número de macollos por planta	79
6.2.5. Número de nudos por planta	81
VII. CONCLUSIONES	85
7.1. Conclusiones	85
8.1. Sugerencias.....	87
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	88

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIAS

A mis padres Francisco Carlos Quispe y Ana María Rosales Huallpa, por haberme dado la vida y formado como la persona que soy, por su paciencia y sus consejos que fueron pilares fundamentales para mi formación profesional.

A mis hermanos Jhon, Kelvin, Noel y Franklin por haberme apoyado y brindado fortaleza en los momentos difíciles.

A toda mi familia que de alguna manera u otra contribuyeron en este trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a Dios, por haberme guiado a lo largo de mi carrera profesional y por permitirme llegar a esta etapa de mi vida profesional.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Agronomía y Zootecnia, a la escuela Profesional de Agronomía, por haberme permitido formarme en sus aulas y a los docentes por los conocimientos transmitidos en todo trayecto de mi formación profesional.

A mi asesora Dra. Catalina Jiménez Aguilar, por su paciencia y guía en todo el proceso de la ejecución del presente trabajo de investigación.

Agradecer a todos mis amigos(as) por el apoyo brindado, que formaron parte de este trabajo de investigación.

RESUMEN

La presente investigación titulado “MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA PRODUCCIÓN DE AVENA FORRAJERA (*Avena sativa* L.), EN K'AYRA, SAN JERONIMO – CUSCO”, se desarrolló en el periodo de diciembre del 2023 a abril del 2024, en el Centro Agronómico K'ayra, del distrito de San Jerónimo, provincia de Cusco y región Cusco.

El planteamiento general del objetivo fue: Evaluar el efecto de microorganismos eficientes en la producción de avena 908 INIA- Mellicera, en el rendimiento del cultivo, las características agronómicas y el índice de cosecha, los tratamientos se distribuyeron según el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA), haciendo uso de 4 bloques y 4 repeticiones, con un total de 16 unidades experimentales. Los resultados obtenidos se procesaron utilizando el análisis de varianza y la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 95% y 99% de confianza.

Los rendimientos obtenidos determinaron que, según los resultados expuestos, el T3- Effectbio SC (150 ml/ha) registro el máximo rendimiento en forraje fresco con 42.98 t/ha, mientras que el T1- Effectbio SC (350 ml/ha) registro el mínimo rendimiento con 41.35 t/ha. Para rendimiento en forraje seco el T2-Effectbio SC (250 ml/ha) registro el máximo rendimiento con 15.04 t/ha, mientras que el T3- Effectbio SC (150 ml/ha) registro el mínimo rendimiento con 12.63 t/ha., con respecto a los demás tratamientos, sin embargo, los tratamientos mostraron promedios estadísticamente iguales al 99% de confianza y no existieron diferencias significativas.

Las características agronómicas del cultivo de avena 908 INIA- Mellicera expresados como altura de planta, el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) registro la máxima altura con 1.09 m., mientras que el T4-Testigo, registro la mínima altura con 0.98m., para longitud de lámina foliar, el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) y el T3- Effectbio SC (150 ml/ha) registraron la máxima longitud con 0.22m., mientras que el T2- Effectbio SC (250 ml/ha), registro la mínima longitud de lámina foliar con 0.20m., para número de hojas por planta, el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) registro su máximo número con 5.10 hojas, mientras que el T4-Testigo, registro el mínimo

número con 4.80 hojas, para número de macollos por planta, el T3-Effectbio SC (150 ml/ha) registro su máximo número con 7.15 macollos, mientras que el T1-Effectbio SC (350 ml/ha), registro el mínimo número con 6.68 macollos, finalmente para número de nudos por planta, el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) y el T3-Effectbio SC (150 ml/ha) registraron el máximo número con 5.05 nudos, mientras que el T4-Testigo, registro el mínimo número con 4.83 nudos por planta, sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas con el resto de tratamientos comparados.

El índice de espigado expresado no se ve afectado por el uso de microorganismos eficientes al suelo y al cultivo en la investigación ejecutada, debido a que al 95% y 99% de confianza no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, donde se pudo observar que, el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) y el T2-Effectbio SC (250 ml/ha) registraron el máximo inicio de cosecha con 64.05 días, mientras que el T3-Effectbio SC (150 ml/ha), registro el mínimo inicio de cosecha con 64.00 días. sin embargo, estadísticamente no muestran diferencias significativas con respecto al resto de tratamientos evaluados y por lo tanto no se justifica su uso.

Palabras Claves: Microorganismo eficientes, rendimiento, características agronómicas, índice de cosecha.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de avena en el Perú es uno de los principales cereales forrajeros que tiene gran importancia en la región altoandina, al presentar una gran cantidad de hectáreas cultivadas y que son utilizados principalmente para la alimentación diaria del ganado. Su alta producción de forraje verde y seco, de muy bajo costo al productor y su asociación con leguminosas forrajeras nivelan el bajo contenido de proteínas; y estas al proporcionar carbohidratos forman la mejor combinación de alimento de gran valor nutricional para el ganado en épocas invernales. Siendo una planta rústica, poco exigente en suelo, pues se adapta a terrenos muy diversos y que suelen sembrarse en tierras recién roturadas ricas en materia orgánica. Las variedades de avena más cultivadas en la región Cusco son el INIA 903 Tayko - Andenes e INIA 904 – Vilcanota, que principalmente tienen bajos rendimientos, poca precocidad, y problemas fitosanitarios que limitan su producción en nuestra región, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) a través de la Estación Experimental Agraria Andenes presenta e introduce la nueva variedad mejorada INIA 908 - Mellicera, variedad que posee características agronómicas superiores a las variedades tradicionalmente cultivadas.

La introducción de una nueva variedad de avena en nuestra región implica conocer nuevas alternativas de manejo, como la aplicación de microorganismos eficientes al suelo, que según **Feijoo (2016)**, intervienen de manera positiva en el proceso de la fotosíntesis y proporcionan nutrientes minerales necesarios durante su desarrollo, este grupo de especies microbianas inoculadas al suelo, mejoran su fertilidad, física, química, biológica y resistencia a ciertos patógenos, su efectividad en los cereales depende básicamente de su asociación, donde las bacterias fotosintéticas son el componente autosuficiente que sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, las cuales pueden usar la energía solar, algo que las plantas no pueden hacer, por lo que su eficiencia permitirá mejorar el rendimiento de estas gramíneas, lo que implica mejorar también su producción, razón por la cual se ejecuta el presente trabajo de investigación.

La autora

I.PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.

1.1. Identificación del problema objeto de investigación.

En la región de Cusco existen dos variedades que tradicionalmente son cultivadas y que principalmente tienen bajos rendimientos, menor precocidad, y problemas fitosanitarios que conllevan a obtener una baja rentabilidad para el productor, que son el INIA 903 Tayko - Andenes e INIA 904 - Vilcanota; el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) a través de la Estación Experimental Agraria Andenes viene difundiendo en la actualidad la nueva variedad mejorada INIA 908-Mellicera, variedad que posee características agronómicas superiores a las variedades antes mencionadas. En la actualidad es necesario buscar alternativas, técnicas y mejores manejos de producción mucho más sostenibles con el medio en el que vivimos. La aplicación de microorganismos eficientes permite una agricultura orgánica que mejora y cuida el medio ambiente reduciendo el uso de pesticidas químicos. El desconocimiento de este tipo de aplicación en nuestra región es el principal problema de investigación y es necesario saber con certeza a su vez si la aplicación de este tipo de microorganismos permite mejorar el rendimiento nacional de 89.11 t/ha. (Tapia, 2007), rendimiento regional de 58.63 t/ha. (INIA, 2019) y la calidad del cultivo. Razón por la cual se plantea las siguientes preguntas de investigación:

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de microorganismos eficientes en la producción de avena INIA 908 - Mellicera, en el centro agronómico K'ayra, San Jerónimo – Cusco?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de microorganismos eficientes en el rendimiento de avena INIA 908 - Mellicera?
- ¿Como afectan los microorganismos eficientes en las características agronómicas de avena INIA 908 - Mellicera (altura de planta, longitud de lámina foliar, número de hojas por planta, número de macollos por planta, número de nudos por planta)?
- ¿Qué efecto tienen los microorganismos eficientes sobre el índice de cosecha en la producción de avena INIA 908 - Mellicera?

II.OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1 Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto con microorganismos eficientes en la producción de avena INIA 908 - Mellicera, en el centro agronómico K'ayra, San Jerónimo – Cusco.

2.1.2. Objetivos específicos

- Determinar cuál es el efecto con microorganismos eficientes en el rendimiento de avena INIA 908 - Mellicera.
- Evaluar cómo afectan los microorganismos eficientes en las características agronómicas de avena INIA 908 - Mellicera (altura de planta, longitud de lámina foliar, número de hojas por planta, número de macollos por planta, número de nudos por planta).
- Conocer qué efecto tienen los microorganismos eficientes sobre el índice de cosecha en la producción de avena INIA 908 - Mellicera.

2.2. Justificación

Económico; el incremento de la superficie cultivada de una especie se ve reflejado en su rentabilidad económica, como toda actividad económica su rentabilidad se determina con un rendimiento elevado y este mismo puede mejorar el nivel socioeconómico del productor dedicado a esta actividad agrícola específica, conocer si esta aplicación permite elevar el rendimiento de esta variedad, es importante y justifica su investigación, también es importante puesto que permitirá determinar si esta variedad y abonamiento orgánico es el más adecuado para las condiciones del centro agronómico K'ayra, San Jerónimo, Cusco.

Social; tener una buena salud financiera es una de las variables que más impacta en la calidad de vida de una persona, determinar si la aplicación de estos microorganismos permite generar utilidades de esta actividad a corto, mediano y largo plazo en las personas que lo aplican, es de gran importancia y justifica su investigación.

Ambiental; cualquier organismo obtiene del medioambiente el sustento necesario para garantizar su supervivencia, no solo alimento, sino, también, refugio, aire o energía. Por eso, mantener su equilibrio resulta fundamental para asegurar la vida tal y como se conoce hoy en día, tomar medidas necesarias para su protección y promover prácticas agrícolas sostenibles en la agricultura regional como el uso de microorganismos eficientes es muy importante, por lo tanto, comprobar si estos productos cuidan y mejoran el medio ambiente justifica su investigación.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Los microorganismos eficientes obtienen estadísticamente una mejor producción de avena INIA 908 - Mellicera con respecto al testigo, con la variedad sembrada y las condiciones ambientales que se presenten, puesto que los niveles incorporados al suelo incrementan los nutrientes minerales necesarios a las plantas.

3.2. Hipótesis específicas

- Se obtiene mejores rendimientos de avena INIA 908 - Mellicera con microorganismos eficientes con respecto al testigo, ya que suministran al cultivo los nutrientes necesarios que requiere para su normal desarrollo.
- Las características agronómicas de avena INIA 908 - Mellicera no se ven afectados por los microorganismos eficientes incorporados al suelo, puesto que estas características son independientes de estos factores a evaluar.
- El índice de cosecha de avena INIA 908 - Mellicera es desfavorable con microorganismos eficientes incorporados al suelo en la variedad sembrada.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la investigación

4.1.1. Antecedente internacional

Cisneros (2015), en el trabajo de investigación “Optimización del rendimiento de avena (*Avena sativa* L. variedad INIAP-82) bajo tres niveles de encalado en la granja Irquis”, el experimento se estableció en la localidad de Victoria de Portete – Granja Irquis, perteneciente a la Universidad de Cuenca con una altitud de 2600 m.s.n.m. y precipitación media anual de 650 mm, con suelos de pH 5.1, cuyo objetivo principal fue evaluar el efecto de tres dosis de carbonato de calcio sobre la optimización del rendimiento de avena INIAP-82. El diseño del experimento utilizado fue de bloques al azar con 4 repeticiones. Las dosis de carbonato de calcio fueron: alta (2,5 TM/Ha.), media (2 TM/Ha.) y baja (1,5 TM/Ha.). La dosificación alta y media dieron resultados estadísticos significativos de la variable materia verde y materia seca en la producción de Avena. En cuanto al nivel de pH, incrementó 0,3 unidades con la dosis alta y media. Se concluyó que este cultivo responde muy bien a la dosis alta (2,5 TM/Ha.) y media (2 TM/Ha.) de CaCO_3 empleadas en producción de biomasa del cultivo de avena, también se pudo observar que se mejoró la estructura e incremento la porosidad del suelo. Se obtuvo una relación beneficio/costo de 1:1:36, es decir que por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia neta de \$0,36 indicando que la producción de avena INIAP-82 para henolaje resulta rentable.

4.1.2. Antecedente nacional

Villar (2021), en el trabajo de investigación “Efecto de abonos orgánicos, microorganismos eficaces (em) en la producción forrajera de avena (*Avena sativa* L.), y microbiota del suelo del distrito de Vilque – Puno”, donde el objetivo principal fue determinar el efecto de las dosis de abonos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) sobre el rendimiento de materia verde, número de macollos, altura de planta, peso de raíz, tallo y hojas de la avena; evaluar el incremento de la biota del suelo, estimar el análisis bromatológico del forraje y la rentabilidad económica de la producción de forraje. El diseño del experimento utilizado fue el diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial (3 dosis de guano de isla, 3

dosis de EM y 3 dosis de guano de corral de ovino) con 27 tratamientos. Los resultados indican mayor rendimiento de materia verde, número de macollos y altura de planta con 1000 kg/ha de guano de isla + EM5% y 1000 kg/ha de guano de corral de ovino con 28 000 kg/ha, 11.87 macollos, 106.00 cm; el incremento de la biota del suelo, fue con 500 kg/ha de guano de isla + EM10% más 1000 kg/ha de guano de corral de ovino en mohos, levaduras, actinomicetos, bacterias aeróbicas y bacterias anaeróbicas; 1000 kg/ha de guano de isla más EM5% más 500 kg/ha de guano de corral de ovino tuvo mayor proteína, FDN, extracto etéreo, ceniza, materia seca y humedad; 1000 kg/ha de guano de isla, EM5% más 1000 kg/ha de guano de corral de ovino tuvo 24.42% de rentabilidad y relación B/C S/.1.24.

Salas (2015), en el trabajo de investigación “Efecto de los microorganismos eficaces y bio abonos en el rendimiento y calidad de la avena forrajera (*Avena sativa* L.) variedad INIA 901 Mantaro, en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna – 2015” se ejecutó la investigación en el distrito de Pillcomarca, ubicada en la provincia de Huánuco, a 1920 m.s.n.m., cuyo objetivo principal fue evaluar el comportamiento de abonos orgánicos y la aplicación de microorganismos eficaces en el rendimiento y calidad del cultivo de avena forrajera. En la investigación se utilizó el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 18 tratamientos y 3 repeticiones, Para determinar la significación estadística se empleó el Análisis de Variancia (ANDEVA) al 0,05 y 0,01, para la comparación de los promedios, la prueba de Duncan, al 0,05 y 0,01 de nivel de significancia. Los resultados indicaron que existió un efecto significativo al aplicar bio abonos y microorganismos en el rendimiento de forraje verde, donde los tratamientos T15, T6, T11, T3, T2, T10, y T9 reportaron rendimientos de 44 833, 39 000, 38 667, 38 433, 37 833, 36 167 y 36 000 kilos por hectárea respectivamente. Los abonos orgánicos y microorganismos eficaces influyeron de manera diferente en cada etapa del cultivo, así en número de macollos por planta, el mejor tratamiento fue el T15 con una media de 11,867 macollos; en altura de planta el mejor tratamiento fue el T17 (2 litros de EM, 4 t/ha de compost y 2 t/ha de bocashi), con un promedio de 1,333 m. Finalmente al analizar el porcentaje de materia seca el tratamiento T15, demostró mejores resultados, con un promedio de 21,267%. Para el porcentaje de

proteína, se distinguió mejores resultados con el T13 (2 litros de EM, 2 t/ha de compost y sin aplicación de bocashi), con una media de 13,56% de proteína total.

4.1.3. Antecedente regional

Apaza y Astete (2017), en el trabajo de investigación titulado “Evaluación de la efectividad de biol obtenido por fermentación de microorganismos eficaces en residuos orgánicos provenientes de la actividad agropecuaria – Cusco”, con el objetivo de evaluar la eficacia de los EM (microorganismos eficaces) en la fermentación de residuos agropecuarios para la obtención de bioles y su efectividad en el rendimiento de plántulas de condición foliar. Investigación de carácter experimental y naturaleza correlacionada que se ejecutó en cuatro etapas. En la primera etapa se obtuvo el biol con tres diferentes concentraciones de EM (5%, 10% y 15%) con dos tipos de estiércol, ganado vacuno (codificados como tratamientos B, C, D) y cuy (codificados como tratamientos F, G, H) con residuos de quinua perlada y marlo de maíz; cada uno con sus respectivos controles, en un periodo de fermentación de 30 días en un sistema bach. Los tratamientos con 15%EM (tratamiento D y H) presentaron un olor característico a fermentado y colores oscuros en comparación a la carga inicial. En la segunda etapa el pH promedio obtenido en los mejores tratamientos (D y H) para ambos tipos de biol fue menor a 4.4 lo cual permitió la eliminación de microorganismos patógenos, además que presentaron concentraciones de NPK superiores respecto al resto de tratamientos que permitió el normal desarrollo de cultivos en pruebas posteriores. En la tercera etapa se evaluó la fitotoxicidad de los bioles de vacuno y cuy en base a índices de germinación en semillas de *Lactuca sativa* con un factor de dilución de 0.3, siendo positiva la germinación a las diluciones 3%, 1% y 0.3% tanto para el biol de vacuno como de cuy, considerándose como aptas para uso agronómico las diluciones de 1% y 0.3% por ser las únicas que presentaron índices de germinación superiores al 50% que indicaron presencia moderada, baja y/o nula de sustancias fitotóxicas. En la cuarta etapa se evaluó el rendimiento (altura y biomasa) de plántulas con la aplicación de los bioles de vacuno y cuy en cultivos de *Spinacea oleracea* L. y *Lactuca sativa* L. obteniendo como mejor respuesta de los cultivos a la dilución 1%. El mejor tratamiento para el biol de vacuno D (15%EM) obtuvo una biomasa de 81.23 gr/cm² para cultivo de *Spinacea oleracea* L. y una biomasa de

83.47 gr/cm² para el caso de *Lactuca sativa*, mientras que el mejor tratamiento para el biol de cuy H (15%EM) obtuvo una biomasa de 84.23 gr/cm² en *Spinacea oleracea* L. y 87.99 gr/cm² para *Lactuca sativa* L. Finalmente, respecto a todas las características fisicoquímicas, microbiológicas parasitológicas y rendimiento, se concluyó que el biol de cuy supero al biol de ganado.

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Microorganismos eficientes

Arias (2010), indica que los microorganismos eficientes o efectivos (EM) son un cultivo mixto de microorganismos beneficiosos de origen nativo, sin manipulación genética y fisiológicamente compatibles unos con otros.

Hoyos et al., (2008), menciona que los microorganismos eficientes consisten en productos formulados líquidos que contienen más de 80 especies de microorganismos, algunas especies son aeróbicas, anaeróbicas e incluso especies fotosintéticas cuyo logro principal es que pueden coexistir como comunidades microbianas e incluso pueden completarse.

Rodríguez (2009), define a los microorganismos eficientes e indica que fueron desarrollados en la década de los 70, por el profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. Teóricamente este producto comercial se encuentra conformando esencialmente por tres diferentes tipos de organismos: levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas, las 19 cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería, según sus promotores.

Feijoo (2016), los ME han mostrado efectos beneficiosos para el tratamiento de aguas negras, reducción de malos olores, en la producción de alimentos libres de agroquímicos, el manejo de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, la industria de procesamiento de alimentos, fábricas de papel, mataderos y municipalidades, entre otros.

Rodríguez (2009), los clasifica en los siguientes grupos: ácidos lácticos, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores. Se puede aplicar

como inoculante para restablecer el equilibrio microbiológico del suelo y mejorar sus condiciones fisicoquímicas, esto permite incrementar la producción de los cultivos y realizar varias funciones, como degradar, conservar los recursos naturales, el objetivo principal es generar una agricultura sostenible.

Hurtado (2001), los microorganismos eficientes actúan de manera que toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

4.2.1.1. Componentes

4.2.1.1.1. Grupos microbianos

▪ Las bacterias ácido lácticas

Biosca (2001), manifiesta que estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso. Ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca.

Según **Feijoo (2016)**, las bacterias benéficas con mayor producción de ácido láctico pertenecen a las familias *Streptococcaceae* (géneros *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Aerobacter* y *Gemella*) y *Lactobacillaceae* (género *Lactobacillus*).

▪ Las bacterias fotosintéticas

Feijoo (2016), entre las bacterias fotosintéticas que forman parte de los ME, *R. palustris* es una bacteria fototrófica facultativa clasificada como una bacteria púrpura no de azufre. Esta especie es capaz de producir aminoácidos, ácidos orgánicos, hormonas, vitaminas y azúcares, donde todos ellos pueden ser utilizados por microorganismos heterótrofos para su crecimiento.

Biosca (2001), indica que son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficientes.

▪ Levaduras

Fayemi y Ojokoh (2014), las levaduras son un grupo microbiano presente en la preparación de los ME capaces de utilizar diversas fuentes de carbono (glucosa, sacarosa, fructosa, galactosa, maltosa, suero hidrolizado y alcohol) y de energía. Varias especies del género *Saccharomyces* conforman esta comunidad microbiana, aunque prevalece las especies *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*. Estos microorganismos requieren como fuente de nitrógeno el amoníaco, la urea o sales de amonio y mezcla de aminoácidos. No son capaces de asimilar nitratos ni nitritos

Biosca (2001), indica que estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomiceto.

▪ Hongos fermentadores

Yang (2017), los hongos contribuyen con los procesos de mineralización del carbono orgánico del suelo; además una gran cantidad de los hongos son antagonistas de especies fitopatógenas. Por otro lado, los hongos poseen la capacidad de reproducirse tanto sexual como asexualmente, en donde la segunda les permite multiplicarse de forma rápida bajo condiciones favorables (sustratos ácidos y ricos en carbono) y la sexual (esporas) es más común bajo condiciones

desfavorables. Los hongos poseen requerimientos relativamente bajos de nitrógeno, lo cual les brinda una ventaja competitiva en la descomposición de materiales como la paja y la madera.

APNAN (2003), expresa que los hongos de fermentación como el *Aspergillus* y el *Pinicilina* actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, esteres y sustancias antimicrobianas. Esto es lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales.

4.2.1.2. Clasificación

Arias (2013), los microorganismos se clasifican, en tres conjuntos: microorganismos regeneradores, desintegradores y neutrales. En este mundo microbiano hay un equilibrio, si este se deshace ocurrirá una incursión de patógenos (microorganismos descomponedores). Los microorganismos regeneradores no cuentan un dominio antioxidante y de sustancias bioactivas, también incitan la fermentación apropiada.

4.2.1.3. Modos de acción

Arias (2013), las raíces de las plantas como parte de su funcionalidad secreta sustancias, las cuales son usadas por los microorganismos eficientes para su incremento, desarrollo y aumento de la población, producto de esta interacción los microorganismos sintetizan azúcares, aminoácidos, fitohormonas, vitaminas, ácidos nucleicos, etc. Una vez que los microorganismos eficaces incrementan su población, como una sociedad en el medio en que se hallan, el incremento en la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbianos y descartando los microorganismos patógenos.

Según el **Banco Interamericano de Desarrollo (2009)**, el tratamiento de semillas en una solución de microorganismos eficientes mejora la germinación y le brinda a las mismas una cierta protección contra agentes patógenos desde el principio. Las semillas pueden sumergirse 20 minutos en una solución de microorganismos eficientes al 2 % y luego deben dejarse secar a la sombra antes de sembrar. Si las

semillas ya poseen un tratamiento con fungicidas sintéticos, se deben lavar con agua o también aumentar la dosis al 5 %. Algunas especies de plantas pueden ser sensibles a su acidez por lo que conviene siempre hacer una prueba antes con una pequeña cantidad de semillas para asegurarse que no habrá problemas.

En cuanto a la aplicación de suelo, los microorganismos eficientes se pueden aplicar utilizando Bokashi, Compost o pulverizándolos directamente al suelo o aplicándolo en el agua de riego. El uso de microorganismos efectivos en el riego es una práctica muy recomendable, la dosis a emplear es de 10 a 100 l/ha, Se pueden realizar dos aplicaciones mensuales, no existiendo inconvenientes para el cultivo si se aplican dosis mayores o más frecuentes. En aquellos cultivos que cuentan con riego por goteo se puede inyectar en el sistema como si fuese un fertilizante. En este caso presenta la ventaja adicional de que al ser ligeramente ácido ayuda a mantener destapados los goteros. **Banco Interamericano de Desarrollo (2009).**

Para aplicaciones foliares y control fitosanitario las pulverizaciones del cultivo previenen el ataque de varios patógenos, y a medida que no se usen plaguicidas químicos en el cultivo se favorece el desarrollo de hongos entomopatógenos (hongos que atacan a los insectos) y otros agentes de control biológico, disminuyendo por lo tanto las plagas. Generalmente se realizan pulverizaciones semanales sobre el follaje con una solución al 2 %, es decir 2 litros de microorganismos eficientes cada 100 litros de agua. Cuando es constante el ataque de insectos se puede emplear EPF (extracto de plantas fermentadas) en dosis que van del 2 al 5 %, dependiendo de la seriedad del problema. Estos dos productos son fermentados producidos con microorganismos eficientes que actúan como repelentes de insectos.

Los microorganismos eficientes se emplean también para el tratamiento post cosecha de los frutos y mejora su conservación debido a su acción antioxidante y al antagonismo que produce contra algunos patógenos. En este caso también se utiliza una solución al 2 %. También se pueden emplear para desinfectar cajones cosecheros, bins, cámaras y el área de empaque y almacenamiento de los productos cosechados. **Banco Interamericano de Desarrollo (2009).**

4.2.1.4. Importancia de los ME en la agricultura

- **Higa (1994)**, incremento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su impacto hormonal y que implica una función similar al ácido giberélico en las plantas.
- Incremento de crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la salida de las plántulas.
- Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- Aumenta la capacidad fotosintética por medio de un aumento desarrollo foliar.
- Los efectos del microorganismo en el suelo se enmarcan en la mejora de las características físicas, químicas, biológicas y eliminan enfermedades.
- Efecto en las condiciones físicas del suelo: Fortalece la estructura, además reducen su compactación, aumenta los espacios porosos y así mismo mejora la infiltración del agua.
- Efecto en las condiciones químicas del suelo: Incrementa la disponibilidad de nutrientes en el suelo, dividiendo las moléculas que los mantienen firmes, y por otro lado deja los elementos dispersados con el objetivo de poder facilitar la absorción por el sistema radicular.

Según el **Banco Interamericano de Desarrollo (2009)**, el efecto que tiene los microorganismos eficientes son los siguientes:

- Promueve el crecimiento de las raíces y el desarrollo de las plantas
- Mejora la capacidad fotosintética de las plantas.
- Ayuda a las plantas a desarrollar resistencia a plagas y enfermedades.
- Suprime algunos patógenos que habitan en el suelo.
- Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante.
- Solubiliza nutrientes en el suelo.
- Mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos, tanto por aplicación directa de EM como a través de la incorporación de compost o bokashi).
- Acelera la descomposición natural de los residuos de cosecha dejados en el campo.

4.2.1.5. Aplicaciones agrícolas

Toalombo (2012), para que la acción de los microorganismos sea eficiente se debe conocer los requerimientos ambientales, entre ellos se consideran la humedad, temperatura y pH. Existe mayor diversidad de microorganismos en ambientes de pH neutro entre valores de 6 a 8 y con temperaturas entre 15 y 45 °C. La reproducción o inoculación de ME se realiza bajo fermentación anaeróbica.

El uso de los microorganismos eficientes en la agricultura está en función de la zona, la calidad del suelo, el clima, los métodos de cultivo y la irrigación, entre otros factores; con la aplicación de microorganismos benéficos el suelo retiene más agua, lo que implica una mejora de los cultivos que incrementan su resistencia al estrés hídrico en épocas de sequía o en suelos más arenosos; dicha mejora viene dada tanto por el incremento de materia orgánica en el suelo, reduciendo la porosidad, como consecuencia de la actividad microbiana, como por el equilibrio iónico, favoreciendo así la interacción de las cargas superficiales de la estructura física del suelo con las cargas iónicas del agua.

4.2.2. Microorganismos eficientes utilizados en la investigación

4.2.2.1. Effectbio SC

- Descripción

Biona TM (2023), el producto contiene esporas de *Bacillus subtilis*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma lignorum*, así como sus metabolitos 2,0x10¹⁰ UFC/ml. (20 millones de bacterias por ml).

- Dosis recomendada

Tabla 01: Recomendaciones de uso Effectbio SC

Cultivo	Dosis		Destinación
	ml/ha	ml/cilindro de 100 L.	
Avena	300 - 400	300 - 400	Diseñado para acelerar la descomposición de residuos vegetales, regular el número de patógenos de cultivos agrícolas, normalizar la microflora del suelo, estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas y mejorar la fertilidad del suelo.
Quinoa	300 - 400	300 - 400	
Cebada	300 - 400	300 - 400	

Fuente: Etiqueta del producto

- Ventajas

Biona TM (2023), estimula una rápida descomposición de los residuos vegetales de los cultivos.

Mejora la estructura del suelo y la fertilidad al enriquecerlo con nutrientes y sustancias bioactivas.

Contribuye a la remediación del suelo, permitiendo una alta actividad de compuestos biológicos contra un amplio espectro de patógenos.

Aumenta el rendimiento de los cultivos, sin pérdida de actividad debido a cambios de temperatura (+5 ° a + 40 ° C) y contaminación química del suelo.

4.2.2.2. Bactofort

- Descripción

Biona TM (2023), el producto contiene *Bacillus subtilis* y *Bacillus amyloliquefaciens*, así como sus metabolitos 5,0x10⁹ UFC/ml; (5 mil millones de bacterias por ml).

- Dosis recomendada

Tabla 02: Recomendaciones de uso Bactofort

Cultivo	Dosis	Destinación
	375 ml/0.25 ha	
Avena	375	Diseñado para para proteger las plantas contra enfermedades fúngicas en las primeras etapas de desarrollo y durante la temporada de crecimiento.
Quinoa	375	
Cebada	375	

Fuente: Etiqueta del producto

- Ventajas de uso

Biona TM (2023), alta actividad antagónica a una amplia gama de patógenos de plantas.

Tiene una acción inicial rápida.

No causa resistencia a patógenos.

Es posible aplicar en cualquier fase del desarrollo del cultivo.

Alivia el estrés después de la aplicación de pesticidas.

No pierde su eficacia en un amplio rango de temperatura de 0°C a 39°C.

Estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas, aumenta la productividad.

Se puede usar en mezclas de tanque con productos de protección químicos.

4.2.2.3. Nitrocereal

- Descripción

Biona TM (2023), el producto contiene bacterias Composant "A" - *Agrobacterium radiobacter*; Composant "B" - *Bacillus megaterium*. 2,0x10⁹ CFU/ml. (2 millones de bacterias por ml).

- Dosis recomendada

Tabla 03: Recomendaciones de uso Nitrocereal

Cultivo	Dosis		Destinación
	Composant A (ml). (38 kg. de semilla)	Composant B (ml). (38 kg. de semilla)	
Avena	20	20	Fijador de nitrógeno y movilizador de fosfato asociativo de dos componentes, destinado al tratamiento de semillas de cereales con el fin de mejorar la nutrición de las plantas.
Quinoa	20	20	
Cebada	20	20	

Fuente: Etiqueta del producto

- Ventajas de uso

Biona TM (2023), fija nitrógeno atmosférico 7-10 kg/ha.

Convierte el fósforo en una forma accesible para plantas de hasta 8 kg/ha.

Permite materializar el potencial genético del cultivo.

Promueve un mayor rendimiento de grano y contenido de proteína.

Aumenta la resistencia a condiciones adversas, gracias al buen desarrollo del sistema radicular.

No requiere costos operativos adicionales para su uso.

Proporciona una asimilación más completa de los fertilizantes minerales.

4.2.2.4. Sunny mix (Semillas)

- Descripción

Biona TM (2023), el producto contiene g/L: N 27,3; Cu 5,4; Zn 5,3; Mo 1,3; Mn 24,3; CaO 34,1; Fe 38,5. + Ácidos orgánicos - 25 g/l.+ Aminoácidos - 25 g/l.

- Dosis recomendada

Tabla 04: Recomendaciones de uso Sunny mix (Semillas)

Cultivo	Dosis	Destinación
	ml/38 kg. de semilla.	
Avena	10	Un complejo natural de macro y micronutrientes en forma quelatada, destinado a aumentar el rendimiento y la calidad de la cosecha.
Quinoa	10	
Cebada	10	

Fuente: Etiqueta del producto

- Ventajas de uso

Biona TM (2023), contiene macro y micronutrientes esenciales en la forma más accesible.

Contiene aminoácidos naturales.

Contiene ácidos orgánicos naturales que aumentan la estabilidad y disponibilidad de los fertilizantes con micronutrientes, estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas.

El producto es compatible con productos microbiológicos.

Contiene únicamente nitrógeno amino, de fácil asimilación por las plantas, a diferencia de los nitratos y el amonio, para cuya asimilación es necesario el consumo de nutrientes y energía. No contiene sustancias tóxicas, excluye la contaminación ambiental.

Contiene un componente fungicida.

4.2.2.5. Sunny mix (Foliar)

- Descripción

Biona TM (2023), el producto contiene g/L: N 4; P₂O₅ 40; K₂O 54,8; B 4,5; Zn 14,6; Mo 0,5; MgO 65,6; Mn 21,1; Fe 14; S 79,5; Cu 7,6 + Ácidos orgánicos - 25 g/l. + Aminoácidos - 25 g/l. + Estimulantes del crecimiento y la inmunidad de las plantas - 10 g/l, + Adhesivo, surfactante.

- Dosis recomendada

Tabla 05: Recomendaciones de uso Sunny mix (Foliar)

Cultivo	Dosis			Destinación
	ml/ha. (macollamiento)	ml/ha. (hoja de bandera)	ml/ha. (espigamiento)	
Avena	500	1000	1000	Un complejo natural de macro y micronutrientes en forma quelatada, destinado a aumentar el rendimiento y la calidad de la cosecha.
Quinoa	500	1000	1000	
Cebada	500	1000	1000	

Fuente: Etiqueta del producto

- Ventajas de uso

Biona TM (2023), los elementos B, Mn, Cu, Zn, Mo son catalizadores de muchos procesos enzimáticos en una célula vegetal.

Manganeso (Mn): contribuye a la síntesis y al aumento del nivel de azúcares en las hojas de avena, proporciona una alta resistencia a las heladas y al invierno, aumenta la productividad, se absorbe mejor desde la fase de macollamiento hasta la fase de espiga.

Cobre (Cu): mejora la resistencia a enfermedades fúngicas y bacterianas, promueve una mejor absorción de nitrógeno.

Magnesio (Mg): proporciona el movimiento de fósforo en la planta, mejora los procesos de respiración. La falta de este elemento puede provocar una disminución de la resistencia a las enfermedades. El magnesio se absorbe bien a través de las hojas.

Azufre (S): aumenta la resistencia al encamado, daños por enfermedades, mejora la cantidad y calidad de proteína en los granos.

4.2.3. Origen y distribución de la avena

Parson (1989), las avenas cultivadas tienen su origen en Asia Central, la historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que antes de ser cultivada la avena fue una mala hierba de estos cereales. Los

primeros restos arqueológicos se hallaron en Egipto, y se supone que eran semillas de malas hierbas, ya que no existen evidencias de que la avena fuese cultivada por los antiguos egipcios. Los restos más antiguos encontrados de cultivos de avena se localizan en Europa Central, y están datadas de la Edad del Bronce

Choque (2005), menciona que la avena es uno de los cereales introducidos al Perú, por ser una excelente planta forrajera, se ha convertido en uno de los cultivos más difundidos principalmente en la región de la sierra alto andinas. Las distintas variedades cultivadas de avena son de gran importancia para la alimentación ganadera, la facilidad de su cultivo, su adaptación a una extensa superficie agrícola, su buena producción de forraje en verano, su palatabilidad y valor nutritivo en verde y como heno o ensilaje, han sido las causas de la popularidad de los avenales como forraje para engorde y producción de leche para los animales.

4.2.4. Posición taxonómica

La avena tiene la siguiente clasificación filogenética. **(Cronquist, 1981)**.

Reyno: Vegetal
Subreyno: Ebriobionta
División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Subclase: Commelinidae
Orden: Cyperales
Familia: Poaceae
Género: Avena
Especie: *Avena sativa* L.

4.2.5. Descripción morfológica

- **Raíz**

Parson (1989), la raíz principal es de tipo adventicio, muy ramificada. Este sistema de raíces se origina inicialmente a partir del subnudo que se ubica en el punto de unión del mesocótilo con el coleóptilo; poco después comienza a expandirse, desarrollándose también raíces principales desde los subnudos siguientes. El coleóptilo, que es la estructura que emerge inicialmente desde la semilla hacia

arriba, se aproxima a la superficie del suelo a través de la elongación del mesocótilo; este último, al llegar a una distancia de 1.0 a 2.5 cm de la superficie, deja de crecer para dar paso a la elongación del coleóptilo, el cual continúa con el crecimiento de la plántula hasta lograr la emergencia. Es cuando el coleóptilo asoma sobre el nivel del suelo, se abre para dar paso al primer par de hojas en rápida sucesión.

Choque (2005), la planta de avena posee abundantes raíces fibrosas (reticulares) y profundas e incluso más abundantes que las de otros cereales, lo que le permite absorber mejor los nutrientes del suelo y disminuir la cantidad de fertilizantes requeridos para su desarrollo.

Loaya (2020), la avena es una gramínea de sistema radicular pseudo fasciculado. La inflorescencia es en panícula. Es un racimo de espiguillas de dos o tres flores, situadas sobre largos pedúnculos.

- **Hojas**

Rodríguez y Porras (1996), las hojas son de un color verde intenso, de nervadura paralela y en el caso de *Avena sativa* L. alcanzan hasta 2 cm de ancho, superando a las hojas de trigo y cebada.

Montilla (2013), las hojas de la avena son solitarias, la disposición de estas son alternas unas a otras, y cada hoja provienen del tallo. Cada hoja está compuesta por una vaina que rodea al culmo o tallo, lígula insertada en el ápice de la vaina, y la hoja forma una lámina relativamente larga.

- **Tallo**

Parson (1989), el tallo principal es erguido, alcanza una altura que fluctúa de 0.5 m hasta más de 1.5 m; el primer subnudo corresponde a la unión del escutelo con el embrión; el segundo subnudo, en tanto, corresponde al punto de unión del mesocótilo con el coleóptilo, siendo este el lugar en que se ubica el punto de crecimiento. Posteriormente, y antes de la iniciación de la panícula, se desarrollan tres internudos que no se elongan y que permanecen en la parte subterránea; a

partir de las yemas localizadas en los subnudos, se originan en definitiva los macollos. Los tallos, que son huecos a nivel de los internudos y macizos a nivel de los nudos, pueden ser desde bastante gruesos, hasta finos y flexibles, cada tallo presenta en promedio seis nudos aéreos, desde los cuales, a su vez, surgen hojas en forma alternativa. El internudo superior, que sostiene la panícula, recibe el nombre de pedúnculo.

Choque (2005), los tallos de la avena forrajera son erectos cilíndricos, compuesto de nudos y entrenudos. Pueden medir de 0.5 y hasta 1 m de altura, con poca resistencia al acame o tumbada, produce buen número de macollos variando entre 5 a 12 por planta según la variedad.

- **Macollos**

Reyes (1985), los macollos o macollas son la unidad estructural de la mayoría de las especies de gramíneas. Se forman a partir de las yemas axilares o secundarias del meristema basal del eje principal. Cada uno de estos brotes secundarios o macollos inician su aparición cuando las plantas presentan entre dos y tres hojas. Cada uno de ellos, luego de producir sus primeras hojas, genera su propio sistema radicular. La suma o adición de macollos es lo que conforma la estructura y la forma de una planta de gramínea. Cuando las gramíneas se hallan en estado vegetativo producen continuamente nuevos macollos y hojas. Cada macollo, a su vez, comenzará en su momento a producir nuevos macollos.

Parson (1989), a partir del estado de segunda hoja, comienza el crecimiento de macollos desde yemas ubicadas en los subnudos del eje principal. Los macollos corresponden a brotes laterales y su desarrollo sigue el mismo modelo del tallo principal; así, un macollo va emitiendo hojas y produciendo raíces adventicias durante su desarrollo vegetativo. Las plantas pueden llegar a producir entre dos y cuatro macollos, siendo común que uno o dos de los macollos de forma más tardía no logran aportar al rendimiento.

- **Flor**

Arestegui (1992), es incompleta, autógama, aclamídea o desnuda, se forma en un eje del raquis, es sésil, cada flor se abre luego de la fecundación y son protegidas por las glumelas, con tres estambres, un pistilo y dos estigmas plumosos, dos lodículos y un ovario. El conjunto de flores forma inflorescencias en racimo simple, se alarga por un tiempo, por la posición del ovulo es recto u ortotrofo

Parson (1989), las flores constan de tres estambres y pistilo simple, el cual está formado por un ovario, un estilo y un estigma bifido de carácter plumoso. En la base del pistilo se encuentra el ovario, el cual presenta dos lodículas o glumélulas; éstas se originan externamente en la parte basal del ovario y miden aproximadamente 2.0 mm cada una. Las espiguillas de los cultivares modernos producen dos granos, uno primario y uno secundario, los cuales provienen de dos antecios fértiles no aristados; en los cultivares antiguos, en cambio, se aprecian espiguillas que contiene hasta tres granos, los cuales provienen de antecios con aristas. El mejoramiento genético logrado en los cultivares modernos, en los cuales se logró reducir la presencia de un antecio, determinó una mejoría en calidad industrial, al tener sólo dos granos por espiguilla, que permite obtener un incremento en el tamaño y uniformidad de éstos.

- **Inflorescencia**

Rodríguez y Porras (1996), sostienen que la inflorescencia de la planta de avena es una panícula o panoja más abierta, suelto 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

Parson (1989), 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.

- **Fruto**

Rodríguez y Porras (1996), el fruto es llamado cariósido, el cual exteriormente presenta una estructura llamada pericarpio este corresponde a la fusión de las paredes del ovario y se presenta unido a la testa de la semilla

Parson (1989), cada semilla está contenida en un fruto llamado cariósido, el cual exteriormente presenta una estructura denominada pericarpio; éste corresponde a la fusión de las paredes del ovario y se presenta unida la testa de la semilla. Esta última está conformada internamente por el endospermo y el embrión, el cual a su vez está constituido por la coleoriza, 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 varío comúnmente del blanco al amarillo, aunque también hay cuyas semillas presentan 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

4.2.6. Requerimientos climáticos

- **Temperatura**

Choque (2005), señala que la avena requiere un clima templado frío, temperatura de 6 °C para germinar y de 12 a 16 °C para completar su floración. En el Perú se cultiva desde 2500 hasta los 4100 m.s.n.m. desarrollándose mejor en las zonas agroecológicas, Suni o Altiplano de la región de Puno.

FAO (2015), el cultivo de avena se desarrolla en altitudes por arriba de 1,500 msnm en zonas tropicales y de 1,000 a 3,000 msnm en zonas templadas. Los requerimientos de precipitación son de 250 a 800 mm ciclo-1, con un óptimo de 500 mm, mientras que el rango de temperatura donde se puede desarrollar es de 5 a 30 °C, con un óptimo de 17.5 °C. La avena prefiere suelos arcillo-limosos y franco-arcillosos, no calcáreos, con una textura limosa como la óptima para su crecimiento

y desarrollo. Se adapta mejor a suelos profundos de entre 40 y 60 cm y con pH de 4.5 a 7.5, con un óptimo entre 5 y 6. Además, se desarrolla en suelos planos con baja pendiente hasta un máximo de 8 %.

El **Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Del Perú (2011)**, indica que en zonas por encima de los 3000 m s.n.m. de la sierra central donde predominan las temperaturas frías y lluvias constantes, se constituye una buena y muy buena aptitud climática para el rendimiento forrajero; por el contrario, en algunos sectores de la sierra sur y el Altiplano la variabilidad pluviométrica, propia de la región, afecta su producción, por lo que la aptitud se encuentra en el rango de regular a mala, al igual que en la sierra norte, donde las temperaturas cálidas y la persistencia de alta humedad generan ambientes propicios para la presencia de plagas y enfermedades

- **Fenología del cultivo**

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Del Perú (2011), el conocimiento de los estados de desarrollo de los cultivos es importante, porque muchas labores y se efectúan según el estado fenológico de la planta.

Según realiza una breve descripción de las fases fenológicas más importantes del cultivo de avena.

Emergencia: Desde que emergen las primeras raicillas hasta la aparición de las primeras hojas. Adaptación de las plantitas con 1 o 2 hojas por encima de la superficie del suelo.

Tercera hoja: Aparece la tercera hoja en la planta.

Macollamiento: Es el momento en la que aparece el primer macollo en la axila de una de sus hojas más bajas de la planta. Las plantas muestran brotes o macollos o a partir del 22 estado de segunda hoja hasta la cuarta hoja verdadera, comienza el crecimiento de macollos desde yemas ubicadas en los subnudos del eje principal, así, un macollo va emitiendo hojas y produciendo raíces adventicias durante su desarrollo vegetativo.

Encañado: Aparece el primer nudo en el tallo principal de la planta. Este nudo se halla entre los 2 a 3 cm del suelo.

Panoja: Es cuando la mitad de las panojas han comenzado a salir de la vaina de la hoja superior.

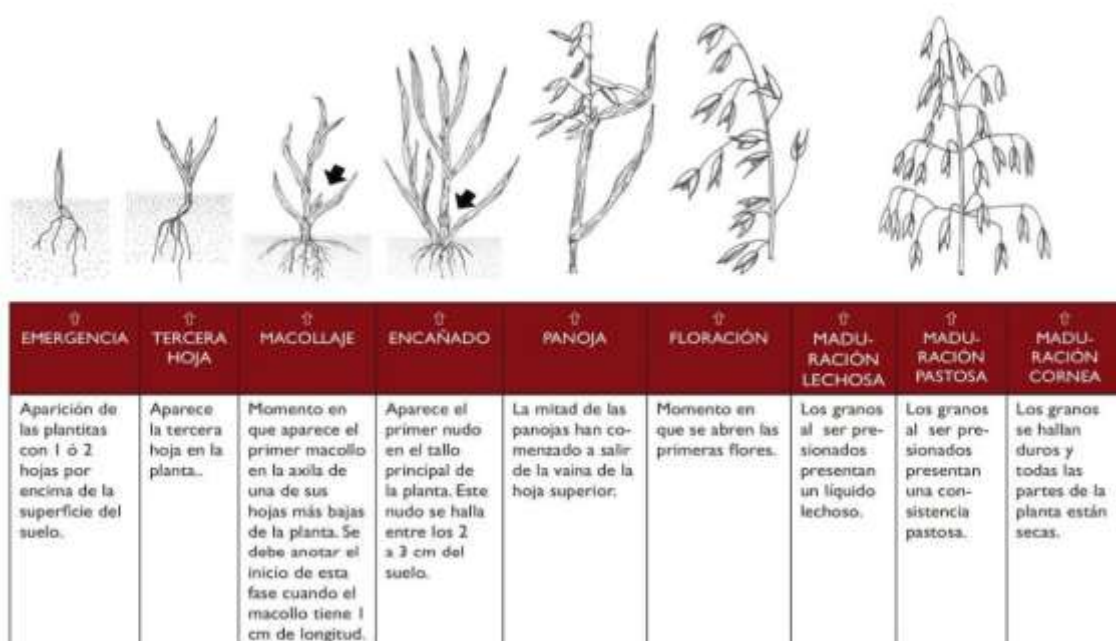
Floración: Momento en la que se abren las primeras flores, presentan los estambres y el polen se desprende de la antera.

Grano lechoso: Los granos al ser presionados expelen un líquido lechoso.

Grano pastoso: Es cuando los granos que al ser presionados presentan una consistencia pastosa.

Madurez fisiológica: Los granos se hallan duros y todas las partes de la planta están secas.

Grafica 01: Fases fenológicas del cultivo de avena.



Fuente: (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Del Perú, 2021)

▪ Suelo

Argote y Ruíz (2011), el suelo es otro factor determinante para el éxito o fracaso del cultivo de avena forrajera, prefieren suelos profundos, con buen contenido de materia orgánica y de textura franco-arenoso a franco arcilloso, el pH Alcalino de 7.3 a 8.0, aunque puede tolerar suelos con tendencia ácida de 5.5 a 6.8.

Choque (2005), la avena puede cultivarse en diferentes clases de suelo, pero alcanza su mayor producción en suelos de textura franco arcilloso, con pH de 5.0 a 7.5 sin problemas de salinidad, puede sembrarse en terrenos de barbecho, en terrenos de “rompe” de pastos naturales como cultivo explorador.

INAMHI (2014), la avena es una planta poco exigente en lo que se refiere a las condiciones del suelo, adaptándose a una diversidad de ellos, obteniendo mejores rendimientos en suelos de textura franco, fértiles, con buen contenido de materia orgánica, con pH comprendidos entre los 6 a 7. Suelos que conserven la humedad, pero con buen drenaje.

- **Precipitación pluvial**

Arévalo (1996), las precipitaciones pluviales constantes favorecen el encamado, problema común que afecta al cultivo, los riegos deben efectuarse en la etapa de encañado, debido a que en esta etapa se presentan perjuicios considerables al cultivo, como también favorece la difusión de cultivar bien en aquellas zonas donde existen registros de precipitación pluvial desde 1,250 m. Sus procesos fisiológicos: floración, maduración de frutos y llenado de semilla.

- **Radiación solar**

Escobar (2013), en cuanto a unidades de calor el cultivo de la cebada necesita una mínima cantidad para alcanzar fisiológicamente su madurez, por lo tanto, demanda altas latitudes y altitudes. Aborda los 70° de latitud Norte en el continente europeo, no alcanzando en Rusia los 66°C, y en América los 64°C. La radiación solar incluye directamente en el crecimiento, desarrollo y fructificación, de la cebada que requiere abundante luz para el efectuar el proceso de fotosíntesis.

- **pH (nivel de acidez)**

Escobar (2013), el nivel de acidez no parece afectar a la planta de cebada, ya que se han observado plantaciones con pH superiores a 5 (ácido) sin embargo; se nota mejor comportamiento de la producción en suelos con pH entre 7.0 (Neutro) a 8.5 (Básico) y con textura pesada.

4.2.7. Prácticas de cultivo

- **Preparación de suelo**

Choque (2005), el terreno debe prepararse entre los meses de agosto y setiembre; para obtener una buena cosecha, es necesario que el suelo sea removido empleando arado de disco y pasar una rastra en forma cruzada.

Argote y Ruíz (2011), la época de preparación del suelo, aradura, rastrado o mullido, el cultivo de avena debe ser sembrada después de cañihua o quinua. En la región Cusco, la avena se puede sembrar después de papa o muchas veces puede sembrarse en terrenos de primer rompe.

INIFAP (2015), el cultivo de la avena requiere de suelos con buen drenaje y bien preparados para lograr altos rendimientos de forraje. Las prácticas a realizar para lograr una buena preparación pueden variar según la textura y situación en la que se encuentre el terreno, pero en forma general se recomienda barbechar (arar o voltear el suelo), rastrear, levantar bordos y canales para el riego. Estas labores se hacen cuando haya terminado lo fuerte del temporal, y esté a punto la humedad en el suelo

- **Siembra**

Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (1987), la época de siembra varía según zonas de producción, pero por lo general para forraje se realiza entre los meses de noviembre a diciembre, mientras para grano se efectúa de octubre a noviembre. “La densidad de siembra para forraje de forma manual es de 120 Kg/ha, y mediante el uso de la sembradora es de 100 Kg de semilla de calidad. Sin embargo, para producción de semilla, es recomendable utilizar de 60 a 80 Kg de semilla”, esto varía en función al sistema de siembra.

Choque (2005), la cantidad de semilla a sembrarse por hectárea varía de acuerdo a la preparación del terreno el método de siembra y valor cultural de la semilla. Para la siembra en líneas se recomienda una dosis de 100 kg/ha y al voleo 120 kg /ha de semilla con 95 % de poder germinativo.

- **Riego**

Mendoza (1997), no se puede precisar exactamente el número de riegos que requiere, puesto que depende de diferentes factores como el clima, la textura del terreno, la variedad y otros. En condiciones exigentes con cuatro riegos se puede obtener una buena cosecha, desde luego hay que dar un riego al momento de sembrar, un segundo riego entre los 40 y 60 días, el tercer riego cuando esta

encañado y el cuarto riego cuando comienzan a aparecer las espigas. El riego se aplica por inundación.

INIFAP (2015), el agua es el elemento más importante del cual depende la buena productividad, por lo que debe proporcionarse en las cantidades necesarias para la planta. Normalmente el agua es escasa y en algunos casos tiene altos costos, por lo que debe dársele un manejo adecuado, debido a que la deficiencia o exceso de este elemento tiene marcados efectos sobre la producción de forraje. La frecuencia del riego depende del clima; a temperaturas bajas se alarga el período de riego y a temperaturas altas se reduce. El tiempo de riego lo determina la planta, cuando ésta muestra síntomas de marchites. Para la siembra de corte se realiza un mínimo de 5 riegos; a la siembra, a la emergencia, al amacolle, en floración y en el llenado del grano. En caso de pastoreo directo se sugiere realizar los riegos cada 15 días. Dependiendo de las condiciones climáticas y suelos se recomiendan láminas de 12 a 15 cm. Los tres primeros riegos de establecimiento son muy necesarios, debiéndose dar uno o dos más antes de iniciar el pastoreo. No se recomienda pastorear antes de ocho días después de dar el segundo riego.

- **Control de malezas**

Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (1987), se realiza según la incidencia de malezas y éstas compiten en los estados juveniles del cultivo. Es recomendable un deshiero manual cuando la planta alcanza 30 a 40 cm de altura.

Choque (2005), las malezas compiten con las plantas de avena por agua, aire, nutrientes y luz, desde la emergencia hasta el entallamiento, después de esta fase el cultivo de avena supera en tamaño a las malezas y éstas al no recibir luz mueren.

- **Cosecha**

Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (1987), la cosecha se realiza para conservar como ensilado, heno o para producción de semilla. Para ensilado el corte se realiza desde la plena floración hasta grano lechoso. Para el henificado cosechar al estado de grano lechoso y para producción de semilla después de 210

días, recomendando completar la madurez y el secado en parvas; la trilla puede ser mecanizada o manual.

INIFAP (2015), el corte debe hacerse cuando el cultivo se encuentre en la fase de masoso-lechoso, y los tallos se encuentren aún verdes. Esto con el fin de contar con un mayor valor nutritivo. Esto ocurre entre los 60 y 80 días después de la siembra. Los cortes posteriores de 25 a 28 días en primavera y cada 35 días en invierno.

Según **Rivera, Palacios & Guerra (2020)**, la composición química del cultivo de avena mellicera, varía con el estado de corte de forraje y la forma como se suministre al ganado, bien sea fresca o ensilada. En relación a los valores estimados de energía metabolizable, al 1% de floración se alcanza el mayor valor con 12,78 MJ EM/kg MS, el mismo que disminuye 1,51 MJ EM/kg MS cuando alcanza la madurez (100% floración). El contenido de proteína incrementa al 50% de floración (21,44%), y disminuye (17,61%) al 100% de floración, incrementando el contenido de fibra en 3,26 %, disminuyendo la calidad del forraje.

Tabla 05. Analisis químico del forraje de avena INIA 908 - Mellicera

Estado de desarrollo	Materia seca %	Proteína %	Fibra %	Grasa seca %	Ceniza seca %	ENN seca %
1% floración visible						
50% floración visible	10.82	21.44	23.83	3.67	12.95	32.38
100% floración visible	11.60	14.61	27.09	2.98	12.23	33.68
Grano en estado lechoso	19.32	12.22	30.14	2.60	9.17	39.14
Ensilaje	28.00	10.38	36.65	3.11	8.48	36.41

Fuente: Laboratorio de la Facultad de Agronomía y Zootecnia – UNSAAC.

Según **Miren et al. (1993)**, el contenido de grasa en avenas aclimatadas a bajas temperaturas, aumentan las concentraciones de monogalactosildiacilgliceroles, digalactosildiacilgliceroles, fosfatidilinositol y también concentraciones menores o similares de fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina y fosfatidilglicerol, se puede observar un incremento de la grasa al 50% de floración y luego disminuye a medida que incrementa el porcentaje de floración de la planta.

- **Índice de cosecha**

Donald y Hamblin (1976), definen al índice de cosecha de cereales como la proporción de rendimiento de grano entre en rendimiento biológico, como se muestra el índice de cosecha es un índice de efectividad que se encuentra estrechamente relacionado con el número de hojas, macollo, número y peso de granos.

Donald y Hamblin (1976), en primer lugar, el IC, es un valor medible de rendimiento de grano en relación al rendimiento biológico, siendo la determinación del rendimiento biológico una etapa necesaria en la en la determinación del IC. En segundo lugar, por que los valores tienden a ser mas bien lineales que exponenciales en relación al rendimiento del grano, sin embargo, el éxito en la producción de la cosecha depende de la explotación efectiva de la fotosíntesis para realizar el máximo rendimiento biológico

4.2.8. Aporte de nutrientes en el cultivo

- **Nitrógeno**

André (1971), el nitrógeno participa activamente en la formación de la estructura vegetal, como es la formación de hojas, tallo, yemas, brotes, tubérculos, flores, frutos, raíces, etc. Ya que participa en la síntesis de proteínas. Normalmente del nitrógeno total de la capa arable del suelo, más del 85% está en forma orgánica y sujeto a mineralización por procesos microbiológicos para pasar a ión amonio (NH_4^+) y posteriormente por los procesos de nitrificación se transforman en nitritos (NO_2^-) y finalmente en nitratos (NO_3^-). Es absorbido por la planta desde el suelo en forma nítrica (NO_3) y amoniacal (NH_4^+) y puede ser fijado directamente del aire a través de las bacterias simbióticas. Algunos síntomas de deficiencia:

- Plantas de escaso crecimiento, achaparradas, enanas.
- Tallos delgados, débiles que se mantiene erectos.
- Hojas pequeñas, delgadas.
- Follaje amarillento o verde claro que evoluciona en hojas viejas hacia una pigmentación anaranjada, púrpura o violácea.

Trenkel (2010), es la principal fuente de fertilización nitrogenada en el mundo, especialmente en países en desarrollo; las ventajas de este fertilizante con relación a otros son: mayor contenido de Nitrógeno se puede incorporar al suelo previo a la siembra y al ser un fertilizante de reacción ácida, se puede utilizar en suelos neutros o ligeramente alcalinos, además de su bajo costo de transporte por unidad de Nitrógeno y un manejo más seguro.

▪ Fósforo

Baeyens (1970), estimula el desarrollo radicular de raíces laterales y fibrosas. Estimula la floración y fructificación incluida la formación de semillas. Acelera la maduración e influye en la calidad de los frutos, básicamente vitaminas. Es necesario en la formación del almidón en los órganos de reserva. Influye en la resistencia al ataque de enfermedades radiculares. Proceso respiratorio, a través de la formación del ATP. En la elaboración de los lípidos, como los fosfo-lípidos que a su vez participan en la formación de membranas celulares. Elaboración de nucleoproteínas como las albúminas.

En el suelo se encuentra en dos formas: Forma orgánica: como parte conformante de la materia orgánica. Forma inorgánica: las apatitas de las cuales el flúor apatita es el más insoluble, los fosfatos cálcicos son los más disponibles, los fosfatos de hierro y aluminio son precipitados insolubles en suelos ácidos. La planta absorbe el fósforo en forma de HPO_4^- y H_2PO_4^- . Algunos síntomas de deficiencia:

- El follaje se ve encrespado y con coloración verde oscuro opaco.
- Las hojas son rígidas al tacto.
- Las hojas están dirigidas hacia arriba.
- La planta presenta un menor desarrollo.
- Los pecíolos de las hojas se alargan.

Azabache (2003), afirma que el fósforo no está tan abundante en suelos, como el N y K. La concentración total varía entre 0.2 a 1.5 g/kg P. La cantidad total de fósforo en el suelo tiene poca relación con la de P para plantas. Por lo tanto, el entendimiento de las relaciones e interacciones de las diferentes formas de P en el suelo y los numerosos factores que influyen su disponibilidad es esencial para

un manejo eficiente.

▪ Potasio

Barreira (1975), permite tolerancia de la planta a las enfermedades: debido a la formación de una cutícula más resistente a la penetración de esporas de hongos patógenos. Permite tolerancia a la sequía: debido a que interviene en el proceso de regulación de la humedad, participando activamente en la apertura y cierre de las estomas, Produce además vasos conductores más densos con diámetro menor, que le permite a la planta gastar menos agua. Da mayor resistencia a los frutos y tubérculos contra los manejos mecánicos, golpes y caídas y contra las heladas. Estimula el desarrollo radicular. Participa en la síntesis de hidratos de carbono (azúcares y almidón) y albúminas. El potasio influye sobre el pH del jugo celular. Mejora también el contenido de materia seca. Presencia en el suelo: Se encuentra en los elementos primarios como biotita, ortosa, muscovita, y adsorbido en los coloides del suelo. el potasio es absorbido por la raíz en forma de catión K^+ Algunos síntomas de deficiencia:

- Plantas achaparradas, de entrenudos cortos y tallos más gruesos.
- Las hojas toman color oscuro, verde azulado característico, y a veces manchas claras entre las nervaduras.
- Manchas pardas en los ápices y bordes de las hojas.
- En casos extremos la planta puede marchitarse y morir.
- Falta de resistencia o tolerancia a la sequía, heladas y enfermedades.

Azabache (2003), asevera que es absorbido por las plantas en mayores cantidades que otros nutrientes, excepto el nitrógeno. Aunque el contenido de potasio total del suelo es mayor que la cantidad tomada por el cultivo durante una estación de crecimiento, solo una pequeña fracción está disponible para las plantas. El contenido promedio de potasio en los suelos es alrededor de 19 g/kg.

4.2.9. Rendimiento

AOAC (1990), el rendimiento del forraje considera a la biomasa aérea cosechada ya sea en fresco o seco, donde el forraje verde será el peso fresco cosechado del

cultivo y el forraje seco es la materia seca resultante de la extracción del agua que contienen las plantas en estado fresco, el proceso de extracción de agua se realiza en laboratorio sometiendo al forraje por 48 horas a un proceso de deshidratación en horno de ventilación forzada a 65°C, el tiempo de deshidratación puede ser modificado cuando las muestras son sometidas a 105°C, la obtención de un peso constante de la muestra sometida a deshidratación indica que el proceso ha finalizado. El forraje posee diferentes porcentajes de materia seca y depende del estado fenológico de las plantas, condiciones ambientales como al estrés a que están sometidas (déficit hídrico, bajas y altas temperaturas, déficit de nutrientes), estación del año y procesamiento o conservación del forraje.

Jurado y Lara (2014), la cosecha de la avena va depender del uso que se le vaya a dar para la obtención de heno el rendimiento es de 5 a 6 ton ha⁻¹ de forraje seco dependiendo de la madurez fisiológica del grano. Para la obtención de ensilado de avena se recomienda una humedad de 60 a 70 por ciento (grano masoso o pastoso blando) y en cuanto al pastoreo se debe utilizar antes del espigamiento, sin embargo, no se recomienda ya que se genera pérdidas de 20 a 35 por ciento del rendimiento del cultivo, intoxicación por nitratos y la deficiencia de nutrientes en los animales es muy común.

Según **Rivera, Palacios & Guerra (2020)**, la variedad INIA 908-Mellicera demostró valores superiores a la avena local (Tayko), usado por los productores de crianza de ganado. Del mismo modo, se puede observar un rendimiento promedio de M.S. correspondiente a 11,39 t ha⁻¹, en las 9 localidades, nivel superior a la variedad local, que en promedio rindió 7,19 t ha⁻¹ y en cuatro localidades se obtuvo un rendimiento promedio de semilla superior de 3,58 t ha⁻¹ con la variedad INIA 908-Mellicera que el Tayko 2,54 t ha⁻¹. La variedad de avena forrajera INIA 908 – Mellicera es resiliente al cambio climático y puede permitir al productor cosechar semilla en zonas altoandinas por su precocidad (153 días), en comparación que el Tayko, además como ensilado presenta características deseables de niveles de proteína y fibra en comparación a otras variedades.

Según el **Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2019)**, a diferencia de las anteriores variedades la avena Mellicera tiene un buen rendimiento en campo, llegando a producir por hectárea 58.63 toneladas de forraje y 3.58 toneladas de grano de semillas de alta calidad genética. Tiene un alto valor nutritivo lo que permite que el ganado genere mayor cantidad y calidad de leche y carne. Además, esta variedad tiene buena resistencia al ataque del carbón verde, puccina coronata y graminis, hongos que atacan directamente al tallo de este cultivo, además tiene facilidad de conservación y tiene un ciclo vegetativo precoz, lo que permite que en cinco meses el productor pueda disponer de granos de semillas de alta calidad genética superando a las anteriores que se demoran, mientras que solo necesita de 75 días para la producción de forraje. Por ello, la avena Mellicera constituye una alternativa para la época crítica del año (otoño-invierno), donde la escasez de forraje se manifiesta debido a que las especies cultivadas o praderas nativas, bajan considerablemente su producción por temas climatológicos en este período.

4.2.10. Principales plagas

- **Pulgones**

Vargas (1994), el pulgón vive formando colonias densas de adultos y ninfas, generalmente en brotes, en hojas tiernas y algunas especies en hojas adultas. En nuestro medio debido a que las temperaturas ambientales no son ampliamente fluctuantes, la reproducción de los áfidos es por ovo viviparidad y partenogénesis, en otras realidades como Europa con inviernos muy pronunciados se producen generaciones sexuales de machos y hembras, que producen huevos de invierno.

Control cultural:

Beingolea (1984), la siembra debe realizarse a una densidad óptima y probada en la zona, por cuanto una densidad alta provocara que las plantas se alarguen demasiado y sea más succulentos.

Destrucción de los residuos de la cosecha al final de la campaña, con la finalidad de eliminar las fuentes de infestación.

Control biológico:

Vilca (1990), el control biológico de esta plaga es eficiente, pero la alta gradación ocasional que se presenta, se debe posiblemente al uso

indiscriminado de insecticidas totales que terminan por afectar a esta fauna benéfica, a continuación, citaremos algunas de las especies registradas: Predadores como *Allograpta piurana*. *Allograpta exotica*. *Syrphus zorrea*. *Cycloneda sanguínea*.

Control etológico:

Vargas (1994), en este método de control es posible utilizar trampas de superficie amarilla como atrayentes, más que todo con la finalidad de monitorear la plaga para otras medidas de control.

4.2.11. Principales enfermedades

- **Roya de la avena**

Agrios (1996), en el caso de la roya amarilla o roya de glumas se presenta con gran frecuencia en las zonas frías y altas del país. Un factor que favorece a la roya es la presencia de hospederos alternantes como el *Berberis sp.* o checche, arbusto espinoso que es común hallarlo sobre los cercos y bordes de los campos.

Los síntomas varían de acuerdo a la especie del hongo, así para la roya del tallo (*Puccinia graminis f. sp. Hordei* Erikss Y E. Henn.), los síntomas se presentan en toda la planta en forma de pústulas marrones, alargadas, cuyos bordes muestran los restos de la epidermis del hospedero el cual ha sido roto por el patógeno. Las pústulas están llenas de uredosporas que le permite a la especie diseminarse hacia otros hospederos.

Control cultural:

Destruir los hospederos alternantes de la roya como el *Berberis sp.* de los bordes del campo o de los cercos, para disminuir en algo el inoculo de la enfermedad y no darle la posibilidad de la formación de razas fisiológicas de la roya.

Control químico:

La roya puede controlarse básicamente en dos formas: forma preventiva es decir utilizando productos denominados protectores como los azufres, estos productos vienen formulados en muchas formas, así tenemos. Polvos secos, polvos mojables, gránulos dispersables, suspensión acuosa, etc.

- **Manchas por helmintosporium**

Agrios (1996), los síntomas producidos por *Helminthosporium gramineum* Rabh son estrías amarillentas estrechas y alargadas sobre las hojas y vainas. En el caso de *Helminthosporium sativum* Pam. King and Bakke provoca muerte de plántulas, pudrición de la raíz de plantas adultas, manchas en las glumas, hojas y tallos, genera puntos negros en los granos. *Pyrenophora teres* (Died.) Drechs. Forma sexual y *Helminthosporium teres* Sacc. Forma asexual provoca manchas foliares de color marrón en patrones irregulares, se reconoce forma reticular de líneas longitudinales y transversales sobre las hojas.

Control cultural:

Romero y Gómez (1996), rotación de cultivos: esta práctica es viable por cuanto estos patógenos generalmente afectan gramíneas. por tanto, se debe seleccionar cultivos de otras familias no susceptibles, el tiempo debe ser relativamente largo de 2 a 3 años.

Uso de variedades resistentes o tolerantes al ataque de estos hongos.

Control químico:

Beingolea (1984), existen dos formas de controlar las manchas por helmintosporium: utilizando fungicidas para la desinfección de la semilla, los productos que pueden ser utilizados son: la mezcla de Tiofanate metil y thiram, conocido como Homai, este producto formulado como polvo mojable es de amplio espectro y actúa en forma sistémica y contacto, en el caso de cebada debe ser aplicado en forma seca es decir humedeciendo ligeramente las semillas y luego mezclando con el fungicida a una dosis de 5 g/Kg. de semilla.

4.3. Definición de términos

4.3.1. Agrotecnología

Cambiagro (2023), la define como la aplicación de tecnologías avanzadas en la agricultura, como la biotecnología, la nanotecnología, la robótica y la inteligencia artificial. La agrotecnología pretende mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad en la producción de alimentos y el manejo de cultivos.

4.3.2. Actividad orgánica

El **Plan Estratégico Sectorial Multianual (2015)**, la define como toda actividad agropecuaria que se sustenta en sistemas naturales, que busca mantener y recuperar la fertilidad de los suelos, la diversidad biológica y el manejo adecuado del agua. Excluye el uso de agroquímicos sintéticos, cuyos efectos tóxicos afecten la salud humana y causen deterioro del ambiente, y descarta el uso de organismos transgénicos. La actividad orgánica es conocida también como agricultura ecológica o biológica.

4.3.3. Bacterias

Según **Márquez, Vega y Alvarez (2021)**, se define como un grupo de microorganismos procariotas caracterizado por multiplicarse por fisión binaria o transversal y por cisiparada, o por formar esporas, generalmente desprovistas de clorofila. No tiene un núcleo definido rodeado por una membrana, es decir, su material genético está dispersa en el citoplasma. Son unicelulares y a menudo se clasifican por la forma, pueden ser esféricas, espirales, bacilos o similares a comas.

4.3.4. Biona TM

Según **Biona TM (2023)**, se definen como una empresa dedicada a la fabricación de fertilizantes y bioestimulantes, destinados a la producción agrícola ecológica y sostenible. Que elaboran productos a base de materias primas naturales y procedimientos respetuosos con el Medio Ambiente y contribuyen a construir una agricultura más sostenible, clave para el futuro del planeta.

4.3.5. Fertilidad

Márquez, Vega y Alvarez (2021), la definen como calidad del suelo, la "fertilidad" es una evaluación de la capacidad típica de un material del suelo para apoyar el crecimiento de las plantas. Sin embargo, la fertilidad de un material de suelo puede verse influenciada por muchos factores y puede variar para cada sitio. Los materiales del suelo con baja fertilidad generalmente requieren la aplicación de fertilizantes químicos o materia orgánica adecuada para soportar un crecimiento de plantas altamente productivo, aunque algunos materiales del suelo no responden bien a las aplicaciones normales de fertilizantes.

4.3.6. Microorganismos eficientes

Ramírez (2009), plantea que los diferentes tipos de microorganismos en el EM toman sustancias generadas por otros organismos, se basa en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por estos microorganismos para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

4.3.7. Rendimiento

Según **Hurtado (1999)** el rendimiento es un concepto agronómico que muestra la cantidad de producto físico alcanzado por unidad de superficie y por unidad de tiempo. El producto físico se expresa en kilogramos o toneladas y la unidad de superficie en hectáreas. La unidad de tiempo ordinariamente es la campaña agrícola.

4.3.8. Características agronómicas

El **Plan Estratégico Sectorial Multianual (2015)**, indica que son los rasgos genéticos y físicos de las plantas y el suelo que influyen en la producción agrícola, por lo cual antes de cultivar alguna especie es de vital importancia conocer las de cada especie.

4.3.9. Índice de cosecha

El **Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca Argentina. (2014)**, indica que es cualquier medida subjetiva u objetiva, morfológica, física y/o química, que refleja el estado de desarrollo y/o madurez de un producto apto para ser cosechado.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Aspectos generales de la investigación

5.1.1. Tipo de investigación

La investigación tuvo dos tipos de enfoque:

Enfoque cuantitativo; porque se utilizó herramientas de análisis matemático y estadístico para describir, explicar y predecir fenómenos mediante datos numéricos.

Enfoque descriptivo; ya que principalmente se describió lo que existe, basándose en observaciones empíricas.

5.1.2. Ubicación del campo experimental

5.1.2.1. Ubicación política

Región:	Cusco
Provincia:	Cusco
Distrito:	San Jerónimo
Sector :	K'ayra

5.1.2.2. Ubicación geográfica

Este :	188972.13
Norte:	8499542.35
Altitud :	3219.00 m.

5.1.2.3. Ubicación hidrográfica

Cuenca:	Vilcanota
Subcuenca:	Huatanay

5.1.2.4. Ubicación temporal

El presente trabajo de investigación tuvo una duración total de 4 meses y medio contados a partir del 04 de diciembre del año 2023 hasta el 20 de marzo del año 2024. La elaboración del proyecto de tesis tuvo una duración de 20 días del 20 de marzo al 10 de abril del 2024, la etapa de campo empezó el 04 de diciembre del

2023 y culminó el 20 de marzo del 2024, la redacción del documento final culminó el 10 de abril del 2024.

5.1.2.5. Zona de vida del campo experimental

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge, el centro agronómico K'ayra sector se encuentra en la zona de vida transición bosque seco – Montano bajo – Sub tropical (bs-Mb-St).

Grafica 02. Imagen satelital del campo experimental



5.2. Materiales

Material biológico

- Semilla: semilla de avena de la variedad INIA 908 – Mellicera que se compró del señor Elmer Choque Bravo con RUC: 10253116086, semilla de clase Certificada, categoría Registrada, N° Lote CUS-064-22-01.
- Microorganismos eficientes: los productos se obtuvieron de la embajada de Rusia gracias a un convenio con la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, que pertenecen a la empresa rusa “Biona” que ha desarrollado una alta gama de productos bioportectores y estimulantes que se detallan a continuación:

Effectbio SC: la dosis de aplicación fue a razón de 0.15 a 0.35 L/ha, en una sola aplicación al suelo, formulado a base de esporas de *Bacillus subtilis*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma lignorum*.

Bactofort: la dosis de aplicación fue a razón de 20 ml/ 20kg de semilla y 375 ml/0.25 ha en una sola aplicación foliar (macollamiento), formulado a base de *Bacillus subtilis* & *Bacillus amyloliquefaciens*.

Nitrocereal: la dosis de aplicación fue a razón de 10.00 ml/ 20kg. de semilla en una sola aplicación, formulado a base de bacterias Composant "A" *Agrobacterium radiobacter*; Composant "B" *Bacillus megaterium*.

Sunny Mix: la dosis de aplicación fue a razón 10.00 ml/ 20kg. de semilla en una sola aplicación, formulado a base de macronutrientes, micronutrientes + Ácidos orgánicos + Aminoácidos + Estimulantes de crecimiento + Adhesivo.

Materiales de campo

- Estacas.
- Cordel.
- Carteles de identificación.
- Libreta de campo.
- Yeso.

Herramientas

- Rastrillo con mango de madera.
- Pala tipo cuchara.
- Cinta métrica de 50 m.
- Wincha de 5m.
- Zapapico con mango de madera.
- Regla graduada con vernier.

Equipos

- GPS marca Garmin.

- Cámara fotográfica.
- Pulverizador manual de 8 L.
- Equipo de cómputo.
- Tractor agrícola con arado y rastra.

5.3. Métodos

5.3.1. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completamente al Azar, donde se manejaron 4 bloques correspondientes a 4 repeticiones y 4 tratamientos resultantes. En total se tuvieron 16 unidades experimentales. Una vez obtenidos los resultados se procesaron utilizando el análisis de varianza y la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5% y 1%. Los bloques se distribuyeron en filas, tal como se muestra en el croquis diseñado, los bloques I y II en la parte superior y los bloques III y IV en la parte inferior. Se utilizó el método del sombrero para la distribución aleatoria de los tratamientos para cada bloque. Las parcelas experimentales tuvieron una forma rectangular.

5.3.2. Características del campo experimental

- **Campo experimental**

— Largo incluido calles centrales:	29.00 m.
— Ancho incluido calles laterales:	18.00 m.
— Área total:	432.00 m ²

- **Bloques**

— N° de bloques:	4.00 Und.
— Ancho de bloque:	6.00 m.
— Largo de bloque:	16.00 m.
— Área por bloque:	96.00 m ²

- **Unidad experimental**

— N° de unidades experimentales total:	16.00 Und.
— N° de unidades experimentales por bloque:	4.00 Und.

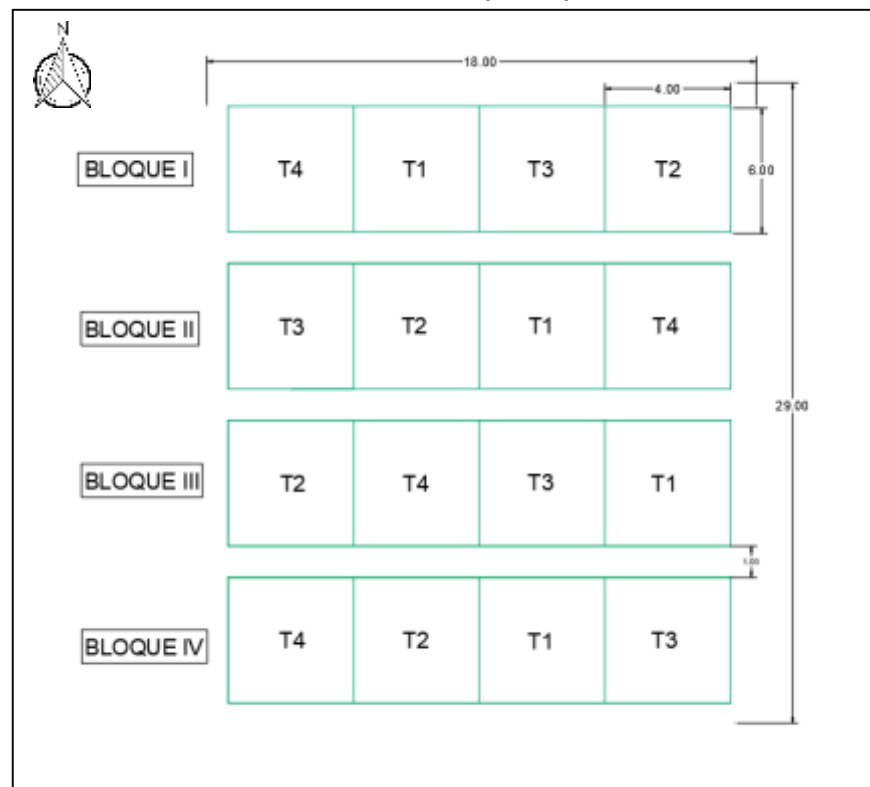
— Largo:	4.00 m.
— Ancho:	6.00 m.
— Área:	24.00 m ² .

▪ **Calles**

— Numero de calles entre bloques:	3.00 Und.
— Largo de calle:	16.00 m.
— Ancho de calle:	1.00 m
— Área total de calles:	48.00 m ²

▪ **Croquis del campo experimental**

Gráfica 03: Diseño de campo experimental.



5.3.3. Tratamientos

Los tratamientos evaluados son mostrados en la tabla siguiente:

Tabla 07: Tratamientos

Clave	Descripción de tratamientos	
	Por hectárea	Por unidad experimental
T ₁	350 ml/ha (Effectbio SC)	3.36 ml/unidad experimental (Effectbio SC)
T ₂	250 ml/ha (Effectbio SC)	2.40 ml/unidad experimental (Effectbio SC)
T ₃	150 ml/ha (Effectbio SC)	1.44 ml/unidad experimental (Effectbio SC)
T ₄	Testigo (Sin abonamiento)	Testigo (Sin aplicación)

5.3.3.1. Aplicación de tratamientos

Solución usada/ha: 200 L. de agua

Tratamiento 1: 350 ml/ha Microorganismos eficientes (Effectbio SC)

Para calcular la dosis exacta por aplicación fue necesario realizar los siguientes cálculos:

- Cálculo de la cantidad de producto por aplicación: se obtuvo dividiendo la cantidad recomendada por hectárea entre el número de aplicaciones por campaña que en este caso fue $350 \text{ ml}/1 \text{ aplicación} = 350 \text{ ml/aplicación}$.
- Cálculo de la cantidad de agua necesaria por aplicación: para calcular este volumen fue necesario realizar una prueba en blanco para cada aplicación. La prueba en blanco consiste en aplicar sobre el cultivo agua sin microorganismos eficientes, medir el área y medir el volumen de agua gastado, por regla de tres convertir el dato a litros por hectárea. El procedimiento fue el siguiente: en la primera prueba en blanco para la primera aplicación el gasto de agua por 96 m² de terreno fue de 1920 ml, utilizando regla de tres simple se tiene: agua por ha= $(10,000 \text{ m}^2 \times 1.92 \text{ l de agua}) / 96 \text{ m}^2$, agua por ha = 200 l/ha
- Cálculo de la dosis de aplicación: para calcular la dosis exacta fue necesario dividir la cantidad de producto por aplicación entre el gasto de agua por aplicación. Para la primera y única aplicación la dosis fue determinando de la siguiente manera: $\text{Dosis} = 350 \text{ ml de producto} / 200 \text{ litros de agua por ha}$ por tanto dosis = 1.75 ml/litro de agua. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 08: Dosis de Effectbio (350 ml/ha) por aplicación

N° de aplicaciones	Dosis recomendada ml/ha	Prueba en blanco		Gasto de agua por aplicación (l/ha)	Dosis ml/litro de agua
		Área (m ²)	Volumen gastado (ml)		
1	350	96	1920	200	1.75

En el tratamiento 1 se utilizó en total 3.36 ml de microorganismos eficientes (Effectbio SC) disueltos en 1.92 litros de agua para el área total de unidades experimentales; a razón que una mayor dosis del producto mejoraría significativamente el rendimiento y las características agronómicas del cultivo de avena.

Tratamiento 2: 250 ml/ha Microorganismos eficientes (Effectbio SC)

Para calcular la dosis exacta por aplicación fue necesario realizar los siguientes cálculos:

- Cálculo de la cantidad de producto por aplicación: se obtuvo dividiendo la cantidad recomendada por hectárea entre el número de aplicaciones por campaña que en este caso fue 250 ml/1 aplicación = 250 ml/aplicación.
- Cálculo de la cantidad de agua necesaria por aplicación: para calcular este volumen fue necesario realizar una prueba en blanco para cada aplicación. La prueba en blanco consiste en aplicar sobre el cultivo agua sin microorganismos eficientes, medir el área y medir el volumen de agua gastado, por regla de tres convertir el dato a litros por hectárea. El procedimiento fue el siguiente: en la primera prueba en blanco para la primera aplicación el gasto de agua por 96 m² de terreno fue de 1920 ml, utilizando regla de tres simple se tiene: agua por ha= (10,000 m² x 1.92 l de agua) /96 m², agua por ha = 200 l/ha
- Cálculo de la dosis de aplicación: para calcular la dosis exacta fue necesario dividir la cantidad de producto por aplicación entre el gasto de agua por aplicación. Para la primera y única aplicación la dosis fue determinando de la siguiente manera: Dosis = 250 ml de producto/200

litros de agua por ha por tanto dosis = 1.25 ml/litro de agua. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 09: Dosis de Effectbio (250 ml/ha) por aplicación

N° de aplicaciones	Dosis recomendada ml/ha	Prueba en blanco		Gasto de agua por aplicación (l/ha)	Dosis ml/litro de agua
		Área (m ²)	Volumen gastado (ml)		
1	250	96	1920	200	1.25

En el tratamiento 2 se utilizó en total 2.40 ml de microorganismos eficientes (Effectbio SC) disueltos en 1.92 litros de agua; a razón que una dosis media del producto mejoraría significativamente el rendimiento y las características agronómicas del cultivo de avena.

Tratamiento 3: 150 ml/ha Microorganismos eficientes (Effectbio SC)

Para calcular la dosis exacta por aplicación fue necesario realizar los siguientes cálculos:

- Cálculo de la cantidad de producto por aplicación: se obtuvo dividiendo la cantidad recomendada por hectárea entre el número de aplicaciones por campaña que en este caso fue 150 ml/1 aplicación = 150 ml/aplicación.
- Cálculo de la cantidad de agua necesaria por aplicación: para calcular este volumen fue necesario realizar una prueba en blanco para cada aplicación. La prueba en blanco consiste en aplicar sobre el cultivo agua sin microorganismos eficientes, medir el área y medir el volumen de agua gastado, por regla de tres convertir el dato a litros por hectárea. El procedimiento fue el siguiente: en la primera prueba en blanco para la primera aplicación el gasto de agua por 96 m² de terreno fue de 1920 ml, utilizando regla de tres simple se tiene: agua por ha= (10,000 m² x 1.92 l de agua) /96 m², agua por ha = 200 l/ha
- Cálculo de la dosis de aplicación: para calcular la dosis exacta fue necesario dividir la cantidad de producto por aplicación entre el gasto de agua por aplicación. Para la primera y única aplicación la dosis fue determinando de la siguiente manera: Dosis = 150 ml de producto/200

litros de agua por ha por tanto dosis = 0.75 ml/litro de agua. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 10: Dosis de Effectbio (250 ml/ha) por aplicación

N° de aplicaciones	Dosis recomendada ml/ha	Prueba en blanco		Gasto de agua por aplicación (l/ha)	Dosis ml/litro de agua
		Área (m ²)	Volumen gastado (ml)		
1	150	96	1920	200	0.75

En el tratamiento 3 se utilizó en total 1.44 ml de microorganismos eficientes (Effectbio SC) disueltos en 1.92 litros de agua; a razón que una dosis baja del producto mejoraría significativamente el rendimiento y las características agronómicas del cultivo de avena.

- **Tratamiento 4:** sin aplicación.

5.3.3.2. Aplicación de microorganismos eficientes para control fitosanitario y fertilización foliar

El control fitosanitario se realizó con microorganismos eficientes y se utilizó:

- Bactofort: (*Bacillus subtilis* & *Bacillus amyloliquefaciens*, 5,0x10⁹ UFC/ml ,5 mil millones de bacterias por ml), diseñado para para proteger las plantas contra enfermedades fúngicas en las primeras etapas de desarrollo y durante la temporada de crecimiento, la dosis de aplicación fue a razón de 20 ml/ 20kg, el producto se aplicó el 03 de diciembre del 2023 para la desinfección de la semilla y como control fitosanitario vía aplicación foliar, el 28 de enero del 2024, la dosis de aplicación fue a razón de 375 ml/ 0.25ha.

Para calcular la dosis exacta por aplicación fue necesario realizar los siguientes cálculos:

- Cálculo de la cantidad de producto por aplicación: se obtuvo dividiendo la cantidad recomendada por hectárea entre el número de aplicaciones por campaña que en este caso fue 1500 ml/1 aplicación = 1500 ml/aplicación.

- Cálculo de la cantidad de agua necesaria por aplicación: para calcular este volumen fue necesario realizar una prueba en blanco para cada aplicación. La prueba en blanco consiste en aplicar sobre el cultivo agua sin microorganismos eficientes, medir el área y medir el volumen de agua gastado, por regla de tres convertir el dato a litros por hectárea. El procedimiento fue el siguiente: en la primera prueba en blanco para la primera aplicación el gasto de agua por 96 m² de terreno fue de 2160 ml, utilizando regla de tres simple se tiene: agua por ha= (10,000 m² x 2.16 l de agua) /96 m², agua por ha = 225 l/ha
- Cálculo de la dosis de aplicación: para calcular la dosis exacta fue necesario dividir la cantidad de producto por aplicación entre el gasto de agua por aplicación. Para la primera y única aplicación la dosis fue determinando de la siguiente manera: Dosis = 1500 ml de producto/225 litros de agua por ha por tanto dosis = 6.67 ml/litro de agua. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 11: Dosis de Bactofort (1500 ml/ha) por aplicación foliar

N° de aplicaciones	Dosis recomendada ml/ha	Prueba en blanco		Gasto de agua por aplicación (l/ha)	Dosis ml/litro de agua
		Área (m ²)	Volumen gastado (ml)		
1	1500	96	2160	225	6.67

Se utilizó en total 14.40 ml de microorganismos eficientes (Bactofort) disueltos en 2.16 litros de agua; para el control fitosanitario vía aplicación foliar.

La fertilización se realizó con microorganismos eficientes y se utilizó:

- Nitrocereal: (bacterias Composant "A" *Agrobacterium radiobacter*; Composant "B" *Bacillus megaterium*, 2,0x10⁹ CFU/ml, 2 mil millones de bacterias por ml), fijador de nitrógeno y movilizador de fosfato asociativo de dos componentes, destinado al tratamiento de semillas de cereales con el fin de mejorar la nutrición de las plantas, la dosis de aplicación fue a razón de 10.00 ml/ 20kg de semilla de avena, el producto se aplicó el 03 de diciembre del 2023.

- Sunny Mix: (g/L: N 4, P₂O₅ 40, K₂O 54,8, B 4,5, Zn 14,6, Mo 0,5 MgO 65,6, Mn 21,1, Fe 14, S 79,5. Cu 7,6 + Ácidos orgánicos - 25 g/l. + Aminoácidos - 25 g/l., + Estimulantes del crecimiento y la inmunidad de las plantas - 10 g/l, + Adhesivo), surfactante, que es un complejo natural de macro y micronutrientes en forma quelatada, destinado a aumentar el rendimiento y la calidad de la cosecha, la dosis de aplicación fue a razón 10.00ml /20 kg de semilla de avena, el producto se aplicó el 03 de diciembre del 2023.

5.4. Conducción del cultivo

5.4.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se desarrolló con tractor agrícola con arado de discos y rastras. Se aplicó riego pesado antes de la aradura con el objeto de suavizar el terreno. Se preparó el terreno un mes antes de la siembra para mejorar la descomposición de malezas. Se utilizó el fungicida biológico del suelo Effectbio SC cuya composición química contiene *Bacillus subtilis*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma lignorum* que está formulado para acelerar la descomposición de residuos vegetales y normalizar la microflora del suelo a razón de 1.00 L/ha., la actividad se desarrolló el 04 de noviembre del 2023.

Fotografía 01. Preparación del terreno para la instalación del experimento



Fotografía 02. Desinfección del terreno para la instalación del experimento



5.4.2. Preparación de bloques

Se prepararon bloques de 4.00 m de ancho y 16.00 m de largo, separados por calles de 1.00 m de ancho. Esta actividad se ejecutó con herramientas manuales. Se niveló de manera adecuada los bloques para evitar posibles anegamientos. La actividad se desarrolló el 03 de diciembre del 2023.

Fotografía 03. Preparación de bloques para la instalación del experimento



5.4.3. Trazo y replanteo del campo experimental

Un día antes de la siembra se realizó el trazo y replanteo del campo experimental, proyectando al terreno las distancias diseñadas en el anteproyecto del campo experimental. Se necesitó para esta actividad, estacas, cordel y yeso, la actividad se desarrolló el 03 de diciembre del 2023.

Fotografía 04. Trazo y replanteo del campo experimental



5.4.4. Selección y tratamiento de semilla

Se utilizó semilla de avena de la variedad INIA 908 – Mellicera que se compró del señor Elmer Choque Bravo, semilla de clase Certificada. Para el tratamiento de la semilla se utilizó el fungicida biológico Bactofort perteneciente a la empresa “Biona”, cuya composición química contenía *Bacillus subtilis* a razón de 20.00 ml/ 20kg de semilla de avena, esta aplicación se hizo en los 04 tratamientos respectivos sin incluir al testigo, la actividad se desarrolló el 03 de diciembre del 2023.

Fotografía 05. Productos para tratamiento de semilla y fertilización



Fotografía 06. Desinfección de semilla para la siembra del experimento



5.4.5. Aplicación de microorganismos eficientes

Se efectuó en la siembra. La aplicación de microorganismos eficientes al suelo se ejecutó por única vez, donde se aplicó el producto Nitrocereal a razón de 10.00 ml/ 20kg y Sunny mix cereales a razón de 10.00 ml/ 20kg, esta aplicación se hizo en los 04 tratamientos respectivos sin incluir al testigo, la actividad se desarrolló el 03 de diciembre del 2023.

Fotografía 07. Preparación de productos para fertilización a la semilla.



5.4.6. Siembra

El tipo de siembra fue por surcos utilizando 6.00 kg de semilla para la parcela experimental respectivamente. La distribución de la semilla en campo se desarrolló de manera uniforme. la actividad se desarrolló el 04 de diciembre del 2023.

Fotografía 08. Siembra de campo experimental



5.4.7. Riego

El riego del campo experimental fue riego por gravedad para cada parcela experimental respectivamente. Su distribución en campo se desarrolló de manera uniforme, la actividad se ejecutó el 04 de diciembre del 2023.

Fotografía 09. Riego por inundación del campo experimental



5.4.8. Control de malezas

El control de malezas se desarrolló manualmente, eliminándose a tiempo las malezas que competían por luz, agua y nutrientes con el cultivo, la actividad se desarrolló el 21 de diciembre del 2023. Esta labor fue realizada en forma manual. A continuación, se mencionan las malezas identificadas en el campo experimental.

Tabla 12: Relación de malezas presentes en el campo experimental

Nombre común	Nombre científico	Familia
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i> H.	Poaceae
Jat'aqo	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae
Nabo o yuyo	<i>Brassica campestris</i> L.	Brassicaceae
Trébol de carretilla	<i>Trifolium repens</i> L.	Fabaceae
Diente de león	<i>Taraxacum officinalis</i> L.	Asteraceae

Fotografía 10. Control de malezas en el campo experimental



5.4.9. Control fitosanitario

Se utilizó el fungicida biológico Bactofort, cuya composición química contenía *Bacillus subtilis* a razón de 375 ml/ 0.25ha, evitando el daño e incidencias que las plagas y enfermedades podían producir al cultivo, esta aplicación se hizo en los 04 tratamientos respectivos, sin incluir al testigo, la actividad se desarrolló el 28 de enero del 2024.

Fotografía 11. Control fitosanitario en el campo experimental



5.4.10. Cosecha

La labor de cosecha de forraje del corte principal y rebrotes se realizó en la prefloración del cultivo (primeras barbas visibles a $\frac{1}{4}$ de la inflorescencia visible). Se realizó el corte con herramientas manuales a nivel de suelo, la actividad se desarrolló el 20 de marzo del 2024.

Fotografía 12. Cosecha del campo experimental



5.5. Evaluaciones

Para las evaluaciones se escogió aleatoriamente 10 plantas por unidad experimental, eliminando las plantas bordes de las unidades experimentales. Las 10 plantas elegidas al azar se identificaron con etiquetas que se ubicaron en la parte inferior del tallo. En las plantas elegidas se desarrollaron siempre todas las evaluaciones sobre las mismas. Se evaluaron los siguientes indicadores.

5.5.1. Evaluación para el primer objetivo específico

5.5.1.1. Rendimiento

Para evaluar el rendimiento y determinar cuál era el efecto con la aplicación de microorganismos eficientes de avena INIA 908 – Mellicera, se evaluaron los siguientes indicadores:

- **Rendimiento en forraje fresco**

Para determinar el rendimiento en forraje fresco se cortó el cultivo de avena del área efectiva de evaluación posteriormente el forraje se pesó en su totalidad en el mismo campo y el estado en el que se cosecho, se convirtió por regla de tres a rendimiento de forraje fresco por hectárea. Se considero como efecto borde 0.40 m. a cada lado de la unidad experimental, con lo cual el área efectiva de evaluación por unidad experimental fue de 20.16 m², es decir 3.60 m de ancho por 5.60 m de largo.

Fotografía 13. Evaluación de rendimiento en forraje fresco



- **Rendimiento en materia seca**

Para determinar el rendimiento en materia seca fue necesario obtener una muestra representativa de 1 kg de peso de forraje fresco cosechado del área efectiva de evaluación, esta muestra se llevó al horno y se procedió al secado durante 24 horas a una temperatura de 105°C. Con el peso seco obtenido y por regla de tres se convirtió a peso de forraje seco por área efectiva evaluada. Finalmente, esta última información se convirtió a forraje seco por hectárea.

Fotografía 14. Evaluación de rendimiento en forraje seco



5.5.2. Evaluación para el segundo objetivo específico

5.5.2.1. Características agronómicas

Para poder determinar cómo afectaban los microorganismos eficientes en las características agronómicas de avena INIA 908 – Mellicera, se evaluaron los siguientes indicadores tal y como se detalla a continuación:

- **Altura de planta**

Para evaluar este indicador se necesitó medir la distancia existente entre la base del tallo principal y el ápice de la espiga. Se tomó en cuenta directamente el tallo de la planta principal mas no de los macollos. La evaluación se desarrolló sobre las 10 plantas seleccionadas al azar por unidad experimental.

Fotografía 15. Evaluación de altura de planta



- **Longitud de lámina foliar**

Para evaluar este indicador se necesitó medir la distancia existente entre la base y el ápice de la lámina principal. Se tomó en cuenta directamente la acícula central del tallo principal. La evaluación se desarrolló sobre los 10 plantones seleccionados al azar por unidad experimental.

Fotografía 16. Evaluación de longitud de lámina foliar



- **Número de hojas por planta**

Este indicador se obtuvo contando las hojas de cada una de las 10 plantas seleccionadas al azar por unidad experimental.

Fotografía 17. Evaluación de número de hojas por planta



- **Número de macollos por planta**

Este indicador se obtuvo contando los macollos de cada una de las 10 plantas seleccionadas al azar por unidad experimental.

- **Número de nudos**

Este indicador se obtuvo contando los nudos de cada una de las 10 plantas seleccionadas al azar por unidad experimental.

Fotografía 18. Evaluación de número de nudos por planta



5.5.3. Evaluación para el tercer objetivo específico

Para conocer qué efecto tenían los microorganismos eficientes sobre el índice de cosecha en la producción de avena INIA 908 – Mellicera, se evaluó el siguiente indicador:

5.5.3.1. Índice de cosecha

▪ Inicio de espigado

Para determinar el inicio de espigado fue necesario determinar los días desde la siembra hasta el momento en que el 25% de las plantas de la unidad experimental muestran espigas en crecimiento, la formula aplicada fue:

$$IC = FE - FS$$

Donde:

IC: Índice de cosecha.

FE: Fecha de evaluación.

FS: Fecha de siembra.

Nota: Para determinar la fecha de evaluación, el 25% de las plantas de la unidad experimental mostraron espigas en crecimiento.

Fotografía 19. Evaluación de índice de cosecha



5.6. Operacionalización de variables

Variables	Descripción de Variables	Indicadores
Variables independientes	Microorganismos eficientes	
	Rendimiento	Rendimiento en forraje fresco Rendimiento en materia seca
Variables dependientes	Características agronómicas	Altura de planta
		Longitud de lámina foliar
		Número de hojas por planta
		Número de macollos por planta
		Número de nudos por planta
	Índice de Cosecha	Inicio de espigado

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Se determino cual era el efecto con microorganismos eficientes en el rendimiento de avena INIA – 908 Mellicera

6.1.1. Rendimiento en forraje fresco

Tabla 13: Rendimiento en forraje fresco (t/ha)

Clave	Tratamiento	Bloque				Promedios
		I	II	III	IV	
T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	42.96	39.68	42.83	39.91	41.35
T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	43.15	42.29	40.06	40.34	41.46
T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	43.55	43.60	40.55	44.23	42.98
T4	Testigo	41.28	44.48	40.81	41.76	42.08
Total		170.94	170.06	164.25	166.24	41.97

Grafica 04: Rendimiento en forraje fresco (t/ha)

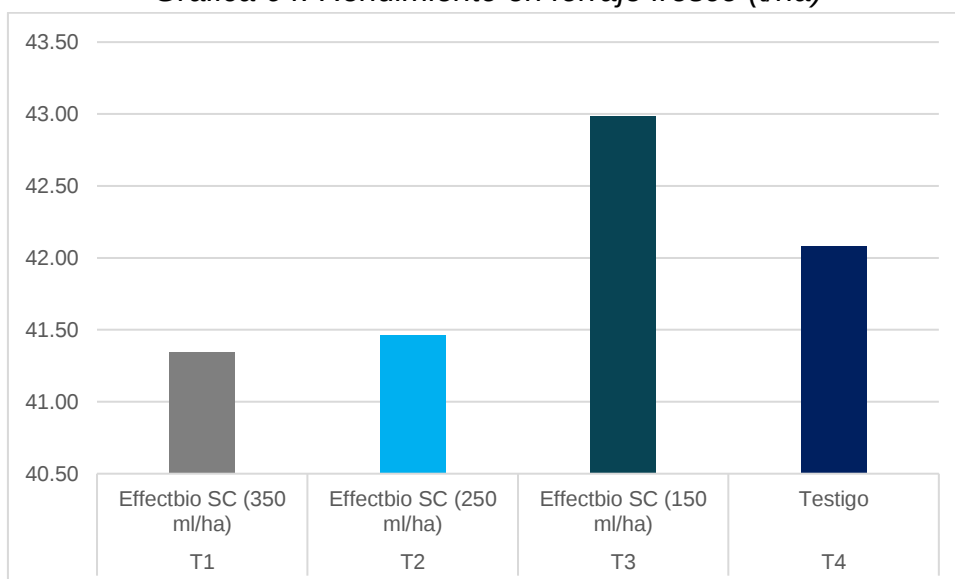


Tabla 14: Análisis de variancia para rendimiento en forraje fresco

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calc.	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	7.490044	2.496681	0.8902	3.86	6.99	NS	NS
Tratamientos	3	6.749358	2.249786	0.8022	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	25.241562	2.804618					
Total	15	39.480964					CV	3.93%
Promedio registrado		41.97 t/ha						

Como se observa el análisis de variancia resultante en la tabla 14 no existen diferencias significativas al 95 y 99 %de confianza entre los 03 tratamientos en comparación en la investigación realizada, por lo tanto, no sustenta el uso de

microorganismos eficientes en el cultivo de avena Mellicera, tomando en cuenta siempre este indicador y para los microorganismos eficientes probados.

Según los resultados expuestos en la tabla 13, el T3- Effectbio SC (350 ml/ha) registro el máximo rendimiento en forraje fresco con 42.98 t/ha, mientras que el T1- Effectbio SC (350 ml/ha) registro el mínimo rendimiento con 41.35 t/ha.

Según los resultados expuestos en la tabla 14, no existen diferencias significativas entre los bloques experimentales al 95 y 99 % de confianza. mientras que el coeficiente de variabilidad es de 3.93 %, rango permitido para los trabajos de investigación.

Argote y Halanoca (2007), en el trabajo de investigación titulado “Evaluación y selección de gramíneas forrajeras tolerantes a condiciones climáticas del altiplano de Puno”, reportan valores de 82.00, 72.22, 84.33, 67.55, 89.11, 80.00, 80.66, 79.89 kg/ha en variedades INIA-902 africana, INIA Santa Ana, Vilcanota 1, Negra local, Cayuse, Mantaro 15, Tayko e INIA 2000 respectivamente. Los resultados obtenidos son inferiores a lo encontrados en el presente trabajo, resaltando que el autor solo fertilizó con 70 kg/ha de nitrógeno.

Salas (2015), en su investigación titulada “Efecto de los microorganismos eficaces y bio abonos en el rendimiento y calidad de la avena forrajera (*Avena sativa* L.) variedad INIA 901 Mantaro en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna – 2015” sus resultados indican que existe efecto significativo al aplicar bio abonos y microorganismos eficientes en el rendimiento de forraje verde, donde los tratamientos T15, T6, T11, T3, T2, T10, y T9 reportaron rendimientos de 44 833, 39 000, 38 667, 38 433, 37 833, 36 167 y 36 000 kilos por hectárea respectivamente, rendimientos inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

6.1.2. Rendimiento en forraje seco

Tabla 15: Rendimiento en forraje seco (t/ha)

Clave	Tratamiento	Bloque				Promedio
		I	II	III	IV	
T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	15.38	12.15	10.17	12.90	12.65
T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	14.14	14.91	14.93	16.17	15.04
T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	9.52	12.23	14.14	14.63	12.63
T4	Testigo	14.88	10.17	12.92	14.91	13.22
Total		53.92	49.45	52.16	58.61	13.38

Grafica 05: Rendimiento en forraje seco (t/ha)

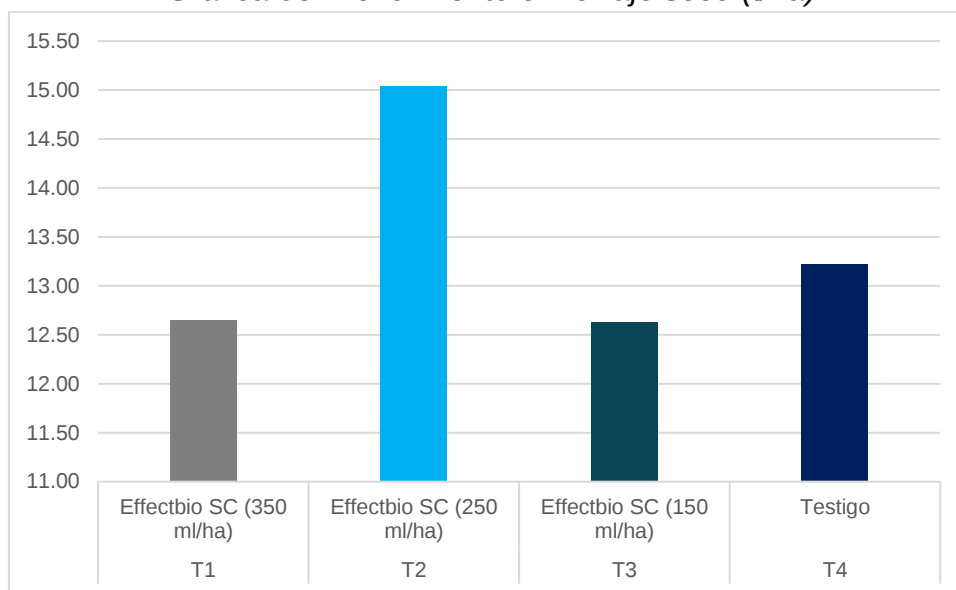


Tabla 16: Análisis de variancia para rendimiento en forraje seco

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calc.	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	11.103047	3.701016	0.9248	3.86	6.99	NS	NS
Tratamientos	3	15.459318	5.153106	1.2877	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	36.015971	4.001775					
Total	15	62.578335					CV	14.10%
Promedio registrado		13.38 t/ha						

En el análisis de variancia que se observa en la tabla 16 no existen diferencias de significancia al 95 y 99 % de confianza entre los 03 tratamientos contrastados en la investigación desarrollada, por lo tanto, no sustenta el uso de microorganismos eficientes en el cultivo de avena Mellicera, tomando en cuenta siempre este indicador y para los microorganismos eficientes probados.

Según los resultados expuestos en la tabla 15, el T2-Effectbio SC (250 ml/ha) registro el máximo rendimiento en forraje seco con 15.04 t/ha, mientras que el T3-Effectbio SC (150 ml/ha) registro el mínimo rendimiento con 12.63 t/ha.

Según los resultados expuestos en la tabla 16, no existen diferencias significativas entre los bloques experimentales al 95 y 99 % de confianza, mientras que el coeficiente de variabilidad es de 14.10 %, rango permitido para los trabajos de investigación.

Argote y Halanoca (2007), en el trabajo de investigación “Evaluación y selección de gramíneas forrajeras tolerantes a condiciones climáticas del altiplano de Puno”, reportan valores similares a la investigación de 17.65, 24.68, 20.99, 23.40, 20.14, 29.68, 19.71 y 26.86 t/ha en las variedades INIA – 902, INIA Santa Ana, Negra local, Mantaro 15, Tayko, Cayuse, Vilcanota 1, INIA 2000 respectivamente, utilizando una fertilización de 70 kg /ha de N.

6.2. Se evaluó como afectan los microorganismos eficientes en las características agronómicas de avena INIA – 908 Mellicera

6.2.1. Altura de planta

Tabla 17: Promedios de altura de planta (m.)

Clave	Tratamiento	Bloque				Promedios
		I	II	III	IV	
T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	1.08	1.05	1.14	1.08	1.09
T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	0.97	1.07	1.06	1.04	1.03
T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	1.05	1.13	1.02	1.04	1.06
T4	Testigo	1.05	0.95	1.04	0.91	0.98
Total		4.14	4.20	4.25	4.07	1.04

Grafica 06: Promedios de altura de planta (m.)

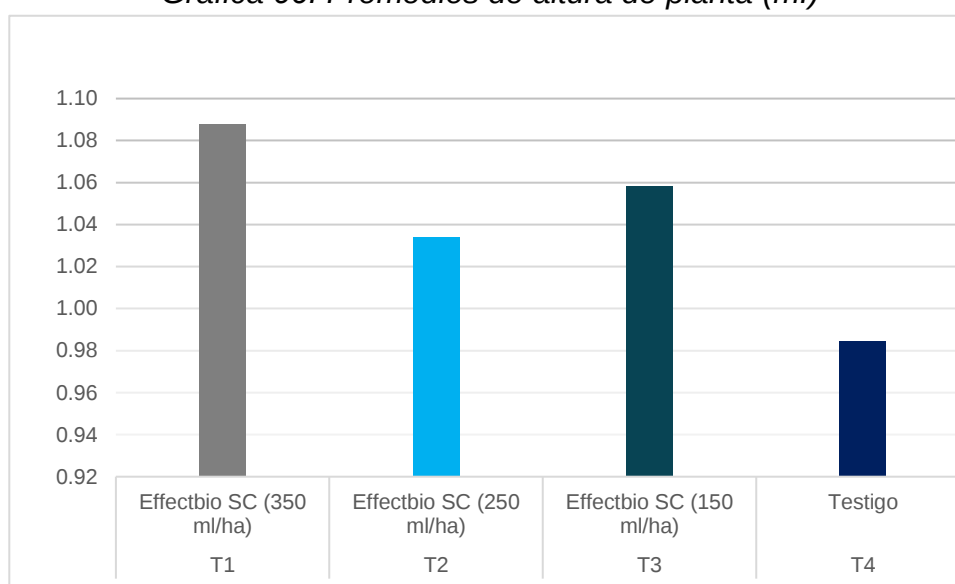


Tabla 18: Análisis de variancia para altura de planta

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calc.	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.004493	0.001498	0.5106	3.86	6.99	NS	NS
Tratamientos	3	0.023095	0.007698	2.6247	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	0.026397	0.002933					
Total	15	0.053984					CV	4.74%
Promedio registrado		1.04 m.						

Como se observa el análisis de variancia resultante en la tabla 18 no existen diferencias significativas al 95 y 99 %de confianza entre los 03 tratamientos en comparación en la investigación realizada, por lo tanto, no sustenta el uso de microorganismos eficientes en el cultivo de avena Mellicera, tomando en cuenta siempre este indicador y para los microorganismos eficientes probados.

Según los resultados expuestos en la tabla 17, el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) registro la máxima altura de planta con 1.09 m., mientras que el T4-Testigo, registro la mínima altura de planta con 0.98m.

Según los resultados expuestos en la tabla 18, no existen diferencias significativas entre los bloques experimentales al 95 y 99 % de confianza, mientras que el coeficiente de variabilidad es de 4.74 %, rango permitido para los trabajos de investigación.

Los resultados para el testigo son superiores a los reportados por **Flores (2019)**, en la investigación titulada “Producción de avena forrajera (*Avena sativa* L.) con fertilización fraccionada de nitrógeno y abonos orgánicos en el CIP Camacani”, quien indica promedios de 59 y 74 cm en avena de la variedad INIA-902 fertilizada con estiércol de lombriz y guano de islas. Además, indica que la variación entre los resultados es posible atribuirla a los efectos ambientales y genéticos propios de la variedad.

Salas (2015), en su investigación titulada “Efecto de los microorganismos eficaces y bio abonos en el rendimiento y calidad de la avena forrajera (*Avena sativa* L.) variedad INIA 901 Mantaro en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna – 2015” resalta que en su indicador altura de planta a los 120 días resultó ser el mejor tratamiento T17 (2 litros de EM, 4 t/ha de compost y 2 t/ha de bocashi), con un promedio de 1,333 m., resultado superior al presentado en la presente investigación.

6.2.2. Longitud de lámina foliar

Tabla 19: Promedios de longitud de lámina foliar (m.)

Clave	Tratamiento	Bloque				Promedio
		I	II	III	IV	
T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	0.19	0.21	0.22	0.25	0.22
T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	0.22	0.20	0.20	0.21	0.20
T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	0.21	0.21	0.20	0.24	0.22
T4	Testigo	0.17	0.22	0.21	0.22	0.21
	Total	0.80	0.84	0.82	0.91	0.21

Grafica 07: Promedios de longitud de lámina foliar (m.)

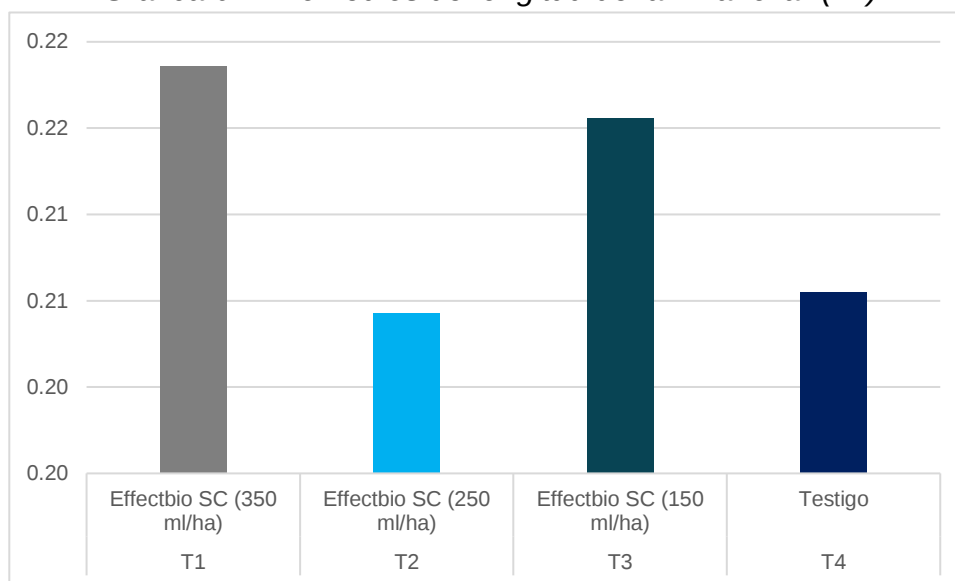


Tabla 20: Análisis de variancia para longitud de lámina foliar

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calc.	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.001936	0.000645	2.3404	3.86	6.99	NS	NS
Tratamientos	3	0.000618	0.000206	0.7468	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	0.002482	0.000276					
Total	15	0.005036					CV	8.73%
Promedio registrado		0.21 m.						

En el análisis de variancia que se observa en la tabla 20 no existen diferencias de significancia al 95 y 99 % de confianza entre los 03 tratamientos contrastados en la investigación desarrollada, por lo tanto, no sustenta el uso de microorganismos eficientes en el cultivo de avena Mellicera, tomando en cuenta siempre este indicador y para los microorganismos eficientes probados.

Según los resultados expuestos en la tabla 19, el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) y el T3-Effectbio SC (150 ml/ha) registraron la máxima longitud de lámina foliar con 0.22m., mientras que el T2- Effectbio SC (250 ml/ha), registro la mínima longitud de lámina foliar con 0.20m.

No existen diferencias significativas entre los bloques experimentales al 95 y 99 % de confianza, mientras que el coeficiente de variabilidad es de 8.73%, rango permitido para los trabajos de investigación.

Los resultados de la investigación “Evaluación y selección de gramíneas forrajeras tolerantes a condiciones climáticas del altiplano de Puno” son inferiores al reporte de **Argote y Halanoca (2007)**, en el trabajo de investigación “Evaluación y selección de gramíneas forrajeras tolerantes a condiciones climáticas del altiplano de Puno” presenta longitudes de 0.4327, 0.4019, 0.3710, 0.3732, 0.3353, 0.3361, 0.3629 y 0.3773 m. en las variedades INIA – 902 Africana, Vilcanota 1, Tayko, Cayuse, Negra nativa, Mantaro 15, INIA 2000 y INIA Santa Ana con una fertilización de 70 kg/ha de nitrógeno.

6.2.3. Número de hojas por planta

Tabla 21: Promedios de número de hojas por planta (№)

Clave	Tratamiento	Bloque				Total
		I	II	III	IV	
T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	5.10	4.60	5.30	5.40	5.10
T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	4.90	4.30	4.80	5.30	4.83
T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	5.20	4.80	4.70	4.70	4.85
T4	Testigo	4.70	4.50	5.00	5.00	4.80
Total		19.90	18.20	19.80	20.40	4.89

Grafica 08: Promedios de número de hojas por planta (№)

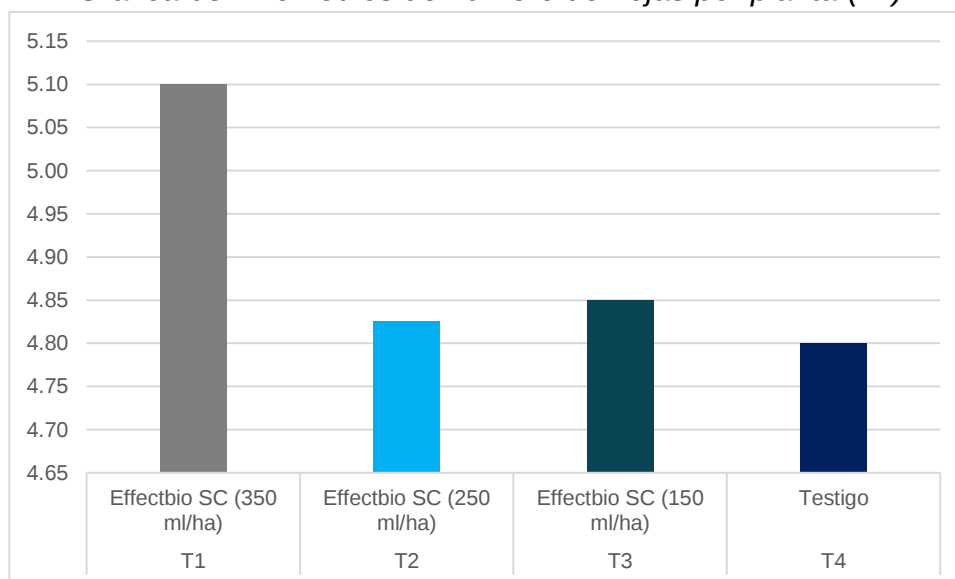


Tabla 22: Análisis de variancia para número de hojas por planta

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calc.	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.681875	0.227292	3.6817	3.86	6.99	NS	NS
Tratamientos	3	0.231875	0.077292	1.2520	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	0.555625	0.061736					
Total	15	1.469375					CV	6.39%
Promedio registrado		4.89 hojas por planta.						

Como se observa el análisis de variancia resultante en la tabla 22 no existen diferencias significativas al 95 y 99 %de confianza entre los 03 tratamientos en comparación en la investigación realizada, por lo tanto, no sustenta el uso de microorganismos eficientes en el cultivo de avena Mellicera, tomando en cuenta siempre este indicador y para los microorganismos eficientes probados.

Según los resultados expuestos en la tabla 21, el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) registro el máximo número de hojas por planta con 5.10 hojas, mientras que el T4-Testigo, registro el mínimo número de hojas por planta con 4.80 hojas.

El número de hojas por planta promedio registrado fue de 4.89 hojas por planta, mientras que el coeficiente de variabilidad es de 6.39 %, rango permitido para los trabajos de investigación, Según los resultados expuestos en la tabla 22, no existen diferencias significativas entre los bloques experimentales al 95 y 99 % de confianza.

6.2.4. Número de macollos por planta

Tabla 23: Promedios de número de macollos por planta (No)

Clave	Tratamiento	Bloque				Total
		I	II	III	IV	
T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	6.30	7.00	7.10	6.30	6.68
T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	6.70	7.10	8.00	6.10	6.98
T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	7.20	7.70	6.60	7.10	7.15
T4	Testigo	5.80	7.50	8.30	5.90	6.88
	Total	26.00	29.30	30.00	25.40	6.92

Grafica 09: Promedios de número de macollos por planta (No)

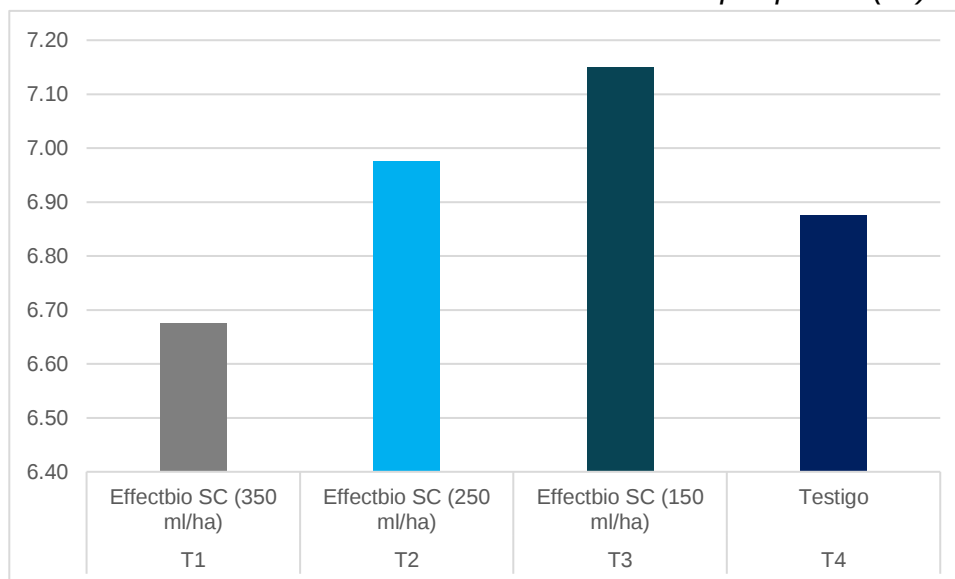


Tabla 24: Análisis de variancia para número de macollos por planta

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calc.	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	4.006875	1.335625	3.3339	3.86	6.99	NS	NS
Tratamientos	3	0.471875	0.157292	0.3926	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	3.605625	0.400625					
Total	15	8.084375					CV	10.52%
Promedio registrado		6.92 macollos por planta						

En el análisis de variancia que se observa en la tabla 24 no existen diferencias de significancia al 95 y 99 % de confianza entre los 03 tratamientos contrastados en la investigación desarrollada, por lo tanto, no sustenta el uso de microorganismos eficientes en el cultivo de avena Mellicera, tomando en cuenta siempre este indicador y para los microorganismos eficientes probados.

Según los resultados expuestos en la tabla 23, el T3-Effectbio SC (150 ml/ha) registro el máximo número de macollos por planta con 7.15 macollos, mientras que el T1-Effectbio SC (350 ml/ha), registro el mínimo número de macollos por planta con 6.68 macollos.

El número de macollos por planta promedio registrado fue de 6.92 macollos, mientras que el coeficiente de variabilidad es de 10.52%, rango permitido para los trabajos de investigación. Según los resultados expuestos en la tabla 24, no

existen diferencias significativas entre los bloques experimentales al 95 y 99 % de confianza.

Salas (2015), en su investigación titulada “Efecto de los microorganismos eficaces y bio abonos en el rendimiento y calidad de la avena forrajera (*Avena sativa L.*) variedad INIA 901 Mantaro 15m en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna – 2015”, con abonos orgánicos y microorganismos eficaces para número de macollos por planta, obtuvo el mejor tratamiento T15 con una media de 11,867 macollos, que es superior a los resultados obtenidos en la presente investigación al adicionar abonos orgánicos a sus tratamientos.

6.2.5. Número de nudos por planta

Tabla 25: Promedios de número de nudos por planta (Nº)

Clave	Tratamiento	Bloque				Total
		I	II	III	IV	
T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	5.30	4.70	5.30	4.90	5.05
T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	4.70	5.00	4.90	4.90	4.88
T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	5.30	5.30	5.00	4.60	5.05
T4	Testigo	5.10	4.90	4.90	4.40	4.83
Total		20.40	19.90	20.10	18.80	4.95

Grafica 10: Promedios de número de nudos por planta (Nº)

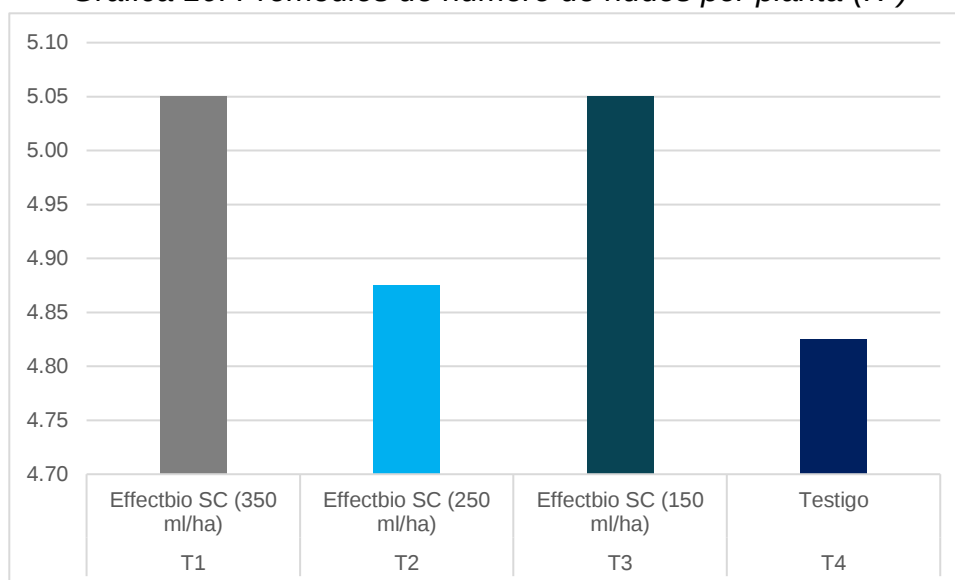


Tabla 26: Análisis de variancia para número de nudos por planta

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calc.	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.365000	0.121667	1.9909	3.86	6.99	NS	NS
Tratamientos	3	0.165000	0.055000	0.9000	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	0.550000	0.061111					
Total	15	1.080000					CV	5.33%
Promedio registrado		4.95 nudos por planta.						

Como se observa el análisis de variancia resultante en la tabla 26 no existen diferencias significativas al 95 y 99 %de confianza entre los 03 tratamientos en comparación en la investigación realizada, por lo tanto, no sustenta el uso de microorganismos eficientes en el cultivo de avena Mellicera, tomando en cuenta siempre este indicador y para los microorganismos eficientes probados.

Según los resultados expuestos en la tabla 25, el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) y el T3-Effectbio SC (150 ml/ha) registraron el máximo número de nudos por planta con 5.05 nudos, mientras que el T4-Testigo, registro el mínimo número de nudos por planta con 4.83 nudos.

El número de nudos por planta promedio registrado fue de 4.95 nudos por planta, mientras que el coeficiente de variabilidad es de 5.33%, rango permitido para los trabajos de investigación. Según los resultados expuestos en la tabla 26, no existen diferencias significativas entre los bloques experimentales al 95 y 99 % de confianza.

6.3. Se conoció que efecto tienen los microorganismos eficientes sobre el índice de cosecha en la producción de avena INIA – 908 Mellicera

6.3.1. Inicio de espigado

Tabla 27: Promedios de inicio de espigado (días.)

Clave	Tratamiento	Bloque				Total
		I	II	III	IV	
T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	64.00	64.00	65.00	65.00	64.50
T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	64.00	63.00	67.00	64.00	64.50
T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	61.00	64.00	65.00	66.00	64.00
T4	Testigo	64.00	64.00	63.00	66.00	64.25
Total		253.00	255.00	260.00	261.00	64.31

Grafica 11: Promedios de inicio de cosecha (días.)

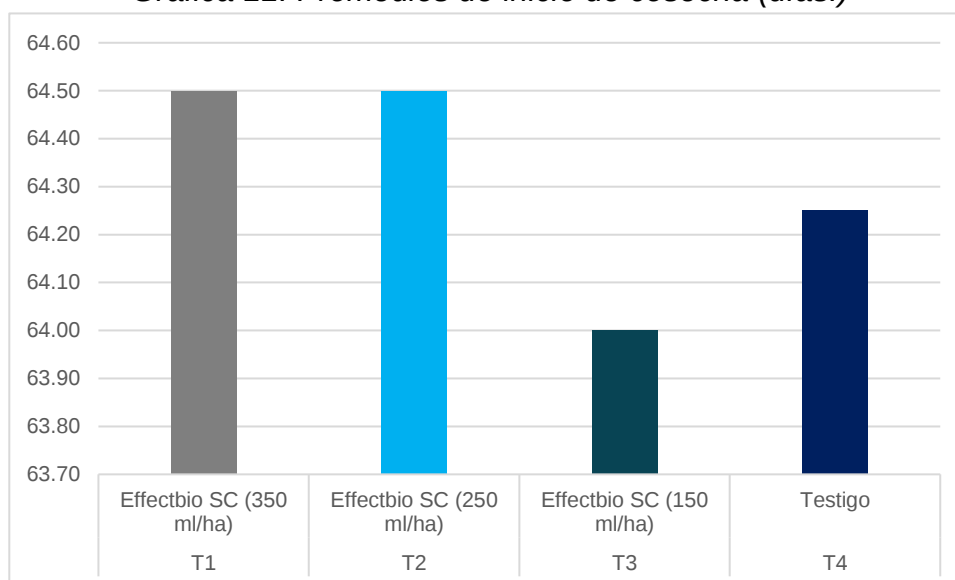


Tabla 28: Análisis de variancia para inicio de cosecha

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calc.	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	11.187500	3.729167	1.9110	3.86	6.99	NS	NS
Tratamientos	3	0.687500	0.229167	0.1174	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	17.562500	1.951389					
Total	15	29.437500					CV	2.23%
Promedio registrado		64.31 días						

Como se observa el análisis de variancia resultante en la tabla 28 no existen diferencias significativas al 95 y 99 %de confianza entre los 03 tratamientos en comparación en la investigación realizada, por lo tanto, no sustenta el uso de

microorganismos eficientes en el cultivo de avena Mellicera, tomando en cuenta siempre este indicador y para los microorganismos eficientes probados.

Según los resultados expuestos en la tabla 27, el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) y el T2-Effectbio SC (250 ml/ha) registraron el máximo inicio de cosecha con 64.05 días, mientras que el T3-Effectbio SC (150 ml/ha), registro el mínimo inicio de cosecha con 64.00 días.

El inicio de cosecha promedio registrado fue de 64.31 días después de la siembra mientras que el coeficiente de variabilidad es de 2.23%, rango permitido para los trabajos de investigación. Según los resultados expuestos en la tabla 28, no existen diferencias significativas entre los bloques experimentales al 95 y 99 % de confianza.

El campo experimental elegido para la presente investigación es uniforme en sus características puesto que no existen diferencias significativas al 95 y 99% de confianza entre los bloques del experimento.

VII. CONCLUSIONES

7.1. Conclusiones

Los resultados obtenidos se procesaron utilizando el análisis de varianza y la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 95% y 99% de confianza, donde se pudo observar que:

1. Para el rendimiento, según los resultados expuestos, el T3- Effectbio SC (150 ml/ha) registro el máximo rendimiento en forraje fresco con 42.98 t/ha, mientras que el T1- Effectbio SC (350 ml/ha) registro el mínimo rendimiento con 41.35 t/ha. Para rendimiento en forraje seco el T2-Effectbio SC (250 ml/ha) registro el máximo rendimiento con 15.04 t/ha, mientras que el T3-Effectbio SC (150 ml/ha) registro el mínimo rendimiento con 12.63 t/ha., con respecto a los demás tratamientos, sin embargo, los tratamientos mostraron promedios estadísticamente iguales al 99% de confianza y no existieron diferencias significativas.
2. Para las características agronómicas del cultivo de avena 908 INIA- Mellicera expresado como altura de planta, el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) registro la máxima altura con 1.09 m., mientras que el T4-Testigo, registro la mínima altura con 0.98m. para longitud de lámina foliar, el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) y el T3-Effectbio SC (150 ml/ha) registraron la máxima longitud con 0.22m., mientras que el T2- Effectbio SC (250 ml/ha), registro la mínima longitud de lámina foliar con 0.20m., para número de hojas por planta, el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) registro su máximo número con 5.10 hojas, mientras que el T4-Testigo, registro el mínimo número con 4.80 hojas, para número de macollos por planta, el T3-Effectbio SC (150 ml/ha) registro su máximo número con 7.15 macollos, mientras que el T1-Effectbio SC (350 ml/ha), registro el mínimo número con 6.68 macollos, finalmente para número de nudos por planta, el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) y el T3-Effectbio SC (150 ml/ha) registraron el máximo número con 5.05 nudos, mientras que el T4-Testigo, registro el mínimo número con 4.83 nudos por planta, sin

embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas con el resto de tratamientos comparados.

3. Finalmente, para el índice de cosecha expresado, se pudo observar que el T1-Effectbio SC (350 ml/ha) y el T2-Effectbio SC (250 ml/ha) registraron el máximo inicio de cosecha con 64.05 días, mientras que el T3-Effectbio SC (150 ml/ha), registro el mínimo inicio de cosecha con 64.00 días. sin embargo, estadísticamente no muestran diferencias significativas con respecto al resto de tratamientos evaluados y por lo tanto no se justifica su uso.

VIII. SUGERENCIAS

8.1. Sugerencias

- Continuar la comparación de microorganismos eficientes en otros pisos altitudinales de la región.
- Comparar los microorganismos eficientes en el cultivo de avena Mellicera cambiando las dosis y momentos de aplicación.
- Comparar los microorganismos eficientes empleados en la presente investigación en la producción de otros cultivos.
- Continuar con trabajos de investigación en referencia a la comparación de microorganismos eficientes.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- 1. Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior. (2002).** "Guía de lombricultura". La Rioja, Nicaragua: Adex.
- 2. Agrios, N. (1996).** "Fitopatología". Ciudad de México, México: Limusa S.A.
- 3. APNAN. (2003).** Red de Agricultura natural de para la Región Asia/Pacífico. Manual de Aplicación. (en línea). Consultado: 28 de septiembre de 2009. Disponible en: www.apnam.com.
- 4. Arestegui, A. (1992).** "Botánica agrícola". Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- 5. Arévalo, G. (1996).** "Cultivo de programa de desarrollo sostenible en la sierra". Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Lima, Perú: Editorial Limusa.
- 6. Argote y Halanoca (2007).** "Evaluación y selección de gramíneas forrajeras tolerantes a condiciones climáticas del altiplano de Puno". Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano.
- 7. Argote, G. y Ruiz, J. (2011).** "Manejo y conservación de avena forrajera. guía técnica". Curso-taller. jornada de capacitación UNAL- Agro banco. Puno, Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- 8. Arias, A. (2010).** "Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. Bogotá, Colombia: Journal de Ciencia e Ingeniería.
- 9. Amado, P. y Ortiz, P. (2001).** "Consecuencia de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de avena irrigada con agua residual". Chapingo, Mexico: Terra Latinoamericana.
- 10. André, G. (1971).** "Abonos guía práctica de la fertilidad"., Madrid, España: Mundi – Prensa.

- 11. A.O.A.C. (1990).** "Official Methods of Analysis". Oxfordshire, Inglaterra: Association of Official Agricultural Chemists. Edición 15th
- 12. Apaza L. y Astete A. (2017).** "Evaluación de la efectividad de biol obtenido por fermentación de microorganismos eficaces en residuos orgánicos provenientes de la actividad agropecuaria – Cusco"., Cusco, Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- 13. Azabache, L (2003).** "Fertilidad de suelos para una agricultura sostenible". Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- 14. Baca, E. (2015).** "Influencia de los ácidos húmicos y fúlvicos en el crecimiento y desarrollo en betarraga (*Beta vulgaris* L.) en condiciones de invernadero"., Trujillo, Peru: Universidad Privada Antenor Orrego.
- 15. Banco Interamericano de Desarrollo (2009).** Manual Práctico de Uso de EM. - Convenio Fondo Especial de Japón / BID ATN/JO-10792 UR., Asunción, Uruguay: Banco Interamericano de Desarrollo como Administrador del Fondo Especial de Japón.
- 16. Baeyens, J. (1970).** "Nutrición de las plantas de cultivo"., Madrid, España: Editorial Lemos.
- 17. Barreira, A. E. (1975).** "Fundamentos de edafología"., Barcelona, España: Editorial Hemisferio Sur.
- 18. Beingolea, O. (1984).** "Protección vegetal". Lima, Perú: Imprenta Máximo Atoche.
- 19. Bioem (2023).** "EM-Microorganismos eficaces Perú"., Pueblo Libre, Lima Perú: s/e
- 20. Biosca, A. (2001).** "¿Qué son microorganismos eficientes?" Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgbr>

- 21. Biona TM (2023).** "Micro fertilizantes"., Kiev, Ucrania: https://www-biona-biz.translate.google.com/shop/sunnymixbor/?_x_tr_sl=uk&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es419&_x_tr_pto=sc&_x_tr_sch=http.
- 22. Cahuaza, K. (2015).** "Dosis de ceniza de madera y su efecto sobre las características agronómicas y el rendimiento en *Beta vulgaris* L. betarraga var. Early Wonder Tall Top, Zungarococha - Iquitos", Iquitos, Perú: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- 23. Cambiagro.(2023).** "Nuevos términos utilizados en el agro". Recuperado de <https://blog.cambiagro.com/2023/05/31/terminos-agricolas/>
- 24. Choque J, (2005).** "Producción y manejo de especies forrajeras". Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias., Puno, Perú: Editorial Universitario UNA.
- 25. Cisneros, J. (2015).** "Optimización del rendimiento de avena (*Avena sativa* L. Variedad INIAP82) bajo tres niveles de encalado en la granja Irquis", Cuenca , Ecuador: Universidad de Cuenca.
- 26. Condori, M., y Borda, A. (2014).** "Influencia del humus de lombriz en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad única en la zona yunga - La Cantuta durante el año 2011"., Lima, Perú: Universidad Nacional de Educacion Enrique Guzman y Valle.
- 27. Cronquist, A. (1981).** "An integrated system of classification of flowering plants"., Nueva York, EE. UU: Columbia University Press
- 28. Diestra, E. (2017).** "Efecto de tres dosis de solución de cascara de platano en el rendimiento de *Beta vulgaris* L. var. Early Wonder Tall Top en Huayatan, Santiago de Chuco – La Libertad"., Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- 29. Donald, C. y Hamblin, J. (1976)** "The biological yiel and harvest index of cereales as agronomic and plant breeeding criteria". Scopus. Engledow

- 30. Escobar, B. (2013).** "Evaluación de parámetros de rendimiento de cultivares y líneas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Paucará - Acobamba-Huancavelica". Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.
- 31. Fayemi, O., & Ojokoh, A., (2014).** "The effect different fermentation techniques on the nutritive quality of the cassava product. journal of food processing and preservation"., Ojokoh, Japón; Forward series.
- 32. FAO. (2015).** "Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura". Recuperado el 10 de octubre de 2015, de <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-quimicas/es/>
- 33. FAO. (2016).** "AQUASTAT". Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Recuperado el 15 de diciembre de 2016, de <https://www.fao.org/aquastat/en/>
- 34. Feijoo, M. A. L. (2016).** "Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores". La Habana, Cuba: Científica Agroecosistemas.
- 35. Flores, D. (2019).** "Producción de avena forrajera (*Avena sativa* L.) con fertilización fraccionada de nitrógeno y abonos orgánicos en el CIP Camacani". Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano.
- 36. Flores, J. (2014).** "Efecto del distanciamiento entre plantas en la producción de dos variedades de remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var *Crassa*) Puno"., Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- 37. Higa, T., (1994).** "Microorganismos beneficiosos y eficaces para una agricultura y un medio ambiente sostenibles". Shizuoka, Japón: Centro Internacional de Investigación en Agricultura Natural.
- 38. Huahuachampi, Y. (2015).** "Dos niveles de guano de isla en el rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.), bajo manejo orgánico en el distrito de Chiguata, región Arequipa"., Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

- 39. Hurtado, H., F. (1999).** "Elementos para la planificación agropecuaria en los andes sur peruanos". Serie: materiales de enseñanza N°1. Cusco, Perú: Instituto de Investigación Universidad y Región – IIUR.
- 40. Hurtado (2001).** "Microorganismos eficientes". Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgbr>
- 41. Hoyos, D. (2008).** "Utilidad de los microorganismos eficaces en una explotación avícola en Córdoba". Parametros productivos y control ambiental., Córdoba, Argentina: Revista MVZ Córdoba.
- 42. Japon, J. (1985).** "Cultivo extensivo de la remolacha de mesa"., Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- 43. Jurado, P. y Lara, C. (2014).** "Paquete tecnológico para la producción de avena forrajera en Chihuahua". Chihuahua, México: INIFAP-CIRNOC. Folleto Técnico.
- 44. Loaya, M. (2020).** Repositorio.lamolina.edu.pu. Recuperado el 12 de junio: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4376/mendoza-loayzakerry-kary.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 45. INAMHI. (2014).** "El agro". Recuperado el 18 de junio de 2024, de <http://www.revistaelagro.com/2014/04/23/el-cultivo-de-la-avena-y-el-clima-en-ecuador/>
- 46. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (1987).** "Recomendaciones prácticas para la producción de cereales en la región". Lima, Perú: s/e.
- 47. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2019).** Portal de transparencia. Recuperado el 14 de setiembre de 2024, de <https://www.inia.gob.pe/2019-nota-138/>
- 48. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2011).** Recuperado el 9 de mayo de 2014, de

http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=2&sobi2Id=462&Itemid=

- 49. INIFAP. (2015).** "Tecnología de producción de avena forrajera de riego en el Altiplano Potosino". Recuperado el 23 de junio del 2024 en: <http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?!dt=13>.
- 50. INIAP. (2011).** "Guía para el manejo y toma de datos de ensayos del cultivo de papa". Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- 51. Jurado P. y Lara, C. (2014).** "Paquete tecnológico para la producción de avena forrajera en Chihuahua". INIFAP-CIRNOC. Ciudad de México, México: Folleto Técnico.
- 52. Machaca, A. (2018).** "Niveles de guano de islas y té de estiércol de cuy en el rendimiento del cultivo de arveja verde (*Pisum sativum* L.) en la irrigación Majes de Arequipa", Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- 53. Márquez, D., K.; Vega, J., L., y Álvarez, B., L., (2021).** "Glosario de términos agronómicos". Huánuco, Perú: s/e.
- 54. Maximiliano, D. (2018).** "Efecto de la fertilización nitrogenada en la aclimatación de tres cultivares de "remolacha azucarera" *Beta vulgaris* L, cv. SVPE 14-01,14- 02,14-03 (amaranthaceae), sembrados en trasplante tardío a más de 4,000 msnm, sierra del distrito Sarín, provincia Sá", Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- 55. Mendoza, W. (1997).** "Curso de cereales". Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- 56. Ministerio de Agricultura y Riego. (2019).** "Guano de las islas", Lima, Perú: Agrorural.
- 57. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca Argentina. (2014).** "Madurez, Cosecha, Índices de cosecha". Manejo del producto en la cosecha Buenos Aires, Argentina: MAGyP.

- 58. Miren, A. (1993).** "Aclimatación al frío en cultivares de *Avena sativa*"
Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Santiago, Chile:
Universidad de Chile.
- 59. Montilla G. (2013).** "Aproximaciones genéticas y moleculares para la mejora de la avena por resistencia a estreses bióticos y abióticos". Departamento de Genética. Córdoba, Argentina: Universidad de Córdoba.
- 60. Reyes, P. (1985).** "Fitogenotecnia básica aplicada". Barcelona, España: AGT Editor S.A.
- 61. Rivera, J., Palacios, J., & Guerra, E. (2020).** "Nueva variedad de avena (*Avena sativa* L.) multipropósito; resiliente al cambio climático y de ciclo corto", Cusco, Perú: Agroindustrial Science. Escuela de Ingeniería Agroindustrial Universidad Nacional de Trujillo.
- 62. Rodríguez B. y Porras M. (1996).** "Botánica sistemática (compilación)", México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- 63. Rodríguez, M. (2009).** Microorganismos eficientes (EM). Disponible en: http://aia.uniandes.edu.co/documentos/articulo%20em%20_manuel%20r..pdf
- 64. Romero, M. y Gómez, L. (1996).** "Cultivo de la cebada en el Perú". Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- 65. Parson, D. (1989).** "Trigo, cebada, avena, volumen 9 de serie manuales para educación agropecuaria: área, producción vegetal", México D.F, México: Trillas Editorial, S. A.
- 66. Plan Estratégico Sectorial Multianual MINAGRI (2015).** "Acrónimos y glosario de terminos", Lima, Perú: PESEM MINAGRI.
- 67. Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural. (2013).** "Plan anual de comercialización 2013", Lima, Perú: Agrorural .

- 68. Ramírez, M. (2009).** "Tecnología de Microorganismos eficientes (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible". Bucaramanga. Colombia. s/e
- 69. Sanchez, J. (2018).** "Evaluación del proceso de elaboración de vermicompost con dos especies de lombriz, *Eisenia foetida* y *Lumbricus sp.*, en la provincia de Arequipa"., Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- 70. Salas, M. (2015).** "Efecto de los microorganismos eficaces y bioabonos en el rendimiento y calidad de la avena forrajera (*Avena sativa* L.) variedad INIA 901 Mantaro en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna – 2015"., Huanuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- 71. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2011).** "Manual de observaciones fenológicas". Recuperado de http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/manual_fenologico.pdf
- 72. Tapia, M. (2007).** La Ganadería en el Altiplano de Puno. Una visión, técnica, económica social y ambiental. El problema agrario en debate SEPIA XII, Tarapoto, San Martín, Perú.
- 73. Toalombo, R. (2012).** Evaluación de microrganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*)., Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato
- 74. Trenkel, M. E. (2010).** "Slow-and controlled-release and stabilized fertilizers. An option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture". International Fertilizer Industry Association. Paris, France: s/e.
- 75. Vargas, W. (1994).** "Entomología agrícola". Cusco, Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- 76. Vilca, J. (1990).** "Entomología general". Ayacucho, Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- 77. Villagarcia, S. (1979).** "Fertilidad de suelos y fertilizantes"., Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina.

- 78. Villar, E. (2021).** "Efecto de abonos orgánicos, microorganismos eficaces (EM) en la producción forrajera de avena (*Avena sativa* L.), y microbiota del suelo del distrito de Vilque – Puno"., Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- 79. Yang, Z. (2021).** "Assesing the impact of wood decay fungi on the modulus of elasticity of slash pine (*Pinus elliottii*) by stress wave non - destructive testing". International biodeterioration & biodegradation

ANEXOS

RESULTADOS DE EVALUACIONES EN CAMPO Y LABORATORIO

Tabla 29: Rendimiento de forraje fresco (t/ha)

Bloques	Tratamiento		Peso Forraje Fresco por Área Efectiva (kg.)	Área Efectiva (m²)	Rendimiento Promedio	
					kg/ha	t/ha
I	T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	86.600	20.16	42,956.35	42.96
	T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	86.995	20.16	43,152.28	43.15
	T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	87.795	20.16	43,549.11	43.55
	T4	Testigo	83.220	20.16	41,279.76	41.28
II	T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	80.000	20.16	39,682.54	39.68
	T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	85.260	20.16	42,291.67	42.29
	T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	87.905	20.16	43,603.67	43.60
	T4	Testigo	89.680	20.16	44,484.13	44.48
III	T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	86.350	20.16	42,832.34	42.83
	T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	80.760	20.16	40,059.52	40.06
	T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	81.740	20.16	40,545.63	40.55
	T4	Testigo	82.280	20.16	40,813.49	40.81
IV	T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	80.460	20.16	39,910.71	39.91
	T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	81.325	20.16	40,339.78	40.34
	T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	89.170	20.16	44,231.15	44.23
	T4	Testigo	84.190	20.16	41,760.91	41.76

Tabla 30: Rendimiento de forraje seco (t/ha)

Bloques	Tratamiento	Peso Forraje Seco por Área Efectiva (kg.)	Área Efectiva (m ²)	Rendimiento Promedio	
				kg/ha	t/ha
I	T1 Effectbio SC (350 ml/ha)	31.000	20.16	15,376.98	15.38
	T2 Effectbio SC (250 ml/ha)	28.500	20.16	14,136.90	14.14
	T3 Effectbio SC (150 ml/ha)	19.200	20.16	9,523.81	9.52
	T4 Testigo	30.000	20.16	14,880.95	14.88
II	T1 Effectbio SC (350 ml/ha)	24.500	20.16	12,152.78	12.15
	T2 Effectbio SC (250 ml/ha)	30.050	20.16	14,905.75	14.91
	T3 Effectbio SC (150 ml/ha)	30.500	20.16	15,128.97	15.13
	T4 Testigo	24.650	20.16	12,227.18	12.23
III	T1 Effectbio SC (350 ml/ha)	20.500	20.16	10,168.65	10.17
	T2 Effectbio SC (250 ml/ha)	30.100	20.16	14,930.56	14.93
	T3 Effectbio SC (150 ml/ha)	28.500	20.16	14,136.90	14.14
	T4 Testigo	26.050	20.16	12,921.63	12.92
IV	T1 Effectbio SC (350 ml/ha)	26.000	20.16	12,896.83	12.90
	T2 Effectbio SC (250 ml/ha)	32.600	20.16	16,170.63	16.17
	T3 Effectbio SC (150 ml/ha)	29.500	20.16	14,632.94	14.63
	T4 Testigo	30.050	20.16	14,905.75	14.91

Tabla 31: Altura de planta (m.)

Bloque	N° de planta	Tratamiento			
		T1 Effectbio SC (350 ml/ha)	T2 Effectbio SC (250 ml/ha)	T3 Effectbio SC (150 ml/ha)	T4 Testigo
I	01	0.983	0.806	1.069	1.122
	02	1.141	0.842	0.964	1.139
	03	1.102	0.876	1.082	1.100
	04	1.014	0.854	1.031	1.022
	05	0.982	0.774	1.059	1.192
	06	1.266	1.028	0.978	1.059
	07	1.094	1.296	1.091	0.978
	08	1.013	0.973	1.128	0.886
	09	1.123	1.162	0.992	0.937
	10	1.092	1.072	1.077	1.018
II	01	1.262	1.153	1.142	0.976
	02	0.973	1.043	1.113	1.086
	03	0.974	1.011	1.184	0.838
	04	1.066	1.252	1.072	1.010
	05	0.936	0.953	1.150	1.013
	06	1.022	0.951	1.023	0.683
	07	1.079	1.026	1.176	0.896
	08	1.008	1.076	1.087	1.046
	09	1.173	1.096	1.222	1.113
	10	1.021	1.142	1.114	0.822
III	01	1.176	0.982	1.077	0.972
	02	1.192	0.921	1.137	1.092
	03	1.236	0.965	0.952	1.012
	04	1.235	1.016	1.157	1.093
	05	1.161	1.168	0.812	0.937
	06	0.971	1.093	1.004	0.993
	07	1.115	1.183	0.979	1.073
	08	1.154	1.080	0.928	1.063
	09	1.063	1.040	1.103	1.067
	10	1.056	1.131	1.032	1.073
IV	01	1.040	1.000	0.940	0.975
	02	1.045	1.200	1.091	1.070
	03	1.260	1.080	1.045	0.760
	04	0.975	1.175	1.065	0.770
	05	1.190	0.780	1.120	0.925
	06	0.980	1.075	1.165	0.805
	07	1.055	1.185	1.180	0.920
	08	1.110	1.170	1.080	0.820
	09	1.075	0.870	0.910	0.970
	10	1.105	0.860	0.805	1.045

Tabla 32: Longitud de lámina foliar (m.)

Bloque	N° de planta	Tratamiento			
		T1 Effectbio SC (350 ml/ha)	T2 Effectbio SC (250 ml/ha)	T3 Effectbio SC (150 ml/ha)	T4 Testigo
I	01	0.149	0.168	0.177	0.134
	02	0.154	0.209	0.188	0.149
	03	0.169	0.161	0.231	0.193
	04	0.213	0.162	0.292	0.158
	05	0.280	0.258	0.201	0.163
	06	0.134	0.283	0.179	0.233
	07	0.153	0.212	0.153	0.211
	08	0.271	0.303	0.154	0.115
	09	0.187	0.189	0.373	0.234
	10	0.201	0.248	0.179	0.156
II	01	0.179	0.179	0.197	0.242
	02	0.300	0.230	0.219	0.176
	03	0.194	0.153	0.253	0.199
	04	0.188	0.119	0.206	0.298
	05	0.290	0.185	0.273	0.162
	06	0.225	0.252	0.192	0.202
	07	0.152	0.262	0.252	0.213
	08	0.179	0.189	0.183	0.250
	09	0.156	0.157	0.180	0.253
	10	0.275	0.228	0.169	0.235
III	01	0.220	0.256	0.203	0.257
	02	0.206	0.226	0.203	0.231
	03	0.228	0.213	0.316	0.166
	04	0.195	0.204	0.242	0.189
	05	0.198	0.272	0.239	0.112
	06	0.296	0.146	0.154	0.164
	07	0.150	0.128	0.141	0.294
	08	0.237	0.177	0.277	0.218
	09	0.203	0.142	0.116	0.216
	10	0.243	0.192	0.113	0.206
IV	01	0.230	0.282	0.290	0.305
	02	0.308	0.177	0.285	0.180
	03	0.345	0.205	0.263	0.140
	04	0.170	0.190	0.265	0.250
	05	0.250	0.195	0.180	0.275
	06	0.208	0.150	0.240	0.150
	07	0.200	0.274	0.220	0.210
	08	0.260	0.220	0.240	0.200
	09	0.230	0.180	0.215	0.195
	10	0.318	0.195	0.170	0.285

Tabla 33: Número de hojas por planta (Nº)

Bloque	N° de planta	Tratamiento			
		T1 Effectbio SC (350 ml/ha)	T2 Effectbio SC (250 ml/ha)	T3 Effectbio SC (150 ml/ha)	T4 Testigo
I	01	6.00	5.00	5.00	5.00
	02	5.00	4.00	5.00	5.00
	03	4.00	6.00	5.00	5.00
	04	5.00	4.00	5.00	4.00
	05	5.00	5.00	5.00	5.00
	06	6.00	4.00	5.00	5.00
	07	5.00	5.00	6.00	5.00
	08	4.00	5.00	5.00	5.00
	09	5.00	6.00	5.00	4.00
	10	6.00	5.00	6.00	4.00
II	01	5.00	4.00	5.00	4.00
	02	4.00	4.00	4.00	4.00
	03	5.00	4.00	5.00	4.00
	04	4.00	5.00	4.00	5.00
	05	4.00	5.00	6.00	5.00
	06	4.00	4.00	4.00	5.00
	07	5.00	4.00	5.00	5.00
	08	5.00	4.00	5.00	4.00
	09	5.00	5.00	6.00	5.00
	10	5.00	4.00	4.00	4.00
III	01	6.00	5.00	5.00	5.00
	02	5.00	6.00	5.00	6.00
	03	4.00	6.00	4.00	5.00
	04	4.00	5.00	5.00	6.00
	05	6.00	6.00	6.00	4.00
	06	6.00	4.00	4.00	4.00
	07	6.00	5.00	4.00	5.00
	08	5.00	4.00	5.00	4.00
	09	6.00	4.00	4.00	6.00
	10	5.00	3.00	5.00	5.00
IV	01	5.00	6.00	3.00	6.00
	02	6.00	6.00	3.00	6.00
	03	5.00	5.00	5.00	4.00
	04	5.00	5.00	5.00	4.00
	05	5.00	5.00	5.00	5.00
	06	6.00	6.00	5.00	5.00
	07	6.00	5.00	5.00	4.00
	08	6.00	5.00	6.00	5.00
	09	5.00	5.00	5.00	5.00
	10	5.00	5.00	5.00	6.00

Tabla 34: Número de macollos por planta (№)

Bloque	N° de planta	Tratamiento			
		T1 Effectbio SC (350 ml/ha)	T2 Effectbio SC (250 ml/ha)	T3 Effectbio SC (150 ml/ha)	T4 Testigo
I	01	7.00	6.00	8.00	7.00
	02	5.00	6.00	5.00	8.00
	03	8.00	8.00	8.00	5.00
	04	8.00	5.00	7.00	5.00
	05	9.00	5.00	8.00	5.00
	06	5.00	8.00	8.00	7.00
	07	6.00	9.00	8.00	6.00
	08	6.00	9.00	7.00	4.00
	09	4.00	6.00	5.00	7.00
	10	5.00	5.00	8.00	4.00
II	01	8.00	8.00	8.00	8.00
	02	10.00	8.00	7.00	7.00
	03	6.00	6.00	8.00	8.00
	04	6.00	8.00	4.00	8.00
	05	8.00	8.00	9.00	9.00
	06	8.00	9.00	8.00	8.00
	07	5.00	5.00	8.00	9.00
	08	9.00	8.00	9.00	5.00
	09	5.00	5.00	8.00	5.00
	10	5.00	6.00	8.00	8.00
III	01	7.00	8.00	7.00	8.00
	02	7.00	6.00	8.00	7.00
	03	6.00	8.00	4.00	9.00
	04	8.00	8.00	7.00	9.00
	05	8.00	8.00	6.00	7.00
	06	6.00	9.00	5.00	10.00
	07	6.00	9.00	7.00	7.00
	08	9.00	8.00	6.00	10.00
	09	6.00	8.00	8.00	8.00
	10	8.00	8.00	8.00	8.00
IV	01	9.00	6.00	6.00	8.00
	02	6.00	5.00	8.00	6.00
	03	6.00	6.00	10.00	6.00
	04	5.00	6.00	8.00	4.00
	05	6.00	6.00	8.00	6.00
	06	6.00	5.00	8.00	7.00
	07	6.00	6.00	5.00	6.00
	08	5.00	8.00	5.00	5.00
	09	8.00	7.00	6.00	5.00
	10	6.00	6.00	7.00	6.00

Tabla 35: Número de nudos por planta (Nº)

Bloque	N° de planta	Tratamiento			
		T1 Effectbio SC (350 ml/ha)	T2 Effectbio SC (250 ml/ha)	T3 Effectbio SC (150 ml/ha)	T4 Testigo
I	01	6.00	2.00	5.00	6.00
	02	5.00	4.00	6.00	5.00
	03	6.00	5.00	5.00	5.00
	04	5.00	4.00	5.00	5.00
	05	4.00	5.00	6.00	5.00
	06	7.00	5.00	5.00	5.00
	07	5.00	6.00	6.00	4.00
	08	5.00	4.00	5.00	5.00
	09	5.00	6.00	4.00	5.00
	10	5.00	6.00	6.00	6.00
II	01	5.00	5.00	7.00	5.00
	02	4.00	6.00	5.00	5.00
	03	5.00	5.00	6.00	4.00
	04	4.00	5.00	6.00	5.00
	05	4.00	4.00	6.00	6.00
	06	5.00	4.00	4.00	5.00
	07	5.00	5.00	4.00	5.00
	08	5.00	5.00	5.00	5.00
	09	5.00	6.00	5.00	5.00
	10	5.00	5.00	5.00	4.00
III	01	5.00	4.00	4.00	5.00
	02	5.00	5.00	5.00	4.00
	03	6.00	5.00	4.00	5.00
	04	6.00	5.00	5.00	6.00
	05	6.00	4.00	6.00	5.00
	06	4.00	5.00	6.00	5.00
	07	5.00	6.00	6.00	4.00
	08	5.00	6.00	4.00	4.00
	09	6.00	5.00	5.00	6.00
	10	5.00	4.00	5.00	5.00
IV	01	6.00	5.00	4.00	5.00
	02	5.00	6.00	6.00	5.00
	03	4.00	4.00	6.00	3.00
	04	5.00	5.00	4.00	3.00
	05	5.00	6.00	6.00	4.00
	06	4.00	5.00	4.00	4.00
	07	5.00	6.00	5.00	5.00
	08	5.00	5.00	5.00	4.00
	09	5.00	3.00	3.00	5.00
	10	5.00	4.00	3.00	6.00

Tabla 36: Inicio de espigado (días.)

Bloques	Tratamiento		Fecha de siembra	Fechas de evaluación (Días)						Promedio
				02/02/2024	04/02/2024	05/02/2024	06/02/2024	07/02/2024	08/02/2024	
I	T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	04/12/2023			64				64
	T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	04/12/2023			64				64
	T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	04/12/2023	61						61
	T4	Testigo	04/12/2023			64				64
II	T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	04/12/2023			64				64
	T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	04/12/2023		63					63
	T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	04/12/2023			64				64
	T4	Testigo	04/12/2023			64				64
III	T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	04/12/2023				65			65
	T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	04/12/2023					67		67
	T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	04/12/2023				65			65
	T4	Testigo	04/12/2023		63					63
IV	T1	Effectbio SC (350 ml/ha)	04/12/2023				65			65
	T2	Effectbio SC (250 ml/ha)	04/12/2023			64				64
	T3	Effectbio SC (150 ml/ha)	04/12/2023					66		66
	T4	Testigo	04/12/2023					66		66

ANALISIS DE SUELO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0441-23-LAQ

SOLICITANTE : ROXANA CARLOS ROSALES
MUESTRA : SUELO
SECTOR : POTRERO CRIBA
COMUNIDAD : KAYRA
CULTIVO ANT. : YACON
DISTRITO : SAN JERONIMO
PROVINCIA : CUSCO
REGION : CUSCO
FECHA : C/05/10/2023

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO HIDRODINAMICO:

pH	7.75
C.E. mmhos/cm	0.80
Materia Orgánica %	4.10
Nitrógeno %	0.19
Fosforo ppm P2O5	10.80
Potasio ppm K2O	190.40
C.I.C. meq/100	9.72
C.C.%	20.51
H.E. %	20.79
P.M.P. %	11.07
Carbonatos %	1.71
d.a. g/cc	1.628
d.r. g/cc	2.135
Textura:	
Arena %	73
Limo %	23
Arcilla %	4

QUIMICA AGRICOLA I ,SUELO Y FERTILIZANTES, E. Primo Yúfera.

Cusco, 11 Octubre 2023


Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios de Análisis

Investigadora Horacio Arístides
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANÁLISIS QUÍMICO

ANALISIS DE MATERIA SECA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- | | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú • FAX: 238156 - 238173 - 222512 • RECTORADO
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398 | <ul style="list-style-type: none"> • CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232570 - 232375 - 232226 • CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243855 - 243856 - 243837 - 243838 • LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015 | <ul style="list-style-type: none"> • MUSEO INKA
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380 • CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246 • COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192 |
|--|---|--|

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA) LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS

- | | |
|---------------------|--|
| - TIPO DE ANALISIS. | : % DE HUMEDAD Y MATERIA SECA. |
| - MUESTRA. | : AVENA. |
| - SECTOR. | : POTRERO CRIBA, K'AYRA, SAN JERONIMO – CUSCO. |
| - SOLICITANTE. | : ROXANA CARLOS ROSALES. |

N°	C L A V E	% HUMEDAD	% MATERIA SECA
01	BLOQUE - I - T - 1	69.00	31.00
02	BLOQUE - I - T - 2	71.50	28.50
03	BLOQUE - I - T - 3	80.80	19.20
04	BLOQUE - I - T - 4	70.00	30.00
05	BLOQUE - II - T - 1	75.50	24.50
06	BLOQUE - II - T - 2	69.95	30.05
07	BLOQUE - II - T - 3	69.50	30.50
08	BLOQUE - II - T - 4	75.35	24.65
09	BLOQUE - III - T - 1	79.50	20.50
10	BLOQUE - III - T - 2	69.90	30.10
11	BLOQUE - III - T - 3	71.50	28.50
12	BLOQUE - III - T - 4	73.95	26.05
13	BLOQUE - IV - T - 1	74.00	26.00
14	BLOQUE - IV - T - 2	67.40	32.60
15	BLOQUE - IV - T - 3	70.50	29.50
16	BLOQUE - IV - T - 4	69.95	30.05

CUSCO-K'AYRA, 22 DE MARZO DEL 2024.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS

Ing. Federico Huallpa Lima
ADMINISTRADOR

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS

FAUSTO YAPURA CONDORI
ANALISTA EN QUIMICA DE SUELOS Y PLANTAS

FICHA TECNICA (EFFECTBIO SC)

EfectoBio

Fertilizante biológico con efecto destructor de residuos de cultivos.

Objetivo

Fertilizante microbiológico diseñado para acelerar la descomposición de residuos vegetales, regular la cantidad de patógenos, estandarizar la microflora del suelo, estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas y aumentar la fertilidad del suelo.

Composición

Está compuesto por células vegetales vivas y esporas de *Bacillus subtilis*, complejos de esporas y micelas de *Trichoderma viride* y *Trichoderma lignorum* y sus metabolitos (enzimas, fitohormonas y sustancias biológicamente activas).

Mecanismos de acción

1. *Trichoderma viride* representa una alta actividad de celulasa y también controla patógenos mediante parasitismo directo y competencia de sustrato, liberando sustancias biológicamente activas que afectan la función reproductiva de los patógenos e inhiben su desarrollo.
2. *Trichoderma lignorum* es un productor activo de enzimas celulósicas y capaz de destruir profundamente las paredes celulares de plantas muertas y los polisacáridos individuales desintegrados de las plantas. La actividad antagónica de los micromicetos frente a *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora parasitica*, etc. es causada por la producción de antibióticos, fitohormonas (gliotoxina, viridina, tricondermina, etc.) y por la capacidad de colonización acelerada del sustrato. Las cepas micopáticas de *Trichoderma* entran en el micelio del huésped y crecen activamente dentro de las células, lo que resulta en la muerte.
3. *Bacillus subtilis* sintetiza más de 70 sustancias polipeptídicas antibióticas y también provoca la lisis micelial en *Pythium ultimum* y *Fusarium oxysporum* y otros microorganismos fitopatógenos del suelo. Produce un complejo de fitohormonas que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Mejora la nutrición fosfórica de las plantas.

Ventajas

- Estimula una rápida descomposición de los residuos de cultivo;
- Mejora la estructura y la fertilidad del suelo enriqueciéndolo con nutrientes y sustancias bioactivas;
- Contribuye a la remediación del suelo;
- Una alta actividad de los compuestos biológicos contra un amplio espectro de patógenos;
- Aumenta el rendimiento de los cultivos posteriores;
- No hay pérdida de actividad debido a los cambios de temperatura (+5° a +40°C) y la contaminación química del suelo.

Formulación: Líquido.

Embalaje: Jarrycan (5L y 10L).

Contenido de ingrediente activo en el producto: $\geq 2,0 \times 10^{10}$ UFC/ml al final de su vida útil.

Condiciones de almacenamiento: Mantener alejado de la luz. Temperatura de almacenamiento a largo plazo de +4 a +10 °C. Temperatura de almacenamiento a corto plazo (72 horas máximo) de +10 a +20 °C.

Vida útil: 24 meses.

Toxicidad: Prácticamente inocuo para los seres humanos, los animales de sangre caliente, la entomofauna beneficiosa y el medio ambiente. No presenta fitotoxicidad.

Clase de peligro: 4 (sustancias poco peligrosas).

Solicitud

Cultivos)	Dosis (s) L/ha	Modo de aplicación	Periodo de aplicación
Cereales y legumbres	0,15-0,25	Tratamiento de residuos de cultivo con incorporación al suelo. Solución de trabajo 300 L/ha.	Después de la cosecha.
Maíz y girasol	0,2-0,3		
Colza	0,2		
Remolacha azucarera	0,2-0,25	Tratamiento sin incorporación al suelo. Solución de trabajo 400 L/ha	
Verduras, melón, sandía.	0,4-0,5		Antes de sembrar
Bayas	0,3-0,5		Antes de sembrar
Arboricultura frutícola, viñedos.	0,4-0,5	Tratamiento de hojas caídas/ Solución de trabajo 400-600 L/ha	

Información de pedidos:

Áreas de uso: Biofertilizantes	Fabricado por:	Biona
	Volumen:	2 litros
	Número de catálogo:	EfectoBio
Precio (IVA incluido %):	a petición	Añadir a la cesta 
 Nombre del producto: EffectBio. Nota: EffectBio es un fertilizante biológico.		

FICHA TECNICA (BACTOFORT)

Bactofort

Bactophyt protege a las plantas contra enfermedades causadas por microorganismos patógenos (hongos y bacterias).

Bactophyt contiene la bacteria *Bacillus subtilis* y los productos que secreta (antibióticos polipeptídicos que suprimen la microflora fitopatógena y fitohormonas que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas). **Bactophyt** es activo contra un amplio espectro de fitopatógenos (especies de los géneros *Fusarium*, *Bipolaris*, *Ophiobolus*, *Erysiphe*, *Septoria*, *Pyrenophora*, *Puccinia*, *Phytophthora*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*).

Propiedades del **Bactophyt** :

- Aumenta el rendimiento de los cultivos entre un 10% y un 15%;
- Actúa como agente antiestrés después de la aplicación de herbicidas y pesticidas;
- Se puede utilizar en cualquier etapa de la vegetación;
- No induce cepas resistentes de fitopatógenos;
- Estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas;
- Comienza a actuar inmediatamente después de la aplicación;
- Compatible con otros tratamientos vegetales (se puede mezclar con herbicidas, pesticidas, etc.);
- Mantiene la eficiencia a temperaturas superiores a 28°C.



Cómo utilizar

En el caso de la pulverización de las plantas, el gasto normal es de 3,0 a 5,0 l por hectárea (600,0 – 1000 l por hectárea de solución de trabajo). Si se utiliza en combinación con insecticidas, **Bactophyt** debe ser el último componente de la mezcla que se cargue en el dispositivo de pulverización. Para una máxima eficacia, la solución de trabajo debe complementarse con urea (3-5 kg por hectárea). Si **Bactophyt** se introduce en el suelo mediante sistemas de riego por goteo, la dosis debe aumentarse a 10-15 l por hectárea.

Número de células viables : $2,0 \times 10^9$ UFC/ml

Vida útil: 6 meses

Almacenamiento: entre +4°C y +10°C, protegido de la luz solar.

Seguridad: **Bactophyt** es seguro para los seres humanos, los animales, los insectos y el medio ambiente. No se han reportado efectos fitotóxicos.

Embalaje : contenedor de 10L

Información de pedidos:

Áreas de uso: Biopesticidas	Fabricado por:	Biona
	Volumen:	2 litros
	Número de catálogo:	Bactófito
Precio (IVA incluido 18%):	a petición	Añadir a la cesta ✓
 Nombre del producto: Bactofort. Nota: Bactophyt protege a las plantas contra enfermedades causadas por microorganismos patógenos (hongos y bacterias).		

FICHA TECNICA (NITROCEREAL)

Nitrocereal

Inoculante asociativo de nitrógeno y movilizador de fósforo

Indicaciones

Fertilizante microbiológico diseñado para el tratamiento de semillas de cereales mejorando la nutrición de las plantas.

Composición

- Componente "A" - células vivas *Azomonas agilis* ;
- Componente "B" – células vivas de *Bacillus megaterium* .

Mecanismos de acción

1. *Azomonas agilis* coloniza las semillas después de la germinación. *Azomonas agilis* coloniza las raíces y absorbe sus extractos fijando el nitrógeno atmosférico.
2. *Bacillus megaterium* coloniza las semillas después de la germinación. *Bacillus megaterium* coloniza las raíces, absorbe sus extractos y sintetiza ácidos orgánicos facilitando el acceso al fósforo, calcio, hierro y magnesio.

Ventajas

- Fija el nitrógeno atmosférico: 7-10 kg/ha;
- Convierte el fósforo en una forma disponible para las plantas;
- Optimiza el potencial genético de las plantas cultivadas;
- Aumenta el rendimiento de los cultivos y el contenido de proteína de las semillas;
- Aumenta la resistencia al estrés ambiental de las plantas cultivadas a través del adecuado desarrollo del sistema radicular;
- No requiere costos operativos adicionales de aplicación;
- Asegura la completa asimilación de los fertilizantes minerales.

Formulación

- Componente «A» — líquido de color marrón claro a marrón / polvo;
- Componente «B» — líquido de color marrón claro a marrón / polvo.

Embalaje: Componentes «A» y «B» cada uno en bolsa de polipropileno de 2 L contenida en una caja de cartón.

Contenido de ingrediente activo en el producto: $\geq 2,0 \times 10^9$ UFC/ml al final de su vida útil.

Condiciones de almacenamiento: Mantener alejado de la luz. Temperatura de almacenamiento a largo plazo de +4 a + 10 ° C. Temperatura de almacenamiento a corto plazo (72 horas máximo) de +10 a + 20 ° C.

Vida útil: 12 meses.

Toxicidad: Prácticamente inocuo para los seres humanos, los animales de sangre caliente, la entomofauna beneficiosa y el medio ambiente. No presenta fitotoxicidad.

Clase de peligro: 4 (sustancias poco peligrosas).

Solicitud

Cultivos)	Dosis(es)	Modo de aplicación	Periodo de aplicación
Cereales	0,5 – 1,0 L/t componente A + 0,5 – 1,0 L/t componente B	Tratamiento de semillas diluyendo una dosis en 10 L de agua / tonelada de semillas.	Antes de sembrar

Información de pedidos:

Áreas de uso: • Biofertilizantes • Cereales	Fabricado por:	Biona
	Volumen:	2 litros
	Número de catálogo:	Nitrocereal
Precio (IVA incluido %):	a petición	Añadir a la cesta 
 Nombre del producto: Nitrocereale. Nota: Inoculante asociativo de nitrógeno y movilizador de fosfato.		

FICHA TECNICA (SUNNY MIX)

Universo Sunny Mix

MICROFERTILIZANTE

Un complejo natural de macro y microelementos en forma quelada.

Un microfertilizante especialmente seleccionado para todos los cultivos agrícolas, que combina orgánicamente un complejo de macro y microelementos en forma quelada, ácidos orgánicos y aminoácidos, un estimulador del crecimiento y un adhesivo. SUNNY MIX UNIVERS tiene como objetivo eliminar las deficiencias nutricionales durante las fases críticas del desarrollo de las plantas, así como aliviar el estrés en las plantas bajo la influencia de condiciones climáticas y del suelo negativas y el uso de pesticidas.

Composición de Sunny Mix® "Universal" (g/l):

norte	P2O5	K2O	B	zinc	Mes	Co	MgO	Minnesota	fe	Cu
23.3	20.3	13.7	5.1	5.6	0,06	0,01	8.2	8.13	1.0	1.6



El agente quelante de Sunny Mix® "Universal" es un complejo de aminoácidos y orgánicos.

Ácidos orgánicos. La molécula orgánica, por así decirlo, captura el metal en una "garra", la membrana celular reconoce este complejo como una sustancia relacionada con estructuras biológicas, y luego la planta absorbe el ion metálico y el quelante se descompone en sustancias más simples. . **Los ácidos orgánicos** son fácilmente absorbidos por las hojas de las plantas. Regulan el metabolismo energético en la célula, aumentan la resistencia de las plantas a factores desfavorables (sequía, estrés químico). Al tratar semillas, los ácidos orgánicos tienen un efecto beneficioso sobre la actividad de los microorganismos del suelo, asegurando una absorción completa de los nutrientes del suelo.

Aminoácidos . Los aminoácidos tienen el tamaño molecular más pequeño entre todos los "conductores" conocidos de microelementos en las células vegetales. Por lo tanto, los aminoácidos tienen sorprendentes propiedades quelantes naturales. Gracias a esto, los microelementos asociados a los aminoácidos penetran más fácilmente en la planta. Se absorbe fácilmente y activa los mecanismos de defensa de las plantas bajo estrés. Mejoran la transpiración y regulan los procesos osmóticos en la célula.

Sunny Mix® "Universal" contiene tensioactivos (tensioactivos) que garantizan una distribución uniforme del fertilizante sobre la superficie de las hojas y aumentan la miscibilidad de los fertilizantes con otros componentes.

Normas de uso recomendadas:

Cultura	Dosificación	Instrucciones de uso	Período de solicitud
Bayas, remolachas azucareras, verduras, flores.	2,0-3,0 l/ha.	Procesamiento según vegetación. Solución de trabajo 100-1000 l/ha	2-3 tratamientos durante la temporada de crecimiento con un intervalo de 20 a 30 días.

Propiedades:

- aporta a las plantas los nutrientes necesarios durante las fases más críticas de desarrollo;
- la forma más accesible de microelementos para las plantas. Agente quelante: ácidos orgánicos y aminoácidos;
- activa la fotosíntesis y el metabolismo;
- aumenta la resistencia a enfermedades fúngicas y bacterianas;
- aumenta la productividad y mejora la calidad de los productos resultantes;
- aumenta la resistencia de las plantas al estrés (tratamiento con pesticidas, sequía).

Forma preparativa:

Líquido verde claro o rosa.

Paquete:

Volumen del bidón 1 l, 5 ly 10 l

Condiciones de almacenamiento:

A temperaturas de +5 a +25°C en un lugar protegido de la luz. Está prohibido el almacenamiento y transporte con alimentos, medicamentos o piensos.

Duración:

24 meses

Toxicidad:

La droga es prácticamente inofensiva para los humanos, los animales de sangre caliente, la entomofauna beneficiosa y el medio ambiente. No fitotóxico.

Clase de peligro:

3 (sustancia moderadamente peligrosa).

Información de pedido:

Áreas de uso: --- páginas obsoletas --- Biofertilizantes	Fabricado por:	biona
	Volumen:	1 litro
	Número de catálogo:	SunnyMix
Precio (IVA incluido%):	a petición	Añadir a la cesta 🛒
 Nombre del producto: Sunny Mix Univers. Nota: Microfertilizante		

CONSTANCIA DE CERTIFICACION DE SEMILLAS



PERÚ Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

SENASA
PERU

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

DIRECCIÓN DE INSUMOS AGROPECUARIOS E INOCUIDAD AGROALIMENTARIA

CONSTANCIA DE CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS

N° 024-2023-MIDAGRI-SENASA-DECUS-AIAIA

Se certifica por el presente que la semilla perteneciente a:

Nombre / Razón Social : ELMER CHOQUE BRAVO

RUC : 10253116086

Domicilio legal : C.C. YANAONA SECTOR UMANES

Especie	Cultivar	Categoría	N° Lote
<i>Avena sativa</i>	INIA 908 - MELLICERA	REGISTRADA	CUS-064-22-01
N° de envases	Peso (Kg) o N° Semillas/envase	Peso Total (kg)	Fecha de Etiquetado
56	50	2800	30/11/2023
Numeración Del		Numeración Al	
51385		51440	

Ha concluido satisfactoriamente con el proceso de certificación de semillas de acuerdo a lo dispuesto en el Reglamento de Certificación de Semillas (D.S N° 024-2005-AG) y Norma de Producción, Certificación y Comercio de semilla de Cereales aprobado mediante R.J. 00166-2009-INIA.

Validez de la certificación: 09 meses, siempre y cuando la semilla se mantenga en adecuadas condiciones de almacenamiento y conserve las etiquetas de certificación.

Se expide el presente, para los fines pertinentes.

Cusco, 04 de Diciembre del 2023.



MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA
DIRECCION SENASA CUSCO

Ing. José Huarcaya Chavarria
Jefe del Área de Insumos Agropecuarios e
Inocuidad Agroalimentaria

Nota: El alcance de este documento es solo para la semilla cuyas características se han descrito.

Calle José Gabriel Cosío N° 410-
Urb. Magisterio- Tra. Elapa, Cusco
T. (084) 233191
www.senasa.gob.pe
www.midagri.gob.pe



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



CONSTANCIA DE VENTA DE SEMILLA

CONSTANCIA DE VENTA DE SEMILLA

Yo, **ELMER CHOQUE BRAVO**, identificado con DNI N° **25311608** y con domicilio en C.C. YANACONA del distrito de **CHINCHERO** provincia de **URUBAMBA** departamento de **CUSCO**.

HAGO CONSTAR:

Que hago la venta de 10 KILOS DE SEMILLA AGRICOLA DE AVENA VARIEDAD INIA 908 MELLICERA, semilla Clase certificada Categoría Registrada , a la Sra. **ROXANA CARLOS ROSALES**, identificada con DNI N° **72884537** y con domicilio en la ciudad del cusco.



ELMER CHOQUE BRAVO
DNI N°25311608
PRODUCTOR DE SEMILLA
VENDEDOR



ROXANA CARLOS ROSALES
DNI N°72884537
COMPRADOR

Lunes, 01/12/2023

FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN

Fotografía 20. Trazo y replanteo en el campo experimental.



Fotografía 21. Aplicación de microorganismos eficientes por bloque.



Fotografía 22. Riego posterior a la siembra en el campo experimental.



Fotografía 2. Campo experimental identificado por tratamiento.



Fotografía 24. Campo experimental en etapa de crecimiento.



Fotografía 25. Evaluación de los tratamientos en el campo experimental.



Fotografía 26. Cultivo de avena con grano lechoso para su posterior evaluación.

