

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de tres niveles de biol bovino (*Bos taurus*) y porcino (*Sus scrofa domesticus*) en la producción de forraje verde hidropónico de avena (*Avena sativa*) en el cantón Tulcán”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Erazo Muñoz José Gabriel

TUTOR: Ing. Jácome Sarchí Guillermo Alexander MSc.

Tulcán, 2024

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Erazo Muñoz José Gabriel con el número de cédula 0401749304 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de tres niveles de biol bovino (*Bos taurus*) y porcino (*Sus scrofa domesicus*) en la producción de forraje verde hidropónico de avena (*Avena sativa*) en el cantón Tulcán"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

Ing. Jácome Sarchi Guillermo Alexander MSc.

TUTOR

Tulcán, noviembre de 2024

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Erazo Muñoz José Gabriel con cédula de identidad número 0401749304 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Erazo Muñoz José Gabriel

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2024

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Erazo Muñoz José Gabriel declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de tres niveles de biol bovino (*Bos taurus*) y porcino (*Sus scrofa domesicus*) en la producción de forraje verde hidropónico de avena (*Avena sativa*) en el cantón Tulcán" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Erazo Muñoz José Gabriel

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2024

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a Dios por permitir que culminara satisfactoriamente esta etapa de mi vida, por guiar mi camino creciendo de manera personal y profesionalmente sin rendirme.

A mi familia, de manera especial a mi padre y a mi madre Adolfo Erazo y Maura Muñoz, quienes han estado presentes con su apoyo, sembrando sus valores en mí, los mismos que han permitido convertirme en la persona que soy actualmente.

Como no agradecer a mi hermana, Estefanía Erazo por no dejarme solo y representar muy bien siempre el papel de hermana y a la vez de amiga.

A mi sobrino Joel Hernández por ser un niño amoroso, carismático brindándome su respeto motivo por el cual continúe esforzándome para cumplir con esta meta.

Un agradecimiento sincero a mi tía Purificación Erazo y mi primo Diego Maya, miembros de mi familia muy apreciados por parte mía, que han estado presentes durante el transcurso de mi vida ofreciéndome su ayuda y apoyo para seguir adelante.

A mi novia Elisa Chacha por su apoyo incondicional, su confianza y estar presente en todos los momentos buenos y malos de mi vida.

También es necesario agradecer a mi tutor, MSc. Guillermo Jácome por su invaluable apoyo, orientación y paciencia a lo largo de este proceso y así concluir con este trabajo. De igual manera a todos los docentes que he tenido el gusto de conocer durante mi experiencia estudiantil, los mismos que impartieron sus consejos y conocimientos que han sido fundamentales para mi formación académica.

A mis amigos Fátima Chulde, Jonathan Pastaz y Andrés Hernández, Anderson Caicedo por la amistad incondicional que han mostrado todo este tiempo, estando en las buenas y en las malas desde el momento que me brindaron su amistad.

Finalmente agradezco a todas las personas que han estado presentes a lo largo de esta etapa, ya que, con su colaboración y apoyo, esta meta ha sido cumplida.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado de manera especial a mi madre Maura Muñoz por su apoyo incondicional y siempre inspirándome a seguir a delante y luchar por mis sueños, aunque ya no esté en el mundo de los vivos, siempre estará en mis pensamientos y en mi corazón.

A mi padre Adolfo Erazo por su apoyo incondicional, su esfuerzo y dedicación para sacarnos adelante y ser el soporte fundamental de la familia.

A mi hermana Estefanía Erazo, quien ha depositado su confianza en mí dándome ánimos en todos momentos he incentivándome a siempre seguir adelante.

A mi querido sobrino Joel Hernández, de quien quiero ser un ejemplo a seguir, forjando en él, muchos valores que servirán para su crecimiento propio.

Finalmente, a mis familiares y amigos, por su apoyo inquebrantable y por los momentos de alegría que hicieron este viaje más llevadero. Gracias por estar siempre a mi lado.

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. EL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. Objetivo General	18
1.4.2. Objetivos Específicos	18
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO	21
2.2.1. Cultivo de avena	21
2.2.2 Abonos Orgánicos	23
2.2.3. Biofertilizantes	23
2.2.4 Biol	23
2.2.5. Hidroponía	26
2.2.6. Procedimiento para la producción de forraje verde hidropónico.....	27
III. METODOLOGÍA	29
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	29
3.1.1. Enfoque	29
3.1.2. Tipo de Investigación	29
3.2. HIPÓTESIS	29

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	29
3.3.1 Definición de las variables.....	29
3.3.2 Operacionalización de las variables	31
3.4. MÉTODOS UTILIZADO	33
3.4.1 Localización del experimento.....	33
3.4.2 Tratamientos	33
3.4.3 Características del diseño experimental.....	34
3.4.4. Manejo del experimento	34
3.4.4. Variables para evaluar	36
3.4.5. Análisis estadístico.....	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1. RESULTADOS.....	38
4.1.1. Altura de planta.....	38
4.1.2. Peso total.....	39
4.1.3. Peso raíz.....	40
4.1.4. Peso hojas	42
4.1.5. Materia seca.....	43
4.1.6. Humedad	44
4.1.7 Cenizas	44
4.1.8. Extracto etéreo.....	45
4.1.9. Proteína	45
4.1.10. Fibra	46
4.1.11. Elementos libres de nitrógeno.....	47
4.1.12. Análisis de costo/beneficio 100m ²	48
4.2. DISCUSIÓN	49
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
5.1. CONCLUSIONES.....	51
5.2. RECOMENDACIONES.....	51

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
VII. ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la avena	21
Tabla 2. Composición nutricional de la avena	22
Tabla 3. Composición de biol bovino y porcino	25
Tabla 4. Concentraciones de biol (en bomba de 20 litros)	26
Tabla 5. Operacionalización de las variables.....	31
Tabla 6. Tratamientos utilizados en la investigación.	33
Tabla 8. ANOVA de altura de planta.....	38
Tabla 9. Prueba de Tukey para altura de planta	39
Tabla 10. ANOVA para peso total.....	39
Tabla 11. Prueba de Tukey para medias de peso total	40
Tabla 12. ANOVA para Peso de Raíz	41
Tablas 13. Prueba de Tukey para las medias de peso raíz	41
Tabla 14. ANOVA para peso de hojas.....	42
Tabla 15. Prueba de Tukey para medias de peso en hoja.....	43
Tabla 16. ANOVA para porcentaje de materia seca	43
Tabla 17. Prueba de Tukey para porcentaje de materia seca	43
Tabla 18. ANOVA para porcentaje de humedad	44
Tabla 19. Prueba de Tukey para porcentaje de humedad	44
Tabla 20. ANOVA para porcentaje de cenizas.....	45
Tabla 21. ANOVA para porcentaje de extracto etéreo	45
Tabla 23. ANOVA para porcentaje proteína.....	46
Tabla 26. Prueba de Tukey para porcentaje de fibra	47
Tabla 27. ANOVA para porcentaje de elementos libres de nitrógeno	47
Tabla 29. Análisis costo/beneficio	48

Tabla 30. Costo de producción por 100 m ²	66
Tabla 31. Verificación de supuestos.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica del terreno	33
Figura 2. Diseño experimental (DCA)	34
Figura 3. Elaboración del biol.....	62
Figura 4. Proceso de fermentación	62
Figura 5. Cosecha de biol.....	63
Figura 6. Desinfección de la semilla	63
Figura 7. Remojo de semilla en agua	63
Figura 8. Siembra de semilla en bandejas	63
Figura 9. Germinación del cultivo.....	64
Figura 10. Toma de datos de altura	64
Figura 11. Separación de zona radicular	64
Figura 12. Toma de datos peso hoja.....	64
Figura 13. Toma de datos peso raíz.....	65
Figura 14. Toma de datos de materia verde	65
Figura 15. Toma de datos de materia seca.....	65
Figura 16. BoxPlot para las variables evaluadas	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	56
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	57
Anexo 3. Análisis de biol bovino.....	59

Anexo 4. Análisis de biol porcino	60
Anexo 5. Análisis de bromatológicos del forraje verde hidropónico de avena.	61
Anexo 6. Proceso Experimental	62
Anexo 8. Verificación de supuestos: Normalidad y homogeneidad de varianza.....	66
Anexo 9. BoxPlot para las variables evaluadas.....	67
Anexo 10. Script para realizar el análisis estadístico en R Studio de un DCA	68

RESUMEN

Con el propósito de evaluar el efecto de biol bovino (*Bos taurus*) y porcino (*Sus scrofa domestica*) en diferentes dosificaciones en la producción de forraje verde hidropónico de avena (*Avena sativa*) en el cantón Tulcán, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), conformado por ocho tratamientos y tres repeticiones, aplicando dosis de biol de 20%, 40% y 60% los días 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15 y 16 después de la siembra en bandejas en los tres ciclos de producción. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (cm), peso total (kg/m²), peso hoja (kg/m²), peso raíz (kg/m²), materia seca (kg/m²), contenido nutricional (%) y análisis económico (USD). El análisis estadístico se efectuó en el programa R Studio, para calcular el análisis de varianza y medias de comparación con la prueba de Tukey al 5%. Los resultados obtenidos revelaron que el tratamiento T4 (20% biol porcino) tuvo un mejor rendimiento en los tres ciclos de producción con promedios de altura de 15.50 cm, peso total de 7.57 kg/m² y materia seca de 1.36 kg/m², 80.19% de humedad, 5.16% de cenizas, 14.13% de proteína, 5.85% de extracto etéreo, 22.25% de fibra y 53.08% de elementos libres de nitrógeno, y con un beneficio directo de 0.44 ctvs. por dólar invertido.

Palabras Claves: biol, dosis, hidroponía, forraje, avena, rendimiento.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of bovine (*Bos taurus*) and porcine (*Sus scrofa domestica*) biol at different dosages on the production of hydroponic green forage of oat (*Avena sativa*) in Tulcán canton. A completely randomized design (CRD) was employed, comprising eight treatments with three replicates each. Biol dosages of 20%, 40%, and 60% were applied on days 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15, and 16 after sowing in trays, across three production cycles. The variables analyzed included plant height (cm), total weight (kg/m²), leaf weight (kg/m²), root weight (kg/m²), dry matter (kg/m²), nutritional content (%), and economic analysis (USD). Statistical analysis was conducted using R Studio, applying analysis of variance and Tukey's test at a 5% significance level. The results revealed that treatment T4 (20% porcine biol) achieved the best performance across the three production cycles, with averages of 15.50 cm in plant height, 7.57 kg/m² in total weight, and 1.36 kg/m² in dry matter. In terms of nutritional content, this treatment showed 80.19% moisture, 5.16% ash, 14.13% protein, 5.85% ether extract, 22.25% fiber, and 53.08% nitrogen-free extract. Moreover, the economic analysis highlighted a direct benefit of \$0.44 per dollar invested.

Keywords: biol, dose, hydroponics, forage, oats, yield.

INTRODUCCIÓN

La avena (*Avena sativa*), es uno de los cultivos más producidos a nivel mundial, siendo cultivada por sus diferentes usos como grano, cultivo de rotación como también forraje para alimentación de ganado. En Ecuador gracias a sus características geográficas y climáticas, la avena ha mostrado una mejor adaptación, permitiendo un buen desarrollo de la planta. El consumo de avena en Ecuador es alto, de manera principal como forraje para alimentación de ganado bovino, En la región sierra la superficie cultivada es de alrededor de 1177 hectáreas rindiendo aproximadamente 0.74 toneladas por hectárea (Moposita, 2023).

El forraje verde hidropónico es utilizado para la alimentación de animales de granja, en donde las especies de interés destinadas a esta actividad son las familias de las gramíneas forrajeras y leguminosas que se caracterizan por presentar un alto contenido de hidratos de carbono y proteína, así como un bajo contenido de fibra lignificada. La producción se hace sobre sustratos que no sean tierra, realizada de manera más frecuente en invernadero para producir incluso condiciones adversas y proveer alimento durante cualquier temporada del año (Machaca, 2018).

En este escenario, el biol a base de estiércol bovino y porcino surge como una alternativa viable por sus bondades bioestimulantes, que favorecen de gran manera los procesos fisiológicos, promoviendo el crecimiento, volumen de biomasa y calidad nutritiva, en un corto periodo de tiempo, menor costo y una reducción en la mano de obra para la producción de forrajes (Dueñas, 2021).

La producción de forrajes y pastos con buena calidad nutricional es fundamental para las actividades agrícolas destinadas a la crianza de animales, para enfrentar las crecientes necesidades se debe optar por técnicas más respetuosas con el ambiente, La hidropónica y el uso de fertilizantes orgánicos son técnicas agrícola que se adapta a la demanda de producir forrajes sin la necesidad de suelo, En este marco se evaluó el uso de biol bovino (*Bos taurus*) y porcino (*Sus scrofa domesticus*) en diferentes dosificaciones en la producción de forraje verde hidropónico de avena (*Avena sativa*), evaluando la dosificación óptima, el rendimiento del cultivo y el aporte nutricional, con la finalidad de entregar información conveniente que ayude a los agricultores y expertos en el tema.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La situación geográfica que existe en el Ecuador influye de gran manera en la crianza de animales destinados a la producción de carne, leche y otros derivados en la zona, los cambios climáticos que se han mostrado en la última década muestran, suelos sobre explotados y calidad de agua de riego no adecuada, conjuntamente con el incremento en la demanda de insumos agropecuarios tanto en la zona agrícola y ganadera ha causado que estas prácticas sean introducidas en ecosistemas frágiles que son susceptibles a la baja producción de los mismos productos (López-Aguilar, 2009).

La expansión del monocultivo ha mostrado daños ambientales como también trastornos sociales en donde las áreas en donde se realiza esta práctica de forma intensiva muestran daños irreversibles al entorno, de igual manera el progresivo deterioro de estos ecosistemas y la disminución de las especies muestra que los límites de la sostenibilidad de estos lugares se han sobrepasado, lo que pone en riesgo las principales actividades humanas en el campo (Kucharz, 2006).

La contaminación ambiental es una problemática a nivel mundial y las malas prácticas agrícolas y pecuarias también forman parte, ya sea por la fuerte y rápida expansión de la frontera agrícola como el uso excesivo de productos químicos, por otro lado en el aspecto pecuario se conoce que los animales de producción como el bovino emite metano como producto del proceso digestivo que realizan, asimismo se reporta que las excretas también pueden emitir gases de efecto invernadero, por lo cual muchas de las ocasiones no se someten a un tratamiento para mitigar estos efectos y utilizarlo como fertilizantes orgánicos (Bernal Bechara et al., 2011).

El incremento de pequeñas granjas o minifundios en el sector rural, caracterizadas por sus áreas reducidas, ha complicado la producción tradicional de forraje. Esta situación hace sumamente difícil proporcionar una alimentación adecuada a los animales. Además, la rentabilidad es baja debido a las limitadas dimensiones del terreno, lo que eleva los costos en comparación con las granjas de mayor tamaño.

Como resultado, la productividad, calidad y el costo del forraje se ven negativamente afectados (Silva, 2013).

Los insectos y otros organismos conocidos como plagas son parte del ecosistema; sin embargo, pueden causar daños significativos a las pastos y cultivos de todo tipo, afectando tanto a la planta en su totalidad como a sus diferentes partes. Estos organismos pueden atacar tanto la parte aérea como la subterránea de la planta, dependiendo de sus hábitos alimenticios. A medida que aumenta la producción tradicional de pastos, también se incrementa el área dedicada a esta actividad, lo que a su vez eleva la severidad y el número de problemas ocasionados por insectos. El manejo de estas amenazas generalmente requiere la aplicación de pesticidas, lo que puede tener implicaciones para la salud de los animales (Altier, 2010).

La baja producción pastos y forraje hace que los agricultores recurran a la compra de otros insumos para suplementar la alimentación de los animales tales como: los alimentos concentrados, sales mineralizadas y suplementos en polvo o líquido, adquiriendo estos productos a un costo elevado y con la probabilidad que pueden disminuir la calidad nutricional con el tiempo, de igual manera el manejo y uso debe ser controlado para evitar el consumo excesivo por parte del animal, en el caso de los suplementos en polvo puede ser peligros si se inhalan, trayendo consecuencias negativas a la salud no solo del animal sino también del productor (Admon, 2023).

En Ecuador, la hidroponía cuenta con escasas fuentes literarias disponibles y La desinformación ha causado que en lugares donde hay sequías o fuertes cambios climáticos, no implementen La producción de forraje verde hidropónico como una alternativa de alimentación para los animales teniendo como consecuencias retraso en la crianza, baja producción y a la vez pérdidas económicas (Torres et al., 2013).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La contaminación ambiental, malas prácticas agrícolas, elevados costos de suplementos y por otro lado la desinformación no considera al forraje verde hidropónico de avena como una alternativa para complementar una buena alimentación en animales.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La hidroponía es un sistema de producción innovador con múltiples beneficios. Permite cultivar plantas ornamentales, hortalizas y forrajes en áreas donde estos

productos pueden ser escasos o costosos. No requiere suelo y permite una mayor producción en espacios reducidos. Asegura la calidad y sanidad de los forrajes, y un buen manejo del agua y fertilizantes. Es una opción viable para la agricultura y ganadería, especialmente en verano (Delgado et al., 2016).

El forraje hidropónico es una forma de obtención de biomasa vegetal a partir de la germinación y crecimiento en un corto período de tiempo de plántulas partiendo de semillas viables, siendo esta de buena calidad nutricional y alta digestibilidad para la alimentación del animal (López, 2005). Por concepto, la superficie a utilizar para la producción del forraje hidropónico es 10 veces menor a la de cualquier otro sistema tradicional, necesita menores cantidades de agua, presenta menos problemas con las plagas y se puede producir forraje todos los días durante todo el año, siendo consumible en su totalidad, con raíces, tallos y hojas (Romero Valdez et al., 2009).

El biol es un bioestimulante orgánico líquido que se origina a partir de materiales orgánicos en descomposición. Estos pueden ser a base de estiércol de animal, plantas verdes, entre otros, en ausencia de oxígeno. Este es un fertilizante ecológico y económicamente rentable que contiene nutrientes que son fáciles de asimilar para las plantas, haciéndolas más vigorosas y resistentes. El biol puede contener bastante materia orgánica; en el caso del biol bovino, podemos encontrar hasta un 40.48%. Este abono orgánico provee una gran cantidad de materia orgánica que resulta fundamental en la génesis y evolución de los suelos y el desarrollo de las plantas (Sistema Biobolsa, 2015), aprovechar el estiércol de cerdo que es rico en nitrógenos, fosforo, potasio, así como otros micronutrientes esenciales para las plantas estos nutrientes al pasar por el proceso de fermentación del biol se convierten en formas más fáciles de asimilar por los cultivos.

La producción de forraje hidropónico puede verse mejorada con la adición del biol, ya que este ayuda en la estimulación del desarrollo en las plantas, activando su vigor y su gran aporte en la germinación, aumentando el contenido nutricional, promoviendo el crecimiento de la planta y elevando significativamente el rendimiento de la cosecha (Suquilanda, 2006).

Se propone la producción de forraje verde hidropónico como una alternativa a la producción tradicional de pastos. Dado que esta metodología no es muy utilizada en nuestro entorno, se adapta a condiciones adversas, optimiza el espacio y los recursos, ofrece cosechas rápidas y constantes, control de calidad sobre su producción,

sostenibilidad ambiental y reducción de costos, los resultados pueden variar según el lugar de implementación y la fuente de consulta utilizada (Urresta, 2019).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar tres niveles de biol bovino (*Bos Taurus*) y porcino (*Sus scrofa domesticus*) en la producción de forraje verde hidropónico de avena (*Avena sativa*) en el cantón Tulcán.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el rendimiento del forraje verde hidropónico de avena con la aplicación de diferentes dosis de biol bovino y porcino
- Determinar el contenido nutricional del forraje verde hidropónico de avena con la aplicación de diferentes dosis de biol bovino y porcino
- Establecer el mejor costo-beneficio entre los tratamientos de estudio

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Qué dosis de biol bovino o porcino tendrá mayor rendimiento en la producción de forraje verde hidropónico de avena?

¿Qué dosis de biol bovino o porcino tendrá mejor contenido nutricional del forraje verde hidropónico de avena?

¿Qué tratamiento se establecerá con mejor costo beneficio?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según (Machaca, 2018) se evaluó el efecto de tres diferentes niveles de biol en la producción de forraje verde hidropónico de maíz forrajero, con un diseño completamente al azar en donde los tratamientos fueron T1: Testigo, T2: 0.4 lt, T3: 0.8 lt, T4: 1.2 lt, con tres repeticiones cada uno. Se evaluaron variables como porcentaje de germinación, altura de planta, longitud de raíz, rendimiento del forraje verde, rendimiento de materia seca y análisis bromatológico. Los resultados mostraron que todas las variables respondieron de distintas formas a los tratamientos. El T2, con 0.4 litros de biol bovino, presentó mayor promedio de altura, mayor longitud de raíz, mayor cantidad de forraje verde y, en su análisis bromatológico, mostró mayor porcentaje de carbohidratos, valor energético, proteína y fibra.

Según (Quelca, 2019) menciona en su trabajo de titulación, en el cual se evaluó el efecto de tres concentraciones de Biol sobre cortes de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) asociado con alfalfa (*Medicago sativa* L.), que se empleó un diseño de bloques completamente al azar con un total de tres repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron: T0 (agua 100%), T1 (agua 80% y 20% Biol), T2 (agua 60% y 40% Biol) y T3 (agua 40% y 60% Biol). Se evaluaron las variables de porcentaje de germinación, altura de planta, rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca y número de cortes. El mejor tratamiento fue el tratamiento T3 en cuanto a altura 26.24 cm, rendimiento de materia verde con 4.41 kg/m² y materia seca, con 0.40 kg/m².

Según (Jumbo, 2014) evaluó el efecto del biol en diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de alimentación provisional en las etapas de desarrollo y engorde en cuyes (*Cavia porcellus*). Se empleó un diseño completamente al azar con un total de cinco tratamientos, los cuales consistieron en: T1 (0% Biol y 100% agua), T2 (30% Biol y 70% agua), T3 (40% Biol y 60% agua), T4 (50% Biol y 50% agua) y T5 (60% Biol y 40% agua). Se midieron variables como el tiempo de germinación, porcentaje de germinación, rendimiento de biomasa en materia verde y en materia seca. Los

mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento 3, que destacó en la mayor parte de las variables medidas.

Según (Dueñas, 2021) en su trabajo de titulación sobre el efecto del Biol en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) y alfalfa (*Medicago sativa*), se analizó la altura de planta, longitud de raíz y peso del forraje verde bajo la influencia del Biol. Se utilizó un diseño completamente al azar, considerando tres tratamientos: T1 (25% Biol), T2 (50% Biol) y T3 (78% Biol). El objetivo principal fue determinar la concentración óptima de Biol para producir un mejor forraje. Los resultados mostraron que el tratamiento 2 fue el mejor, ya que presentó los mejores resultados, siendo el óptimo para la obtención de forraje verde hidropónico de maíz y alfalfa.

(Toaquiza, 2021) indica que su investigación se realizó con el objetivo evaluar la producción de FVH de cebada utilizando biofertilizantes, tales como te de estiércol y bocashi líquido cada una en 2 concentraciones de 4-5%, en donde se empleó un diseño completamente al azar tomando en cuenta 5 tratamientos (T1 te de estiércol al 4%, T2 te de estiércol al 5% , T3 Bocashi al 4% , T4 Bocashi al 5% , T5 Fertilizante químico) con 6 repeticiones cada uno, en donde se tomó en cuenta variables como altura de planta, materia verde, materia seca, análisis bromatológico y costos de producción en donde el tratamiento 2 el cual consiste en 4% de té de estiércol el cual obtuvo una mayor cantidad de MV con 2231.77 gr y MS 302.06gr de igual manera presentó mayor promedio de altura, en cuanto a costos de producción los tratamientos 3-4 fueron de menor valor con 1.61 – 1.63\$ por kg de FV.

Según (Lima, 2018) valuó el rendimiento de avena (*Avena sativa sp*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), asociados como forraje verde hidropónico con relación a distintas concentraciones de biol bovino. Se realizó un estudio con diseño completamente al azar, tomando en cuenta variables como materia verde y seca, altura de planta, así como el valor nutritivo. El tratamiento que más destacó entre las dos variedades de forraje fue el que tuvo una concentración de biol de 60%, con alrededor de 12 kg/m² y un contenido de proteína de 13.66%. En el caso del tratamiento testigo, también destacó el trébol blanco, aunque solo se le aplicó agua. Este tuvo una mayor cantidad de proteína, pero en cuanto a rendimiento, fue muy bajo.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cultivo de avena

La avena (*Avena sativa*) es una herbácea anual correspondiente a las gramíneas, se caracteriza una profunda abundancia radicular diferente a los otros cereales, sus hojas son largas y aplanadas con un borde dentado, el limbo es estrecho y largo, el racimo de espiguillas es la flor (Campuzano, 2018). La avena es un alimento con mucha importancia para ganado, siendo esta una de las principales especies de cereales destinadas a esta actividad, esta se provee a los animales como forraje aportando una gran cantidad de nutrientes (García, 2015).

2.2.1.1 Origen del cultivo de avena

La avena data su origen en Asia central, pero no tuvo la misma acogida como cultivos de otros cereales como el trigo y la cebada en siendo está considerada hierva mala para estos cereales, los primeros restos arqueológicos se encontró en el antiguo Egipto, pero no hay pruebas de que la avena haya sido cultivada por esta civilización, por otro lado, en Europa central entre los años 3000 a 2000 AC., en la edad de bronce se localizó los restos más antiguos de cultivos de avena (Merchancano et al., 2022).

2.2.1.2 Taxonomía del cultivo de avena

A continuación, se presenta la taxonomía de la avena tabla 1:

Tabla 1. Taxonomía de la avena

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Pooideae
Tribu	Aveneae
Genero	Avena
Especie	A. sativa
Nombre Científico	<i>Avena sativa</i>

Fuente: (Anaya, 2017)

2.2.1.3 Valor nutrición de la avena

A continuación, se presenta la composición nutricional de la avena en la tabla 2:

Tabla 2. Composición nutricional de la avena

Composición del grano de avena			
Humedad (%)	13.3	Zinc (mg/100g)	372
Proteínas (%)	13	Yodo (mg/100g)	3.8
Lípidos (%)	7.5	Tiamina (mg/100g)	0.5
Fibra (%)	10.3	Riboflavina (mg/100g)	0.14
Cenizas (%)	3.1	Niacina (mg/100g)	1.3
Hierro (mg/100g)	3.8	Energía (mg/100g)	1.61

Fuente: (Ronco, 2013) .

2.2.1.4 Variedad fortaleza 2020

La variedad INIAP- FORTALEZA 2020 fue desarrollada por el instituto Nacional de Investigaciones agropecuarias (INIAP) en la estación experimental Santa Catalina evaluada desde el año 1988 hasta 2015 en donde se cruzó las líneas 79 BORDENAVE, SELECTION/KENYA y SR LINE para continuar con el proceso de mejoramiento el mismo año se envió a la Estación Experimental del Austro (Morocho, 2024).

2.2.1.5 Fases de germinación

a) Fases de hidratación

Conocida también como la fase de imbibición en la cual el agua ingresa a la semilla, la cantidad dependerá de la especie, por lo general en los cereales llega a ser del 40 al 60% de peso de la semilla, la imbibición consta de tres etapas, en donde empieza con la rápida absorción de agua, seguida de la estabilización y movilización de nutrientes y finalizando con la absorción de agua que coincide con la germinación (Courtis, 2013).

b) Fase de germinación

En esta fase la planta empieza a consumir sus reservas, con la absorción del agua se empieza a digerir el alimento almacenado en los cotiledones y empieza a descomponerse mediante la respiración, el alimento dentro de la semilla se encuentra en cantidades suficientes hasta poder transformarse en una plántula que logre captar la luz del sol y absorber nutrientes con su sistema radicular (Conde, 2015).

2.2.1.6 Fase de Crecimiento

En esta fase se muestra el cambio de aspecto y aumento en longitud, en donde a partir del día diez se muestra un talluelo que realmente es la primera hoja y las raicillas estén en condiciones de absorber nutrientes, desde aquel momento la plántula deberá percibir abundante luz y un aumento en la cantidad agua para realizar el

proceso de la fotosíntesis por lo cual se debe exponer a condiciones de luminosidad, oxigenación y nutrientes para que, en adelante la altura, área foliar y peso, en relación con el tiempo transcurrido son quienes pueden determinar el crecimiento (Conde, 2015).

2.2.2 Abonos Orgánicos

Estos abonos son el resultado de la degradación de materia o desechos orgánicos como desperdicios de cocina, estiércol de animales, pastos incorporados al suelo o materia verde. Todos estos materiales son ricos en materia orgánica con una alta cantidad de nutrientes y microorganismos benéficos que se los incorpora al suelo para mejorar su calidad, además, ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas. En la actualidad se utiliza los abonos orgánicos con el fin de reemplazar y disminuir en gran manera el uso de fertilizantes químicos que contribuyen a la contaminación del medio ambiente, así como también al desgaste del suelo (Freire, 2015).

2.2.3. Biofertilizantes

Los fertilizantes orgánicos son aquellos que brindan una gran cantidad de nutrientes a las plantas y al mismo tiempo permiten su desarrollo, y a su vez mejora la calidad del suelo con un ambiente microbiológico óptimo y de forma natural. En la agricultura ecológica su empleo es de gran importancia, ya que ayudan a producir grandes cosechas sin causar daños al medio ambiente rigiéndose a las directrices es decir respetan los recursos renovables para que haya un desarrollo sostenible y sustentable libre de contaminación (Freire, 2015).

2.2.4 Biol

Se origina a partir de materiales orgánicos en descomposición, como estiércol de animales, plantas entre otros en un ambiente sin oxígeno, esto forma un bioabono el mismo tras pasar por un filtro es aplicado de forma directa al cultivo con el objetivo de estimular de mejor manera su desarrollo y crecimiento además de proporcionarle mayor resistencia a plagas y enfermedades (Rivera, 2011). El biol es un fitoregulador que ayuda a corregir el desequilibrio que se presenta en los cultivos a causa de plagas y enfermedades. En la actualidad se utiliza insumos denominados biopreparados, que son elaborados a base de residuos de origen animal o vegetal que son aplicados en los cultivos y el suelo convirtiéndose en repelente y atractivo de insectos que ayudan a la prevención y control de plagas y composición

2.2.4.1. Procedimiento

La elaboración del biol puede ser de diversas formas y con distintos materiales orgánicos, según (Ticona, 2022) para un biol a base de estiércol bovino para un tanque de 200 lt sugiere lo siguiente:

a. Cantidades de insumos utilizadas

- 180 lt de agua desclorada
- 2 litros de leche (o suero)
- 2 litros de melaza
- 50 kg de estiércol de vaca
- 4 kg de ceniza
- 100g de levadura

b. Proceso de elaboración

1. Se disuelve los 50 kg de estiércol bovino en 100 litros de agua des clorada seguidamente se incorpora los 4 kg de ceniza, hasta lograr una mezcla homogénea
2. En otro recipiente se mezcla, 2 lt de leche, 2 lt de melaza y 10 litros de agua des clorada para luego agregar al recipiente de 200 lt.
3. Agregar levadura y completar el recipiente con agua hasta los 180 lt de capacidad y revolver hasta tener una mezcla homogénea,
4. El recipiente debe se sellado de manera hermética para que no permita la entrada de oxígeno e iniciar el proceso de fermentación anaeróbica
5. El recipiente es dispuesto a sombra y la temperatura ideal es de entre 38 a 40 °C
6. Con temperaturas óptimas el biol se obtiene a cabo de 20 a 30 días de fermentación anaeróbica, en lugares fríos y con temperatura baja la fermentación puede ser de entre 60 a 90 días, antes de usar se debe comprobar que tenga un olor característico al de una fermentación y mostrar un color acre.

2.2.4.2 Composición de biol

En la tabla 3, se detalla la composición de biol bovino y porcino

Tabla 3. Composición de biol bovino y porcino

	Bovino	Porcino
K (%)	0.06	0.04
Mg (%)	0.032	0.013
Cu (mg.kg-1)	0.1	0.2
Co (mg.kg-1)	0.1	0.1
Fe (mg.kg-1)	3.9	1.6
Mn (mg.kg-1)	0.5	0.8
Zn (mg.kg-1)	0.5	0.6
pH	6.91	7.29
C.E (mS.cm-1)	6.7	10.3
Densidad (g.cm-3)	1	0.97
N (%)	0.25	0.41
P ₂ O ₅ (%)	0.17	0.05

Fuente: (Sistema Biobolsa, 2015).

2.2.4.3 Cosecha del Biol

La cosecha debe realizarse una vez finalizado el proceso de fermentación, lo cual toma aproximadamente dos meses. Durante este tiempo, es importante llevar a cabo ciertas actividades, como agitar el biol y utilizar un colador. Además, se debe etiquetar el recipiente plástico que se va a utilizar, incluyendo las fechas de elaboración, y luego almacenar el producto en lugares frescos (Sistema Biobolsa, 2015).

2.2.4.4 Uso y aplicación del Biol

El biol se utiliza en una amplia variedad de cultivos, ya sean perennes, anuales, bianuales o de ciclo corto. Puede aplicarse directamente al follaje de las plantas o mezclarse en una proporción 1:1 con plaguicidas en un recipiente separado antes de incorporarlo al tanque de fumigación (Guanopafín, 2012). No se recomienda usar el biol puro. Las diluciones recomendadas varían entre el 12% y el 70%, dependiendo del tipo de cultivo y su etapa de desarrollo. Por otro lado, se debe tener en cuenta los ingredientes, métodos y tiempo en la producción de este ya que estos pueden afectar de gran manera haciendo que el biol varíe en su composición nutricional.

2.2.4.5. Diluciones de biol para aplicaciones.

Las diluciones recomendadas varían desde 25% al 75%, no se recomienda usar el biol puro (Espinal, 2009). Tal como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Concentraciones de biol (en bomba de 20 litros)

Solución	Biol/lit	Agua/lit	Total/lit
25%	5	15	20
50%	10	10	20
75%	15	5	20

Fuente: (Guanopatín, 2012).

2.2.5. Hidroponía

La hidroponía es un sistema de producción conocido como cultivo sin suelo. En este método, las plantas crecen en medios compuestos por diversas sustancias, tanto orgánicas como inorgánicas. Estos medios pueden incluir materiales inertes, que no aportan nutrientes por sí mismos y requieren la nutrición externa de las plantas, o mezclas orgánicas que pueden influir en la nutrición de las plantas, como la corteza de árboles picada o la cáscara de arroz (Gilsanz, 2007).

2.2.5.1 Ventajas del uso de la Hidroponía

Entre las ventajas del uso de la hidroponía se puede tomar algunos aspectos como la no necesidad de rotación de cultivos ya que básicamente no existe el uso del suelo, de igual manera las raíces tienen mejores condiciones para su crecimiento ya que al estar en un medio como el agua adquiere un rápido desarrollo por el no impedimento físico que tiene el suelo sobre la misma, por otro lado tenemos una menor pérdida de agua y una gran disminución en problemas con las malezas a que en este entorno solo se necesita líquidos nutritivos y en cantidades necesarias y controladas y al no existir un suelo el crecimiento de algas o malezas tiende a desaparecer (Gilsanz, 2007).

2.2.5.2. Forraje verde Hidropónico

El forraje verde hidropónico es una forma de producir biomasa vegetal mediante la germinación y el crecimiento temprano de plantas a partir de semillas viables. Este forraje es altamente digestible nutritivo y apto para el consumo animal siendo consumido en su totalidad desde las raíces, tallos y hojas. Por lo general se utilizan semillas de gramíneas o leguminosas, que crecen en condiciones controladas de luz, agua y temperatura. Estos procesos se realizan en recipientes planos durante un periodo no mayor a 15 días, con riegos regulares hasta que las plántulas alcanzan aproximadamente 4 cm de altura. Posteriormente, se aplican soluciones nutritivas

que proporcionan los elementos necesarios para un crecimiento óptimo, asegurando una buena digestibilidad y un alto valor nutricional para la alimentación animal (FAO, 2001). Para producir forraje verde hidropónico, es fundamental elegir una ubicación cercana a los animales. Las instalaciones pueden variar desde estructuras sencillas con materiales artesanales, como madera, hasta construcciones de metal, y su tamaño dependerá de la escala de producción. En climas cálidos, se recomienda construir invernaderos altos, con techo de plástico blanco que proporcione sombra y paredes laterales de malla anti-áfidos para mejorar el control del calor. En climas fríos, se sugiere un invernadero hermético, con paredes y techo de plástico lechoso. El piso debe ser de concreto y con un desnivel para evitar encharcamientos, enfermedades y hongos (Agricultorers., 2014).

2.2.6. Procedimiento para la producción de forraje verde hidropónico

1. Selección de la semilla

Se recomienda la utilización de semilla de buena calidad, y se recomienda que la semilla debe mostrar un porcentaje de germinación mayor al 70%, de manera especial que esta sea de origen conocido y aptas para las condiciones locales se debe realizar la selección de la semilla retirando las gramíneas quebradas como también las impurezas que estas contengan motivo principal que estos pueden generar que aparezcan hongos o no permite la reproducción de nuestras plántulas (Lopez, 2005).

2. Lavado y desinfección de la semilla

Para iniciar se debe lavar las semillas con agua limpia con el fin de remover las gramíneas quebradas, material que flote como también las impurezas para luego proceder sumergir en el desinfectante, las semillas entre 1 a 3 minutos como también las bandejas entre 8 a 10 minutos, utilizando 10 ml de solución de hipoclorito de sodio al 1% por litro de agua (agrotendencia, s.f.).

3. Hidratación de las semillas

En esta etapa las semillas deben ser colocadas en una bolsa de tela y posteriormente sumergidas por completo en agua limpia por un lapso de 24 horas para lograr una imbibición, el mismo que se debe dividir en dos periodos de 12 horas cada uno, en las primeras 12 horas las semillas deben estar sumergidas se procede a sacarlas y escurrirlas por el lapso de una hora, nuevamente las volvemos a sumergir 12 horas para finalmente realizar el último oreado. Mediante este proceso se induce a la

rápida germinación de la semilla a través del estímulo que se está efectuando a su embrión, asegurando un crecimiento vigoroso de forraje verde hidropónico (Lopez, 2005).

4. Densidad de siembra

La densidad de siembra para una buena producción de forraje varía de 2.2 a 3.4 kg/m² tomando en cuenta que la profundidad de la semilla no debe superar los 15mm de altura en la bandeja (Machaca, 2018).

5. Siembra en las bandejas

Una vez realizados los pasos previos, la siembra se lleva a cabo en bandejas seleccionadas cuidadosamente para evitar daños a las semillas. Es importante considerar que la densidad de siembra varía según el tamaño del grano. Después de sembrar, se coloca una capa de papel humedecido sobre las semillas y se cubre con un plástico negro durante 1 a 3 días, hasta que germinen o broten. De esta manera, se proporcionan a las semillas condiciones óptimas de humedad y temperatura para favorecer una germinación completa y un crecimiento inicial adecuado (Álvarez L. , 2006).

6. Riego

Para garantizar un buen crecimiento del forraje verde hidropónico el riego debe hacerse a través de pulverizadores, micro aspersores, mochila de fumigación y atomizador de mano, en los primeros 4 días después de la siembra, es recomendable aplicar 500ml por cada 0.25m², para luego redondear un promedio de 0.9 a 1.5 lt/m², se debe tomar en cuenta que la cantidad de agua debe ir de acuerdo con los requerimientos del cultivo (Vivas, 2022).

7. Cosecha

La cosecha del forraje verde hidropónico se estima de entre los 12 a 14 días , pero si se necesita de manera anticipada el forraje se puede usar desde los 8 a 10 días después de la siembra (Vivas, 2022).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El trabajo se desarrolló con un enfoque cuantitativo, ya que fue imprescindible el uso de datos y análisis estadístico en las variables numéricas, identificando de los tratamientos logró un mayor rendimiento en la producción de forraje verde hidropónico.

3.1.2. Tipo de Investigación

Se tomó en cuenta una investigación experimental con un diseño completamente al azar (DCA) con 8 tratamientos y 3 repeticiones, con 24 unidades experimentales distribuidas de forma aleatoria, para refutar la hipótesis manejando variables dependientes e independientes, lo cual se puede evaluar por medio de pruebas de laboratorios, y una revisión constante de fuentes bibliográficas primarias y secundarias que ayuden a la sustentación y discusión con los resultados que la investigación experimental arroje.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa (H_a)

La aplicación de diferentes dosis de biol bovino (*Bos taurus*) y porcino (*Sus scrofa domesticus*) influye en la producción de forraje verde hidropónico de avena (*Avena sativa*).

Hipótesis nula (H_0)

La aplicación de diferentes dosis de biol bovino (*Bos taurus*) y porcino (*Sus scrofa domesticus*) no influye en la producción de forraje verde hidropónico de avena (*Avena sativa*).

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1 Definición de las variables

Las variables evaluadas en la investigación fueron:

Variable independiente: niveles de biol bovino y porcino

Variable Dependiente: Producción de forraje verde hidropónico de avena (*Avena sativa*)

3.3.2 Operacionalización de las variables

Tabla 5. Operacionalización de las variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Variable Independiente Diferentes niveles de Biol.	Abono líquido fitorregulador que ayuda a la aceleración de la germinación y al crecimiento foliar	Biol bovino	20% biol bovino	Aplicación foliar los días 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15 y 16	Pulverizador
			40 % biol bovino		
			60 % biol bovino		
		Biol porcino	20% biol porcino		
			40 % biol porcino		
			60 % biol porcino		
Variable Dependiente Producción de forraje verde hidropónico de avena (<i>Avena sativa</i>)”	Resultado del proceso de germinación de granos de cereales y leguminosas sin la necesidad de utilizar el suelo	Altura	En cm. desde el día 8 hasta el día de cosecha (día 18)	Medir considerando la distancia el comienzo del tallo y el límite más alto de los tejidos fotosintéticos.	Regla, libreta de campo
		Peso fresco total	En Kg/ m ² . El día de la cosecha (día 18)	Pesar el forraje verde hidropónico total al de cada bandeja en una balanza.	Balanza, libreta de campo
		Peso fresco hoja	En Kg/ m ² . El día de la cosecha (día 18)	Separar la zona radicular del follaje con ayuda de una tijera de podar y pesar en una balanza	Balanza, libreta de campo
		Peso fresco raíz	En Kg/ m ² . El día de la cosecha (día 18)	Pesar en una balanza gramera la zona radicular anteriormente separada de la zona foliar de la bandeja	Balanza, libreta de campo
		Materia Seca	En Kg/ m ² . El día de la cosecha (día 18)	Después de realizarse el pesaje de la variable de peso fresco se coloca las muestras en un horno a 105° C durante 12 horas para obtener el peso de materia seca	Balanza, libreta de campo
		Humedad	En %, El día de la cosecha (día 18)	Se tomo una muestra de 600g de cada tratamiento para almacenar en fundas, etiquetar y enviar a laboratorio.	Análisis bromatológico, computadora

Cenizas	En %, El día de la cosecha (día 18)		Análisis bromatológico, computadora
Proteína	En %, El día de la cosecha (día 18)		Análisis bromatológico, computadora
Extracto etéreo	En %, El día de la cosecha (día 18)		Análisis bromatológico, computadora
Fibra	En %, El día de la cosecha (día 18)		Análisis bromatológico, computadora
Elementos libres de nitrógeno	En %, El día de la cosecha (día 18)		Análisis bromatológico, computadora
Costo/beneficio	EN USD. Al finalizar el ciclo de producción a los 18 días	Se realizó el análisis costo beneficio de cada tratamiento	Computadora

3.4. MÉTODOS UTILIZADO

3.4.1 Localización del experimento

El trabajo de investigación se llevó a cabo en un terreno privado que se encuentra en la parroquia de Julio Andrade, cantón Tulcán en donde sus coordenadas geográficas son 0°39'06''Norte 77°43'10''Oeste, El ensayo se encontró a una altitud de 2900 msnm, con un promedio de temperatura de alrededor de 12.5° C, con un 80% de humedad relativa y anualmente con una precipitación de entre 500 – 2000 milímetros (PDOT Julio Andrade, 2020). En la figura 1 se observa la ubicación del predio en el que se llevó a cabo la investigación.



Figura 1: Ubicación geográfica del terreno
Fuente (Google Earth, 2023)

3.4.2 Tratamientos

En la tabla 6 se detallan los tratamientos utilizados en la investigación.

Tabla 6. Tratamientos utilizados en la investigación.

Tratamientos	Descripción	Dosis	Frecuencia de aplicación
T1	20% biol bovino	200 ml biol bovino/ litro de agua	Días 4,6,7,9,10,12,13,15,16 después de la siembra
T2	40 % biol bovino	400 ml biol bovino/ litro de agua	
T3	60 % biol bovino	600 ml biol bovino/ litro de agua	
T4	20% biol porcino	200 ml biol porcino/ litro de agua	
T5	40 % biol porcino	400 ml biol porcino/ litro de agua	
T6	60 % biol porcino	600 ml biol porcino/ litro de agua	
T7	10% biol Comercial	100 ml biol comercial/ litro de agua	
T8	100% Agua	agua	
			Días (1 hasta el 18)

3.4.3 Características del diseño experimental.

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con 8 tratamientos y 3 repeticiones. En la tabla 7, se muestra las características del diseño experimental. En la figura 2 se observa la aleatorización de los tratamientos y medidas de la unidad experimental y parcela neta.

Tabla 7. Descripción de las características del diseño experimental

Diseño completamente al Azar	Dimensión
Tratamientos	8
Repeticiones	3
Unidades Experimentales	24
Área total	9.53 m ²
Área neta del ensayo	3.63 m ²
Área unidad experimental	0.1512 m ²
Cantidad de semilla por unidad experimental	0.4 kg

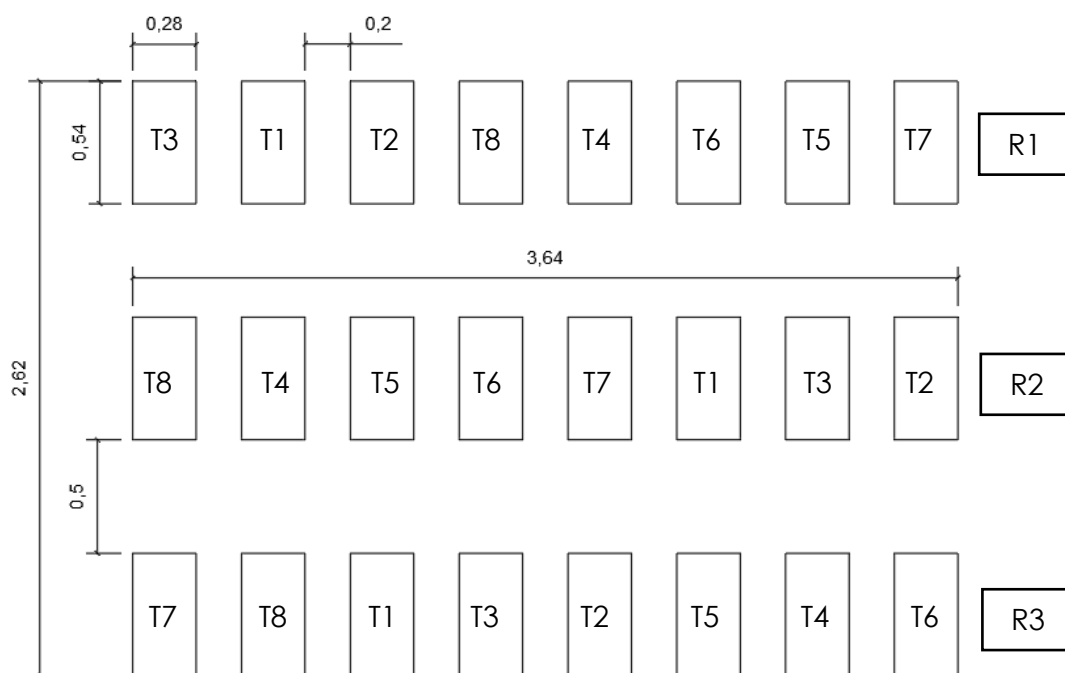


Figura 2. Diseño experimental (DCA)

3.4.4. Manejo del experimento

3.4.4.1 Procedimiento

1. Elaboración del biol

Previo a la realización del experimento, se elaboró el biol de estiércol bovino y porcino para cada ciclo de producción con una diferencia de 21 días cada uno, cabe

mencionar que en todo el experimento se usó agua potable y la preparación del biol siguiendo las recomendaciones de (INIA, 2008).

Se mezclaron los siguientes ingredientes para tanque de 60 lt

- 14kg de estiércol (bovino o porcino)
- Leche (1.5 lt)
- Hojas picadas de leguminosas (1.5kg)
- Ceniza (0.75 kg)
- Melaza 1.5 lt
- Agua (35 lt)

Una vez mezclado todos los ingredientes se procedió a sellar los tanques con sus respectivas tapas previamente agujereada para introducir un extremo de la manguera y luego sellarla con silicón y así evitar el ingreso de oxígeno al tanque, el otro extremo se introdujo a una botella plástica con agua para permitir la salida del gas producido por la fermentación. La cosecha del biol se realizó a los 70 días, pasando el contenido por un colador y enviando una muestra al laboratorio LABONORT de Ibarra para su análisis químico.

2. Obtención de la semilla

Se buscó semilla de buena calidad como la INIAP- FORTALEZA 2020 que muestra una gran adaptabilidad en diferentes zonas, en donde el porcentaje de germinación es mayor al 75%.

3. Lavado y desinfección de la semilla

Se utilizó hipoclorito de sodio para la desinfección en las proporciones de 1ml por cada 5 litros de agua recomendadas por (Urresta, 2019). Se procedió a sumergir la semilla durante un lapso de un minuto al igual que las bandejas por un lapso de 10 minutos y así disminuir la presencia microorganismo patógenos que puedan contaminar la semilla.

4. Hidratación de la semilla

Se colocó la semilla en un recipiente y se proporciona 3 partes de agua por una parte de semillas, para que tengas espacio y absorban bien el agua, el tiempo de remojo varía de entre 20 a 24 horas.

5. Siembra y densidad

Previo a realizar la siembra se realizó pre-ensayo para así poder calcular de dimensión y densidad de esta, donde la mejor densidad fue de 2.6 kg/m² de semilla, con un aproximado de 0.4 kg de semilla por bandeja que tienen un área de 0.1512 m².

6. Riego

Mediante un pre-ensayo se realizó un horario de frecuencia de riego de 3 veces al día, los tres primeros días con 300 ml, y desde el cuarto hasta el día de la cosecha (día 18) con cantidades diarias de 450 ml, las aplicaciones de las diferentes dosis de biol se realizaron los días 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15 y 16 mientras que en los días no mencionados se aplicó agua a todas las bandejas.

7. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual el día 18 después de la siembra en los tres ciclos.

3.4.4. Variables para evaluar

a. Altura de planta

Se tomo la altura de planta considerando la distancia entre donde inicia el tallo hasta el punto más alto de las hojas, este procedimiento se realizó desde el día 8 hasta el día de la cosecha (día 18) en este caso se tomó plantas al azar de todos los tratamientos, y se utilizó una regla milimétrica y se expresó los resultados en cm, esta medición se realizó durante los tres ciclos de producción.

b. Peso total

Para la variable peso total se utilizó la medición en (g) con una balanza gramera, para luego expresar los datos a kg/m², se tomó el forraje producido en la bandeja de cada unidad experimental al día de la cosecha (día 18) en los tres ciclos de producción.

c. Peso raíz

Para la variable peso raíz se utilizó la medición en (g) con una balanza gramera para luego expresar los datos a kg/m², se procedió a separar la zona radicular a utilizar del follaje de cada unidad experimental al día de la cosecha (día 18) en los tres ciclos de producción.

d. Peso hoja

Para la variable peso hoja se utilizó la medición en (g) con una balanza gramera para luego expresar los datos a kg/m^2 , se procedió a pesar la zona foliar antes separada de la zona radicular de cada unidad experimental al día de la cosecha (día 18) en los tres ciclos de producción.

e. Materia Seca

Para la variable peso de materia seca se utilizó la medición en (g) con una balanza gramera para luego expresar los datos a kg/m^2 , para esto con ayuda de una tijera de podar, se tomó una parte de las bandejas con dimensiones de 0.12 x 0.10 incluyendo raíz y follaje que estén dentro de esta área, posteriormente, la muestra se colocó en el deshidratador a una temperatura de 105°C durante 12 horas para al final pesar, cabe indicar que este proceso se realizó el día de la cosecha (día 18) del tercer ciclo.

f. Contenido nutricional

Se realizó la cosecha (día 18) del tercer ciclo, y se colocó 500g de forraje de cada tratamiento en bolsas para luego etiquetarlas, el análisis bromatológico se realizó en el laboratorio del INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones agropecuarias) instalaciones de la Estación Experimental Santa Catalina, se realizó un análisis proximal que comprende porcentajes de: humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína, fibra y elementos libres de nitrógeno.

g. Costo/beneficio

Se realizó en función del rendimiento que se obtuvo en cada tratamiento, se consideró la venta del producto y los gastos asociados, expresados en dólares (\$). Estos datos se recopilaban al término de un ciclo de producción, es decir a los 18 días.

3.4.5. Análisis estadístico

Se implementó un diseño completamente al azar (DCA) este se conformó por ocho tratamientos y tres repeticiones siendo un total de 24 unidades experimentales, empleando R Studio se realizó una comparación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas esto para todas las variables anteriormente mencionadas, en donde se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para las variables que si cumplen con los supuestos y así encontrar posibles diferencias significativas entre los diferentes tratamientos y se realizó el cálculo de medias Tukey al 5% para el nivel de significancia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Altura de planta

En la Tabla 8 se presentan los (p-valor) de la altura de las plantas durante tres ciclos de producción, desde el día 8 hasta el día 18 después de la siembra. En el primer ciclo, se observa una diferencia significativa ($p < 0,05$) en la altura desde el día 11 hasta el día 18. En el segundo y tercer ciclo, también existe una diferencia significativa ($p < 0,05$) desde el día 10 hasta el día 18. Además, los coeficientes de variación tuvieron un porcentaje aceptable menor al 10%,

Tabla 8. ANOVA de altura de planta

F.v.	GL	Día	P- valor Ciclo I	C.V I (%)	Media I (cm)	P- valor Ciclo II	C.V II (%)	Media II (cm)	P- valor Ciclo III	C.V III (%)	Media III (cm)
Trt	7	8	0.917	8.28	3.08	0.217	2.73	3.12	0.848	6.33	3.09
Error	16										
Total	23										
		9	0.702	7.57	3.53	0.146	2.93	3.53	0.8	6.13	3.54
		10	0.105	9.89	4.50	5.86e-05**	3.14	4.58	0.00269**	5.87	4.54
		11	0.000564***	7.485	5.92	1.13e-07***	2.54	6.05	6.46e-05***	6.44	5.88
		12	0.000174***	8.728	6.70	4.08e-08***	3.62	6.71	8.58e-06***	6.16	6.67
		13	6.07e-06***	6.018	7.40	1.29e-10***	3.56	7.43	1.56e-07***	4.52	7.44
		14	1.45e-06***	5.422	8.25	7.14e-10***	3.90	8.40	1.47e-08***	4.20	8.31
		15	2.38e-06***	5.59	9.581	5.4e-13***	2.20	9.58	8.57e-08***	4.51	9.57
		16	1.57e-06***	5.80	10.724	3.45e-13***	1.94	10.73	2.58e-09***	3.80	10.69
		17	4.4e-05***	6.32	12.08	1.67e-13***	1.82	12.58	4.55e-09***	3.18	12.0
		18	1.19e-05***	6.12	13.14	2e-16***	1.05	13.34	2.22e-12***	2.04	13.18

Nota: Signif. codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

En la tabla 9 se muestra la prueba de Tukey al 5% de significancia durante los tres ciclos de producción al día 18. En el primer ciclo se encontró cuatro grupos de los cuales los tratamientos T1 (20% biol bovino) y T4 (20% biol porcino) se posicionaron en el primer grupo "a" con medias de 15,08 cm y 15,50 cm respectivamente, en comparación con el tratamiento control T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontraron en el segundo grupo "ab" con 14,13cm y 13.57cm respectivamente. En el segundo ciclo se encontró cuatro grupos en donde los tratamientos T1 (20% biol bovino) y T4 (20% biol porcino) se posicionaron en el primer grupo "a" con 15.17 cm y 15.29 cm respectivamente, mientras que el tratamiento de control T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8

(100% agua) se encontraron en el segundo grupo “b” con 14.46cm y 14.12cm respectivamente. En el tercer ciclo se encontró cuatro grupos en los cuales al igual que en los ciclos anteriores en donde los tratamientos T1 (20% biol bovino) y T4 (20% biol porcino) se encontraron en el primer grupo “a” con 15.13 cm y 15.18 cm respectivamente, en comparación al tratamiento de control T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontraron en el segundo grupo “b” con 14.06 cm y 14.13cm respectivamente, es relevante destacar que el tratamiento T4 (20% biol porcino) se mantuvo en el primer grupo “a” con los valores más altos durante los tres ciclos.

Tabla 9. Prueba de Tukey para altura de planta

Trt	Media 1er ciclo (cm)	Media 2do ciclo (cm)	Media 3er ciclo (cm)
T1	15.08 a	15.17 a	15.13 a
T2	12.15 bc	12.39 c	12.22 c
T3	11.08 c	11.42 d	11.34 d
T4	15.50 a	15.29 a	15.18 a
T5	12.50 bc	12.43 c	12.23 c
T6	11.05 c	11.40 d	11.14 d
T7	14.13 ab	14.46 b	14.06 b
T8	13.57 ab	14.12 b	14.13 b

4.1.2. Peso total

En la tabla 10 se presentó los (p-valor) de la variable peso total de los tres ciclos de producción, en el día de la cosecha (día 18), los tres ciclos muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), de igual manera los coeficientes de variación tuvieron un porcentaje aceptable menor al 10%.

Tabla 10. ANOVA para peso total

	Df	1er Ciclo Pr(>F)	2do Ciclo Pr(>F)	3er Ciclo Pr(>F)
Tratamientos	7	0.000471***	3.31e-05***	7.64e-05***
Error	16			
total	23			
C.V. (%)		4.681	2.053	2.723
Media (kg)		1.04	1.05	1.04

Nota: Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

En la tabla 11 se muestra la prueba de Tukey al 5% de significancia durante los tres ciclos de producción al día 18. En el primer ciclo se encontró cinco grupos de los cuales el tratamiento T4 (20% biol porcino) se posiciono en el primer grupo “a” con 7.57 kg/m², en comparación con el tratamiento control T7 (10% biol comercial) y

tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se posicionaron en el cuarto y quinto grupo "bc" y "c" con 6.50 kg/m² y 6.11 kg/m² respectivamente. En el segundo ciclo se encontró 3 grupos en donde los tratamientos T2 (40% de biol bovino) y el T4 (20% biol porcino) se posicionaron en el primer grupo "a" con 7.28 kg/m² y 7.41 kg/m² respectivamente, mientras que en el tratamiento de control T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontraron en el segundo y tercer grupo "ab" y "b" con 6.92 kg/m² y 6.52 kg/m² respectivamente. En el tercer ciclo presentaron tres grupos en los cuales los tratamientos T1 (20% de biol bovino), T2 (40% de biol bovino) y T4 (20% biol porcino) se posicionaron en el primer grupo "a" con 7.18 kg/m², 7.21 kg/m² y 7.41 kg/m², respectivamente. En comparación al tratamiento de control T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontraron en el segundo y tercer grupo "b" con 6.72 kg/m² y 6.42 kg/m² respectivamente. es relevante destacar que el tratamiento T4 (20% biol porcino) se mantuvo en el primer grupo "a" durante los tres ciclos.

Tabla 11. Prueba de Tukey para medias de peso total

Trt	Medias 1er ciclo (kg/m ²)	Medias 2do ciclo (kg/m ²)	Medias 3er ciclo (kg/m ²)
T1	7.31 ab	7.07 ab	7.18 a
T2	7.24 ab	7.28 a	7.21 a
T3	6.85 abc	6.84 ab	6.87 ab
T4	7.57 a	7.36 a	7.41 a
T5	6.93 abc	7.09 ab	6.94 ab
T6	6.56 abc	6.83 ab	6.73 ab
T7	6.50 bc	6.92 ab	6.72 ab
T8	6.11 c	6.52 b	6.42 b

4.1.3. Peso raíz

En la tabla 12 se presentó los (p-valor) de la variable peso raíz de los tres ciclos de producción, en el día de la cosecha (día 18), los tres ciclos muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), de igual manera los coeficientes de variación tuvieron un porcentaje aceptable menor al 10%.

Tabla 12. ANOVA para Peso de Raíz

	Df	1er Ciclo	2do Ciclo	3er Ciclo
Tratamientos	7	Pr(>F) 0.018*	Pr(>F) 0.0339*	Pr(>F) 0.0386*
Error	16			
Total	23			
C.V. (%)		6.98	5.089	5.227
Media (kg)		0.873	0.884	0.879

Nota: Signif. codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

En la tabla 13 se muestra la prueba de Tukey al 5% de significancia durante los tres ciclos de producción al día 18. En el primer ciclo se encontró tres grupos de los cuales los tratamientos T2 (40% de biol bovino), T3 (60% de biol bovino) y T4 (20% biol porcino) se posicionaron en el primer grupo "a" con 6.20 kg/m², 6.06 kg/m² y 6.09 kg/m² respectivamente, en comparación con el tratamiento control T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontraron en el segundo y tercer grupo "ab" y "b" con 5.34 kg/m² y 4.92 kg/m² respectivamente. En el segundo ciclo se encontró tres grupos en donde el tratamiento T2 (40% de biol bovino) con 6.24 kg/m², mientras que el tratamiento de control T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontraron en el segundo y tercer grupo "ab" y "b" con 5.69 kg/m² y 5.29 kg/m² respectivamente. En el tercer ciclo se encontró tres grupos en los cuales T2 (40% de biol bovino), T3 (60% de biol bovino) y T4 (20% biol porcino) T5 (40% de biol porcino) y T6 (60% de biol porcino) se posicionaron en el grupo "a" con 6.06 kg/m², 5.96 kg/m², 6.04 kg/m², 6.01 kg/m², 5.98 kg/m² respectivamente, en comparación con el tratamiento de control T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontraron en el segundo y tercer grupo "ab" y "b" con 5.50 kg/m² y 5.25 kg/m² respectivamente, es relevante destacar que el tratamiento T2 (40% biol porcino) se mantuvo en el primer grupo "a" con los valores más altos durante los tres ciclos.

Tablas 13. Prueba de Tukey para las medias de peso raíz

Trt	Medias 1er ciclo (kg/m ²)	Medias 2do ciclo (kg/m ²)	Medias 3er ciclo (kg/m ²)
T1	5.93 ab	5.69 ab	5.75 ab
T2	6.20 a	6.24 a	6.06 a
T3	6.06 a	6.06 ab	5.96 a
T4	6.09 a	5.82 ab	6.04 a
T5	5.90 ab	6.01 ab	6.01 a
T6	5.78 ab	5.99 ab	5.98 a
T7	5.34 ab	5.69 ab	5.50 ab
T8	4.92 b	5.29 b	5.25 b

4.1.4. Peso hojas

En la tabla 14 se presentó los (p-valor) de la variable de peso de hoja de los tres ciclos de producción, en el día de la cosecha (día 18), los tres ciclos muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), de igual manera los coeficientes de variación tuvieron un porcentaje aceptable menor al 10%.

Tabla 14. ANOVA para peso de hojas

	Df	1er Ciclo	2do Ciclo	3er Ciclo
Tratamientos	7	Pr(>F) 5.16e-06***	Pr(>F) 2.77e-05***	Pr(>F) 2.96e-06***
Error	16			
total	23			
C.V. (%)		9.311	11.49	8.952
Media (kg)		0.165	0.172	0.168

Nota: Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

En la tabla 15 se muestra la prueba de Tukey al 5% de significancia durante los tres ciclos de producción al día 18. En el primer ciclo se encontró 6 grupos de los cuales el tratamiento T4 (20% biol porcino) se posiciono en el primer grupo "a" alcanzando un peso de 1.48 kg/m² mientras que el tratamiento de control T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontraron en el tercer grupo "bc" con 1.16 kg/m² y 1.19 kg/m². En el segundo ciclo se encontró cuatro grupos en donde el T4 (20% biol porcino) se posiciono en el primer grupo "a" con un 1.54 kg/m², en comparación al T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontraron en el segundo grupo "ab" con 1.23 kg/m² y 1.24 kg/m² respectivamente. En el tercer ciclo se encontraron cuatro grupos en los cuales los tratamientos T1 (20% biol bovino), T4 (20% biol porcino) y el tratamiento de control T7 (10% biol comercial) se posicionaron en el primer grupo "a" con 1.43 kg/m², 1.36 kg/m² y 1.23 kg/m² respectivamente, mientras que el tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontró en el segundo grupo "ab" con 1.17 1.36 kg/m². es relevante destacar que el tratamiento T4 (20% biol porcino) se mantuvo en el primer grupo "a" con los valores más altos durante los tres ciclos.

Tabla 15. Prueba de Tukey para medias de peso en hoja

Trt	Medias 1er ciclo (kg/m ²)	Medias 2do ciclo (kg/m ²)	Medias 3er ciclo (kg/m ²)
T1	1.38 ab	1.38 ab	1.43 a
T2	1.03 cd	1.03 bc	1.15 ab
T3	0.79 de	0.78 c	0.91 bc
T4	1.48 a	1.54 a	1.36 a
T5	1.03 cd	1.08 bc	0.93 bc
T6	0.78 e	0.83 c	0.75 c
T7	1.16 bc	1.23 ab	1.23 a
T8	1.19 bc	1.24 ab	1.17 ab

4.1.5. Materia seca

En la tabla 16 se presentó el (p-valor) de la variable materia seca del tercer ciclo de producción, en el día de la cosecha (día 18), los tres ciclos muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), de igual manera el coeficiente de variación tuvo un porcentaje aceptable menor al 10%.

Tabla 16. ANOVA para porcentaje de materia seca

	Df	Pr(>F)
Tratamientos	7	6.22e-10***
Residual	16	
C.V. (%)	1.066	
Media (%)	26.01	

Nota: Signif. codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

En la tabla 17 los resultados de la prueba de Tukey al 5% realizado en el tercer ciclo en donde se muestran cuatro grupos de significancia de los cuales el tratamiento T4 (20% biol porcino) con 2.20 se posiciona en el grupo "a", en comparación con el tratamiento de control T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontraron en el cuarto grupo "c" con 1.62 kg/m² y 1.48 kg/m² respectivamente el tratamiento de control T7 (10% biol comercial) con 3.70 kg/m².

Tabla 17. Prueba de Tukey para porcentaje de materia seca

Tratamientos	%	N grupos	MV (kg/m ²)	MS (Kg/m ²)
T1	28.9	ab	7.18	2.07
T2	26.1	bc	7.28	1.90
T3	25.8	bc	6.84	1.76
T4	29.8	a	7.41	2.20
T5	25.6	bc	6.94	1.77
T6	24.5	c	6.73	1.64
T7	24.2	c	6.72	1.62
T8	23.2	c	6.42	1.48

4.1.6. Humedad

En la tabla 18 se presentó el (p-valor) de la variable humedad de los análisis bromatológicos del tercer ciclo de producción, mostrando una diferencia significativa ($p < 0,05$), de igual manera el coeficiente de variación tuvo un porcentaje aceptable menor al 10%.

Tabla 18. ANOVA para porcentaje de humedad

	Df	Pr(>F)
Tratamientos	7	9.15e-12***
Residual	16	
C.V. (%)	0.858	
Media (%)	75.49	

Nota: Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

En la tabla 19 los resultados de la prueba de Tukey al 5% realizado en el tercer ciclo en donde se muestran cinco grupos de significancia de los cuales los tratamientos tratamiento T1 (20% de biol bovino) y T4 (20% biol porcino) se posicionaron en el primer grupo "a" con un porcentaje del 80.84% y 80.19% respectivamente, en comparación con el tratamiento de control T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontraron en el tercer y quinto grupo "c" y "d" con 74.83% y 72.45% respectivamente

Tabla 19. Prueba de Tukey para porcentaje de humedad

Tratamientos	Medias (%)	N grupos
T1	80.84	a
T2	77.49	b
T3	72.36	d
T4	80.19	a
T5	72.30	d
T6	73.13	cd
T7	74.83	c
T8	72.45	d

4.1.7 Cenizas

En la tabla 20 se presentan el (p-valor) de porcentaje de cenizas, en donde se observa que no existe una diferencia significativa entre tratamientos ya que el ($p > 0.05$).

Tabla 20. ANOVA para porcentaje de cenizas

	Df	Pr(>F)
Tratamientos	7	0.161
Residual	16	
C.V. (%)	8.80	
Media (%)	4.996	

Nota: Signif. codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

4.1.8. Extracto etéreo

En la tabla 21 se presentó el (p-valor) de la variable extracto etéreo de los análisis bromatológicos del tercer ciclo de producción, mostrando una diferencia significativa ($p < 0,05$), de igual manera los coeficientes de variación se encuentran en un porcentaje aceptable para esta variable

Tabla 21. ANOVA para porcentaje de extracto etéreo

	Df	Pr(>F)
Tratamientos	7	2.3e-05***
Residual	16	
C.V. (%)	6.65	
Media (%)	5.80	

Nota: Signif. codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

En la tabla 22 los resultados de la prueba de Tukey al 5% realizado en el tercer ciclo en donde se muestran cinco grupos de significancia de los cuales el tratamiento de control T7 (10% de biol comercial -90% agua) posicionándose en el primer grupo "a" 6.98 %, en comparación con el tratamiento control absoluto T8 (100% agua) se encontro en quinto grupo "c" con 4.91% respectivamente

Tabla 22. Prueba de Tukey para porcentaje de extracto etéreo

Tratamientos	Medias (%)	N grupos
T1	5.15	c
T2	5.04	c
T3	5.89	abc
T4	5.85	bc
T5	6.83	ab
T6	5.76	bc
T7	6.98	a
T8	4.91	c

4.1.9. Proteína

En la tabla 23 se presentó el (p-valor) de la variable proteína de los análisis bromatológicos del tercer ciclo de producción, mostrando una diferencia

significativa ($p < 0,05$), de igual manera los coeficientes de variación se encuentran en un porcentaje aceptable para esta variable

Tabla 23. ANOVA para porcentaje proteína

	Df	Pr(>F)
Tratamientos	7	7.61e-10***
Residual	16	
C.V. (%)	2.15	
Media (%)	5.80	

Nota: Signif. codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

En la tabla 24 los resultados de la prueba de Tukey al 5% realizado en el tercer ciclo en donde se muestran tres grupos de significancia de los cuales el T5 (40% de biol porcino - 60% agua) posicionándose en el primer grupo "a" con 18.13 %, en comparación con el tratamiento de control T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontró en el segundo grupo "b" con 15.95% respectivamente

Tabla 24. Prueba de Tukey para porcentaje proteína

Tratamientos	Medias (%)	N grupos
T1	16.39	b
T2	14.65	c
T3	14.92	c
T4	14.13	c
T5	18.13	a
T6	16.12	b
T7	17.83	a
T8	15.95	b

4.1.10. Fibra

En la tabla 25 se presentó el (p-valor) de la variable humedad de los análisis bromatológicos del tercer ciclo de producción, mostrando una diferencia significativa ($p < 0,05$), de igual manera los coeficientes de variación se encuentran en un rango aceptable para esta variable.

Tabla 25. ANOVA para porcentaje de fibra

	Df	Pr(>F)
Tratamientos	7	7.43e-11***
Residual	16	
C.V. (%)	1.50	
Media (%)	22.39	

Nota: Signif. codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

En la tabla 26 los resultados de la prueba de Tukey al 5% realizado en el tercer ciclo en donde se muestran 6 grupos de significancia de los cuales el T3 (60% de biol

bovino) se posiciono en el primer grupo "a" con 24.32 %, en comparación con el tratamiento de control T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontraron en el quinto y segundo grupo "d" y "ab" con 21.55% y 24.08% respectivamente.

Tabla 26. Prueba de Tukey para porcentaje de fibra

Tratamientos	Medias (%)	N grupos
T1	22.39	cd
T2	23.25	bc
T3	24.32	a
T4	22.25	d
T5	19.13	e
T6	22.19	d
T7	21.55	d
T8	24.08	ab

4.1.11. Elementos libres de nitrógeno

En la tabla 27 se presentó el (p-valor) de la variable elementos libres de nitrógeno de los análisis bromatológicos del tercer ciclo de producción, mostrando una diferencia significativa ($p < 0,05$), de igual manera los coeficientes de variación se encuentran en un rango aceptable para esta variable.

Tabla 27. ANOVA para porcentaje de elementos libres de nitrógeno

	Df	Pr(>F)
Tratamientos	7	2.39e-08***
Residual	16	
C.V. (%)	0.75	
Media (%)	50.73	

Nota: Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

En la tabla 28 los resultados de la prueba de Tukey al 5% realizado en el tercer ciclo en donde se muestran 6 grupos de significancia de los cuales el tratamiento T4 (20% biol porcino) se posiciono en el primer grupo "a" con 53.08 en comparación con el tratamiento de control T7 (10% biol comercial) y tratamiento de control absoluto T8 (100% agua) se encontraron en el sexto y cuarto grupo "d" y "c" con 48.75% y 50.59% respectivamente.

Tabla 28. Prueba de Tukey para porcentaje de elementos libres de nitrógeno

Tratamientos	Medias (%)	N grupos
T1	50.54	c
T2	51.72	b
T3	49.79	cd
T4	53.08	a
T5	50.75	bc
T6	50.58	c
T7	48.75	d
T8	50.59	c

4.1.12. Análisis de costo/beneficio 100m²

En la tabla 29 se muestra el análisis costo beneficio de los tratamientos evaluados en donde se detalla que los mejores tratamientos fueron el T1 (20% biol bovino) y T4 (20% biol porcino) con un beneficio directo de 0.36 y 0.46 centavos por cada dólar invertido, por otro lado, el tratamiento de control T7 (10% biol comercial) no muestra beneficio directo.

Tabla 29. Análisis costo/beneficio

tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Gasto/tratamiento	108.31	138.99	169.68	108.31	138.99	169.68	469.15	77.62
Rendimiento total kg	731	724	685	757	693	656	650	611
Venta por Kg	0.35	0.32	0.29	0.35	0.32	0.29	0.30	0.27
Venta total	255.85	231.68	198.65	264.95	221.76	190.24	195	164.97
Utilidad neta	147.54	92.69	28.97	156.64	82.77	20.56	-274.15	87.35
Costo beneficio	1.36	0.66	0.17	1.44	0.59	0.12	-0.58	1.12
Beneficio directo	0.36	-0.44	-0.73	0.44	-0.41	-0.88	-1.58	0.12

4.2. DISCUSIÓN

En la investigación realizada por Quelca (2019), sobre el efecto de tres concentraciones de biol bovino sobre el número de cortes de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) asociado con alfalfa (*Medicago sativa* L) en la localidad de Viacha departamento de la Paz. Muestra que la aplicación de biol bovino con un porcentaje del 60% obtuvo mayor altura (26.24 cm) a comparación de la aplicación del biol al 20% (19.76cm) indicando que, se obtiene mejores resultados al aplicar mayor % de biol, a diferencia con la presente investigación en donde se evaluó la aplicación de biol en diferentes dosificaciones los valores alcanzados al día de cosecha (día 18) en la variable altura fueron: el tratamiento T4 (20% biol porcino) presentando mayor promedio de altura con 15.50 cm, mostrando que los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento que aplico menor % de biol porcino. Cabe indicar que en los tres ciclos de producción de forraje verde hidropónico de avena se mostraron resultados similares demostrando que el mejor tratamiento fue el T4 (20% biol porcino).

En la investigación realizada por Machaca (2018) en donde evaluó el efecto de tres niveles de biol bovino en la producción de forraje verde hidropónico de maíz forrajero (*zea mays*) en la localidad de Viacha departamento de la Paz, indicando que con la aplicación de biol bovino al 20 % se obtuvo mayor cantidad de materia verde, peso hoja peso raíz y materia seca con un peso de 23.7 kg/m², 18.24 kg/m², 5.45 kg/m² y 11.46 kg/m² respectivamente, en contraste con la presente investigación en donde se evaluó la aplicación de biol en diferentes dosificaciones los valores alcanzados al día de cosecha (día 18) en la variable peso total de materia verde, peso hoja peso raíz y materia seca en donde el tratamiento T4 (20% biol porcino) presentó mayor promedio de peso con 7.57 kg/m², 6.09 kg/m², 1.48 kg/m² y 2.20 kg/m², denotando que la mayor cantidad de peso se obtuvo con cantidades no mayores o iguales al 20% de biol porcino.

En la investigación realizada por (Jumbo, 2014), en donde se evaluó el efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) hidropónica como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba-Ecuador, en donde por medio de los análisis bromatológicos se obtuvo los siguientes porcentajes: 91.53% de humedad, 8.27% en cenizas, 25.25% de proteína, 3.14% de grasa (extracto etéreo), 22.77% en fibra y 50.84% de elementos libres de nitrógeno, en contraste con

la presente investigación en donde se evaluó la aplicación de biol en diferentes dosificaciones, con los análisis bromatológicos realizados en el laboratorio del INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones agropecuarias) instalaciones de la Estación Experimental Santa Catalina se obtuvo los siguientes porcentajes: 80.84% de humedad, 5.35% de cenizas, 6.98% de extracto etéreo, 18.13% de proteína, 24.32% de fibra y 53.08% de elementos libres de nitrógeno, tomando en cuenta que en las investigaciones se trata de cultivos diferentes, los porcentajes varían, por lo cual cabe mencionar que los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro de un rango óptimo, destacando la composición nutrición favorable del cultivo.

La Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal (FEDNA, 2012), indica que los índices de composición nutricional de la avena (*Avena sativa*) son los siguientes: 2.8% de cenizas, 10% de proteína, 4.9% de extracto etéreo, 30.9% de fibra y 48% de energía. En la presente investigación, se registraron valores de 5.35% de cenizas, 18.13% de proteína, 6.98% de extracto etéreo, 24.32% de fibra y 53.08% de energía, lo que denota que estos nutrientes superan el porcentaje óptimo, a excepción de la fibra, que presenta un porcentaje menor. Se consideró que los porcentajes están dentro del rango óptimo, destacando el tratamiento T4 (20% biol porcino) con 5.16% de cenizas, 14.13% de proteína, 5.85% de extracto etéreo, 22.25% de fibra y 53.08% de energía.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que el tratamiento con la dosis más efectiva para el rendimiento de forraje verde hidropónico de avena fue el tratamiento T4 (20% biol porcino) pues en los tres ciclos mostró mayor altura y peso al día de cosecha (día 18) con 15.50 cm y 7.57 kg/m² respectivamente.
- Se determinó el contenido nutricional y el tratamiento T4 (20% biol porcino) obtuvo resultados dentro del rango óptimo con 80.19% de humedad, 5.16% cenizas, 14.13% de proteína, 5.85% de extracto etéreo, 22.25% de fibra y 53.08% de energía.
- Se determinó que los tratamientos que alcanzaron el mayor beneficio directo fueron el tratamiento T1 (20% biol bovino) y el tratamiento T4 (20% biol porcino) con 0.36 \$ y 0.44 \$ respectivamente por cada dólar invertido.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para la dosificación y frecuencia de aplicación del biol es fundamental considerar los materiales y procesos utilizados en su producción. Aspectos como tipo de estiércol, la alimentación y manejo del animal, así mismo el tiempo y método de fermentación pueden variar la eficacia y concentración de nutrientes del biofertilizante
- Se recomienda el uso de sensores de humedad, en los 3 primeros días después de la siembra ya que la semilla debe estar en constante humedad de entre 60% a 80%, si excede estos porcentajes puede facilitar la proliferación de hongos o causar la pudrición de semilla y raíces, si el porcentaje de humedad es bajo puede restringir el crecimiento de las plantas.
- En las instalaciones, es fundamental garantizar una adecuada ventilación para evitar el exceso de humedad y temperatura. Asimismo, se debe realizar periódicamente la limpieza y desinfección del invernadero, bandejas y equipos, a fin de prevenir la proliferación de patógenos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Admon, A. (28 de abril de 2023). *Ventajas y desventajas de los complementos alimenticios para el ganado*. Obtenido de <https://agrofertas.co/ventajas-y-desventajas-de-los-complementos-alimenticios-para-el-ganado/>
- Agriculturers. (2014). *Qué es el forraje verde hidropónico y como producirlo*. Obtenido de <https://agriculturers.com/origenes-y-uso-del-forraje-verde-hidropónico/>
- Altier, N. (2010). *Enfermedades y plagas en pasturas*. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2530/1/18429300810163301.pdf>
- Álvarez, L. (2006). *Eficacia de Tres Medios Hidropónicos en la producción de forraje verde, en avena forrajera (Avena sativa, L.)*. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/439/1/05604.pdf>
- Anaya, J. D. (2017). *Cambios en el peso de grano afectados por la manipulación-demanda en variedades de avena (Avena sativa L.) para valles altos*.
- Bernal Bechara, L., Andrés, R., & Cortés, S. (2011). *La producción de forraje en el contexto del cambio climático FoRage PRoduction within the context of climate change. rev. cienc. anim. | Bogotá-Colombia | No, 4, 2011-2513*.
- Campuzano, L. e. (2018). *Avena Forrajera Altoandina*. Obtenido de <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/download/131/110/990-1?inline=1>
- Conde, O. A. (2015). *EFFECTO DE TRES NIVELES DE BIOL EN EL RENDIMIENTO FORRAJERO DE AVENA (Avena sativa) CEBADA (HORDEUM VULGARE) Y TRITICALE (Triticum secale) EN UN SISTEMA HIDROPÓNICO EN LA COMUNIDAD DE YARIBAY EN LA PROVINCIA PACAJES*.
- Courtis, A. C. (2013). *Germinación de Semillas*.
- Delgado Acarapi, J., Celia María Fernández Chávez, I., Ph David Cruz Choque, I. D., Agr Lucio Tito Villca, I., & Agr Bernardo Ticona Contreras, I. (s. f.). *UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES FACULTAD DE AGRONOMIA CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA PRODUCCION DE AVENA (Avena sativa) COMO FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO CON*.

- Dueñas, J. (2021). *Efecto del biol en la producción de forraje verde hidropónico de Zea mays "maíz" y Medicago sativa "alfalfa". Moyobamba, 2019.* Obtenido de <https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/4659/1/Ing.%20Ambiental%20-%20Jhon%20Eduin%20Due%C3%B1as%20Saucedo.pdf>
- Espinal, G. C. E. (2009). EFECTO DEL BIOL COMO FERTILIZANTE FOLIAR EN LA PRODUCCION DE LECHUGA SUIZA (*Valerianella locusta* L.) CON DIFERENTES CONCENTRACIONES EN AMBIENTE ATEMPERADO EN EL MUNICIPIO DE TIWANAKU – LA PAZ.
- FAO. (2001). *FORRAJE VERDE HIDROPONICO.* Obtenido de <https://www.fao.org/3/ah472s/ah472s00.pdf>
- FEDNA. (2012). *AVENA.* Obtenido de https://fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/avena
- Freire, D. (2015). "EFECTO DE ECOJAMBI EN EL RENDIMIENTO Y EN LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE CEBOLLA DE RAMA (*Allium fistulosum* L.)". Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18286/1/Tesis-105%20%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20342.pdf>
- García, D. L. (2015). Optimización del rendimiento de avena (*Avena sativa* L. variedad INIAP-82) bajo tres niveles de encalado en la granja irquis.
- Gilsanz, J. (2007). *HIDROPONIA.* Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/520/1/11788121007155745.pdf>
- Google Earth. (2023). Mapa Satelital. págs. https://earth.google.com/web/@0.65233198,-77.72092702,2942.96284873a,541.19179962d,35y,0h,0t,0r/data=CgRCAggBOgMKATBKDQj_____8BEAA.
- Guanopatín, M. R. (2012). APLICACIÓN DE BIOL EN EL CULTIVO ESTABLECIDO DE ALFALFA.
- Hernández, R. (2024). Guía: Condiciones para la producción de FVH. https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=128
- INIA. (2008). *PRODUCCIÓN Y USO DEL BIOL.* Obtenido de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/115/1/Uso_Biol_Lima_2008.pdf
- Jumbo, J. (marzo de 2014). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL BIOL A DIFERENTES CONCENTRACIONES EN LA PRODUCCION DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) Y MAÍZ (*Zea mays*) HIDROPÓNICO COMO UNA ALTERNATIVA*

DEAPROVICIONAMIENTO DE FORRAJE PARA CUYES (*Cavia porcellus*) EN LAS ETAPAS DE DESARROLLO Y ENGORDE. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6231/1/UPS-YT00273.pdf>

Lima, K. (2018). EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE AVENA (*Avena sativa* sp) Y TREBOL BLANCO (*Trifolium repens*) ASOCIADOS COMO FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN RELACION A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE BIOL BOVINO COMO MEDIO NUTRITIVO. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18399/T-2556.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lopez, L. (septiembre de 2005). *Producción de Forraje Verde Hidroponico*. Obtenido de <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/403/1/Luis%20Angel%20Lopez%20Martinez.pdf>

Machaca, D. (2018). EFECTO DE TRES NIVELES DE BIOL- BOVINO EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays*) EN LA LOCALIDAD DE VIACHA DEPARTAMENTO DE LA PAZ.

Merchancano, J. D., Rincón, E. C., Oviedo, F. H., López, P. A. P., & Pastrana, Á. M. C. (2022). Cultivo y ensilaje de avena (*Avena sativa* L.) en el trópico alto del departamento de Nariño [Text.Chapter]. Editorial AGROSAVIA. <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/245/226/1531-1>

Moposita, A. (2023). Evaluacion del comportamiento agronomico de cuatro lineas promisorias de avena bajo las condiciones agroecologicas de querochaca.

Morocho, M. (2024). *Rendimiento de avena forrajera INIAP FORTALEZA 2020, con tres dosis de fertilizavion en funcion de las recomendaciones del analisis de suelo*. Obtenidode <https://dspace.ucacue.edu.ec/server/api/core/bitstreams/06b7a02b-31a2-49c5-8c73-43f62fed0f5d/content>

PDOT Julio Andrade. (2020). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial*. Obtenido de <https://gpjulioandrade.gob.ec/carchi/wp-content/uploads/2023/12/PDOT-JULIO-ANDRADE-2019-2023.pdf>

Quelca, O. (2019). EFECTO DE TRES CONCENTRACIONES DE BIOL BOVINO SOBRE EL NÚMERO DE CORTES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) ASOCIADO CON ALFALFA (*Medicago sativa* L.) . Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/22176/T-2673.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rivera, J. (2011). *Elaboracion del biofertilizante Biol*. Obtenido de <https://docplayer.es/43573619-Guia-para-la-preparacion-y-uso-del-biol->

convenio-10-co1-043-seguridad-alimentaria-y-desarrollo-economico-local-en-bolivia-y-ecuador.html

Romero Valdez, M. E., Córdova Duarte, G., & Hernández Gallardo, E. O. (2009). Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero. *Acta Universitaria*, 19(2), 11-19. <https://doi.org/10.15174/au.2009.93>

Ronco, M. (2013). *La Nutritiva y saludabe avena*. Obtenido de <https://www.dinta.cl/wp-content/uploads/2018/11/Avena.pdf>

Silva, L. O. (2013). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.

Sistema Biobolsa. (2015). *Manual de BIOL*. Obtenido de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SISTEMA%20BIOBOLSA%20s.f.%20Manual%20del%20BIOL.pdf

Suquilanda, M. (2006). *Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro*. . Quito.

Ticona, J. y. (diciembre de 2022). *Proceso de elaboracion del abono organico biol*. Obtenido de <https://cipycos.umsa.bo/index.php/1/article/download/11/11>

Toaquiza, M. (agosto de 2021). "EVALUACIÓN DE DOS BIOFERTILIZANTES CON DOS DOSIS PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO ENCEBADA (*Hordeum vulgare*)" EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, (*um vulgare*)" EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA,. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8156/1/PC-002108.pd>

Torres, R. M., Sánchez, E. Á., Acevedo, D. C., & Sánchez, E. R. (2013). Nutrición mineral de forraje verde hidropónico. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 19(2), 211-223. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.10.053>

Urresta, A. (2019). Evaluación de tres soluciones nutritivas con diferentes niveles de biol en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum Vulgare* L). Obtenidode <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9858/2/03%20AGP%20249%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Vivas, J. (2022). *Manual practico para la elaboracion de forraje verde hidropónico en invernadero no convencional*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/documentos/NL02V856.pdf>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	ERAZO MUÑOZ JOSE GABRIEL	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401749304
PERIODO ACADÉMICO:	2024B	DOCENTE TUTOR:	MSC. GUILLERMO ALEXANDER JACOME SARCHI
PRESIDENTE TRIBUNAL:	MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO		
DOCENTE:	MSC. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL		
TEMA DEL TIC:	"Evaluación de tres niveles de biol bovino (<i>Bos taurus</i>) y porcino (<i>Sus scrofa domestica</i>) en la producción de forraje verde hidropónico de avena (<i>Avena sativa</i>) en el cantón Tulcán"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8.67	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8.67	
3	METODOLOGÍA	8.67	
4	RESULTADOS	8.67	
5	DISCUSIÓN	8.67	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8.67	Revisar la conclusión de las dosis aplicadas
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8.67	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8.67	

Obteniendo una nota de: **8.67** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 6 de noviembre de 2024**

MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO
PRESIDENTE TRIBUNAL

MSC. GUILLERMO ALEXANDER JACOME SARCHI
DOCENTE TUTOR

MSC. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND
NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Erazo Muñoz José Gabriel				
DATE: 26 de noviembre de 2024				
Topic: "Evaluación de tres niveles de biol bovino (Bos taurus) y porcino (Sus scrofa domesticus) en la producción de forraje verde hidropónico de avena (Avena sativa) en el Antón Tulcán".				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Erazo Muñoz José Gabriel

Fecha de recepción del abstract: 21 de noviembre de 2024

Fecha de entrega del informe: 26 de noviembre de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:
MARTHA ARACELLY
VIVEROS ALMEIDA

MA. Martha Viveros

Docente responsable del
CIDEN

Anexo 3. Análisis de biol bovino

<h1>LABONORT</h1>		
LABORATORIOS NORTE		
Juan Hernández y Jaime Roldos (M.Mayorista)		Ibarra-Ecuador. Telf. cel. 0999591050

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JOSÉ GABRIEL ERAZO
MUESTRA: BIOL BOVINO
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 11840
FECHA: 2024 04 04
SITIO: CARCHI-TULCÁN-JULIO ANDRADE

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	302,50	0,0303
FÓSFORO	167,46	0,0167
AZUFRE	813,00	0,0813
POTASIO	21294,00	2,1294
CALCIO	16510,00	1,6510
MAGNESIO	7800,00	0,7800
ZINC	14,36	0,0014
COBRE	1,39	0,00014
HIERRO	284,03	0,0284
MANGANESO	181,30	0,01813
BORO	5,98	0,00060

* Nitrógeno amoniacal
ppm = partes por millón

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	5,10 (Ácido)
CE**	12,850 mS/cm

** (CE) Conductividad eléctrica

Métodos:

Metales: (K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn) Absorción atómica

No metales: (N, P, S, B) Colorimétricos (Abs vs C)



Dr. Quím. Edison M. Miño M.
RESPONSABLE DE LABONORT



Anexo 4. Análisis de biol porcino

<h1>LABONORT</h1>		
LABORATORIOS NORTE		
Juan Hernández y Jaime Roldos (M. Mayorista)	Ibarra-Ecuador.	Telf. cel. 0999591050

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JOSÉ GABRIEL ERAZO
MUESTRA: BIOL PORCINO
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 11839
FECHA: 2024 04 04
SITIO: CARCHI- TULCÁN-JULIO ANDRADE

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	1195,00	0,1195
FÓSFORO	317,18	0,0317
AZUFRE	780,00	0,0780
POTASIO	32292,00	3,2292
CALCIO	14640,00	1,4640
MAGNESIO	10860,00	1,0860
ZINC	11,91	0,0012
COBRE	0,84	0,00008
HIERRO	118,28	0,0118
MANGANESO	216,00	0,02160
BORO	6,83	0,00068

* Nitrógeno amoniacal
ppm = partes por millón

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	5,54 (Ligeramen. Ácido)
CE**	17,060 mS/cm

** (CE)Conductividad eléctrica

Métodos:

Metales: (K,Ca,Mg,Zn,Cu,Fe,Mn) Absorción atómica

No metales: (N,P,S,B) Colorimétricos (Abs vs C)



Dr. Quím. Edison M. Miño M.
RESPONSABLE DE LABONORT



Anexo 5. Análisis de bromatológicos del forraje verde hidropónico de avena.

	<p style="text-align: center;">INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. CutuglaguaTifs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340</p>		<p style="text-align: right;">MC-LSAIA-2201 Rev. 9</p>
--	--	--	--

INFORME DE ENSAYO N°:24-0044

**NOMBRE DEL PETICIONARIO: Sr. JOSÉ GABRIEL ERAZO MUÑOZ **DIRECCIÓN: PARROQUIA JULIO ANDRADE BARRIO SANTA CLARA FECHA DE EMISIÓN: 30/04/2024 FECHA DE ANÁLISIS: Del 11 al 30 de abril del 2024 ANÁLISIS SOLICITADOS Proximal	**INSTITUCIÓN: PARTICULAR **ATENCIÓN: Sr. JOSÉ GABRIEL ERAZO MUÑOZ FECHA DE RECEPCIÓN: 11/04/2024 HORA DE RECEPCIÓN: 9h03
---	--

RESULTADOS DE ANÁLISIS						
ANÁLISIS	**TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LA MUESTRA	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
HUMEDAD	Forraje verde de avena T1	24-0193	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	80,84	%
CENIZAS [□]	Forraje verde de avena T1	24-0193	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	4,53	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) [□]	Forraje verde de avena T1	24-0193	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	6,15	%
PROTEÍNA [□]	Forraje verde de avena T1	24-0193	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	16,39	%
FIBRA [□]	Forraje verde de avena T1	24-0193	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	22,39	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Forraje verde de avena T1	24-0193	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	50,54	%
HUMEDAD	Forraje verde de avena T2	24-0194	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	77,79	%
CENIZAS [□]	Forraje verde de avena T2	24-0194	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	5,33	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) [□]	Forraje verde de avena T2	24-0194	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	5,04	%
PROTEÍNA [□]	Forraje verde de avena T2	24-0194	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	14,65	%
FIBRA [□]	Forraje verde de avena T2	24-0194	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	23,25	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Forraje verde de avena T2	24-0194	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	51,72	%
HUMEDAD	Forraje verde de avena T3	24-0195	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	72,36	%
CENIZAS [□]	Forraje verde de avena T3	24-0195	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	5,08	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) [□]	Forraje verde de avena T3	24-0195	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	5,89	%
PROTEÍNA [□]	Forraje verde de avena T3	24-0195	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	14,92	%
FIBRA [□]	Forraje verde de avena T3	24-0195	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	24,32	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Forraje verde de avena T3	24-0195	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	49,79	%


Página 1 de 1

ANÁLISIS	**TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LA MUESTRA	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
HUMEDAD	Forraje verde de avena T4	24-0196	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	80,19	%
CENIZAS [□]	Forraje verde de avena T4	24-0196	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	4,70	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) [□]	Forraje verde de avena T4	24-0196	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	5,85	%
PROTEÍNA [□]	Forraje verde de avena T4	24-0196	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	14,13	%
FIBRA [□]	Forraje verde de avena T4	24-0196	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	22,25	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Forraje verde de avena T4	24-0196	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	53,08	%
HUMEDAD	Forraje verde de avena T5	24-0197	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	72,30	%
CENIZAS [□]	Forraje verde de avena T5	24-0197	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	5,16	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) [□]	Forraje verde de avena T5	24-0197	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	6,83	%
PROTEÍNA [□]	Forraje verde de avena T5	24-0197	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	18,13	%
FIBRA [□]	Forraje verde de avena T5	24-0197	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	19,13	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Forraje verde de avena T5	24-0197	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	50,75	%
HUMEDAD	Forraje verde de avena T6	24-0198	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	73,13	%
CENIZAS [□]	Forraje verde de avena T6	24-0198	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	5,35	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) [□]	Forraje verde de avena T6	24-0198	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	5,76	%
PROTEÍNA [□]	Forraje verde de avena T6	24-0198	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	16,12	%
FIBRA [□]	Forraje verde de avena T6	24-0198	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	22,19	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Forraje verde de avena T6	24-0198	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	50,58	%
HUMEDAD	Forraje verde de avena T7	24-0199	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	74,83	%
CENIZAS [□]	Forraje verde de avena T7	24-0199	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	4,89	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) [□]	Forraje verde de avena T7	24-0199	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	6,98	%
PROTEÍNA [□]	Forraje verde de avena T7	24-0199	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	17,83	%
FIBRA [□]	Forraje verde de avena T7	24-0199	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	21,55	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO E.L.N.	Forraje verde de avena T7	24-0199	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	48,75	%

Página 2 de 2

ANÁLISIS	**TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LA MUESTRA	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
HUMEDAD	Forraje verde de avena T8	24-0200	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	72,45	%
CENIZAS ^Ω	Forraje verde de avena T8	24-0200	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	4,47	%
EXTRACTO ETÉREO (EE) ^Ω	Forraje verde de avena T8	24-0200	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	4,91	%
PROTEÍNA ^Ω	Forraje verde de avena T8	24-0200	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	15,95	%
FIBRA ^Ω	Forraje verde de avena T8	24-0200	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	24,08	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITRÓGENO F.L.N.	Forraje verde de avena T8	24-0200	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	50,59	%

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente. La toma de muestra no es responsabilidad del laboratorio, le corresponde al cliente. Los ensayos marcados con (Ω) se reportan en base seca. Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con la muestra sometida a ensayo que se detalla en este documento tal como se recibió. El laboratorio se responsabiliza de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente. **NOTA DE DESCARGO:** Si el lector de este correo electrónico no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. De igual manera, la información entregada por el cliente, generada durante las actividades del laboratorio e información contenida en este informe es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por éste. Los datos marcados con ** son suministrados por cliente, el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

RESPONSABLES DEL INFORME	
Nombre	Dr. Iván Samaniego, Ph.D.
Cargo	RESPONSABLE DVC
Firma	
Fecha	2024-04-30

Anexo 6. Proceso Experimental



Figura 3. Elaboración del biol



Figura 4. Proceso de fermentación



Figura 5. Cosecha de biol



Figura 6. Desinfección de la semilla



Figura 7. Remojo de semilla en agua



Figura 8. Siembra de semilla en bandejas

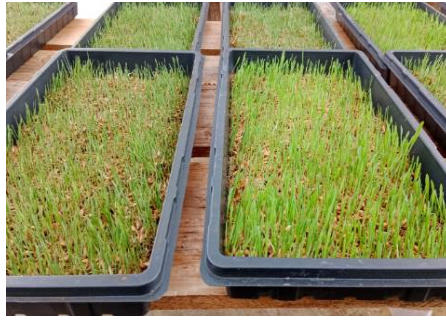


Figura 9. Germinación del cultivo



Figura 10. Toma de datos de altura



Figura 11. Separació de zona radicular



Figura 12. Toma de datos peso hoja



Figura 13. Toma de datos peso raiz



Figura 14. Toma de datos de materia verde



Figura 15. Toma de datos de materia seca

Anexo 7. Costos de producción

Tabla 30. Costo de producción por 100 m²

Sistema		Semitecnificado	Lugar	Tulcán
Área	10m ²		Responsable	José Erazo
		Insumos agrícolas		
	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario	Total
avena	9.6	kg	0.18	1.72
bandejas de 54*28	24		2.9	69.6
pulverizadores de mano 400 ml	8	ml	0.75	6
Subtotal				75.6
		Materiales para Biol		
Leche	3	lt	0,5	1,5
melaza	3	lt	1,2	3,6
tacho 60 lt	2		20	40
levadura	80	g		3
Subtotal				48.1
		Materiales para invernadero		
plástico de invernadero 6m	15	m	6,2	93
postes de madera 4m	8	m	12	96
caña guadua	6	m	3	18
clavos	2	lb	1	2
alambre de amarre	4	lb	1	4
varilla tornillo	1	m	18	18
sarán negro	10	m	1,2	12
Subtotal				274
Riego	18	Mano de obra horas	1.56	28.08
Subtotal				28.08
Total				346.68

Anexo 8. Verificación de supuestos: Normalidad y homogeneidad de varianza

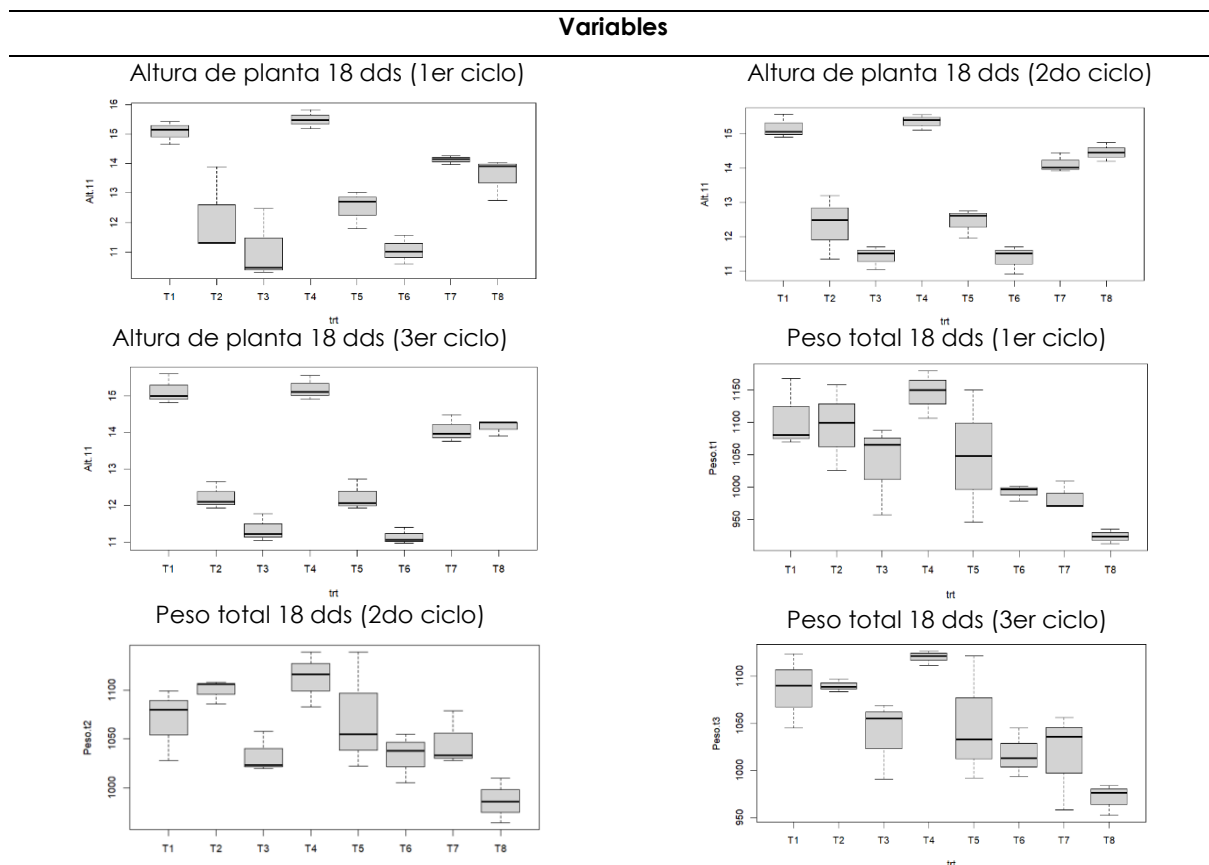
Tabla 31. Verificación de supuestos

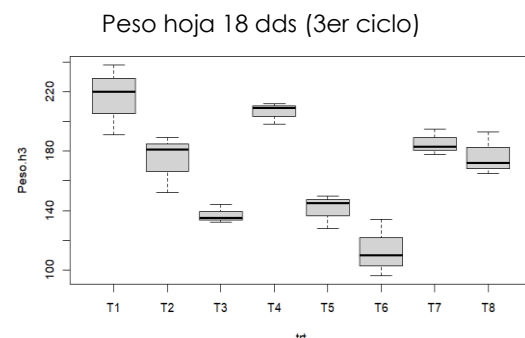
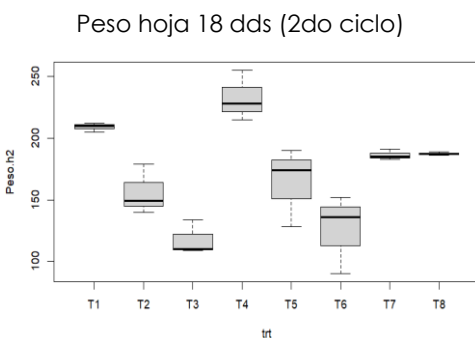
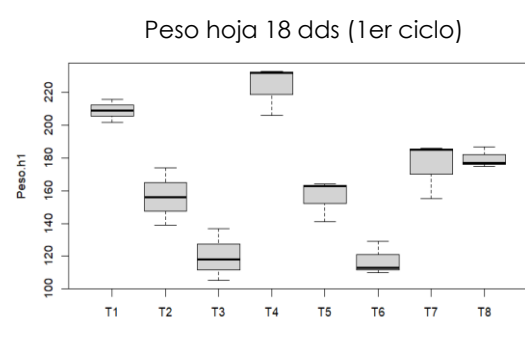
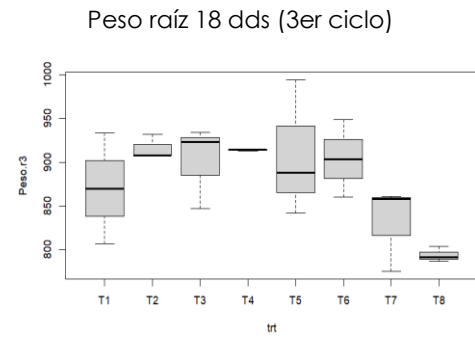
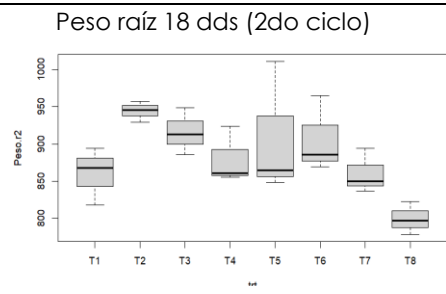
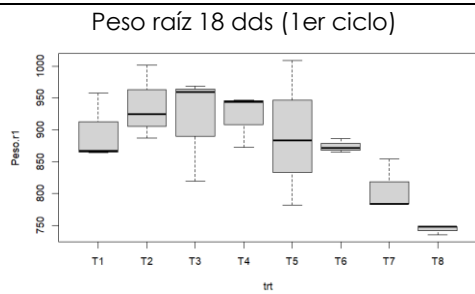
Variable	Normalidad		Homogeneidad de varianzas	
	Prueba de Shapiro		Prueba de Bartlett	
	Si	No	Si	No
1er ciclo				
Altura de planta 8 días dds	0.643		0.183	
Altura de planta 9 días dds	0.311		0.400	
Altura de planta 10 días dds	0.607		0.524	
Altura de planta 11 días dds	0.707		0.839	
Altura de planta 12 días dds	0.37		0.955	
Altura de planta 13 días dds	0.587		0.615	
Altura de planta 14 días dds	0.392		0.855	
Altura de planta 15 días dds	0.305		0.787	
Altura de planta 16 días dds	0.275		0.984	
Altura de planta 17 días dds	0.217		0.492	
Altura de planta 18 días dds	0.069		0.167	
Peso total 18 días dds	0.156		0.225	
Peso hoja 18 días dds	0.921		0.688	
Peso raíz 18 días dds	0.221		0.516	
2do ciclo				
Altura de planta 8 días dds	0.73		0.601	
Altura de planta 9 días dds	0.056		0.931	

Altura de planta 10 días dds	0.737	0.207
Altura de planta 11 días dds	0.468	0.723
Altura de planta 12 días dds	0.138	0.0635
Altura de planta 13 días dds	0.937	0.317
Altura de planta 14 días dds	0.49	0.265
Altura de planta 15 días dds	0.225	0.084
Altura de planta 16 días dds	0.721	0.435
Altura de planta 17 días dds	0.864	0.22
Altura de planta 18 días dds	0.951	0.515
Peso total 18 días dds	0.351	0.885
Peso hoja 18 días dds	0.173	0.581
Peso raíz 18 días dds	0.206	0.881
3er ciclo		
Altura de planta 8 días dds	0.162	0.440
Altura de planta 9 días dds	0.775	0.397
Altura de planta 10 días dds	0.878	0.378
Altura de planta 11 días dds	0.211	0.859
Altura de planta 12 días dds	0.872	0.806
Altura de planta 13 días dds	0.247	0.894
Altura de planta 14 días dds	0.189	0.258
Altura de planta 15 días dds	0.210	0.797
Altura de planta 16 días dds	0.146	0.806
Altura de planta 17 días dds	0.702	0.132
Altura de planta 18 días dds	0.410	0.773
Peso total 18 días dds	0.388	0.183
Peso hoja 18 días dds	0.917	0.649
Peso raíz 18 días dds	0.341	0.196

Anexo 9. BoxPlot para las variables evaluadas

Figura 16. BoxPlot para las variables evaluadas





Anexo 10. Script para realizar el análisis estadístico en R Studio de un DCA

```
#empezar con el DCA
#SUBIR UNA BASE DE DATOS
dca=read.delim("clipboard")
attach(dca)
str(dca)
summary(dca)
boxplot(Alt.11 ~ trt)
#crear el modelo del ANVA
mod1 = aov(Alt.11 ~ trt)
shapiro.test(residuals(mod1))#para distribucion normal
bartlett.test(Alt.11 ~ trt)#homogeneidad de varianzas
```

```
summary(mod1)
cv.model(mod1)
#comparacion de medias
#tukey
library(agricolae)
HSD.test(mod1, "trt", console=T)
A=HSD.test(mod1, "trt", console=T)
bar.group(A$groups, ylim=c(0,65), col=2:10, ylab="(cm)",main= "altura de planta")
box()
```