



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

Relación porcentual entre humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y
cebada (*Hordeum vulgare*) en producción de germinado hidropónico

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR

Bach. Brito Melendrez, Luis Angel

ASESOR:

Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón, Dr. (0000-0001-6666-4721)

Lambayeque, 11 de julio de 2024

Relación porcentual entre humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y cebada (*Hordeum vulgare*) en producción de germinado hidropónico

TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR

Bach. Brito Melendrez Luis Angel

ASESOR

Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.

Aprobada por el siguiente jurado

Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc.
Presidente

Ing. Sergio Rafael B. Del Carpio Hernández, M. Sc.
Secretario

Ing. Allan Joel Arriola Vega, M. Sc.
Vocal

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
Asesor

CONSTANCIA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Ing. Napoleón Corrales Rodríguez Docente asesor del trabajo de investigación del bachiller Brito Melendrez Luis Angel.

Titulada:

RELACIÓN PORCENTUAL ENTRE HUMUS DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*) EN PRODUCCIÓN DE GERMINADO HIDROPÓNICO luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 15% verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizo dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 14 de agosto de 2024



Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.

Asesor

DNI: 16680503



00405

Acta de sustentación de tesis del bachiller en Ingeniería Zootecnia Luis Angel Brito Meléndez para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista.

En la ciudad de Lambayeque siendo las 12:30 p.m. del día 11 de Julio de 2024 en la sala de sustentaciones de la facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque se reunieron los miembros del jurado de tesis mediante Resolución N° 022-2024-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 14 de febrero de 2024. Ing. Alejandro Flores Paiva M.Sc. (Presidente), Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Campio Hernández M.Sc. (Secretario), Ing. Allan Joel Arriola Vega M.Sc. (Vocal) Ing. Napoleon Corralis Rodríguez, Dr. (Asesor) presentado por el bachiller Luis Angel Brito Meléndez, habiéndose aprobado el indicado proyecto mediante Resolución N° 081-2024-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 06 de junio de 2024, dicho jurado se encargó de recibir y dictaminar sobre el trabajo de tesis titulado "Relación porcentual entre humus de lombriz tipo californiana (Eisenia foetida) y abada (Hordium vulgare) en producción de germinado hidropónico".

Presentado y expuesto el trabajo de tesis, cuya sustentación fue autorizada con Resolución N° 111-2024-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 09 de Julio de 2024, formuladas las preguntas por los miembros del jurado, dadas las respuestas por el sustentante y las aclaraciones del señor asesor, el jurado luego de deliberar acordó APROBAR el trabajo de tesis con el calificativo de MUY BUENO debiendo consignarse en el informe final las sugerencias dadas por el jurado durante la sustentación.

Por lo tanto, el señor bachiller Luis Angel Brito Meléndez, se encuentra apto para recibir el título profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la normatividad vigente.

Ing. Alejandro Flores Paiva M.Sc.
Presidente

Ing. Sergio R.B. Del Campio Hernández M.Sc.
Secretario

Ing. Allan Joel Arriola Vega M.Sc.
Vocal

Ing. Napoleon Corralis Rodríguez Dr.
Asesor

presente es copia fiel del original a la que me remito
en caso necesario

Lambayeque, 05 de Julio del 2024

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mi familia por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindo a lo largo de esta etapa de mi vida. A mi hijo por ser motivo de inspiración.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Luis Angel Brito Melendrez

Agradecimiento

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Gualberto y Celia, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado

A mi hijo, Ian Yasiel por ser la inspiración de seguir adelante.

Agradezco al Dr. Lozano Napoleón Corrales Rodríguez, asesor de este trabajo de investigación quien ha guiado con su paciencia, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo.

Luis Angel Brito Melendrez

CONTENIDO	Página
Resumen	xiii
INTRODUCCIÓN	1
I. DISEÑO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Bases teóricas	6
II. MÉTODOS Y MATERIALES	11
2.1 Tipo y Diseño de estudio	11
2.2 Lugar y duración	11
2.3 Tratamientos evaluados	11
2.4 Materiales	11
2.5 Instalaciones y equipo	13
2.6 Técnicas experimentales	13
2.7 Variables evaluadas	15
2.8 Evaluación de la información	15
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1 Análisis de producción de Germinado Hidropónico (GH) de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) por tratamiento	17
3.1.1 Producción de Germinado Hidropónico (GH) por bandeja (TCO)	17
3.1.2 Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico (GH) de cebada de cada tratamiento en base fresca (TCO) y base seca (BS)	17
3.1.3 Producción de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (TCO)	18
3.1.4 Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)	19
3.1.5 Producción de proteína cruda (PC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)	19
3.1.6 Producción de extracto etéreo (EE) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (Kg)	20
3.1.7 Producción de fibra cruda (FC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)	21
3.1.8 Producción de cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)	22
3.2 Análisis de productividad de Germinado Hidropónico de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) por tratamiento	22
3.2.1 Rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca por kg de semilla procesada (Kg)	22
3.2.2 Rendimiento de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada	23
3.3 Costos de producción de los tratamientos evaluados	24
3.4 Costos de producción de los tratamientos evaluados	25
IV. CONCLUSIONES	26
V. RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA CITADA	32
ANEXOS	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Gasto de agua para producción convencional de forraje en condiciones de campo	6
Tabla 2. Composición Química del Forraje Hidropónico de Cebada	7
Tabla 3. Esquema de análisis de varianza	17
Tabla 4. Peso de Germinado Hidropónico de bandeja a la cosecha según tratamiento (Kg)	19
Tabla 5. Composición química de Germinado Hidropónico de cebada por tratamiento (100% MS)	19
Tabla 6. Rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca (TCO) por metro cuadrado decada tratamiento (Kg)	20
Tabla 7. Producción de materia seca de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	21
Tabla 8. Producción de proteína cruda (PC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	22
Tabla 9. Producción de extracto etéreo (EE) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	23
Tabla 10. Producción de fibra cruda (FC) en base seca (BS) de germinado hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	24
Tabla 11. Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	25
Tabla 12. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg).	26
Tabla 13. Rendimiento de materia seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).	27
Tabla 14. Temperatura (°C) y humedad relativa (%)	27
Tabla 15. Costo de producción de germinado hidropónico	28

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Análisis químico de cuyinaza proveniente de cuyes en diferentes estadios fisiológicos (100 por ciento de MS)	9
Cuadro 2 Composición química de excreta de cuyes adultos alimentados con diferentes forrajes más un alimento balanceado	9

Relación porcentual entre humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y cebada (*Hordeum vulgare*) en producción de germinado hidropónico

Resumen

El estudio se realizó en la provincia y distrito de Lambayeque del 30 de noviembre al 14 de diciembre de 2023 y tuvo como objetivos: a) Determinar una relación porcentual entre humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y cebada (*Hordeum vulgare*) que influya en la producción de germinado hidropónico b) Determinar el rendimiento (kg/m²) de MS, PC, EE, FC y CEN de cada tratamiento; c) Determinar la mejor productividad (kg/kg de semilla procesada) de GH en base fresca y materia seca y d) Determinar el tratamiento más económico para producir un kg de GH de cebada en base fresca (TCO) y de materia seca (MS). Se implementaron 5 tratamientos definidos por la relación porcentual entre el humus de lombriz roja californiana (HLRC) y peso de la Semilla a procesar siendo: T0: sin HLRC y 0.1%; 0.2%, 0.3% y 0.4% para T1, T2, T3 y T4 respectivamente. Se utilizó un Diseño Completo al Azar con igual número de repeticiones (9 bandejas). El análisis de varianza no halló diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0.05$) para el rendimiento (kg/m²) de PC, EE y CEN pero si en el rendimiento de FC/m² ($p < 0.05$). En productividad se halló diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en el rendimiento de materia seca (Kg/kg de semilla) presentando mejores resultados T1, T2 y T0 entre los que no hubo diferencia estadística ($p > 0.05$). El tratamiento más económico se logra con 0.2% de HLRC con respecto al peso de semilla de cebada a procesar.

Palabras clave: hidroponía, cebada, humus lombriz

Combination between cattle manure in intensive fattening and cuyinaza as a nutritive substrate for hydroponic germination of barley (*Hordeum vulgare*)

Summary

The study was conducted in the province and district of Lambayeque from 30 November to 14 december 2023 and aimed at: a) Determining a percentage ratio between Californian red earthworm humus (*Eisenia foetida*) and barley (*Hordeum vulgare*) which influences the production of hydroponic germination b) Determine the yield (kg/m²) of MS, PC, EE, FC and CEN of each treatment; c) Determine the best productivity (kg/kg of processed seed) of GH on a fresh basis and dry matter and d) Determine the most economical treatment to produce a kg of GH of fresh barley (TCO) and dry matter (MS). 5 treatments defined by the percentage ratio between Californian red earthworm humus (HLRC) and seed weight to be processed were implemented: T0: no HLRC and 0.1%; 0.2%, 0.3% and 0.4% for T1, T2, T3 and T4 respectively. A Complete Random Design with equal number of repeats (9 trays) was used. The analysis of variance did not find statistical differences between treatments ($p < 0.05$) for the yield (kg/m²) of PC, EE and CEN but in the yield of FC/m² ($p < 0.05$). In productivity we found statistical differences ($p < 0.05$) in dry matter yield (Kg/kg of seed) presenting better results T1, T2 and T0 among which there was no statistical difference ($p > 0.05$). The most economical treatment is achieved with 0.2% of HLRC with respect to the weight of barley seed to be processed.

Keywords: hydroponics, barley, humus worm

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de suelos par producción de pastos y forrajes para alimentación animal cada vez es menor principalmente porque existen cultivos comercialmente más atractivos como la producción de arroz en cascara que creció en 17,5% en Lambayeque (BCR, 2020). Lo cual empobrece los suelos adyacentes porque el agricultor inunda la tierra y esa agua con alto contenido de sodio en lugar de ser derivada al mar, se acumula en el subsuelo y asciende al suelo en el que empieza a observarse capilaridad y láminas de sales” (Burgos, 2022). Los métodos convencionales de aplicación de agua de riego son ineficientes y la eficiencia del riego es sólo del 35-40%, la productividad del agua también es baja y, por lo tanto, no pueden proporcionar seguridad alimentaria a largo plazo (Kumar et al., 2023), situación que disminuye la oportunidad de desarrollar áreas forrajeras en Lambayeque. Esta situación obliga a buscar nuevas alternativas de desarrollo como la hidroponía que es una técnica agrícola contemporánea que no depende del suelo y, en cambio, suministra a las plantas agua rica en nutrientes (Sati et al., 2023) que son necesarios para su buen crecimiento y desarrollo (Beltrano, J. Y Giménez, D., 2016). Se ha estudiado el uso de materiales nutritivos en la base de las semillas como la cuyinaza (Villanueva, 2021), asociación de cuyinaza con estiércol de vacuno de leche y toros en engorde intensivo (Paz, 2023 y Vega, 2023) respectivamente. Sin embargo no se ha evaluado si es posible establecer una relación porcentual entre el humus de lombriz y peso de la semilla de cebada a procesar en germinado hidropónico que podría ser utilizado en esta tecnología como fuente de nutrientes en la base de la semilla.

Formulación del problema

Se ha formulado la siguiente interrogante: ¿Se puede establecer una relación porcentual entre el humus de lombriz roja californiana y el peso de la semilla de cebada para optimizar la producción y productividad del germinado hidropónico de cebada?

Hipótesis

Si es posible establecer una relación porcentual entre el humus de lombriz roja californiana y el peso de la semilla de cebada para optimizar la producción y productividad del germinado hidropónico de cebada.

Justificación del estudio

El presente trabajo se justifica porque busca establecer un uso adicional del humus de lombriz Roja californiana e incorporarlo técnicamente en la producción de germinado hidropónico de cebada.

Objetivos:

Al ejecutar el presente proyecto de investigación se busca:

- Establecer una relación porcentual entre el humus de lombriz roja californiana y el peso de la semilla para optimizar la producción y productividad de germinado hidropónico de cebada.
- Determinar el rendimiento por metro cuadrado de MS, PC, EE, FC y CEN de los tratamientos evaluados.
- Determinar el mejor rendimiento en kg de GH en base fresca y materia seca por kg de semilla procesada.
- Determinar el tratamiento más económico para producir un kg de GH de cebada en base fresca (TCO) y de materia seca (MS).

I. DISEÑO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Se debe utilizar una densidad de siembra de 2,4 a 3,4 kilos de semillas por metro cuadrado, recordando no superar 1,5 centímetros de altura en la bandeja; realizando una cosecha entre los 10 a 15 días de haber sembrado con un rendimiento de 12 a 18 kilos de forraje por cada kilo de semilla (FAO, 2001).

En Lambayeque se investigó la mejor concentración (%) de dióxido de cloro (ClO₂), dosis de dilución (ml/L agua) y tiempo de desinfección en producción de germinado hidropónico de cebada evaluando 13 tratamientos desinfectando la semilla con diferente concentración de ClO₂, dosis de dilución y tiempo de aplicación contrastados contra un testigo desinfectado con lejía por 2 horas (T₀); ClO₂ al 2.5% con dosis de 0.25 ml /L de agua durante 15 y 30 minutos (T₁ y T₂) respectivamente; ClO₂ al 2.5% con dosis de 0.50 ml/L de agua durante 15 y 30 minutos (T₃ y T₄) respectivamente; ClO₂ al 2.5% de concentración, con dosis de 0.75 ml /L de agua durante 15 y 30 minutos (T₅ y T₆) respectivamente; ClO₂ al 5%, con dosis de 0.25 ml/L de agua durante 15 y 30 minutos (T₇ y T₈) respectivamente; ClO₂ al 5%, con dosis de 0.50 ml /L de agua durante 15 y 30 minutos (T₉ y T₁₀) respectivamente; ClO₂ al 5%, con dosis de 0.75 ml/L de agua durante 15 y 30 minutos (T₁₁ y T₁₂) respectivamente. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con igual número de repeticiones (5 bandejas) y prueba de comparación múltiple de Tuckey. Se hallaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$), el mejor rendimiento (kg/m²) de MS, EE, FC y CEN; productividad de MS y GH (Kg/kg de semilla) y costo más económico se logró desinfectando la semilla de cebada con una concentración de ClO₂ al 5% con una dosis de dilución de 0.5 y 0.75 ml/L de agua durante 30 minutos (T₁₀ y T₁₂) respectivamente entre los cuales no hubo diferencia

estadística significativa ($p > 0.05$). El mejor rendimiento de PC/m² lo presentó T2 superando en 0.02 kg al rendimiento de T10 y T12 (Damian, 2022).

Para semillas de cebada, trigo y avena se esperan rendimientos de 6 a 8 kilos de FVH por cada kilo de semilla (Tarrillo, 2005).

En Lambayeque, el mejor rendimiento de GH de cebada (*Hordeum vulgare*) se logró con la densidad de siembra de 3 Kg/m², obteniendo 0,779 Kg de MS/Kg de semilla procesada y de 7,22 kg de GH/kg de semilla procesada a nivel de máximas y 4,05 kg de GH/kg de semilla procesada a nivel de mínimas en base fresca (Guevara, 2013).

Se realizó un estudio con el objetivo de determinar el efecto de diferentes dosis de soluciones nutritivas A y B en el agua de riego de germinado hidropónico (GH) de cebada (*Hordeum vulgare*) sobre el valor nutricional y rendimiento del germinado. Trabajaron seis tratamientos: Control - T0: sin solución A y B; T1: 1.00 ml A y 0.50 ml B; T2: 0.50 ml A y 0.125 ml B; T3: 0.75 ml A y 0.25 ml B; T4: 1.25 ml A y 0.75 ml B; T5: 1.50 ml A y 1.00 ml B, todos con seis repeticiones. Los resultados del análisis químico proximal y rendimiento del germinado fueron sometidos a un diseño completamente al azar. Las dosis de soluciones nutritivas influyeron significativamente en la totalidad de las variables evaluadas, siendo T3 quien demostró mejores valores a excepción del contenido de cenizas, en tanto que T0, T4 y T5 presentaron los menores valores. Por lo tanto, se concluye que la combinación de soluciones nutritivas en dosis de 0.75 ml A y 0.25 ml B diluidas en 4 litros de agua es la más apropiada para obtener mejores resultados sobre el rendimiento y valor nutricional de GH de *Hordeum vulgare* (Ordoñez, et al., 2018).

Del 09 al 24 de octubre de 2020 se evaluó la relación porcentual optima entre cuyinaza

de recría como sustrato nutritivo y semilla de cebada para germinado hidropónico (GH) en Cutervo-Cajamarca a fin de determinar el rendimiento (kg/m²) de MS, PC, EE, FC y CEN y la mejor productividad (kg/kg de semilla procesada) de GH en base fresca y materia seca y Determinar los costos de producción de un kg de GH de cebada en base fresca (TCO) y de materia seca (MS). Se implementaron 6 tratamientos definidos por la relación porcentual entre peso de cuyinaza - peso de semilla a procesar (%) siendo: T0: GH de cebada sin cuyinaza de recría; T1: 2,0%; T2: 4,0% T3: 6,0%; T4: 8,0% y T5: GH de cebada con soluciones nutritivas 0,75 ml de A y 0,25 ml de B diluidos en 2 litros de agua de riego. Se utilizó un Diseño Completo al Azar con igual número de repeticiones (5 bandejas). El análisis de varianza halló diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) y la prueba de Duncan demostró que los mejores resultados en rendimiento (kg/m²) se lograron con 4.0% de cuyinaza con respecto al peso de la semilla a procesar obteniendo Los mejores rendimientos de producción por metro cuadrado se lograron utilizando 21.81 Kg GH; 4.49 kg MS; 0.56 kg PC; 0.12 kg EE; 0.13 kg FC y 0.51 kg CEN. Con esta relación también se logró la mejor productividad de 6.23 Kg GH/kg de semilla de cebada y 1.28 kg de MS /kg de cebada procesada. La composición química de cuyinaza de recría en polvo alimentados con maíz chala y concentrado utilizada en el estudio tuvo un contenido de materia seca (MS) 70.72% y proteína cruda (PC) 15.5% (Villanueva, 2021).

El estudio se realizó en la provincia y distrito de Lambayeque del 30 de noviembre al 14 de diciembre de 2022 y tuvo como objetivos: a) Determinar la mejor relación porcentual entre estiércol de vacuno vacas lecheras y cuyinaza como sustrato nutritivo para germinado hidropónico de cebada b) Determinar el rendimiento (kg/m²) de MS, PC, EE, FC y CEN de cada tratamiento; c) Determinar el mejor rendimiento (kg/kg de semilla

procesada) de GH en base fresca y materia seca y d) Determinar los costos de producción de los tratamientos evaluados. Se implementaron 5 tratamientos definidos por la combinación porcentual entre estiércol de vacas y cuyinaza como sustrato nutritivo siendo: T0: GH de cebada sin excretas; T1: 70-30; T2: 50-50; T3: 30-70 % y T4: GH de cebada con soluciones nutritivas 0,75 ml de A y 0,25 ml de B diluidos en 4 litros de agua de riego (Ordoñez et. al., 2018). Se utilizó un Diseño Completo al Azar con igual número de repeticiones (8 bandejas). El análisis de varianza halló diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) y la prueba de Tukey demostró que los mejores resultados en rendimiento (kg/m^2) de PC, EE, FC y CEN así como mejor rendimiento de GH y MS por kg de semilla y menor costo se lograron con las relaciones porcentuales de 70%-30% o 50%-50% de estiércol de vacas lecheras y cuyinaza respectivamente calculadas a partir del 4% del peso de la semilla de cebada a procesar (Paz, 2023).

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Germinado hidropónico

El cultivo en hidroponía es un cultivo sin suelo y mediante esta técnica se producen plantas principalmente de tipo herbáceo, aprovechando sitios o áreas no convencionales, sin perder de vistas las necesidades de las plantas, como luz, temperatura, agua y nutrientes. En el sistema hidropónico los elementos minerales esenciales son aportados por la solución nutritiva (Beltrano y Gimenez, 2015).

Los granos germinados rinden entre cinco a seis veces el peso de la semilla en un periodo de siete a diez días en condiciones adecuadas de temperatura (18 a 26 °C), humedad relativa (70 a 90%), densidad, y buena calidad de semillas. Posee un elevado valor nutritivo y se puede producir durante todo el año. Los granos más utilizados en la producción de germinado hidropónico son el trigo (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum*

vulgare L.), maíz (*Zea mays* L.) y avena (*Avena sativa*). La cebada es un excelente alimento para animales, estos producen carne de buena calidad, contiene mayores niveles de lisina, triptófano, metionina y cistina que el maíz (Aliaga et al., 2009).

La germinación es un proceso fisiológico que finaliza con la emergencia del embrión que está contenido en la semilla. Este proceso es influenciado por factores externos e internos. Para que una semilla germine debe ocurrir un proceso de absorción de agua que es conocido como imbibición. Este proceso activa procesos metabólicos que promueven la expansión del embrión, y desarrollo y emergencia de la radícula. La absorción de agua por la semilla es la etapa inicial de la germinación (Mayagüez, 2018).

El verdadero valor de una semilla depende de una serie de factores, e indica que son tres los factores que influyen sobre el valor de las semillas:

- 1°. Poder germinativo. - Llamado también coeficiente de germinación. La fórmula para hallarlo es: $(\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas} / \text{cantidad semillas sembradas}) \times 100$). Una semilla cuyo poder germinativo sea menor de 70 % no es aconsejable para sembrarla.
- 2°. Coeficiente de pureza. - Es un factor importante y fácil de determinar con la siguiente formula: $(100 - (\text{Peso de las impurezas} / \text{Peso inicial total de semilla evaluada}))$.
- 3°. Valor cultural. - Se calcula con la siguiente fórmula: $(\text{Coeficiente de pureza} \times \text{coeficiente de germinación}) / 100$. La mayor cifra que se puede obtener es de 100 y mejor será la semilla, cuanto más se acerque a dicho número (Sian, 2011).

El forraje verde hidropónico presenta las siguientes ventajas: “Ahorro de agua: En el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca (Tabla 1). Además, la producción de 1 kilo de FVH requiere

de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo del forraje, entre 12% a 18%. Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días.

Tabla 1. Gasto de agua para producción convencional de forraje en condiciones de campo

ESPECIE	Litros de agua/kg materia seca (promedio de 5 años)
Avena	635
Cebada	521
Trigo	505
Maíz	372
Sorgo	271

Fuente: Carámbula y Terra (2000).

- **Eficiencia en el uso del espacio:** El sistema de producción de FVH puede instalarse en forma modular verticalmente lo que optimiza el uso del espacio útil.
- **Eficiencia en el tiempo de producción:** La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos :
 - la cosecha se realiza a los 14 o 15 a pesar que a partir de del día 12 se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del FVH.
- **Calidad del forraje para los animales:** El FVH mide aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y comestible para los animales. Su alto valor nutritivo procede de la germinación de los granos. En general la energía digestible el grano es algo superior (3.3 Mcal/kg) que la del FVH (3.2 Mcal/kg).
- **Costos de producción:** Considerando los riesgos de sequías, otros fenómenos climáticos adversos, pérdidas de animales y los costos unitarios de la semilla, el FVH es una alternativa económicamente viable. La ventaja de este sistema es su bajo nivel de

costos fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión es significativo (FAO, 2001).

La composición química del forraje verde hidropónico de cebada se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 2. Composición química del forraje hidropónico de cebada

ANÁLISIS		RAICES	TALLOS	HOJAS	TOTAL
Proteína	%	12.19	27.18	35.28	16.02
Grasa	%	5.68	4.55	3.76	5.37
Fibra cruda	%	10.29	26.32	21.50	12.94
ELN	%	69.28	36.78	34.66	62.63
Ceniza	%	2.56	5.17	4.8	3.03
N.D.T	%	84.03	61.29	76.26	80.91

FUENTE: Laboratorio de evaluación nutricional de alimentos UNALM

El forraje de granos germinados es un alimento de alto rendimiento, cuyo valor nutritivo es alto y se puede producir todo el año. En el proceso de germinación, las enzimas se movilizan e invaden el interior de las semillas, por lo que ocurre una disolución de paredes celulares por la acción de aquellas. Posteriormente, se liberarán granos de almidón, los cuales son transformados en azúcares y así empieza dicho proceso. El rendimiento del grano germinado es cinco a seis veces el peso de la semilla en un proceso de producción que dura 15 días en condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa, densidad y buena calidad de semillas. Los granos más utilizados en la producción de GH son trigo, cebada, maíz y avena (Aliaga, et al., 2009)

Una solución nutritiva es un medio que le provee a la planta el agua y nutrientes necesarios para su buen crecimiento y desarrollo. Una solución nutritiva completa debe tener los siguientes nutrientes; Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg)

y Azufre (S). Los mismos son conocidos como macronutrientes (gr/L). Otros elementos como el Hierro (Fe), Molibdeno (Mo), Boro (B), Zinc (Zn), Nickel (Ni) y Cobre (Cu), son los micronutrientes (mg/L). La planta no puede absorber estos elementos en su forma simple por lo que se les deben proveer en forma de iones, para que los pueda asimilar. La mayoría de las especies cultivadas crecen en medios ligeramente ácidos en un rango de pH de 5.8-6.5. Si no se mantiene un rango de pH adecuado algunos elementos pueden precipitar, lo que ocasionaría que no estén disponibles para la planta y podrían presentar síntomas de deficiencia (Beltrano, J. Y Gimenez, D. 2016)

1.2.2 Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

Somarriba y Guzman (2004) presentan la Clasificación taxonómica de la Lombriz roja californiana:

- Reino: Animal
- Tipo: Anélido (cuerpo anillado)
- Familia: Lumbricidae
- Género: *Eisenia*
- Especie: *Foetida*

Se evaluó la calidad de vermicompost resultante de excreta de vacuno bajo dos sistemas de producción a través de sus parámetros físico-químicos y de su efecto sobre el crecimiento y el rendimiento de plantas de rábano (*Rhaphanus sativus* L) bajo condiciones de campo en la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), Lima, Perú. Se empleó un diseño de bloques completo al azar (DBCA) 12 tratamientos con tres repeticiones. El primer factor de estudio incluyó dos tipos de compost de vacuno,

compostados bajo dos tratamientos (lavado e inoculado con microorganismos benéficos). Como segundo factor se empleó dos tipos de microorganismos (*Bacillus* sp., y microorganismos benéficos). Un tercer factor incluyó dos sistemas de producción de vermicompost (zanja y techo a dos aguas) empleando *Eisenia foetida* (40 días). Los vermicomposts procedentes del sistema zanja presentaron mayor descenso en salinidad, pH, relación C/N, contenido total de fósforo, potasio, sodio y mayor incremento en contenido de humedad, calcio, magnesio y sustancias húmicas. C/N indicó la estabilización del vermicompost. En el rendimiento del rábano el tratamiento MZM (compost inoculado con microorganismos benéficos del sistema zanja) alcanzó mayor altura y peso fresco de hojas y peso de hipocótilo (Veleceta, et. al., 2019).

La lombricultura hoy en día es una actividad alternativa en la agropecuaria, que se rige por normas similares a las utilizadas para la producción de cualquier animal doméstico, requiriendo conocimientos sobre la biología de los anélidos y sobre la tecnología para su crianza, alimentación y reproducción (Paco, et. al., 2011).

El humus de lombriz presenta las siguientes ventajas: a. Es un abono orgánico que no daña el ecosistema y reduce el uso indiscriminado de fertilizantes químicos; b. Aporta nutrientes minerales para las plantas (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, etc.); c. Las plantas se desarrollan más robustas y resistentes a las enfermedades y cambios bruscos de las condiciones ambientales; d. Mejora la estructura del suelo, mantiene la humedad por mayor tiempo e incrementa la aireación del suelo y e. Recupera la fertilidad de los suelos pobres y degradados o erosionados (INIA, 2008).

II. MÉTODOS Y MATERIALES

2.1 Tipo y Diseño de estudio

El diseño del utilizado fue el experimental debido a la naturaleza del estudio

2.2 Lugar y duración

La fase de campo del presente trabajo de investigación se realizó en el asentamiento humano Nuevo Mocse, provincia y distrito de Lambayeque del 30 de noviembre al 14 de diciembre de 2023 y los análisis de composición química se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

2.3 Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados estuvieron en función de la relación Peso de semilla-
peso de estiércol de vacunos en engorde intensivo en las siguientes proporciones

T0: Germinado Hidropónico de cebada sin humus de lombriz.

T1: Germinado Hidropónico de cebada con 0.1% de humus de lombriz con respecto al
peso de la semilla a procesar.

T2: Germinado Hidropónico de cebada con 0.2% de humus de lombriz con respecto al
peso de la semilla a la siembra.

T3: Germinado Hidropónico de cebada con 0.3% de humus de lombriz con respecto al
peso de la semilla a la siembra.

T4: Germinado Hidropónico de cebada con 0.4% de humus de lombriz con respecto al
peso de la semilla a la siembra.

A cada tratamiento se le asignó 9 repeticiones o bandejas hidropónicas.

2.4 Materiales

Semilla de cebada (*Hordeum vulgare*)

La cebada se adquirió en el mercado Moshoqueque del distrito José Leonardo Ortiz, de la Provincia de Chiclayo, previo muestreo en dos locales comerciales, para determinar el valor cultural, obteniendo 88 % y 94 % procediendo a comprar 22.5 kg de la semilla que presentó mayor valor cultural.

Humus de lombriz

El humus de lombriz utilizado en el presente estudio pertenece a Agro orgánica del Norte. S.R.L., quien indica que el humus de lombriz es un producto totalmente ecológico y 100 % natural. Resultante de la digestión de sustancias orgánicas en descomposición por la lombriz roja (*Eisenia foetida*), Esta acción de las lombrices le da al sustrato un valor agregado, convirtiéndose en un abono complejo y eficiente para la nutrición de las plantas y el mejoramiento de los suelos. Tiene un aspecto terroso, suave e inodoro facilitando una mejor manipulación al aplicarlo. Este abono orgánico tiene las siguientes características, propiedades: Color café o marrón oscuro, es de textura suave y granulado, presenta estructura coloidal granular, no tiene olor, presenta PH neutro, contiene macro nutrientes en pequeñas cantidades (N,P,K), así como micro nutrientes (Calcio, Hierro, Magnesio, Cobre, Zinc, Manganeso, Boro y Carbono), contiene microorganismos benéficos, ácidos húmicos y fúlvicos, es húmedo (aproximadamente 60% de humedad).

Se evaluó la calidad química del humus producido por la lombriz roja californiana elaborado a partir de cuatro compost preparados con diferentes desechos orgánicos. Se trabajó con cuatro tratamientos: T0 (suelo 100%); T1 (compost tomate: pimentón)(1:1 p/p); T2 (restos frescos de tomate-pimentón: suelo)(1:1 p/p); T3 (compost plantas

ornamentales Ficus: Hibiscus: Cynodon)(1:1:3 p/p) y T4 (compost olivo: tomate)(1:1 p/p). Cada tratamiento se caracterizó químicamente al iniciar el proceso y después de tres meses. Los resultados se analizaron estadísticamente y se compararon las medias con la prueba de rango múltiple de Tukey (p y (p<0,05). El humus obtenido en T4 (mezcla de herbáceas y leñosas) presentó los mejores indicadores químicos, como reducción del 51,32% de la CE, reducción del 50% de la acidez, relación C/N de 16, entre otros (Salinas, et.al. 2014).

Dioxido de cloro al 5%

Utilizado en el proceso de desinfección de semilla a dosis de 0.5 ml/L de agua durante 24 horas.

Agua

En la etapa de germinación se regó con agua pura y en la etapa de producción se utilizó agua con soluciones hidropónicas combinando 0.75 ml de A y 0.25 ml de B diluidas en 4 Litros de agua de riego (Ordoñez, et.al., 2018).

2.5 Instalaciones y equipo:

- ✓ 3 torres hidropónicas
- ✓ 45 bandejas plásticas para hidroponía de 33 cm x 42 cm.
- ✓ 01 carretilla metálica.
- ✓ 05 baldes de remojo
- ✓ 05 baldes para oreo de semilla.
- ✓ 06 sacos de yute para abrigo de semilla
- ✓ 01 mochila para riego por aspersión.
- ✓ 1 balanza de precisión con capacidad de 20 kg.

- ✓ 1 termo higrómetro

2.6 Técnicas experimentales

2.6.2 Producción de germinado hidropónico de cebada

Se emplearon 45 bandejas para el estudio, asignando nueve bandejas a cada tratamiento. A continuación, se detalla el proceso utilizado para la obtención del Germinado Hidropónico.

- Etapa de Pre - germinación:

Calcular la cantidad de semilla de cebada necesaria para el proceso primero se calculará el área de las bandejas a emplear: $0.42 \text{ m} \times 0.33 \text{ m} = 0.139 \text{ m}^2$.

Utilizando la densidad de siembra de 3.5 kg /m^2 (Villanueva, 2021) se calculó la cantidad de semilla limpia por bandeja obteniendo 0.5 kg. Luego se multiplicó por las 45 bandejas en estudio (9 por tratamiento) dando un total de 22.5 kg de semilla de cebada “limpia” y para garantizar esta cantidad, se compró 25 kg de semilla de cebada en peso bruto en el mercado Moshoqueque de Chiclayo.

Escogido de granos partidos, paja y otras impurezas y pesado de 22.5 kg de semilla escogida para la investigación.

Lavado con agua pura para eliminar polvo y otras impurezas.

Desinfección de toda la semilla con Dióxido de cloro al 5% utilizando la dosis de 0.75 ml por litro de agua durante treinta minutos (Damian, 2022).

Se procedió a retirar el agua con dióxido de cloro y se peso la semilla desinfectada, esta cantidad se dividió entre cinco baldes y aquí se dejaron en

remojo durante 24 horas con agua pura.

Luego del periodo de remojo, las semillas fueron oreadas en cinco baldes de oreo, debidamente tapadas por un periodo de 48 horas (dos días).

Etapas de Germinación:

- Proceso de siembra de bandeja por tratamiento: después del oreo la semilla de los cuatro baldes se vertió en un solo depósito grande y se pesó la semilla total oreada obteniendo 37.00 kg y se dividió entre 5 obteniendo 7.40 kg por tratamiento y esta cantidad se dividió entre 9 bandejas para realizar una siembra homogénea en cada una.
- Para realizar la siembra se separaron 9 bandejas previamente identificadas de cada tratamiento. En las bandejas de T1, T2, T3 y T4 primero se aplicó el humus de lombriz correspondiendo a cada uno 5g, 10g, 15g y 20g respectivamente e inmediatamente se destaró el peso de cada bandeja, procediendo a pesar 0.82 kg de semilla oreada en cada bandeja y trasladada a las cámaras de germinación provistas de manta oscura donde permanecieron por 5 días. En el tratamiento T0 se pesó directamente la semilla oreada en cada bandeja.

Diariamente se regó por aspersión 3 veces al día: 7:00 am; 1:00 pm, y 7:00 pm con mochila de riego por aspersión.

• Etapa de Producción:

- El sexto día post siembra se procedió a retirar la manta negra dejando al descubierto las bandejas de todos los tratamientos, dando inicio a la etapa de producción. En esta etapa permanecieron durante 7 días hasta la cosecha. Diariamente se regaba a las 7:00 am; 11:00 am; 3:00 pm y 7:00 pm con agua pura a todos los tratamientos.

- Cosecha:

Todos los tratamientos se cosecharon a 15 días de edad, procediendo a pesar cada bandeja de cada tratamiento, inmediatamente se eligió al azar 3 bandejas y de cada una se extrajeron 5 submuestras que se colocaron en un depósito grande obteniendo 15 sub muestras por tratamiento y luego de mezclarlos se extrajo un kg de muestra compuesta que fue trasladada al Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia para el análisis de composición química de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CEN) de cada tratamiento.

2.7 Variables evaluadas

La información obtenida permitió generar y evaluar las siguientes variables:

- Rendimiento de Germinado Hidropónico (GH) por metro cuadrado en base fresca.
- Rendimiento de Materia Seca de GH por metro cuadrado.
- Rendimiento de Proteína Cruda (PC) por metro cuadrado.
- Rendimiento de Fibra Cruda (FC) por metro cuadrado.
- Rendimiento de Extracto Etéreo (EE) por metro cuadrado.
- Rendimiento de Cenizas (CEN) por metro cuadrado.
- Producción de Germinado Hidropónico (GH) por kg de semilla procesada.
- Producción de Materia Seca (MS) de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada.
- Costo de producción de cada tratamiento.

2.8 Evaluación de la información

Por tratarse de un estudio experimental en el que se consideró la evaluación de seis tratamientos, se procedió a realizar el siguiente planteamiento estadístico de hipótesis:

$$H_0: \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

H_a : Al menos una media difiere del resto

Para evaluar estadísticamente la hipótesis se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con igual número de repeticiones (9 por tratamiento), cuyo modelo aditivo lineal según PADRON (2009) es:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Peso de germinado hidropónico de la j-ésima bandeja del i-ésimo tratamiento

μ : Efecto de la media poblacional.

A_i : Efecto del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} : Efecto del error de la j-ésima bandeja del i-ésimo tratamiento

Se aplicó el Análisis de varianza que se aprecia en la tabla 3 para determinar si había diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos y en caso de existir diferencias estadísticas entre los tratamientos se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tuckey.

Tabla 3. Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación	gl	Sc	CM	Fc
Tratamientos	t-1 = 4		Sc trat./t-1	CM trat./CM E
Error	t(r-1) = 40		Sc EE/t (r-1)	
Total	tr-1= 44			

Fuente: Rodríguez, 1991.

Para la ejecución del ANAVA y prueba de comparación múltiple de Tuckey ($p < 0.05$) se utilizó el programa estadístico Infostat Ve 2020.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Producción de Germinado Hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) por tratamiento

3.1.1 Producción de germinado hidropónico (GH) por bandeja (TCO)

A continuación, se presenta la producción en biomasa verde de GH, por bandeja de cada tratamiento, cosechado a 15 días de edad. El análisis de varianza (anexo 1.1) no encontró diferencias estadísticas ($p>0.05$) entre tratamientos pero numéricamente el mayor peso promedio de bandeja a la cosecha lo presentaron los tratamientos que recibieron 2 y 3% de humus de lombriz con respecto al peso de la semilla de cebada a procesar (T2 y T3 respectivamente) entre los cuales no hubo diferencia estadística significativa ($p>0.05$) superando en 2.11% al tratamiento testigo (T0) que no se trabajó con humus de lombriz al momento de la siembra.

Tabla 4. Peso de Germinado Hidropónico a la cosecha según tratamiento (Kg)

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4
B 1	2.36	2.11	2.22	2.13	2.20
B 2	2.19	2.57	2.41	2.40	2.25
B 3	2.54	2.40	2.23	1.94	2.15
B 4	2.42	2.46	2.29	2.41	2.41
B 5	2.30	2.20	2.67	2.64	2.40
B 6	2.30	2.61	2.31	2.54	2.06
B 7	2.59	2.08	2.32	2.45	2.27
B 8	2.21	2.22	2.62	2.45	2.07
B 9	1.93	2.46	2.22	2.35	2.28
Total/tratamiento	20.84	21.11	21.29	21.31	20.09
Promedio	2.32a	2.35a	2.37a	2.37a	2.23a

3.1.2 Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico (GH) de cebada de cada tratamiento en base fresca (TCO) y base seca (BS)

Los análisis de composición química del GH de cada tratamiento se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ing. Zootecnia, después de concluida la fase experimental. Los resultados se aprecian en la tabla 5.

Tabla 5. Composición química de Germinado Hidropónico de cebada por tratamiento (100% MS)

	T0	T1	T2	T3	T4
Materia seca	20.55	20.04	20.65	19.19	20.34
PC	13.09	12.87	13.61	13.65	13.62
EE	3.21	3.49	3.83	3.75	3.83
FC	12.99	12.62	13.70	13.76	13.13
CEN	3.60	3.74	3.78	3.75	3.74

Fuente: Laboratorio Nutrición Facultad Ing. Zootecnia UNPRG.

3.1.3 Producción de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (TCO)

El área de bandeja que se utilizó en el presente estudio fue de 0.139 m² y con la información de la tabla 4, se calculó el rendimiento de GH por metro cuadrado de cada tratamiento en base fresca (TCO) cuyos resultados se aprecian en la tabla 6. Al aplicar el análisis de varianza (ver anexo 1.2) no se encontraron diferencias estadísticas ($p>0.05$) entre tratamientos pero numéricamente el mayor rendimiento de 17.25 kg de GH/m² lo presentó el tratamiento que utilizó 0.1% de humus de lombriz con respecto al peso de la semilla procesada (T1) superando al rendimiento de T0 que se sembró sin humus de lombriz (T0) en 3.13% que utilizó soluciones hidropónicas diluidas en 4 litros de agua de riego en la etapa de producción (T0) siguiendo las recomendaciones de Ordoñez et al. (2018).

Tabla 6. Rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca (TCO) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4
B1	17.03	15.22	16.02	15.37	15.87
B2	15.80	18.54	17.39	17.32	16.23
B3	18.33	17.32	16.09	14.00	15.51
B4	17.46	17.75	16.52	17.39	17.39
B5	16.59	18.83	16.67	18.33	14.86
B6	16.59	18.83	16.67	18.33	14.86
B7	18.69	15.01	16.74	17.68	16.38
B8	15.95	16.02	18.90	17.68	14.94
B9	13.92	17.75	16.02	16.96	16.45

Total/tratamiento	150.36	155.27	151.01	153.03	142.50
Promedio	16.71a	17.25a	16.78a	17.00a	15.83a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes (P<0.05)

3.1.4 Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)

Para calcular el aporte de materia seca (MS) por metro cuadrado de cada tratamiento, se utilizó la información de aporte de materia seca de cada tratamiento de la tabla 5 e información de la tabla 6. Los resultados se aprecian en la tabla 7 y al aplicar el análisis de varianza (anexo 1.3) no se hallaron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p>0.05$) pero numéricamente el mayor rendimiento de 3.48 kg MS/m² lo presentó el tratamiento testigo y el que utilizó 0.2% de humus de lombriz con respecto al peso de la semilla a procesar (T2) con 3.48 y 3.47 kg MS/m² respectivamente.

Tabla 7. Producción de materia seca de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4
B1	3.50	3.05	3.31	2.95	3.23
B2	3.25	3.72	3.59	3.32	3.30
B3	3.77	3.47	3.32	2.69	3.16
B4	3.59	3.56	3.41	3.34	3.54
B5	3.41	3.77	3.44	3.52	3.02
B6	3.84	3.01	3.46	3.39	3.33
B7	3.84	3.01	3.46	3.39	3.33
B8	3.28	3.21	3.90	3.39	3.04
B9	2.86	3.56	3.31	3.25	3.35
Total/tratamiento	31.33	30.35	31.20	29.24	29.29
Promedio	3.48a	3.37a	3.47	3.25a	3.25a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ($p<0.05$)

3.1.5 Producción de proteína cruda (PC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)

Para calcular los aportes de proteína cruda (PC) por metro cuadrado, se utilizó la composición química de cada tratamiento de la tabla 5 y la producción de MS/m² de

cada tratamiento de la tabla 7. Los resultados se aprecian en la tabla 8 y al realizar el análisis de varianza (anexo 1.4) no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p>0.05$) y al aplicar la prueba de Tuckey pero numéricamente el mejor rendimiento lo presentó el tratamiento que recibió 0.2% de humus de lombriz con respecto al peso de la semilla (T2) quien superó en 2.12% al rendimiento de T0. El menor rendimiento de PC/m² lo presentaron los tratamientos que recibieron 0.3 y 0.4% de humus de lombriz con respecto al peso de la semilla a procesar, ambos con 0.44 kg de PC/m² (T3 y T4).

Tabla 8. Producción de proteína cruda (PC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4
B1	0.46	0.39	0.45	0.40	0.44
B2	0.43	0.48	0.49	0.45	0.45
B3	0.49	0.45	0.45	0.37	0.43
B4	0.47	0.46	0.46	0.46	0.48
B5	0.45	0.49	0.47	0.48	0.41
B6	0.50	0.39	0.47	0.46	0.45
B7	0.50	0.39	0.47	0.46	0.45
B8	0.43	0.41	0.53	0.46	0.41
B9	0.37	0.46	0.45	0.44	0.46
Total/tratamiento	4.10	3.91	4.25	3.99	3.99
Promedio	0.46a	0.43a	0.47a	0.44a	0.44a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ($p<0.05$)

3.1.6 Producción de extracto etéreo (EE) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (Kg)

Para calcular los aportes de extracto etéreo (EE) por metro cuadrado, se utilizó la información de composición química de cada tratamiento de la tabla 5 y producción de materia seca por tratamiento de la tabla 7. Los resultados se aprecian en la tabla 9 y el análisis de varianza (anexo 1.5) encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p<0.05$) presentando mejor producción de extracto etéreo (EE)/m² el que recibió 0.2% de humus de lombriz con respecto al peso de la semilla (T2) quien superó en 15.38% al rendimiento de T0.

Tabla 9. Producción de extracto etéreo (EE) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4
B1	0.11	0.11	0.13	0.11	0.12
B2	0.10	0.13	0.14	0.12	0.13
B3	0.12	0.12	0.13	0.10	0.12
B4	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14
B5	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12
B6	0.12	0.10	0.13	0.13	0.13
B7	0.12	0.10	0.13	0.13	0.13
B8	0.11	0.11	0.15	0.13	0.12
B9	0.09	0.12	0.13	0.12	0.13
Total/tratamiento	1.01	1.06	1.19	1.10	1.12
Promedio	0.11c	0.12bc	0.13a	0.12abc	0.12ab

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

3.1.7 Producción de fibra cruda (FC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)

Para calcular los aportes de fibra cruda (FC) por metro cuadrado, se utilizó la información de la tabla 5 y tabla 7. Los resultados se aprecian en la tabla 10 y el análisis de varianza (anexo 1.6) encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) presentando mejor producción de extracto etéreo (EE)/m² el que recibió 0.2% de humus de lombriz con respecto al peso de la semilla (T2) quien superó en 15.38% al rendimiento de T0.

Tabla 10. Producción de fibra cruda (FC) en base seca (BS) de germinado hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4
B1	0.45	0.39	0.45	0.41	0.42
B2	0.42	0.47	0.49	0.46	0.43
B3	0.49	0.44	0.46	0.37	0.41
B4	0.47	0.45	0.47	0.46	0.46
B5	0.44	0.48	0.47	0.48	0.40
B6	0.44	0.48	0.47	0.48	0.40
B7	0.50	0.38	0.47	0.47	0.44
B8	0.43	0.41	0.53	0.47	0.40
B9	0.37	0.45	0.45	0.45	0.44
Total/tratamiento	4.01	3.93	4.27	4.04	3.85
Promedio	0.45ab	0.44ab	0.47a	0.45ab	0.42b

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

3.1.8 Producción de cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg).

Para calcular los aportes de cenizas (CEN) por metro cuadrado se utilizó la composición química de cada tratamiento de la Tabla 5 y la producción de materia seca por tratamiento de la tabla 7. Los resultados se aprecian en la tabla 11 y al aplicar el análisis de varianza (ver anexo 1.7) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p>0.05$) pero numéricamente los tratamientos testigo, T1 y T2 que recibieron 0.1% y 0.2% de humus de lombriz con respecto al peso de la semilla al momento de la siembra con 0.13 kg de Cen/m² superaron al rendimiento de cenizas de los tratamientos que recibieron 0.3 y 0.4% de humus de lombriz con respecto al peso de la semilla al momento de la siembra con 0.12 kg de Cen/m².

Tabla 11. Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4
B1	0.13	0.11	0.13	0.11	0.12
B2	0.12	0.14	0.14	0.12	0.12
B3	0.14	0.13	0.13	0.10	0.12
B4	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
B5	0.12	0.14	0.13	0.13	0.11
B6	0.14	0.11	0.13	0.13	0.12
B7	0.14	0.11	0.13	0.13	0.12
B8	0.12	0.12	0.15	0.13	0.11
B9	0.10	0.13	0.13	0.12	0.13
Total/tratamiento	1.13	1.14	1.18	1.10	1.10
Promedio	0.13a	0.13a	0.13a	0.12a	0.12a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ($p<0.05$)

3.2 Análisis de productividad de Germinado Hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) por tratamiento

La productividad expresada en el rendimiento por kilogramo de semilla procesada se midió en rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca (TCO) y en Kg de

materia seca por Kg de semilla procesada.

3.2.1 Rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca por kg de semilla procesada (Kg)

Basados en información de la Tabla 4, los resultados de cada bandeja de cada tratamiento fueron convertidos a rendimiento de Germinado Hidropónico (TCO) obtenidos a partir de un kilogramo de semilla de cebada procesada que se aprecia en la tabla 12. Al realizar el análisis de varianza (ver anexo 1.8) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) presentando mayor rendimiento los tratamientos que utilizaron estiércol de vacunos en engorde intensivo combinado con cuyinaza como sustrato (T1, T2 y T3) entre los cuales no hubo diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) pero numéricamente el mayor rendimiento de GH/kg de semilla lo presentó la relación de 0.2% de humus de lombriz con respecto al peso de la semilla a procesar con 6.83 kg de GH fresco/ kg de semilla superando al rendimiento obtenido utilizando 4.0% de cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar con un rendimiento de 6.23 Kg de GH/kg de Semilla procesada en Cutervo Cajamarca (Villanueva, 2021). El rendimiento de 6.83 kg de GH/kg de semilla también se halla dentro del rango reportado por Tarrillo (2005) de 6 a 8 kg pero por debajo de los 7.22 kg de GH hallados por Guevara (2013) y superó en 2.2% al tratamiento que fue regado con agua pura (T0) con un rendimiento de 6.68 Kg de GH/kg de semilla a procesar.

Tabla 12. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg).

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4
B 1	6.81	6.09	6.41	6.15	6.35
B 2	6.32	7.42	6.96	6.93	6.49
B 3	7.33	6.93	6.44	5.60	6.20
B 4	6.98	7.10	6.61	6.96	6.96
B 5	6.64	6.35	7.71	7.62	6.93
B 6	6.64	7.53	6.67	7.33	5.95
B 7	7.47	6.00	6.70	7.07	6.55
B 8	6.38	6.41	7.56	7.07	5.97
B 9	5.57	7.10	6.41	6.78	6.58
Total/tratamiento	60.14	60.92	61.44	61.50	57.98
Promedio	6.68a	6.77a	6.83a	6.83a	6.44a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

3.2.2 Rendimiento de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada

Para obtener el rendimiento de materia seca por kilogramo de semilla procesada de cada tratamiento, se aplicaron los niveles de materia seca de cada tratamiento, vistos en la tabla 5 e información de la tabla 12. Los resultados se aprecian en la tabla 13 y al realizar el análisis de varianza (anexo 1.9) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) obteniendo el mejor rendimiento de materia seca por kg de semilla procesada los tratamientos que utilizaron 0.1 y 0.2% de humus de lombriz con respecto al peso de la semilla con 1.39 kg MS/kg de semilla respectivamente, superando en 1.44% al rendimiento del tratamiento que no utilizó ningún sustrato (Testigo) y también supero a los 1.19 Kg MS/ Kg de semilla logrados utilizando 2% de cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla de cebada a procesar (Pérez, 2017), cabe indicar que el rendimiento obtenido en el presente estudio también superó a los 1.28 Kg MS/ Kg de semilla logrados utilizando 4% de cuyinaza de recria como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla en la provincia de Cutervo en la región Cajamarca (Villanueva,

2021).

Tabla 13. Rendimiento de materia seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4
B 1	1.40	1.22	1.32	1.18	1.22
B 2	1.30	1.49	1.44	1.33	1.25
B 3	1.51	1.39	1.33	1.07	1.19
B 4	1.44	1.42	1.36	1.33	1.33
B 5	1.36	1.51	1.38	1.41	1.14
B 6	1.36	1.51	1.38	1.41	1.14
B 7	1.54	1.20	1.38	1.36	1.26
B 8	1.31	1.28	1.56	1.36	1.15
B 9	1.14	1.46	1.32	1.39	1.35
Total/tratam	12.36	12.48	12.47	11.84	11.03
Promedio	1.37a	1.39a	1.39a	1.32ab	1.23b

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

3.3 Temperatura (°C) y Humedad relativa (%)

La temperatura máxima y mínima se tomó con un termo higrómetro a las 8:00 am; 12:00 m y 7:00 pm (Anexo 1.10) y al calcular los promedios y desviación estándar de las temperaturas máximas y mínimas y humedad relativa máxima y mínima presentados en la tabla 14 se aprecia que la temperatura mínima donde se realizó el estudio (23.49 ± 1.55) estuvo por encima del rango mínimo de 18°C recomendados por Aliaga (2009) lo cual podría haber influido en la germinación de la semilla considerando que se necesita temperatura y humedad para este proceso, la humedad relativa también estuvo dentro de los parámetros indicados por este mismo autor.

Tabla 14. Temperatura (°C) y humedad relativa (%)

	Temperatura (°C)		Humedad (%)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Media	23.49	27.78	68.17	86.38
SD	1.55	1.28	6.74	7.09

3.4 Costos de producción de los tratamientos evaluados

Para determinar los costos de producción por kg de Germinado Hidropónico se utilizó la

estructura de costos presentada en el anexo 1.11 tanto en base fresca (TCO) y materia seca (MS), el costo por kg de semilla fue S/ 2.40; por litro de agua S/ 0.05; costo por litro de lejía S/3.00; costo por litro de soluciones hidropónicas A y B S/ 25.00; costo por hora de mano de obra S/ 3.13; costo por depreciación de maquinaria y equipos S/ 0.05. Costo por kg de humus de lombriz. Los costos de producción más eficientes se lograron con el tratamiento T2 que utilizó la relación porcentual de 0.2% de humus de lombriz tal como se aprecia en la tabla 15. Los costos mas caros fueron presentados por el tratamiento con una relación porcentual de 0.3% de humus de lombriz con respecto a la semilla a procesar.

Tabla 15. Costo de producción de germinado hidropónico (S/)

Tratamiento	TCO	MS
T0	0.67	3.05
T1	0.66	3.08
T2	0.65	2.97
T3	0.65	3.19
T4	0.69	3.19

CONCLUSIONES

Estadísticamente las dosis estudiadas de humus de lombriz roja californiana con respecto al peso de la semilla de cebada a procesar no influyeron en la producción de Germinado Hidropónico.

Los rendimientos de producción por metro cuadrado (Kg/m^2) en materia verde, materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos ($p>0.05$) a excepción del contenido de fibra cruda ($p<0.05$) que fue mayor utilizando la relación de 0.2% de humus de lombriz con respecto al peso de la semilla a procesar. Este nivel también presentó numéricamente los mejores resultados en los factores antes mencionados

La productividad en kg de MS/kg de semilla procesada presentó diferencias estadísticas entre tratamientos ($p<0.05$), obteniendo mejor rendimiento utilizando 0.1 y 0.2% de humus de lombriz roja californiana con respecto al peso de la semilla a procesar entre los cuales no hubo diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$).

El costo de producción más económico por kg de materia seca de Germinado Hidropónico de cebada se logró con la relación porcentual de 0.2% de humus de lombriz con respecto al peso de la semilla a procesar.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar 0.2% de humus de lombriz roja californiana con respecto al peso de la semilla a procesar para germinado hidropónico de cebada.
2. Evaluar la influencia del humus líquido de lombriz en la producción de germinado hidropónico de cebada.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aliaga, L., Moncayo Galliani, R., et al. 2009. Producción de cuyes. Fondo editorial Universidad Católica Sedes Sapientiae. Lima Perú. 888 p.
- Beltrano, J y Gimenez, D. 2015. Cultivo en hidroponía. Libros de cátedra. Facultad de ciencias agrarias y forestales. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Damian, F. 2022. Concentración de dióxido de cloro (ClO₂), dosis de dilución y tiempo de desinfección en la producción de germinado hidropónico de cebada. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. Disponible en
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/9999>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2001. Forraje Verde Hidropónico. Santiago, Chile. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 68 p.
- Guevara, S. 2013. Rendimiento de germinado hidropónico (G.H.) de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en seis niveles de densidad de siembra. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. 67 p.
- Instituto Nacional de Investigación Agraria. INIA. (2008). Producción y uso del humus de lombriz. Dirección de Investigación Agraria. Sub dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología. Programa Nacional de Investigación en recursos Genéticos.
https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/119/1/Humus_de_lombriz_Lima_2008.pdf
- Mayagüez. 2018. Germinación de semillas. <https://www.uprm.edu/labs3417/wp-content/uploads/sites/176/2018/08/germinacion-de-semillas-1.pdf>
- Ordoñez, E; Idrogo, E y Corrales, N. 2018. Soluciones nutritivas para el germinado hidropónico de *Hordeum vulgare*. Revista de Investigaciones veterinarias del Peru. Vol. 29 Num. 2 (2018)
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/14477>
- Paco, G; Loza, M; Mamani, F; Sainz, H. 2011. Efecto de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) durante el composteo y vermicomposteo en predios de la Estación Experimental de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa. Journal of the Selva Andina Research Society. Bolivian. <https://dialnet.unirioja.es>
- Paz, J. C. (2023). Relación porcentual entre estiércol de vaca y cuyinaza como sustrato nutritivo de cebada (*Hordeum vulgare*) para germinado hidropónico. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz

Gallo”. Lambayeque, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/11964>

Salinas-Vásquez, Felipe, Sepúlveda-Morales, Leslie, & Sepúlveda-Chavera, Germán. (2014). Evaluación de la calidad química del humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) elaborado a partir de cuatro sustratos orgánicos en Arica. *Idesia (Arica)*, 32(2), 95-99. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000200013>

Sistema de Información Agrícola Nacional de Venezuela (SIAN). 2011. Determinación de la pureza, poder germinativo y valor cultural de las semillas. Folleto en línea. Publicado el año 2011. <http://sian.inia.gob.ve/repositorio/folletosvenezolanos/91-100/93%20pureza%20poder%20germinativo%20y%20valor%20cultural%20de%20las%20semillas.pdf>

Somarriba, R. J., Guzman, F. 2004. Guía de lombricultura. Universidad Nacional Agraria Dirección de Investigación, Extensión y Postgrado (DIEP). <https://repositorio.una.edu.ni/2409/1/nf04s693.pdf>

Tarrillo, H. 2005. Forraje Verde Hidropónico Manual de Producción. 1ª Edición propia y revisada por Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 41p.

Velecela, S., Meza, V., García, S., Alegre, J., & Salas, C. (2019). Vermicompost enriquecido con microorganismos benéficos bajo dos sistemas de producción y sus efectos en el rábano (*Raphanus sativus* L.). *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 229-239. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.08>

Villanueva, L. 2021. Relación porcentual entre cuyinaza de recría como sustrato nutritivo y semilla de cebada para germinado hidropónico en Cutervo-Cajamarca. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/10021>

ANEXOS

1. Análisis de la varianza

1.1 Análisis de varianza de peso de Germinado Hidropónico a la cosecha (Kg)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto Kg/bandeja	45	0.08	0.00	7.89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.11	4	0.03	0.84	0.5067
Tratamiento	0.11	4	0.03	0.84	0.5067
Error	1.35	40	0.03		
Total	1.46	44			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.24694

Error: 0.0336 gl: 40

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3	2.37	9	0.06 A
T2	2.37	9	0.06 A
T1	2.35	9	0.06 A
T0	2.32	9	0.06 A
T4	2.23	9	0.06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1.2 Análisis de varianza de rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca (TCO) por metro cuadrado (Rdto/m2)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto GH/M2 (TCO)	45	0.14	0.06	7.52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10.38	4	2.60	1.64	0.1827
Tratamiento	10.38	4	2.60	1.64	0.1827
Error	63.24	40	1.58		
Total	73.62	44			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.69284

Error: 1.5809 gl: 40

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	17.25	9	0.42 A
T3	17.00	9	0.42 A
T2	16.78	9	0.42 A
T0	16.71	9	0.42 A
T4	15.83	9	0.42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1.3 Análisis de varianza de producción de materia seca de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (MS/m²)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto MS/m ²	45	0.14	0.06	7.63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.44	4	0.11	1.69	0.1721
Tratamiento	0.44	4	0.11	1.69	0.1721
Error	2.64	40	0.07		
Total	3.08	44			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.34569

Error: 0.0659 gl: 40

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T0	3.48	9	0.09 A
T2	3.47	9	0.09 A
T1	3.37	9	0.09 A
T4	3.25	9	0.09 A
T3	3.25	9	0.09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1.4 Análisis de varianza de producción de proteína cruda (PC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (PC/m²)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto PC/m ²	45	0.14	0.06	7.56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	4	1.9E-03	1.65	0.1800
Tratamiento	0.01	4	1.9E-03	1.65	0.1800
Error	0.05	40	1.2E-03		
Total	0.05	44			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04579

Error: 0.0012 gl: 40

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	0.47	9	0.01 A
T0	0.46	9	0.01 A
T3	0.44	9	0.01 A
T4	0.44	9	0.01 A
T1	0.43	9	0.01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1.5 Análisis de varianza de producción de extracto etéreo (EE) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (EE/m²)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto EE/m ²	45	0.40	0.34	7.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.2E-03	4	5.5E-04	6.76	0.0003
Tratamiento	2.2E-03	4	5.5E-04	6.76	0.0003
Error	3.3E-03	40	8.2E-05		
Total	0.01	44			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01220

Error: 0.0001 gl: 40

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T2	0.13	9	3.0E-03	A		
T4	0.12	9	3.0E-03	A	B	
T3	0.12	9	3.0E-03	A	B	C
T1	0.12	9	3.0E-03		B	C
T0	0.11	9	3.0E-03			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1.6 Análisis de varianza de producción de fibra cruda (FC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (FC/m²)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto FC/m ²	45	0.23	0.15	7.45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	4	3.3E-03	2.98	0.0302
Tratamiento	0.01	4	3.3E-03	2.98	0.0302
Error	0.04	40	1.1E-03		
Total	0.06	44			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04470

Error: 0.0011 gl: 40

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T2	0.47	9	0.01	A		
T3	0.45	9	0.01	A	B	
T0	0.45	9	0.01	A	B	
T1	0.44	9	0.01	A	B	
T4	0.42	9	0.01		B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1.7 Análisis de varianza de producción de cenizas (CEN) de germinado hidropónico por metro cuadrado (Cen/m2)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto CEN/m2	45	0.13	0.04	7.59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.2E-04	4	1.3E-04	1.45	0.2355
Tratamiento	5.2E-04	4	1.3E-04	1.45	0.2355
Error	3.6E-03	40	9.0E-05		
Total	4.1E-03	44			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01280

Error: 0.0001 gl: 40

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	0.13	9	3.2E-03	A
T1	0.13	9	3.2E-03	A
T0	0.13	9	3.2E-03	A
T3	0.12	9	3.2E-03	A
T4	0.12	9	3.2E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1.8 Análisis de varianza de rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla (GH/Kg semilla)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GH/kg sem	45	0.08	0.00	7.89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.94	4	0.24	0.84	0.5067
Tratamiento	0.94	4	0.24	0.84	0.5067
Error	11.21	40	0.28		
Total	12.15	44			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.71267

Error: 0.2802 gl: 40

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	6.83	9	0.18	A
T2	6.83	9	0.18	A
T1	6.77	9	0.18	A
T0	6.68	9	0.18	A
T4	6.44	9	0.18	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1.9 Análisis de varianza de rendimiento de materia seca (MS) por kilogramo desemilla (Kg MS/kg semilla)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
kg MS/kgsem	45	0.29	0.21	7.75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.17	4	0.04	4.00	0.0081
Tratamiento	0.17	4	0.04	4.00	0.0081
Error	0.43	40	0.01		
Total	0.60	44			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.13956

Error: 0.0107 gl: 40

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	1.39	9	0.03	A
T2	1.39	9	0.03	A
T0	1.37	9	0.03	A
T3	1.32	9	0.03	A B
T4	1.23	9	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1.10 Temperatura (°C) y humedad relativa (%)

Fecha	Hora	Temperatura (°C)		Humedad (%)	
		mínima	máxima	mínima	máxima
08/01/2024	08:00	20.5	29	60	98
	12:00	27.1	28.3	65	76
	07:00	24.2	28.1	65	80
09/01/2024	08:00	22.2	28.1	65	89
	12:00	23.2	28.1	64	86
	07:00	21.3	28.8	62	85
10/01/2024	08:00	22.8	27.4	81	91
	12:00	24.3	24.8	76	88
	07:00	23.7	27.1	68	79
11/01/2024	08:00	22.4	28.5	68	99
	12:00	24.2	28.5	82	94
	07:00	25.5	26.8	71	76
12/01/2024	08:00	22.5	25.5	76	92
	12:00	22.5	25.9	67	92
	07:00	24.3	28.9	65	80
13/01/2024	08:00	22.5	29.1	80	92
	12:00	23.1	25.1	60	83
	07:00	24	29.3	64	80
14/01/2024	08:00	22.3	29	61	97
	12:00	23	28.4	73	77
	07:00	24.1	28	72	84
15/01/2024	08:00	22.5	28.2	66	91
	12:00	26.7	28	65	80
	07:00	24.8	27.7	60	84

1.11 Estructura de costos de producción de un kg de Materia seca (MS) de GH de cebada del tratamiento T1 (S/)

	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio unitario (soles)	Costo
PROCESO	cebada	Kg.	2.77	2.40	6.65
	Agua	L	4.44	0.05	0.22
	Dióxido de cloro	ml	2.22	0.10	0.222
	Mano de obra	Horas	0.97	3.125	3.03
	Sub Total				10.13
GERMINACION (5 días)	Agua	L	6.653	0.05	0.33
	Mano de obra	Horas	0.305	3.125	0.95
	Sub Total				1.29
PRODUCCION (7 días)	Agua	L	8.316	0.05	0.42
	Mano de Obra	Horas	0.33	3	1.00
	Sub Total				1.42

TOTAL

Costo de producción por tratamiento (S/)	12.83
Rendimiento/tratamiento (Kg)	4.40
Costo de 1 Kg de germinado hidropónico	2.92
Costo de depreciación/kg	0.05
Costo Total de 1 Kg. de germinado hidropónico de cebada	2.97

Relación porcentual entre humus de lombriz roja californiana (Eiseña foetida) y cebada (Hordeum vulgare) en producción de germinado hidropónico

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Agosto Diaz, Ramon E. "Human and environmental factors explaining the structural and compositional variability in a sub-tropical dry forest", Proquest, 20111108

Publicación

1%

2

Submitted to Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia

Trabajo del estudiante

1%

3

Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion

Trabajo del estudiante

1%

4

Submitted to Universidad Tecnologica del Peru

Trabajo del estudiante

1%

5

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

Benigna Faustino-Lázaro, Arnoldo González-Reyna, Hugo Bernal-Barragán, Lui

Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.
DNI 16680503
Asesor



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Luis Angel Brito Melendrez
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	Relación porcentual entre humus de lombriz roja californian...
Nombre del archivo:	TESIS_BRITO_MELENDREZ.docx
Tamaño del archivo:	329.97K
Total páginas:	44
Total de palabras:	10,813
Total de caracteres:	54,723
Fecha de entrega:	04-jun.-2024 11:10p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2395895272



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

Relación porcentual entre humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y
cebada (*Hordeum vulgare*) en producción de germinado hidropónico

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR:

Bach. Brito Melendrez Luis Angel

ASESOR:

Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr. (0000-0001-6666-4721)

Lambayeque abril de 2024


Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.
DNI 16680503
Asesor