



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

Relación porcentual entre cuyinaza de recría como sustrato nutritivo y semilla de
Cebada para germinado hidropónico en Cutervo, Cajamarca

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR

Bach. Villanueva Mejía, Leónides

ASESOR

Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón, Dr.

(ORCID: 0000-0001-6666-4721)

Lambayeque, 13 de octubre de 2021

Relación porcentual entre cuyinaza de recría como sustrato nutritivo y semilla de Cebada
para germinado hidropónico en Cutervo, Cajamarca

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR

Bach. Villanueva Mejía, Leónides

ASESOR

Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón, Dr.

Aprobado por el siguiente jurado

Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, Msc.
Presidente

Ing. Alejandro Flores Paiva
Secretario

Ing. Benito Bautista Espinoza
Vocal

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA



ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL

N° 019-2021/FIZ

Siendo las 8:30 am. del día miércoles 13 octubre de 2021, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 182-2021-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 12 de octubre de 2021, que autoriza la sustentación virtual del trabajo de tesis: "RELACION PORCENTUAL ENTRE CUYINAZA DE RECRÍA COMO SUSTRATO NUTRITIVO Y SEMILLA DE CEBADA PARA GERMINADO HIDROPONICO EN CUTERVO, CAJAMARCA", presentado por el Bachiller LEONIDES VILLANUEVA MEJÍA, se reunieron via plataforma virtual: meet.google.com/wvo-fwmn-aqr los miembros de jurado designados por Resolución N° 003-2020-CF/FIZ, de fecha 31 de enero de 2020: Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, M. Sc., (Presidente), Alejandro Flores Paiva (Secretario), Benito Bautista Espinoza (Vocal), Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. (Patrocinador), para dictaminar sobre el proyecto de tesis titulado "RELACION PORCENTUAL ENTRE CUYINAZA DE RECRÍA COMO SUSTRATO NUTRITIVO Y SEMILLA DE CEBADA PARA GERMINADO HIDROPONICO EN CUTERVO, CAJAMARCA" presentado por el bachiller LEONIDES VILLANUEVA MEJÍA; el cual fue aprobado con Resolución N° 060-2020-FIZ/D, de fecha 04 de marzo de 2020;

Concluida la sustentación de la tesis por parte del sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado, así como las aclaraciones del señor patrocinador, los miembros del Jurado se reunieron via plataforma virtual <https://meet.google.com/fya-tscs-hto?authuser=0> para deliberar y calificar la sustentación del trabajo de tesis: "RELACION PORCENTUAL ENTRE CUYINAZA DE RECRÍA COMO SUSTRATO NUTRITIVO Y SEMILLA DE CEBADA PARA GERMINADO HIDROPONICO EN CUTERVO, CAJAMARCA" presentado por el bachiller LEONIDES VILLANUEVA MEJÍA; habiendo acordado APROBAR la tesis con la nota en escala vigesimal de 17 equivalente al calificativo de BUENO recomendando incluir en la redacción del informe final las sugerencias dadas durante la sustentación.

Por lo tanto, la Bachiller en Ingeniería Zootecnia, LEONIDES VILLANUEVA MEJÍA se encuentra APTO para recibir el Título Profesional de Ingeniera Zootecnista de acuerdo con la ley Universitaria N° 30220 y normatividad vigente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y de la Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo las 10:00 horas se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado.

Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, M. Sc.
Presidente

Ing. Alejandro Flores Paiva
Secretario

Ing. Benito Bautista Espinoza
Vocal



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
Asesor

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

Lambayeque 13 de Octubre del 2021

Pedro Antonio del Campo Ramon, Dr.
FEDATARIO
decano(e)

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Bach. Leónides Villanueva Mejía investigador principal, e Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. asesor, del trabajo de investigación: “RELACIÓN PORCENTUAL ENTRE CUYINAZA DE RECRÍA COMO SUSTRATO NUTRITIVO Y SEMILLA DE CEBADA PARA GERMINADO HIDROPÓNICO EN CUTERVO, CAJAMARCA”, declaramos bajo juramento que este trabajo, no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrara lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, setiembre de 2021

.....
Bach. Villanueva Mejía Leonides

Investigador

.....
Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.

Asesor

DEDICADO A

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Elvia y Porfirio quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Esmiria, Jaime, Dalila, Carmelina, Maribel, Juan, Veymer y Jesús por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre las llevo en mi corazón.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

Agradezco a mi Asesor de tesis Ing. Napoleón Corrales Rodríguez quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación y por sus consejos, enseñanzas, apoyo y sobre todo amistad brindada en los momentos más difíciles de mi vida.

Agradezco a los todos docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Resumen

Relación porcentual entre cuyinaza de recría como sustrato nutritivo y semilla de Cebada para germinado hidropónico en Cutervo, Cajamarca

El estudio se realizó en el caserío Nor Oriente de Cujillo-Cutervo del 09 al 24 de octubre de 2020 y tuvo como objetivos: a) Determinar la relación porcentual entre cuyinaza como sustrato nutritivo y semilla de cebada para germinado hidropónico (GH) en Cutervo- Cajamarca; 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 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; 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) de PC, EE, FC y CEN así como mayor productividad de GH y MS (Kg/kg de semilla) y menor costo se lograron con 4.0% de cuyinaza con respecto al peso de la semilla a procesar.

Palabras clave: hidroponía, cebada, cuyinaza

Summary

Percentage relationship between reared guinea pig as a nutritive substrate and barley seed for hydroponic germination in Cutervo, Cajamarca

The study was carried out in the Nor Oriente village of Cujillo-Cutervo from October 9 to 24, 2020 and had as objectives: a) To determine the percentage relationship between guinea pig as a nutritive substrate and barley seed for hydroponic germination (GH) in Cutervo- Cajamarca; b) Determine the yield (kg / m²) of DM, 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 production costs of one kg of barley GH on a fresh basis (TCO) and dry matter (DM). 6 treatments were implemented defined by the percentage relationship between guinea pig weight - weight of seed to be processed (%) being: T0: GH of barley without guinea pig; T1: 2.0%; T2: 4.0% T3: 6.0%; T4: 8.0% and T5: GH of barley with nutritive solutions 0.75 ml of A and 0.25 ml of B diluted in 2 liters of irrigation water. A Random Complete Design was used with the same number of repetitions (5 trays). The analysis of variance found statistically significant differences between treatments ($p < 0.05$) and Duncan's test showed that the best results in performance (kg / m²) of CP, EE, FC and CEN as well as higher productivity of GH and DM (Kg / kg of seed) and lower cost were achieved with 4.0% guinea pig with respect to the weight of the seed to be processed.

Keywords: hydroponics, barley, guinea pig

CONTENIDO	Página
INTRODUCCIÓN	1
I. DISEÑO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Bases teóricas	6
1.2. 1. Cultivos hidropónicos: Generalidades, técnicas de cultivo	6
1.2.2 Proceso de producción de forraje verde hidropónico	7
1.2.3 Ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos	9
1.2.3.1 Ventajas	9
1.2.3.2 Desventajas	11
1.3 Soluciones nutritivas y Fertilizantes	12
1.4 Diseño experimental	14
II. MÉTODOS Y MATERIALES	15
2.1 Tipo y Diseño de estudio	15
2.2 Lugar y duración	15
2.3 Tratamientos evaluados	15
2.4 Materiales	16
2.5 Instalaciones y equipo	17
2.6 Técnicas experimentales	17
2.6.1 Producción de germinado hidropónico de cebada	17
2.7 Variables evaluadas	19
2.8 Evaluación de la información	19
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
3.1 Análisis de producción de Germinado Hidropónico (GH) de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) por tratamiento	21
3.1.1 Producción de Germinado Hidropónico (GH) por bandeja (TCO)	21
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)	21
3.1.3 Producción de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (TCO)	22
3.1.4 Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)	23
3.1.5 Producción de proteína cruda (PC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)	24
3.1.6 Producción de extracto etéreo (EE) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (Kg)	25

3.1.7 Producción de fibra cruda (FC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)	26
3.1.8 Producción de cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)	27
3.2 Análisis de productividad de Germinado Hidropónico de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) por tratamiento	27
3.2.1 Rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca por kg de semilla procesada (Kg)	28
3.2.2 Rendimiento de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada	28
3.3 Costos de producción de los tratamientos evaluados	29
3.4 Costos de producción de los tratamientos evaluados	29
IV. CONCLUSIONES	31
V. RECOMENDACIONES	32
BIBLIOGRAFÍA CITADA	33
ANEXOS	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Gasto de agua para producción convencional de forraje en condiciones de campo	9
Tabla 2. Composición Química del Forraje Hidropónico de Cebada	10
Tabla 3. Esquema de análisis de varianza	20
Tabla 4. Peso de Germinado Hidropónico de bandeja a la cosecha según tratamiento (Kg)	21
Tabla 5. Composición química de Germinado Hidropónico de cebada por tratamiento (100% MS)	22
Tabla 6. Rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca (TCO) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)	23
Tabla 7. Producción de materia seca de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	24
Tabla 8. Producción de proteína cruda (PC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	25
Tabla 9. Producción de extracto etéreo (EE) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	26
Tabla 10. Producción de fibra cruda (FC) en base seca (BS) de germinado hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	26
Tabla 11. Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	27
Tabla 12. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg).	28
Tabla 13. Rendimiento de materia seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).	29
Tabla 14. Temperatura (°C) y humedad relativa (%)	29
Tabla 15. Costo de producción de germinado hidropónico	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Análisis químico de cuyinaza proveniente de cuyes en diferentes estadios fisiológicos	13
--	----

(100 por ciento de MS)

Cuadro 2 Composición química de excreta de cuyes adultos alimentados con diferentes forrajes más un alimento balanceado

13

INTRODUCCIÓN

La nutrición en Germinado hidropónico para animales está restringida al uso de soluciones nutritivas A y B suministradas en el agua de riego que generalmente está diseñada para hortalizas y aún no se logra maximizar el rendimiento por kg de semilla de cebada sembrada en la bandeja hidropónica y la semilla se halla en contacto directo con la superficie plástica sin ningún tipo de sustrato que provean nutrientes a la misma. Existen referencias de la eficiencia de la cuyinaza como fuente de abono en cultivos tradicionales y de hortalizas como la zanahoria cuyos rendimientos se optimizan utilizando 6 t/ha (Velásquez, 2017) pero el manejo se realiza con cuyinaza mezclada de diferentes etapas de animales y considerando que en la etapa de manejo y nutrición se separan a los animales en etapa de recría y reproducción surge la posibilidad de utilizar la cuyinaza de recría en polvo como sustrato a la hora de sembrar las semillas oreadas de cebada en la bandeja pero se desconoce su uso técnico en este proceso de alternativa para la alimentación animal.

Formulación del problema

Se ha formulado la siguiente interrogante: ¿Influye la relación porcentual entre cuyinaza de recría como sustrato nutritivo y semilla de cebada en la producción de Germinado Hidropónico en Cutervo-Cajamarca?

Hipótesis

La relación porcentual entre cuyinaza de recría como sustrato nutritivo y semilla de Cebada si influye en la producción de Germinado Hidropónico en Cutervo-Cajamarca.

Justificación del estudio

El presente trabajo se justifica por orientarse a buscar alternativas de fertilización para Germinado hidropónico en cebada relacionando técnicamente a la cuyinaza con la cantidad de cebada sembrada.

Objetivos:

Al ejecutar el presente proyecto de investigación se busca:

- Determinar la relación porcentual entre cuyinaza de cuyes en recría como sustrato nutritivo y semilla de cebada para germinado hidropónico en Cutervo-Cajamarca
- 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 los costos de producción de un kg de GH de cebada en base fresca (TCO) y en materia seca (MS) de los tratamientos evaluados.

I. DISEÑO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

La FAO, 2001. Recomienda que “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”.

LÓPEZ, 2010. Manifiesta que “La densidad de siembra para la cebada en cultivo hidropónico es de 20 gr/dm² a una profundidad de 2 cm, menciona que los rendimientos son de 9 a 12 kilogramos de FVH por un kilogramo de semilla en condiciones normales. Y cita a Falcones, J. (2000), indica que la especie que se adapta mejor a la producción de FVH es la cebada tiene mayor crecimiento 20,6 cm y mayor rendimiento de materia verde 6,27 kg. / Kg. de semilla, en el menor tiempo necesario para su cosecha. También expresa que la cebada es la especie con la que se produce mejor forraje hidropónico en menor tiempo, tiene menor rendimiento de materia seca que la avena con 0,62 kg frente a 0,91 kg / Kg. de semilla sembrada”.

RUESTA, 2013. Al evaluar el tiempo de remojo y concentración de cloro y/o lejía en desinfección de semilla en GH de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Lambayeque concluyó que “Los mejores resultados se logran con hipoclorito de sodio al 0.001 por ciento (1 ml de hipoclorito de sodio en 1 L de agua) con 120 minutos de tiempo, obteniendo un rendimiento de 6.857 kg de GH/kg de semilla procesada en base fresca con 17,48 % de proteína cruda en base seca”.

SINCHIGUANO, 2008. “En Ecuador, evaluó la productividad medida en rendimiento de kg de MS de FVH por kg de semilla determinando 1.7 kg para cebada con 15 días de periodo de producción”.

TARRILLO, 2005. Menciona que “Para semillas de cebada, trigo y avena se esperan rendimientos de 6 a 8 kilos de FVH por cada kilo de semilla”.

GUEVARA, 2013. “En Lambayeque, evaluó el rendimiento de GH de cebada (*Hordeum vulgare*) en seis niveles de siembra: 3, 4, 5, 6, 7 y 8 Kg/m², determinando que el mejor rendimiento se logró con la densidad de siembra de 3 Kg/m², obteniendo 0,779 Kg de MS/Kg de semilla procesada y en tal como ofrecido (TCO) logró un rendimiento máximo 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”.

ORDOÑEZ, et al., 2018. “Realizaron 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 de las variables evaluadas 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 es la más apropiada para obtener mejores resultados sobre el rendimiento y valor nutricional de GH de *Hordeum vulgare*”.

VASQUEZ (2020) evaluó la interacción entre la dosis de dilución de solución nutritiva por volumen de agua y volumen de aplicación por metro cuadrado en la producción de GH de cebada concluyendo que los mejores rendimientos de producción de Germinado Hidropónico por metro cuadrado se lograron utilizando una dosis de 1 ml de solución hidropónica (0.75ml de A y 0.25 ml de B) diluido en 2 litros de agua y aplicando 4 litros por metro cuadrado por día durante la etapa de producción: 20.36 kg GH (TCO); 4.28 kg MS; 0.54 kg PC; 0.19 kg EE; 0.54 kg FC y 0.12 kg CEN así como la mejor productividad por kg de semilla de cebada procesada logrando: 6.79 kg de Germinado

Hidropónico (TCO) y 1.43 kg de MS cosechados a 15 días de edad.

TABOADA (2019) “En Lambayeque evaluó el efecto de luz LED azul y roja en etapa de cámara oscura de Germinado Hidropónico (GH) de cebada (*Hordeum vulgare*) implementando tres tratamientos: T0: GH sin iluminación; T1: GH con luz LED roja y T2: GH con luz LED azul, todos se desinfectaron con hipoclorito de sodio durante dos horas utilizando 1 ml de lejía por litro de agua y se cosecharon a 15 días. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con igual número de repeticiones encontrando diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre tratamientos presentando mejores rendimientos (Kg/m²) en MS: 3.53; PC: 0.49; EE: 0.11; FC: 0.15 y CEN: 0.47 Kg/m². En productividad (Kg/kg de semilla) logró 5.75 Kg de Germinado Hidropónico fresco y 1.17 kg de materia seca producido con luz LED roja en etapa de germinación”.

COTRINA, 2021. Menciona que “en la provincia de Cutervo - Cajamarca investigó la dosis óptima de peróxido de hidrogeno (H₂O₂)/Litro de agua y tiempo de desinfección en la producción de Germinado Hidropónico de Cebada evaluando siete tratamientos T0: Desinfección de semilla utilizando 1 ml de lejía/L de agua durante 2 horas; T1: Desinfección de semilla utilizando 1 ml de H₂O₂/L de agua durante 12 horas; T2: 1 ml de H₂O₂/L de agua durante 24 horas; T3: Desinfección de semilla utilizando 2 ml de H₂O₂/L de agua durante 12 horas; T4: 2 ml de H₂O₂/L de agua durante 24 horas; T5: Desinfección de semilla utilizando 3 ml de H₂O₂/L de agua durante 12 horas y T6: 3 ml de H₂O₂/L de agua durante 24 horas. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con igual número de repeticiones (5 bandejas) y prueba de comparación múltiple de Duncan. Se encontró diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre tratamientos presentando los mejores rendimientos de producción por metro cuadrado: 17.15 Kg GH; 3.45 kg MS; 0.45 kg PC; 0.11 kg EE; 0.43 kg FC y 0.10 kg CEN así como mejor productividad por kg de GH de cebada (*Hordeum vulgare*): 4.90 GH/kg de semilla de cebada y 0.99 kg de MS de kg de GH/kg de semilla de cebada se lograron desinfectando con 3 ml de H₂O₂/L de agua durante 24 horas de desinfección y cosechado a los 15 días de edad. Adicionalmente generó un costo de producción de kg de GH de cebada en base fresca (TCO) 10% más económico que el costo de GH de cebada que fue desinfectada con 1 ml de lejía/L de agua durante 2 horas y remojada con agua pura durante 24 horas.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Cultivos hidropónicos: Generalidades, Técnicas de cultivo

BELTRANO Y GIMENEZ, 2015. Indican que “el cultivo en hidroponía, es una modalidad en el manejo de plantas para su cultivo sin suelo. 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. El rendimiento de los cultivos hidropónicos puede duplicar o más los de los cultivos en suelo”.

VILALTA, 2011. Manifiesta que “Los germinados son un concentrado de sustancias generadoras de salud. Su riqueza enzimática facilita la absorción por el organismo, y no ocasiona leucocitosis post pandrial (aumento de la cantidad de leucocitos en la sangre). Su consumo no genera ácido úrico, contiene vitamina C y gracias a su contenido de vitamina E, se ha demostrado experimentalmente que añadiendo germinados de avena a la ración diaria de cuyes, equinos y vacunos aumenta la fertilidad en ambos sexos, asimismo los distintos germinados son reguladores intestinales, anti anémicos y revitalizantes. Son depuradores del organismo, potenciadores de la producción de leche materna, reguladores del sistema endocrino y del metabolismo en general, incrementan el tono muscular y disminuyen el meteorismo”.

ALIAGA et al., 2009. Indican que “Los forrajes de granos germinados son un alimento que rinde 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”.

1.2.2 Proceso de producción de forraje verde hidropónico

EDICIONES CULTURALES VER, 1992. Presenta los pasos para producir forraje verde hidropónico (FVH):

“**Lavado de semilla:** consiste en inundar el grano en un depósito con agua para retirar todo el material de flote, como lanas y pedazos de basura, granos partidos y cualquier otro tipo de impureza.

- a) **La pre-germinación:** Consiste en activar el poder germinativo de la semilla, es decir: romper el estado de latencia en el que se encuentra. Para realizar la pre-germinación, la semilla se humedece durante 24 horas con agua, luego de ello se recoge la semilla húmeda y se deja reposando durante 48 horas en los recipientes debidamente tapados, para mantener la humedad relativa alta.
- b) **La siembra:** Se realiza sobre las bandejas que se han escogido, que pueden ser de láminas galvanizadas en forma cuidadosa para evitar daños a la semilla. La densidad de siembra varía de acuerdo con el tamaño de grano a sembrar.
- **La germinación:** Comprende el conjunto de cambios y transformaciones que experimenta la semilla colocada en determinadas condiciones de humedad, aeración y temperatura las cuales le permiten iniciar su vida activa hasta convertirse en la futura planta”.

TARRILLO, 2005. Indica los siguientes pasos para el sistema de producción de forraje hidropónico:

“**Selección de semilla:** Se recomienda utilizar semillas de cereales provenientes de lotes libres de impurezas, que procedan de plantas libres de plagas y enfermedades, no debiéndose utilizar semillas tratadas con fungicidas o preservantes. Además, las semillas idóneas deben ser enteras, secas y tener por lo menos 85% de poder germinativo.

- **Lavado:** Las semillas se lavan a fin de eliminar el polvo que contienen, ya que en ella se hallan una gran cantidad de microorganismos, este lavado se realiza sumergiendo en agua las semillas, agitándolas por unos segundos y eliminando el agua sucia. Este procedimiento se repite tres veces, dependiendo del grado de suciedad de éstas.
- **Desinfección:** Las semillas son desinfectadas con el objetivo de eliminar hongos.
- **Remojo:** Las semillas son puestas en remojo con agua por un espacio de 24 horas, con el objetivo de activar la vida latente del grano e iniciar su actividad enzimática; además de

ablandar la cutícula que recubre al grano y facilitar la salida de la raíz.

- **Oreo:** Terminado el proceso de remojo, las semillas son enjuagadas con agua y puestas en un depósito que presenta orificios en la parte inferior, que permite el drenaje del agua. Además, el depósito será tapado para evitar la pérdida de humedad. En esta etapa las semillas no son regadas y permanecerán por espacio de uno a dos días, hasta la aparición del punto de brote de la semilla.
- **Germinación:** Esta etapa se inicia con la siembra de las semillas en la bandejas, a una densidad de 5 a 8 kilos de semilla por metro cuadrado de bandeja, es decir una altura de cama de semillas de 1 cm. a 2.5 cm. las cuales son regadas de tres a cuatro días y bajo penumbra. En este periodo se produce una serie de transformaciones químicas y enzimáticas que experimenta la semilla en determinadas condiciones de humedad (70% a 85%) y temperatura de (18° a 25°C). Esta etapa dura de cuatro a seis días.
- **Producción:** En esta etapa existe una mayor iluminación, además el forraje hidropónico es regado una a dos veces al día. El periodo de crecimiento de éste dura entre seis a ocho días alcanzando una altura promedio de 20 a 30 cm., la cual dependerá de las condiciones ambientales como: temperatura, humedad, ventilación, frecuencia de riego e iluminación.
- **Cosecha:** Finalmente se realiza la cosecha, desmenuzando el FH en forma manual o mecánica, para un mejor suministro a los animales”.

SIAN, 2011. Indica e que “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: $((N^{\circ} \text{ de semillas germinadas} / \text{cantidad semillas sembradas}) \times 100)$. 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”.

1.2.3 Ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos

1.2.3.1 Ventajas

El Manual técnico de forraje verde hidropónico de la FAO (2001), 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, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12 ya que a partir de ese día 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:** Las inversiones necesarias para producir FVH dependerán del nivel y de la escala de producción. El análisis de costos de producción de FVH, revela que, considerando los riesgos de sequías, otros fenómenos climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos unitarios del insumo básico (semilla) el FVH es una alternativa económicamente viable que merece ser considerada por los pequeños y medianos productores. La ventaja que tiene este sistema de producción 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”.

TARRILLO, 2005. Presenta las ventajas del forraje hidropónico en varios aspectos: “Es un sistema nuevo para producir forrajes: En el mundo agropecuario conocemos tradicionalmente dos sistemas para la producción de forraje: extensiva e intensiva. La producción de forraje hidropónico es una técnica totalmente distinta.

Esta producción se realiza dentro de invernaderos, lo cual nos permite una producción de forraje bajo cualquier condición climática y constante durante todo el año. Los requerimientos de área, agua y energía son mínimos.

Requiere poca Agua: En el sistema de producción de forraje hidropónico se utiliza agua recirculada, un invernadero de 480 bandejas requiere de 1000 litros de agua al día (para riego, lavado, desinfección de semilla, etc.) pero en un módulo que produce 500 kg de forraje/día requeriría dos litros de agua por kilo de forraje producido.

La Producción es constante todo el año: El sistema de producción es continuo, es decir todos los días se siembran y cosechan igual número de bandejas.

Del punto de vista nutricional: El forraje Hidropónico al alcanzar una altura de 20 a 30 cm es cosechado y suministrado con la totalidad de la planta (raíz, restos de semilla, tallos y hojas) constituyendo una completa fórmula de proteína, energía, minerales y vitaminas altamente asimilables. La composición química se aprecia en la tabla 2:

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 Universidad Nacional Agraria La Molina

Las mejoras que obtenemos con el uso de forraje hidropónico en la alimentación animal se dan en: ganancia de peso, mejor conversión alimenticia, mejor producción de leche con mayor contenido de grasa y sólidos totales.

Reducción de costos de alimentación y de Inversiones: Muchos de los ganaderos en el Perú, que presentan reducido piso forrajero o aun peor no disponen de terreno agrícola, como se da en el caso de criadores de cuyes, se ven obligados a comprar forraje la cual es cada vez una oferta más reducida. El costo del FVH es inferior a un forraje comprado.

ALIAGA, *et al.*, 2009. Indican que “El forraje de granos germinados es un alimento de alto rendimiento, cuyo valor nutritivo es alto y que se puede producir durante todo el año. Manifiesta además que, 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”.

1.2.3.2 Desventajas

La FAO (2001) indica que “Existe una desinformación y sobrevaloración de la tecnología. La falta de conocimientos e información simple y directa, se transforma en desventaja, al igual que en el caso de la tecnología de hidroponía familiar. Asimismo, el costo de instalación elevado es una desventaja que presenta este sistema. Sin embargo,

se ha demostrado que, utilizando estructuras de invernáculos hortícolas comunes, se logran excelentes resultados. Alternativamente, productores agropecuarios brasileiros han optado por la producción de FH directamente colocado a piso sobre plástico negro y bajo micro túneles, con singular éxito. La práctica de esta metodología a piso y en túnel es quizás la más económica y accesible”.

1.3 Soluciones nutritivas y Fertilizantes

BELTRANO, J. Y GIMENEZ, D. 2016. Indican que una solución nutritiva es un medio que le provee a la planta el agua y los 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. Es importante mantener un pH de solución adecuado para que estos nutrientes se mantengan disueltos en la solución. 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 eventualmente presentarían síntomas de deficiencia.

FAO.2011. indica que es importante considerar que un recurso adicional en la crianza de cuyes es su producción de excreta. La composición química de ésta varía de acuerdo al tipo de alimentación que reciben, variando de acuerdo a la digestibilidad del insumo ingerido.

Cuadro 1 Análisis químico de cuyinaza proveniente de cuyes en diferentes estadios fisiológicos (100 por ciento de MS)

Nutriente	Madres gestantes	Madres con cría	Recién destetados (alfalfa)	Recién destetados (alfalfa + chala de maíz)	Recría
Materia seca	67,44	69,28	68,70	77,00	78,68
Proteína	11,94	12,53	15,72	12,60	13,06
Extracto etéreo	1,38	0,96	2,45	2,29	1,10
Fibra	28,03	28,86	27,01	29,19	27,72
Cenizas	12,89	12,73	12,18	11,61	13,43
Nifex	45,76	44,92	42,64	44,31	44,69

El análisis de la excreta colectada de animales que se alimentaban con diferentes forrajes se puede apreciarse en el Cuadro 2.

Cuadro 2 Composición química de excreta de cuyes adultos alimentados con diferentes forrajes más un alimento balanceado.

Nutriente	Alfalfa	Gramma china	Hoja de camote	Chala de maíz
Proteína	19,78	11,67	19,01	9,47
Grasa	4,47	3,25	4,77	1,91
Fibra cruda	41,68	24,04	31,17	33,90
Ceniza	8,52	12,39	12,46	9,10
E.N.N.	25,55	48,65	32,59	45,62

Fuente: Saravia *et al.*, 1992a.

ALBARRACIN, 2002. Indica que “en la recuperación y en el mantenimiento de la fertilidad de los suelos de la granja, la cuyinazanaza (estiércol de cuy) puede emplearse con éxito, pero no es conveniente utilizarla fresca para el abonamiento. Uno de los tratamientos indicados es el compostaje previo a su aplicación en cultivos o forrajes”.

VELASQUEZ, 2017 evaluó de octubre del 2015 a enero de 2016 en Región La Libertad el efecto de tres niveles de cuyinaza en el rendimiento de zanahoria (*Daucus carota* L.) con el objetivo de determinar el nivel de cuyinaza que permita obtener mayor rendimiento. Se empleó el diseño de bloques completos al azar cuyos tratamientos fueron los siguientes: T0 sin incorporar cuyinaza (testigo), T1: 3 t/ha de cuyinaza, T2: 6 t/ha de

cuyinaza, y T3 9 t/ha de cuyinaza. Se aplicó el análisis de varianza y prueba de tukey, al 0.05% de significancia. Los resultados presentaron diferencia estadística significativa siendo el tratamiento (T2) quien presentó el mejor rendimiento con 35000 kg. ha⁻¹ y mejor calidad de *Daucus Carota*. Var. Chantenay Royal.

1.4 Diseño experimental

RODRIGUEZ, 1991. Indica que los arreglos factoriales son de importancia práctica, ya que permiten el estudio de un estímulo como tal y su respuesta combinatoria respecto de otras condiciones generadas por la interacción con otros factores, dando información más completa, aun cuando los efectos interaccionados no sean significativos.

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 caserío Nuevo Oriente, distrito de Cujillo- Cutervo del 09 al 24 de octubre de 2020 y los análisis de composición química se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

2.3 Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados estuvieron definidos por la relación Peso de semilla- peso de cuyinaza en las siguientes proporciones:

T0: Germinado Hidropónico de cebada sin cuyinaza.

T1: Germinado Hidropónico de cebada con 2.0% de cuyinaza como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar.

T2: Germinado Hidropónico de cebada con 4.0% de cuyinaza como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar.

T3: Germinado Hidropónico de cebada con 6.0% de cuyinaza como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar.

T4: Germinado Hidropónico de cebada con 8.0% de cuyinaza como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar.

T5: Germinado Hidropónico de cebada con soluciones nutritivas 0.75 ml de A y 0.25ml de B diluidos en 2 litros de agua utilizada en el riego.

A cada tratamiento se le asignó 5 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 81 % y 92 % procediendo a comprar 20 kg de la semilla que presentó mayor valor cultural.

Cuyinaza

La cuyinaza utilizada en el presente estudio procedió de un criadero de cuyes de recría de 15 a 30 días de edad alimentados con maíz chala como forraje y concentrado ubicado en Lambayeque. El análisis de composición química realizado en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia fue: Materia seca: 70.72%; PC: 15.5%.

Hipoclorito de sodio

Utilizada en el proceso de desinfección de semilla a dosis de 1 ml/L de agua durante 2 horas.

Agua y Soluciones hidropónicas A y B

En la etapa de germinación se utilizó agua pura y en la etapa de producción se utilizó 0.75 ml de A y 0.25 ml de B diluidas en 2 Litros de agua de riego.

2.5 Instalaciones y equipo:

- ✓ 1 andamio de guayaquil de 3 pisos.
- ✓ 30 bandejas plásticas para hidroponía de 32 cm x 45 cm.
- ✓ 02 baldes para lavado y remojo de semilla.
- ✓ 02 baldes de para oreo de semilla.
- ✓ 01 mochila para riego por aspersión.

- ✓ 1 Balanza de precisión con capacidad de 20 kg.
- ✓ 1 Termo higrómetro.

2.6 Técnicas experimentales

2.6.1 Producción de germinado hidropónico de cebada

Se emplearon 30 bandejas para el estudio, asignando cinco bandejas para cada tratamiento. A continuación, se detalla el proceso utilizado para la obtención del Germinado Hidropónico.

- Etapa de Pre-germinación:
 - Se calculó la cantidad de semilla de cebada necesaria para el proceso, para ello fue necesario primero calcular el área de las bandejas a emplear: $0.45 \text{ m} \times 0.32 \text{ m} = 0.144 \text{ m}^2$.
 - Utilizando la densidad de siembra de 3.5 kg /m^2 similar a la utilizada por Cotrina (2021), se calculó la cantidad de semilla limpia por bandeja obteniendo 0.5 kg. Luego se multiplicó por las 30 bandejas en estudio (5 por tratamiento) dando un total de 15kg de semilla de cebada “limpia” y para garantizar esta cantidad, se compró 20 kg de semilla de cebada en peso bruto.
 - Escogido de granos partidos, paja y otras impurezas y pesado de 15 kg de semilla escogida para la investigación. Esta cantidad se dividió entre 2 baldes para hacer un manejo más adecuado de la semilla para cada tratamiento obteniendo 7.5 kg/balde. En cada balde se realizó las siguientes acciones:
 - Lavado con agua pura para eliminar polvo y otras impurezas.
 - Durante 2 horas, se desinfectó con hipoclorito de sodio utilizando la dosis de 1.0 ml por litro de agua.
 - Para eliminar el hipoclorito de sodio de la semilla, se realizó un segundo lavado o enjuague de la semilla, con agua pura.

- Posteriormente se llevó a cabo el proceso de imbibición (remojo) de las semillas, por veinticuatro horas.
- Luego del periodo de remojo, las semillas fueron oreadas en tres baldes de oreo, debidamente tapados por un periodo de 48 horas (dos días).
- Etapa de Germinación:
 - Proceso de siembra de bandeja por tratamiento: después del oreo, se procedió a pesar la semilla neta de cada balde obteniendo un total de 20.7 kg y este resultado se dividió entre 30 bandejas para realizar una siembra homogénea de 0.69 kg de semilla oreada por bandeja de cada tratamiento.
 - Para realizar la siembra se separaban 5 bandejas previamente identificadas de cada tratamiento y conforme se pesaba se trasladaba a las cámaras de germinación provistas de una manta oscura, donde permanecieron por un periodo de 5 días. Diariamente se regaron 3 veces al día: 7:00 am; 1:00 pm, y 7 pm con ayuda de un aspersor manual.
- Etapa de Producción:
 - El sexto día pos siembra se procedió a retirar la manta negra dejando al descubierto las bandejas de todos los tratamientos, dando inicio a la etapa de producción donde permanecieron hasta la cosecha.
- Cosecha:

Todos los tratamientos se cosecharon a 15 días de edad, procediendo a pesar cada bandeja de cada tratamiento y luego de cada bandeja se extrajeron 5 submuestras que se colocaron en un depósito grande obteniendo 20 sub muestras por tratamiento y luego de mezclarlos se extrajo un kg de muestra compuesta que fue trasladado al Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniería Zootecnia para el análisis respectivo.

Los análisis realizados fueron 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:

Ho: $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

Ha: 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 (5 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 Duncan.

Tabla 3. Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación	gl	Sc	CM	Fc
Tratamientos	$t-1 = 5$		Sc trat./t-1	CM trat./CM E
Error	$t(r-1) = 24$		Sc EE/t (r-1)	
Total	$tr-1 = 29$			

Fuente: Rodríguez, 1991.

Para la ejecución del ANAVA y prueba de comparación múltiple de Duncan ($p < 0.05$) 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) demostró la presencia de diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre tratamientos presentando el mayor peso promedio de bandeja a la cosecha el tratamiento que utilizó la relación entre peso de cuyinaza y peso de semilla procesada de 4% (T2) superando al peso de T0 que no utilizó cuyinaza como sustrato en 23.62% y superó en 16.54% al peso de las bandejas del tratamiento que utilizó soluciones hidropónicas en el agua de riego (T5) y éste superó al rendimiento de T0 en 7.09 %.

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

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4	T5
B 1	2.50	2.70	3.20	2.80	2.80	2.40
B 2	2.60	2.60	3.00	3.30	3.20	2.80
B 3	2.50	2.80	3.30	2.80	3.10	3.00
B 4	2.50	2.70	3.10	2.90	3.20	2.60
B 5	2.60	2.90	3.10	2.60	3.10	2.80
Total/tratamiento	12.70	13.70	15.70	14.40	15.40	13.60
Promedio	2.54d	2.74cd	3.14a	2.88bc	3.08ab	2.72cd

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 Ingeniería Zootecnia, después de concluida la fase experimental. Los resultados se aprecian en la tabla 5 donde el tratamiento que recibió 4.0% de cuyinaza con respecto al peso de la semilla a la siembra (T2) presentó mayor contenido de materia seca; la mayor concentración de proteína cruda (PC) lo presentó el tratamiento con 8.0% de cuyinaza con respecto al peso de la semilla a la siembra y el mayor contenido de (FC) lo presentó el tratamiento

que recibió 2 ml de sanitizador orgánico y 0.25g de bicarbonato de sodio diluidos en un litro de agua de riego (T8) y el mayor contenido de extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CEN) lo presentó el tratamiento que recibió 6.0% de cuyinaza con respecto al peso de la semilla a la siembra (T3).

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

	<u>T0</u>	<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>T4</u>	<u>T5</u>
Materia seca	19.81	20.02	20.59	19.48	20.41	19.8
PC	12.38	12.55	12.54	13.08	13.11	13.05
EE	2.84	2.81	2.59	2.97	2.66	2.90
FC	11.09	12.43	11.31	13.08	12.01	12.38
<u>CEN</u>	<u>2.64</u>	<u>2.80</u>	<u>2.83</u>	<u>3.19</u>	<u>2.99</u>	<u>2.98</u>

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 0.143 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) se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre tratamientos presentando el mayor rendimiento de GH/m² el tratamiento que utilizó la relación entre peso de cuyinaza de recria como sustrato nutritivo y peso de semilla procesada de 4% (T2) superando al rendimiento de T0 que no utilizó cuyinaza como sustrato nutritivo en 23.62% y superó en 16.54% al rendimiento de GH/m² del tratamiento que utilizó soluciones hidropónicas en el agua de riego (T5) y éste superó al rendimiento de T0 en 7.09%.

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

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4	T5
B1	17.36	18.75	22.22	19.44	19.44	16.67
B2	18.06	18.06	20.83	22.92	22.22	19.44
B3	17.36	19.44	22.92	19.44	21.53	20.83
B4	17.36	18.75	21.53	20.14	22.22	18.06
B5	18.06	20.14	21.53	18.06	21.53	19.44
Total/tratamiento	88.19	95.14	109.03	100.00	106.94	94.44
Promedio	17.64d	19.03cd	21.81a	20.00bc	21.39ab	18.89cd

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) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$); presentando mayor rendimiento de 4.49 kg de MS/m² el tratamiento que utilizó la relación entre peso de cuyinaza de recria como sustrato nutritivo y peso de semilla procesada de 4% (T2) superando al rendimiento de 4.28 Kg MS/m² logrados utilizando una dosis de 1 ml de solución hidropónica (0.75ml de A y 0.25 ml de B) diluido en 2 litros de agua (Ordoñez, 2018) y aplicando 4 litros por metro cuadrado (*Hordeum vulgare*) por día durante la etapa de producción (Vásquez, 2020) asimismo superó al peso de T0 que no utilizó cuyinaza como sustrato en 28.49% y superó en 7.19% al rendimiento de 3.75kg MS/m² del tratamiento que utilizó soluciones hidropónicas diluyendo 1 ml de solución hidropónica (0.75ml de A y 0.25 ml de B) en 2 litros de agua de riego (T5) y éste superó al rendimiento de T0 que no utilizó cuyinaza como sustrato ni solución hidropónica en el agua de riego en 21.29% que rindió 3.49 kg MS/m² y éste superó ligeramente al rendimiento de 3.45 kg MS/m² utilizando 3 ml de H₂O₂/L de agua durante 24 horas de desinfección en Cutervo reportados por Cotrina (2021).

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

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4	T5
B1	3.44	3.75	4.58	3.79	3.97	3.31
B2	3.58	3.61	4.29	4.46	4.54	3.86
B3	3.44	3.89	4.72	3.79	4.39	4.13
B4	3.44	3.75	4.43	3.92	4.54	3.58
B5	3.58	4.03	4.43	3.52	4.39	3.86
Total/tratamiento	17.47	19.05	22.45	19.48	21.83	18.73
Promedio	3.49c	3.81bc	4.49a	3.90b	4.37a	3.75bc

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

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) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) y al aplicar la prueba de Duncan el mejor rendimiento de proteína cruda (PC)/m² se logró con los tratamientos que recibieron 8.0% y 4% de cuyinaza de recría como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar con 0.57 kg PC/m² (T4) y 0.56 kg PC/m² (T2) respectivamente entre los cuales no hubo diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) quienes superaron al rendimiento de 0.54 kg PC/m² logrados por Vásquez (2020) quien utilizó 1 ml de solución hidropónica (0.75ml de A y 0.25 ml de B) diluido en 2 litros de agua recomendados por Ordoñez (2018) y aplicando 4 L/m² por día durante la etapa de producción así como a los 0.49 kg PC/m² reportados por Taboada (2019) quien utilizó luz LED roja en la etapa de germinación. Tanto el tratamiento T4 y T2 superaron en 32.30% y 30.15% al rendimiento de PC/m² del tratamiento testigo que fue regado con agua pura y que presentó el menor rendimiento de proteína cruda del estudio.

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	T5
B1	0.43	0.47	0.57	0.50	0.52	0.43
B2	0.44	0.45	0.54	0.58	0.59	0.50
B3	0.43	0.49	0.59	0.50	0.58	0.54
B4	0.43	0.47	0.56	0.51	0.59	0.47
B5	0.44	0.51	0.56	0.46	0.58	0.50
Total/tratamiento	2.16	2.39	2.82	2.55	2.86	2.44
Promedio	0.43c	0.48b	0.56a	0.51b	0.57a	0.49b

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

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 al aplicar el análisis de varianza (anexo 1.6) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) presentando mejor producción de extracto etéreo (EE)/m² los tratamientos T2, T3 y T4 que recibieron 4%; 6% y 8% de cuyinaza de recría como sustrato nutritivo con respecto al peso de semilla procesada respectivamente entre los cuales no hubo diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) oscilando con un contenido de 0.12 Kgde EE/m² el cual fue inferior al rendimiento de 0.19 kg EE reportado por Vásquez (2020) quien utilizó una dosis de 1 ml de solución hidropónica (0.75ml de A y 0.25 ml de B) diluido en 2 litros de agua y aplicando 4 litros por metro cuadrado (*Hordeum vulgare*) por día durante la etapa de producción pero superaron en 17% al rendimiento de 0.1 Kg EE/m² logrado por T0 que fue regado solo con agua pura (T0) y el rendimiento de 0.11 con 0.10 Kg EE/m². Sin embargo el rendimiento de EE/m² de T1 quien utilizó 2% de cuyinaza de recría como sustrato nutritivo con respecto al peso de semilla y los que fueron regados con agua con soluciones hidropónicas A y B fue igual a los 0.11 Kg de EE/m² reportados por Taboada (2019) quien utilizó luz LED roja en etapa de germinación.

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	T5
B1	0.10	0.11	0.12	0.11	0.11	0.10
B2	0.10	0.10	0.11	0.13	0.12	0.11
B3	0.10	0.11	0.12	0.11	0.12	0.12
B4	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.10
B5	0.10	0.11	0.11	0.10	0.12	0.11
Total/tratamiento	0.50	0.54	0.58	0.58	0.58	0.54
Promedio	0.10b	0.11ab	0.12a	0.12a	0.12a	0.11ab

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

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 composición química de la tabla 5 y producción de materia seca de la tabla 7. Los resultados se aprecian en la tabla 10 y con el análisis de varianza (anexo 1.6) se hallaron diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0.05$) presentando mayor rendimiento de FC/m² los tratamientos T2, T3 y T4 que recibieron 4%; 6% y 8% de cuyinaza de recría como sustrato nutritivo con respecto al peso de semilla procesada respectivamente entre los cuales no hubo diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) oscilando con un contenido de 0.12 (T3) a 0.13 Kg de FC/m² (T2 y T4). El tratamiento con menor producción de FC/m² fue T0 con un rendimiento de 0.09 Kg FC/m².

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	T5
B1	0.09	0.11	0.13	0.12	0.12	0.10
B2	0.09	0.10	0.12	0.14	0.14	0.11
B3	0.09	0.11	0.13	0.12	0.13	0.12
B4	0.09	0.11	0.13	0.13	0.14	0.11
B5	0.09	0.11	0.13	0.11	0.13	0.11
Total/tratamiento	0.46	0.53	0.64	0.62	0.65	0.56
Promedio	0.09c	0.11b	0.13a	0.12a	0.13a	0.11b

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

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) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) y aplicando la prueba de Duncan el tratamiento con mayor producción de cenizas fue el tratamiento que recibió 8.0% de cuyinaza de recría como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar con un rendimiento de 0.55 Kg CEN/m² superando al valor reportado por Taboada (2019) de 0.47 kg quien utilizó luz LED roja en la etapa de germinación cuyo rendimiento fue similar al rendimiento de Cen/m² con 2.0% de cuyinaza de recría como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar (T1). El tratamiento con menos rendimiento de CEN/m² lo presento el que fue regado con agua pura (T0) con un rendimiento de 0.39 Kg CEN/m² la cual superó el rendimiento de 0.12 kg CEN/m² reportado por Vásquez (2020) quien utilizó una dosis de 1 ml de solución hidropónica (0.75ml de A y 0.25 ml de B) diluido en 2 litros de agua y aplicando 4 litros por metro cuadrado (*Hordeum vulgare*) por día durante la etapa de producción

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	T5
B1	0.38	0.47	0.52	0.50	0.48	0.41
B2	0.40	0.45	0.49	0.58	0.54	0.48
B3	0.38	0.48	0.53	0.50	0.53	0.51
B4	0.38	0.47	0.50	0.51	0.54	0.44
B5	0.40	0.50	0.50	0.46	0.53	0.48
Total/tratamiento	1.94	2.37	2.54	2.55	2.62	2.32
Promedio	0.39d	0.47bc	0.51ab	0.51ab	0.52a	0.46c

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

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 el tratamiento que recibió 4.0% de cuyinaza de recría como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar (T2) con un rendimiento de 6.23 Kg de Germinado Hidropónico por kilogramo de Semilla procesada, valor que se halla dentro del rango reportado por Tarrillo (2005) de 6 a 8 kg pero se halló debajo del rendimiento de 7.22 kg hallados por Guevara (2013) y superó en 21.26% al tratamiento que fue regado con agua pura (T0) con un rendimiento de 5.04 Kg hallándose ligeramente debajo del rendimiento de 6.86 kg de GH/kg de semilla reportados por Ruesta (2013).

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

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4	T5
B 1	4.96	5.36	6.35	5.56	5.56	4.76
B 2	5.16	5.16	5.95	6.55	6.35	5.56
B 3	4.96	5.56	6.55	5.56	6.15	5.95
B 4	4.96	5.36	6.15	5.75	6.35	5.16
B5	5.16	5.75	6.15	5.16	6.15	5.56
Total/tratamiento	25.20	27.18	31.15	28.57	30.56	26.98
Promedio	5.04d	5.44cd	6.23a	5.71bc	6.11ab	5.40cd

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

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 el tratamiento que recibió 4.0% de cuyinaza de recría como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar (T2) con 1.28Kg MS/ Kg de semilla superando el rendimiento al rendimiento de 1.17 Kg MS/kg de semilla reportado por Taboada (2019) quien utilizó luz LED roja en la etapa de germinación y cosechada a 15 días de edad y al de López (2010) que reportó un rendimiento de 0.62 kg MS/kg de semilla y superó en 19.24% al rendimiento de 1.0 Kg MS/kg de semilla logrados por el tratamiento que utilizo agua pura en el riego del GH de cebada (T0). Sin embargo, todos los tratamientos del presente estudio rindieron por debajo de los 1.43 kg MS/kg de semilla reportado por Vásquez (2020) y al rendimiento logrado por Sinchiguano (2008) de 1.7 kg en Ecuador utilizando 17 días en proceso de producción.

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

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4	T5
B 1	0.98	1.07	1.31	1.08	1.08	0.93
B 2	1.02	1.03	1.23	1.28	1.24	1.08
B 3	0.98	1.11	1.35	1.08	1.20	1.16
B 4	0.98	1.07	1.27	1.12	1.24	1.00
B5	1.02	1.15	1.27	1.00	1.20	1.08
Total/tratamiento	4.99	5.44	6.41	5.57	5.95	5.26
Promedio	1.00d	1.09cd	1.28a	1.11bc	1.19b	1.05cd

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

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

Con la información del anexo La temperatura máxima y mínima se tomó con un termo higrómetro a las 7:00 am; 1:00 pm y 7:00 pm y los resultados se aprecian en la tabla 14.

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

	Máximas (°C)	Mínimas (°C)	Humedad (%)
Media	20.31	16.88	53.79
SD	2.79	1.28	4.21

3.4 Costos de producción de los tratamientos evaluados

Para determinar los costos de producción de Germinado Hidropónico se utilizó la estructura de costos de producción de la empresa “Vallesol SAC” (anexo 1.11) tanto en

base fresca (TCO) y materia seca (MS), el costo por kg de semilla fue S/. 2.50 por litro de agua S/ 0.05; Soluciones hidropónicas 0.75ml A y 0.25ml B S/ 0.04; costo por hora de mano de obra S/ 3.13 y por depreciación de maquinaria y equipos S/ 0.05. Los costos de producción más eficientes fueron logrados con el tratamiento T2 que utilizó 4.0% de cuyinaza de recría como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar tal como se aprecia en la tabla 15.

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

<u>Tratamiento</u>	<u>TCO</u>	<u>MS</u>
T0	1.03	5.00
T1	0.96	4.59
T2	0.84	3.91
T3	0.92	4.49
T4	0.86	4.02
T5	0.97	4.67

IV. CONCLUSIONES

La relación porcentual entre cuyinaza de recría como sustrato nutritivo y semilla de Cebada si influye en la producción de Germinado Hidropónico en Cutervo-Cajamarca.

Los mejores rendimientos de producción por metro cuadrado se lograron utilizando 4% de cuyinaza como sustrato con respecto a la cantidad de semilla a procesar: 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.

La mejor productividad de 6.23 Kg GH/kg de semilla de cebada y 1.28 kg de MS/kg de semilla y cosechados a los 15 días de edad se logró con 4.0% de cuyinaza como sustrato con respecto al peso de la semilla a procesar.

El costo de producción más económico de kg de GH de cebada en base fresca (TCO) y kg de MS de GH de cebada se logró utilizando 4.0% de cuyinaza con respecto al peso de la semilla de cebada a procesar.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar 4.0% de cuyinaza de recría como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla de cebada a procesar en la producción de Germinado Hidropónico de cebada.
2. Evaluar dosis de cuyinaza de reproductoras lactantesy sin crias como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla de cebada a procesar en la producción de germinado Hidropónico de cebada.
3. Evaluar dosis de cuyinaza de recría y de reproductoras lactantesy sin crias como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla de cebada a procesar en la producción de germinado Hidropónico de otras semillas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ALIAGA, L., MONCAYO GALLIANI, R., et al. 2009. Producción de cuyes. Fondo editorial Universidad Católica Sedes Sapientiae. Lima Perú. 888 p.
- ALBARRACIN, M.A. Sección 5. Curies. Manual Agropecuario. 2002. Tomo II. Editorial Lexus. Colombia. 1191 p.
- BELTRANO, J y GIMENEZ, D. cultivo en hidroponía. Libros de cátedra. Facultad de ciencias agrarias y forestales. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. Recuperado el 20 de noviembre de 2019 de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1
- CRUZ, J. 2013. Forraje verde hidropónico. En línea. Recuperado el 3 noviembre de 2019 de <http://fvh143forrajeverdehidroponico.blogspot.com/>
- EDICIONES CULTURALES VER. 1992. Cultivos Hidropónicos. Industria Agroquímica, S.A., fascículo 9, Bogotá, Colombia. 152 p.
- 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.
- FAO. 2011. Solución nutritiva. Hidroponía Simplificada. Cartillas de capacitación. En línea. Recuperado el 15 de julio de 2019 de <https://issuu.com/hidroponiagdldocs/docs/hidroponia-fao>
- 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.
- LOPEZ, E. 2010. Hidroponía. Documento en línea s/f. Recuperado el 15 octubre de 2018 de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/174/2/03%20AGP%2029%20CAPITULO%20II.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) En línea. Recuperado el 4 de diciembre de 2019 de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/14477>
- RUESTA, I. 2013. Tiempo de remojo y concentración de yodo y/o lejía en desinfección de

- semilla de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Lambayeque. Tesis ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Perú. 105 p.
- RODRIGUEZ, J.M. 1991. Métodos de investigación pecuaria. Editorial Trillas. México. D. F. 208 p.
- SISTEMA DE INFORMACION AGRICOLA NACIONAL DE VENEZUELA (SIAN). 2011. Determinación de la pureza, poder germinativo y valor cultural de las semillas. Folleto en línea. Publicado el año 2011, Recuperado el 15 de agosto de 2019. De <http://sian.inia.gob.ve/repositorio/folletosvenezolanos/91-100/93%20pureza%20poder%20germinativo%20y%20valor%20cultural%20de%20las%20semillas.pdf>
- SINCHIGUANO, M. 2008. Producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Tesis (Ing. Zoot). Riobamba, EC, Escuela Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. 108 p. Recuperado el 2 de junio de 2019 de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1707/1/17T0822.pdf>
- TABOADA, J. 2019. Luz led azul y roja en germinación para la producción de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en Lambayeque. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. 60 p.
- 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.
- VILALTA, S. 2011. Los germinados (en línea). Recuperado el 3 dic. 2019 de <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=1554>
- VASQUEZ, R. 2020. Dosis y volumen de solución nutritiva por metro cuadrado de Germinado Hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en Lambayeque. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. 66 p.
- VELASQUEZ, D. 2017. Efecto de tres niveles de cuyinaza en el rendimiento de zanahoria (*Daucus carota* L.) VAR. CHANTENAY ROYAL. En Santiago de Chuco, La Libertad. Tesis. Ingeniero Agronomo. Escuela Académico Profesional de Agronomía. Facultad de ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad, Perú.

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
Peso cosecha30		0.65	0.58	5.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.32	5	0.26	9.02	0.0001
Tratamiento	1.32	5	0.26	9.02	0.0001
Error	0.70	24	0.03		
Total	2.02	29			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0292 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	3.14	5	0.08 A
T4	3.08	5	0.08 A B
T3	2.88	5	0.08 B C
T1	2.74	5	0.08 C D
T5	2.72	5	0.08 C D
T0	2.54	5	0.08 D

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/m2	30	0.65	0.58	5.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	63.42	5	12.68	9.02	0.0001
Tratamiento	63.42	5	12.68	9.02	0.0001
Error	33.76	24	1.41		
Total	97.17	29			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.4066 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	21.81	5	0.53 A
T4	21.39	5	0.53 A B
T3	20.00	5	0.53 B C
T1	19.03	5	0.53 C D
T5	18.89	5	0.53 C D
T0	17.64	5	0.53 D

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
MS/m ²	30	0.73	0.68	5.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.67	5	0.73	13.24	<0.0001
Tratamiento	3.67	5	0.73	13.24	<0.0001
Error	1.33	24	0.06		
Total	5.00	29			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0555 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	4.49	5	0.11	A
T4	4.37	5	0.11	A
T3	3.90	5	0.11	B
T1	3.81	5	0.11	B C
T5	3.75	5	0.11	B C
T0	3.49	5	0.11	C

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
PC/m ²	30	0.76	0.71	6.03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.07	5	0.01	15.09	<0.0001
Tratamiento	0.07	5	0.01	15.09	<0.0001
Error	0.02	24	9.4E-04		
Total	0.09	29			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0009 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4	0.57	5	0.01	A
T2	0.56	5	0.01	A
T3	0.51	5	0.01	B
T5	0.49	5	0.01	B
T1	0.48	5	0.01	B
T0	0.43	5	0.01	C

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
EE/m ²	30	0.52	0.42	6.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.2E-03	5	2.3E-04	5.18	0.0023
Tratamiento	1.2E-03	5	2.3E-04	5.18	0.0023
Error	1.1E-03	24	4.5E-05		
Total	2.3E-03	29			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0000 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	0.12	5	3.0E-03 A
T4	0.12	5	3.0E-03 A
T3	0.12	5	3.0E-03 A
T5	0.11	5	3.0E-03 A
T1	0.11	5	3.0E-03 A B
T0	0.10	5	3.0E-03 B

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
FC/m ²	30	0.81	0.78	6.19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	5	1.1E-03	21.00	<0.0001
Tratamiento	0.01	5	1.1E-03	21.00	<0.0001
Error	1.2E-03	24	5.1E-05		
Total	0.01	29			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0001 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T4	0.13	5	3.2E-03 A
T2	0.13	5	3.2E-03 A
T3	0.12	5	3.2E-03 A
T5	0.11	5	3.2E-03 B
T1	0.11	5	3.2E-03 B
T0	0.09	5	3.2E-03 C

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
Cen/m2	30	0.75	0.70	6.16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.06	5	0.01	14.38	<0.0001
Tratamiento	0.06	5	0.01	14.38	<0.0001
Error	0.02	24	8.6E-04		
Total	0.08	29			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0009 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4	0.52	5	0.01	A
T3	0.51	5	0.01	A B
T2	0.51	5	0.01	A B
T1	0.47	5	0.01	B C
T5	0.46	5	0.01	C
T0	0.39	5	0.01	D

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.	30	0.65	0.58	5.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.18	5	1.04	9.02	0.0001
Tratamiento	5.18	5	1.04	9.02	0.0001
Error	2.76	24	0.11		
Total	7.93	29			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1148 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	6.23	5	0.15	A
T4	6.11	5	0.15	A B
T3	5.71	5	0.15	B C
T1	5.44	5	0.15	C D
T5	5.40	5	0.15	C D
T0	5.04	5	0.15	D

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
KgMS/kg sem	30	0.71	0.65	5.93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.		SC	gl	CM	F	p-valor	Modelo
0.26	5	0.05	11.78	<0.0001	Tratamiento	0.26	
5	0.05	11.78	<0.0001	Error	0.11	24	4.4E-03
Total		0.37	29				

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0044 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	1.28	5	0.03 A
T4	1.19	5	0.03 B
T3	1.11	5	0.03 B C
T1	1.09	5	0.03 C D
T5	1.05	5	0.03 C D
T0	1.00	5	0.03 D

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

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

	mañana			mediodia			tarde		
	MAX.	MIN	H.R	MAX.	MIN	H.R	MAX.	MIN	H.R
17/11/2020	19.7	17.7	66%	24.0	18.6	49%	20.5	17.0	56%
18/11/2020	18.7	15.8	60%	23.5	16.7	49%	18.5	16.5	54%
19/11/2020	19.0	16.8	56%	23.6	16.6	49%	18.5	16.6	57%
20/11/2020	18.8	15.8	55%	23.7	17.6	49%	17.7	14.3	54%
21/11/2020	19.7	16.9	56%	23.4	18.8	49%	18.5	17.5	56%
22/11/2020	17.6	15.9	55%	23.2	19.0	49%	18.7	14.1	66%
23/11/2020	17.9	15.3	53%	23.5	19.6	49%	17.3	14.7	52%
24/11/2020	19.6	17.4	54%	23.3	19.7	49%	18.6	16.3	49%

1.11 Estructura de costos de producción de un kg de Materia seca (MS) de GH decebada del tratamiento T3 (S/)

PROCESO	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio unitario (soles)	Costo
PRE GERMINACIÓN (3 días)					
	Cebada	Kg.	2.08	2.00	4.16
	Agua	L	4.16	0.05	0.21
	Lejía	L	4.16	0.002	0.008
	Mano de obra	Horas	0.73	3.13	2.27
	Sub Total				6.65
GERMINACION (5 días)					
	Agua	L	6.24	0.05	0.31
	Mano de obra	Horas	0.28	3.13	0.87
	Sub Total				1.18
PRODUCCION (7 dias)	Agua	L	6.24	0.05	0.31
	Bicarbonato sodio	g	6.24	0.02	
	Sanitizador	ml	6.24	0.04	
	Mano de Obra	Horas	0.33	3.95	1.32
	Sub Total				1.63
TOTAL					9.46
Costo de producción por tratamiento (S/)					9.46
Rendimiento/tratamiento (Kg)					3.77
Costo de 1 Kg de germinado hidropónico					2.51
Costo de depreciación/kg					0.05
Costo Total de 1 Kg. de germinado hidropónico de cebada					2.56