



# **UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA ESCUELA**

**PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**

Relación porcentual entre cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo y  
semilla de cebada para germinado hidropónico

## **TESIS**

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

## **AUTOR**

Bach. Chapoñan Vidaurre, Manuel James

## **ASESOR**

Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón. Dr.

Registro ORCID (0000-0001-6666-4721)

Lambayeque, 29 junio de 2022

Relación porcentual entre cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo y  
semilla de cebada para germinado hidropónico

**TESIS**

Para optar el título profesional de  
**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**

Bach. Chapoñan Vidaurre, Manuel James

**ASESOR**

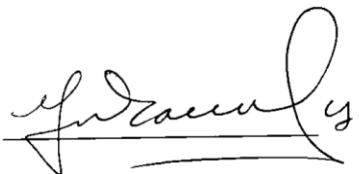
Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.

**Aprobada por el siguiente jurado**



---

**Ing. Alejandro Flores Paiva**  
**Presidente**



---

**Ing. José Humberto Gamonal Cruz**  
**Secretario**



---

**M. Sc. Benito Bautista Espinoza**  
**Vocal**



---

**Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.**  
**Asesor**



# UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

## FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA



### ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL N° 006- 2022/FIZ

Siendo las 7:30 am del día miércoles 29 de junio de 2022, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 062-2022-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 5 de junio de 2022, que autoriza la sustentación virtual de la tesis "RELACION PORCENTUAL ENTRE CUYINAZA DE REPRODUCTORAS COMO SUSTRATO NUTRITIVO Y SEMILLA DE CEBADA PARA GERMINADO HIDROPONICO" presentado por el bachiller Manuel James Chapoñan Vidaurre, se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/adh-uhiz-uyf> los miembros de jurado designados por Resolución N° 185-2021-VIRTUAL/FIZ, del 13 de octubre del 2021: Ing. Alejandro Flores Paiva (presidente); Ing. José Humberto Gamonal Cruz (secretario); Ing. Benito Bautista Espinoza, M. Sc. (vocal) e Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. (Patrocinador); para dictaminar sobre la sustentación del trabajo de tesis antes citado, el cual fue aprobado con Resolución N° 219-2021-VIRTUAL-FIZ/D del 05 de diciembre de 2021.

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 vía plataforma virtual: [meet.google.com/uik-mkbq-kvy](https://meet.google.com/uik-mkbq-kvy) para deliberar y calificar la sustentación de la tesis: "RELACION PORCENTUAL ENTRE CUYINAZA DE REPRODUCTORAS COMO SUSTRATO NUTRITIVO Y SEMILLA DE CEBADA PARA GERMINADO HIDROPONICO" presentado por el bachiller Manuel James Chapoñan Vidaurre; habiendo acordado APROBAR el trabajo de tesis con la nota en escala vigesimal de 18 equivalente al calificativo de MUY BUENO; recomendando incluir en la redacción del informe final las sugerencias dadas durante la sustentación.

Por lo tanto, el Bachiller en Ingeniería Zootecnia MANUEL JAMES CHAPOÑAN VIDAURRE, se encuentra APTo para optar el Título Profesional de Ingeniera Zootecnista de acuerdo a la ley Universitaria N° 30220 y normatividad vigente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y de la Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo as 7:30pm horas se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado y asesor.

Ing. Alejandro Flores Paiva  
Presidente

Ing. José Humberto Gamonal Cruz  
Secretario

Ing. Benito Bautista Espinoza, MSc.  
Vocal

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE INGENIERIA ZOOTECNIA  
La presente es copia fiel del original a la que me remito  
en caso necesario

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.  
Asesor


Lambayeque 28 de Octubre del 2022

  
FELICITACION

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Bach. James Manuel Chapoñan Vidaurre investigador principal, e Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. asesor, del trabajo de investigación: RELACIÓN PORCENTUAL ENTRE CUYINAZA DE REPRODUCTORAS COMO SUSTRATO NUTRITIVO Y SEMILLA DE CEBADA PARA GERMINADO HIDROPÓNICO para optar el título profesional de ingeniero zootecnista, declaramos bajo juramento que este trabajo, no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrara lo contrario, asumoresponsablemente 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 consecuenciade este informe.

Lambayeque, 25 mayo de 2022



.....  
Bach. Chapoñan Vidaurre Manuel James

**Investigador**



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

**Asesor**

## **DEDICADO A**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a Dios y a mis padres José Manuel Chapoñan Acosta y María Julia Vidaurre Sandoval, por haberme dado la vida.

Quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, siendo el soporte necesario para mi formación profesional, creyendo en mí en todo momento.

A mis hermanos: Hubert, Yanet, Yulissa y a mi tía María Josefa una persona muy especial para mí; y quien a lo largo de mi vida me apoyo y creyó en mí en todo momento depositando su entera confianza en mí.

***Manuel James***

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, doy gracias infinitamente a Dios por protegerme y guiarme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mis padres José Manuel Chapoñan y María Julia quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, y a mis hermanos y tíos quienes me motivaron de las maneras posibles en esta meta.

Al ingeniero Dr. Napoleón Corrales Rodríguez asesor de esta tesis por su asesoramiento y aportes cognitivos e invaluable, fundamentales en el desarrollo de esta tesis por su apoyo con las instalaciones y materiales proporcionándome desinteresadamente cuinasa de reproductores necesaria para esta tesis.

***Manuel James***

## Resumen

### **Relación porcentual entre cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo y semilla de cebada para germinado hidropónico**

El estudio se realizó en el asentamiento humano Nuevo Mocce de la provincia y distrito de Lambayeque del 23 de setiembre al 7 de octubre de 2021 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/m<sup>2</sup>) 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 de reproductoras - 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 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 Duncan demostró que los mejores resultados en rendimiento (kg/m<sup>2</sup>) de PC, FC y CEN así como mayor productividad de GH y MS (Kg/kg de semilla) y menor costo se lograron con 2.0% de cuyinaza de reproductoras con respecto al peso de la semilla a de cebada a procesar.

**Palabras clave:** hidroponía, cebada, cuyinaza, reproductoras

## Summary

### **Percentage relationship between cuyinaza of breeders as a nutritive substrate and barley seed for hydroponic sprouting**

The study was carried out in the Nuevo Mocce human settlement in the province and district of Lambayeque from September 23 to October 7, 2021 and had as objectives: a) Determine the percentage relationship between cuyinaza as a nutritious substrate and barley seed for hydroponic germination (GH) in Cutervo-Cajamarca ; b) Determine the yield (kg/m<sup>2</sup>) 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 GH of barley on a fresh basis (TCO) and dry matter (DM). 6 treatments defined by the percentage relationship between the weight of cuyinase from breeders - weight of seed to be processed (%) were implemented, being: T0: GH of barley without cuyinase; T1: 2.0%; T2: 4.0% T3: 6.0%; T4: 8.0% and T5: barley GH with nutrient solutions 0.75 ml of A and 0.25 ml of B diluted in 4 liters of irrigation water (Ordoñez et.al., 2018). A Complete Random Design with the same number of repetitions (8 trays) was used. The analysis of variance found significant statistical differences between treatments ( $p < 0.05$ ) and Duncan's test showed that the best results in yield (kg/m<sup>2</sup>) of PC, FC and CEN as well as higher productivity of GH and MS (Kg/kg of seed) and lower cost were achieved with 2.0% cuyinase from breeders with respect to the weight of the barley seed to be processed.

**Keywords:** hydroponics, barley, cuyinaza, breeders

<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
Resumen	xiii
INTRODUCCIÓN	3
I. DISEÑO TEÓRICO	5
1.1 Antecedentes	5
1.2 Bases teóricas	7
II. MÉTODOS Y MATERIALES	13
2.1 Tipo y Diseño de estudio	13
2.2 Lugar y duración	13
2.3 Tratamientos evaluados	13
2.4 Materiales	13
2.5 Instalaciones y equipo	14
2.6 Técnicas experimentales	14
2.7 Variables evaluadas	17
2.8 Evaluación de la información	18
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
3.1 Análisis de producción de Germinado Hidropónico (GH) de cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) por tratamiento	19
3.1.1 Producción de Germinado Hidropónico (GH) por bandeja (TCO)	19
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)	19
3.1.3 Producción de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (TCO)	20
3.1.4 Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)	20
3.1.5 Producción de proteína cruda (PC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)	21
3.1.6 Producción de extracto etéreo (EE) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (Kg)	22
3.1.7 Producción de fibra cruda (FC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)	23
3.1.8 Producción de cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)	24
3.2 Análisis de productividad de Germinado Hidropónico de cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) por tratamiento	24
3.2.1 Rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca por kg de semilla procesada (Kg)	25
3.2.2 Rendimiento de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada	26
3.3 Costos de producción de los tratamientos evaluados	26
3.4 Costos de producción de los tratamientos evaluados	27
IV. CONCLUSIONES	29
V. RECOMENDACIONES	30
BIBLIOGRAFÍA CITADA	31
ANEXOS	33



## 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	17
Tabla 4. Peso de Germinado Hidropónico de bandeja a la cosecha según tratamiento (Kg)	18
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 de cada 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).	23
Tabla 11. Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	24
Tabla 12. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg).	25
Tabla 13. Rendimiento de materia seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).	26
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

## **INTRODUCCIÓN**

La cuyinaza es un producto generado en las granjas y sólo se destinan al uso como fertilizante en la agricultura tradicional y almacenado en un solo lugar tanto la cuyinaza de recría y reproducción demostrando ser eficiente como fuente de abono en cultivos tradicionales y de hortalizas como la zanahoria cuyos rendimientos se optimizan utilizando 6 t/ha (Velásquez, 2017), sin embargo la aplicación diferenciada de cuyinaza respetando la categoría animal en germinado hidropónico como sustrato nutritivo ha empezado a ser estudiado demostrándose que los resultados se optimizan utilizando un 4% de cuyinaza de recría con respecto al peso de la semilla procesada (Villanueva, 2021) pero se desconoce cuál es la relación porcentual entre la cuyinaza de reproductoras y el peso de la semilla de cebada procesada ya que éstas tienen otro requerimiento nutricional y eficiencia metabólica afectada por la fisiología y edad del animal lo cual influiría en la calidad de absorción de las plantas para proveerse de nutrientes constituyendo una alternativa de sustitución a la solución hidropónica A y B favoreciendo la reducción de costos de producción y tecnificar el uso de la cuyinaza generada en la producción de cuyes.

### **Formulación del problema**

Se ha formulado la siguiente interrogante: ¿Influye la relación porcentual entre cuyinaza de reproductoras y peso de semilla de cebada en la producción de Germinado Hidropónico?

### **Hipótesis**

La relación porcentual entre cuyinaza de reproductoras y peso de semilla de cebada si influye en la producción de Germinado Hidropónico

### **Justificación del estudio**

El presente trabajo se justifica por buscar alternativas diferenciadas de fertilización para Germinado hidropónico en cebada optimizando el uso de la cuyinaza de reproductoras relacionada porcentualmente con el peso de semilla procesada.

**Objetivos:**

Al ejecutar el presente proyecto de investigación se busca:

- Determinar la relación porcentual entre cuyinaza de cuyes en reproducción como sustrato nutritivo y semilla de cebada para germinado hidropónico
- 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**

“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)

“La densidad de siembra para la cebada en cultivo hidropónico es de 20 gr/dm<sup>2</sup> 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” (LÓPEZ, 2010)

“Los mejores resultados de desinfección de semilla de cebada (*Hordeum vulgare* L.) para producir germinado hidropónico se logran con 1 ml de hipoclorito de sodio por litro de agua durante 2 horas obteniendo un rendimiento de 6.86 kg de GH/kg de semilla procesada en base fresca con 17,48 % de proteína cruda en base seca” (RUESTA, 2013).

“En Ecuador, la productividad de kg de MS de FVH por kg de semilla de cebada fue 1.7 kg con 15 días de edad” (SINCHIGUANO, 2008).

“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/m<sup>2</sup>, 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).

“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 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 óptima 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/m<sup>2</sup>) 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/m<sup>2</sup>) 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).

“Se evaluó la calidad nutricional del forraje verde hidropónico de cebada fertilizada con soluciones de guano de cuy. Metodología: Se usaron concentraciones de guano a 100 g/L (T1) y 200 g/L (T2) y una solución comercial (T3) que sirvió como control, donde se midieron las siguientes variables: los porcentajes de Materia Seca (MS), Proteína, Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Acido (FDA) y el rendimiento de nutrientes (Kg/m<sup>2</sup>). Los resultados hallados en análisis químico de las soluciones de guano de cuy fueron 4,14% y 8,09% de Materia Seca y 2,77% y 5,56% de Materia orgánica en soluciones de guano de cuy de 100 g/L agua y 200 g/L agua, respectivamente, por lo que se deduce que las concentraciones de macro elementos eran adecuadas para el crecimiento normal de las plantas debido a que no se presentaron síntomas de deficiencia nutricional ni fitotoxicidad. No se encontró diferencia significativa entre los porcentajes de MS, Proteína, FDN y FDA. Sin embargo, se encontró diferencia significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) en la producción de nutrientes en T1 y T2 respecto a T3. De igual forma, se evaluó el rendimiento forrajero (Kg/m<sup>2</sup>), mostrando resultados significativamente mayores ( $p < 0,05$ ) en T1 y T2 respecto a T3. Se evaluó el tamaño de planta mediante la longitud de tallo siendo mayor en T2 ( $p < 0,05$ ) y la longitud de raíz fue mayor en T1 y T2 ( $p < 0,05$ ). Se concluye que las soluciones de guano de cuy son una alternativa orgánica de fertilización para el forraje hidropónico de cebada debido a la calidad de nutrientes que ofrece a la planta, el rendimiento que producen en ellas y la fácil disponibilidad y accesibilidad para los productores de animales en Cajamarca” (CANDIA, 2014)

## **1.2 Bases teóricas**

“Los requerimientos nutricionales de cuyes raza Perú en la etapa de crecimiento y acabado para Proteína cruda son: 20% y 17% respectivamente; Energía Digestible: 2.8 y 2.7 Mcal/Kg respectivamente; Fibra cruda: 8 y 10% respectivamente; Calcio: 0.8% en ambas etapas; Fosforo: 0.4% en ambas etapas; Sodio: 0.2% en ambas etapas; Lisina: 0.83 y 0.78% respectivamente; Metionina: 0.36 y 0.34% respectivamente y Met+Cis: 0.74 y 0.7% respectivamente” (VERGARA, 2008).

“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” (BELTRANO Y GIMENEZ, 2015)

“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” (ALIAGA et al., 2009)

“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” (TARRILLO, 2005)

“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” (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:** 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” (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 Universidad Nacional Agraria LaMolina

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” (TARRILLO, 2005)

“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” (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)

“Un recurso adicional en la crianza de cuyes es su producción de excreta. La composición química de ésta varía de acuerdo a los diferentes estadios fisiológicos de los cuyes (cuadro 1) y tipo de alimentación que reciben variando de acuerdo a la digestibilidad del insumo ingerido como se aprecia en el cuadro 2” (FAO, 2011)

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

<b>Nutriente</b>	<b>Madres gestantes</b>	<b>Madres con cría</b>	<b>Recién destetados (alfalfa)</b>	<b>Recién destetados (alfalfa + chala de maíz)</b>	<b>Recría</b>
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

<b>Nutriente</b>	<b>Alfalfa</b>	<b>Gramma china</b>	<b>Hoja de camote</b>	<b>Chala de maíz</b>
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.

“El término elemento esencial mineral (o nutriente mineral) fue propuesto por Arnon y Stout en 1939. Los elementos esenciales son: carbono, hidrógeno y oxígeno que provienen del aire y del agua del suelo. Además de: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, magnesio, fierro, cobre, zinc, manganeso, molibdeno y boro que son suministrados a la planta a partir de las reservas del suelo o mediante la aplicación de abonos y fertilizantes. Muchas especies han demostrado que les

resulta benéfica la presencia de cloro, cobalto, silicio, sodio, níquel, aluminio, iodo y posiblemente vanadio, pero estos no se consideran nutrientes esenciales” (PEREZ, 2017)

## 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 25 de setiembre al 6 de octubre de 2021 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 definidos por la relación Peso de semilla- peso de cuyinaza en las siguientes proporciones:

T0: Germinado Hidropónico de cebada sin cuyinaza de reproductoras

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

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

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

T4: Germinado Hidropónico de cebada con 8.0% de cuyinaza de reproductoras 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 8 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 29 kg de la semilla que presentó mayor valor cultural..

### **Cuyinaza**

La cuyinaza de reproductoras que se utilizó en el presente estudio procedió de un criadero de cuyes de animales reproductores machos alojados en jaulas metálicas con hembras de 1er a 3er parto alimentados con maíz chala como forraje y concentrado ubicado en la provincia de Lambayeque. El análisis de composición química en base seca (100% BS) fue realizado en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia con los siguientes resultados: Materia seca: 88.15%; Proteína cruda: 14.76%; Energía bruta: 2.322 Mcal/kg y Fibra cruda: 21.46%.

### **Hipoclorito de sodio**

Utilizado 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 del tratamiento se utilizó agua pura y en la etapa de producción del tratamiento T5 se utilizó 0.75 ml de A y 0.25 ml de B diluidas en 4 Litros de agua de riego

.

### **2.5 Instalaciones y equipo:**

- ✓ 3 torres hidropónicas
- ✓ 48 bandejas plásticas para hidroponía de 33 cm x 42 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 Preparación de cuyinaza de reproductoras para fertilización de Germinado hidropónico de cebada**

El procedimiento aplicado para obtener la cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo para la producción de germinado hidropónico fue el siguiente:

- Colección de cuyinaza diaria del piso debajo de las jaulas de reproductoras.
- Separado manual de residuos de forraje grandes precipitados al suelo y mezclados con la

cuyinaza de reproductoras.

- Fraccionamiento de cuyinaza de reproductoras fresca utilizando una malla electrosoldada de 5/8" de área para eliminar pelos y partículas de forraje no separado manualmente
- Deshidratación de cuyinaza de reproductoras al medio ambiente bajo sombra durante 5 días.
- Tamizado final de cuyinaza de reproductoras utilizando malla electrosoldada de 15/64" de área para eliminar más fracciones de forraje y pelo.
- Envasado de cuyinaza de reproductoras en saco de polietileno.

### **2.6.2 Producción de germinado hidropónico de cebada**

Se emplearon 48 bandejas para el estudio, asignando ocho bandejas a 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 calcular 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  $3.5 \text{ kg/m}^2$  similar a la utilizada por Villanueva (2021), se calculó la cantidad de semilla limpia por bandeja obteniendo 0.485 kg. Luego se multiplicó por las 48 bandejas en estudio (8 por tratamiento) dando un total de 23.28 kg de semilla de cebada "limpia" y para garantizar esta cantidad, se compró 29 kg de semilla de cebada en peso bruto.
- Escogido de granos partidos, paja y otras impurezas y pesado de 23.28 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 11.64 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 lavadoo 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:

- Pesado de la semilla neta de cada balde obteniendo un total de 40.80 kg y este resultado se dividió entre 48 bandejas para realizar una siembra homogénea de 0.85 kg de semilla oreada por bandeja de cada tratamiento.

- Para realizar la siembra se separaron 8 bandejas previamente identificadas de cada tratamiento considerando lo siguiente:

- a) En las bandejas de T1 y T5 se sembró la semilla oreada directamente sobre la superficie de las bandejas.

- b) En las bandejas de T2 antes de sembrar la semilla oreada de cebada se aplicó el 2% de cuyinaza de reproductoras en polvo con respecto al peso de 0.49 kg de semilla a procesar siendo 0.01kg de cuyinaza por/bandeja, inmediatamente se destaraba y se pesaba la semilla oreada procediendo a distribuirla manualmente sobre la cuyinaza.

En las bandejas de T3 antes de sembrar la semilla oreada de cebada se aplicó el 4% de cuyinaza de reproductoras en polvo con respecto al peso de 0.49 kg de semilla a procesar siendo 0.02 kg de cuyinaza por/bandeja, inmediatamente se destaraba y se pesaba la semilla oreada procediendo a distribuirla manualmente sobre la cuyinaza.

En las bandejas de T4 antes de sembrar la semilla oreada de cebada se aplicó el 4% de cuyinaza de reproductoras en polvo con respecto al peso de 0.49 kg de semilla a procesar siendo 0.03 kg de cuyinaza por/bandeja, inmediatamente se destaraba y se pesaba la semilla oreada procediendo a distribuirla manualmente sobre la cuyinaza.

- Luego de sembrar la semilla en cada bandeja se trasladaba a las cámaras de germinación provistas de una manta oscura, donde permanecieron por un periodo de 5 días. Diariamente se regaron con agua pura 3 veces al día: 7:00 am; 1:00 pm, y 7 pm con ayuda de mochila de riego por aspersión.

- 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. El programa de riego se amplió a 4 veces al día: 7:00 am; 11:00 am; 3:00 pm, y 7 pm con ayuda de mochila de riego por aspersión. En esta etapa los tratamientos que continuaron regándose con agua pura fueron T0; T1; T2; T3 y T4 y el tratamiento T5 se regó con agua con solución hidropónica utilizando 0.75ml de A y 0.25 ml de B diluidas en 4 litros de agua de riego (Ordoñez et al., 2018).

- 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 40 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:

$$H_0: \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

$H_a$ : 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 (8 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

$\mu$  : 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) = 42		Sc EE/t (r-1)	
Total	tr-1= 47			

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 de reproductoras y peso de semilla procesada de 2% (T2) superando al peso de T0 que no utilizó cuyinaza de reproductoras como sustrato en 12.44% difiriendo al porcentaje de cuyinaza de recria que fue de 4% para producir GH de cebada (Villanueva, 2021) y superó en 3.32% 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 8.83%.

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

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4	T5
B 1	2.50	3.17	2.58	2.85	2.44	2.71
B2	2.40	2.70	2.43	2.52	2.84	2.76
B 3	2.40	2.67	2.66	2.85	2.61	2.66
B 4	2.67	2.80	2.74	2.57	2.92	2.57
B 5	2.10	2.70	2.73	2.42	2.49	2.63
B 6	2.72	3.27	2.73	2.86	2.40	2.74
B 7	2.63	2.47	2.90	2.81	2.41	2.87
B 8	2.47	2.60	2.56	2.73	2.44	2.73
Total/tratamiento	19.890	22.375	21.330	21.600	20.545	21.665
Promedio	2.49c	2.80a	2.67abc	2.70ab	2.57bc	2.71ab

##### 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	T5
Materia seca (% TCO)	19.93	20.66	20.51	20.91	20.92	20.01
PC (% BS)	12.79	12.58	12.73	12.63	12.33	13.24
EE (% BS)	2.71	2.71	2.68	2.77	2.59	2.95
FC (% BS)	11.34	11.86	11.31	11.53	11.42	12.29
CEN (% BS)	2.61	2.66	2.63	2.77	2.49	2.90

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 m<sup>2</sup> 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 20.18 kg de GH/m<sup>2</sup> el tratamiento que utilizó la relación entre peso de cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo y peso de semilla procesada de 2% (T1) superando al rendimiento de T0 que no utilizó cuyinaza como sustrato nutritivo en 12.49 % y superó en 3.28% al rendimiento de GH/m<sup>2</sup> del tratamiento que utilizó soluciones hidropónicas diluidas en 4 litros de agua de riego (T5) siguiendo las recomendaciones de Ordoñez et al. (2018).

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

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4	T5
B1	18.04	22.87	18.61	20.56	17.60	19.52
B2	17.32	19.48	17.53	18.18	20.49	19.91
B3	17.32	19.26	19.19	20.56	18.80	19.19
B4	19.26	20.20	19.77	18.54	21.07	18.54
B5	15.15	19.48	19.70	17.42	17.97	18.98
B6	19.62	23.56	19.70	20.63	17.32	19.77
B7	18.98	17.82	20.92	20.27	17.39	20.71
B8	17.82	18.76	18.47	19.66	17.60	19.70
Total/tratamiento	143.51	161.44	153.90	155.84	148.23	156.31
Promedio	17.94c	20.18a	19.24abc	19.48ab	18.53bc	19.54ab

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 4.17 kg MS/m<sup>2</sup> el tratamiento que utilizó la relación entre peso de cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo y peso de semilla procesada de 2% (T1) siendo inferior a los 4.49 kg de MS/m<sup>2</sup> logrados utilizando la relación entre peso de cuyinaza de recria como sustrato nutritivo y peso de semilla procesada de 4% (Villanueva, 2021), asimismo superó en 16.48% al rendimiento de T0 que no utilizó cuyinaza de reproductoras como sustrato y superó en 6.24% al rendimiento de 3.91 kg MS/m<sup>2</sup> del tratamiento que utilizó soluciones hidropónicas diluyendo 1 ml de solución hidropónica (0.75ml de A y 0.25 ml de B) en 4 litros de agua de riego (T5) siguiendo las recomendaciones de Ordoñez et al. (2018).

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

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4	T5
B1	3.59	4.73	3.82	4.30	3.68	3.91
B2	3.45	4.02	3.60	3.80	4.29	3.98
B3	3.45	3.98	3.94	4.30	3.93	3.84
B4	3.84	4.17	4.05	3.88	4.41	3.71
B5	3.02	4.02	4.04	3.64	3.76	3.80
B6	3.91	4.87	4.04	4.31	3.62	3.96
B7	3.78	3.68	4.29	4.24	3.64	4.14
B8	3.55	3.88	3.79	4.11	3.68	3.94
Total/tratamiento	28.60	33.35	31.56	32.59	31.01	31.28
Promedio	3.58b	4.17a	3.95a	4.07a	3.88a	3.91a

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/m<sup>2</sup> 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)/m<sup>2</sup> se logró con los tratamientos que recibieron 2% de cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar (T1) y el tratamiento que utilizó 1 ml de solución hidropónica (0.75ml de A y 0.25 ml de B) diluido en 4 litros de agua (T5) según la recomendación de Ordoñez (2018) con 0.52 kg PC/m<sup>2</sup> no habiendo diferencias estadísticas significativas entre ambos ( $p>0.05$ ) con lo cual se deduce que el 2% de cuyinaza de reproductoras aplicada al momento de la siembra aportaría lo mismo que las solución hidropónica A y B para nutrición requerida por la planta tal como indican Beltrano y Gimenez (2015). Cabe indicar que este rendimiento estuvo ligeramente por debajo de los 0.57 kg PC/m<sup>2</sup> logrados utilizando 4% de cuyinaza de recría como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar lo cual se debería a la calidad nutritiva del concentrado de reproductoras con 20% de PC y los de recría con 18% de PC que son formulados según requerimientos nutricionales para cuyes raza Perú (Vergara, 2008) y demostrando un mayor aprovechamiento de este nutriente en los cuyes en recría y menor liberación de este nutriente en la cuyinaza.

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	0.46	0.59	0.49	0.54	0.45	0.52
B2	0.44	0.51	0.46	0.48	0.53	0.53
B3	0.44	0.50	0.50	0.54	0.48	0.51
B4	0.49	0.53	0.52	0.49	0.54	0.49
B5	0.39	0.51	0.51	0.46	0.46	0.50
B6	0.50	0.61	0.51	0.54	0.45	0.52
B7	0.48	0.46	0.55	0.54	0.45	0.55
B8	0.45	0.49	0.48	0.52	0.45	0.52
Total/tratamiento	3.66	4.20	4.02	4.11	3.82	4.14
Promedio	0.46c	0.52a	0.50ab	0.51ab	0.48bc	0.52a

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)/m<sup>2</sup> el tratamiento que utilizó solución nutritiva en el agua de riego con 0.12 kg de EE/m<sup>2</sup> similar al rendimiento reportado por Villanueva (2021) quien utilizó 4% de cuyinaza de recría en relación al peso de semilla en producción de GH de cebada superando en 8.33 % a los tratamientos que recibieron 2% y 6% de cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo con respecto al peso de semilla procesada (T1 y T3 respectivamente) entre los cuales no hubo diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) con un contenido de 0.11 Kgde EE/m<sup>2</sup> para ambos tratamientos. Ambos superaron en 10% al rendimiento de EE/m<sup>2</sup> del tratamiento que fue regado sólo con agua pura durante el estudio (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	T5
B1	0.10	0.13	0.10	0.12	0.10	0.12
B2	0.09	0.11	0.10	0.11	0.11	0.12
B3	0.09	0.11	0.11	0.12	0.10	0.11
B4	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
B5	0.08	0.11	0.11	0.10	0.10	0.11
B6	0.11	0.13	0.11	0.12	0.09	0.12
B7	0.10	0.10	0.12	0.12	0.09	0.12
B8	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	0.12
Total/tratamiento	0.77	0.90	0.85	0.90	0.80	0.92
Promedio	0.10d	0.11ab	0.11bc	0.11ab	0.10cd	0.12a

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 la tabla 5 y tabla 7. Los resultados se aprecian en la tabla 10 y el análisis de varianza (anexo 1.6) halló diferencias estadísticas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) presentando mayor rendimiento de FC/m<sup>2</sup> el tratamiento que utilizó 2% de cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla de cebada con 0.49 kg FC/m<sup>2</sup> superando al contenido de 0.12 a 0.13 kg FC/m<sup>2</sup> obtenidos con 4%; 6% y 8% de cuyinaza de recría como sustrato nutritivo con respecto

al peso de semilla procesada respectivamente (Villanueva, 2021)

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	0.41	0.56	0.43	0.50	0.42	0.48
B2	0.39	0.48	0.41	0.44	0.49	0.49
B3	0.39	0.47	0.45	0.50	0.45	0.47
B4	0.44	0.49	0.46	0.45	0.50	0.46
B5	0.34	0.48	0.46	0.42	0.43	0.47
B6	0.44	0.58	0.46	0.50	0.41	0.49
B7	0.43	0.44	0.49	0.49	0.42	0.51
B8	0.40	0.46	0.43	0.47	0.42	0.48
Total/tratamiento	3.24	3.96	3.57	3.76	3.54	3.85
Promedio	0.41d	0.49a	0.45bc	0.47abc	0.44c	0.48ab

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 6% de cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla procesada (T3) y el tratamiento regado con soluciones hidropónicas (T5) con un rendimiento de 0.113 Kg CEN/m<sup>2</sup> entre los cuales no hubo diferencias estadísticas significativas entre ambos ( $p > 0.05$ ) superando en 0.017% al rendimiento de cenizas de T1 con 0.111 Kg CEN/m<sup>2</sup> que utilizó cuyinaza de reproductoras en 2% con respecto al peso de la semilla de cebada procesada lo cual indicaría que T1 tiene ligeramente menor aporte de minerales, que se hallan dentro en las cenizas, que T3 y T5 que utilizó soluciones hidropónicas A y B en el agua de riego. Este resultado evidencia que la cuyinaza de reproductoras aplicada como sustrato solido es más eficiente que utilizar 20% de cuyinaza mezclada en solución disuelta (200 g/L de agua) reportado por Candia (2015) en la producción de germinado hidropónico de cebada en Cajamarca siendo necesario precisar que no reporta diferenciación fisiológica en el origen de la cuyinaza evaluada y tampoco el tipo de alimentación que generó la cuyinaza evaluada.

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	0.09	0.13	0.10	0.12	0.09	0.11
B2	0.09	0.11	0.09	0.11	0.11	0.12
B3	0.09	0.11	0.10	0.12	0.10	0.11
B4	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
B5	0.08	0.11	0.11	0.10	0.09	0.11
B6	0.10	0.13	0.11	0.12	0.09	0.11
B7	0.10	0.10	0.11	0.12	0.09	0.12
B8	0.09	0.10	0.10	0.11	0.09	0.11
Total/tratamiento	0.75	0.89	0.83	0.90	0.77	0.91
Promedio	0.09c	0.111ab	0.10b	0.113a	0.10c	0.113a

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 2.0% de cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar (T1) con un rendimiento de 5.77 Kg de Germinado Hidropónico por kilogramo de Semilla procesada, siendo inferior al rendimiento de 6.23 Kg de Germinado Hidropónico por kilogramo de Semillaprosesada con 4.0% de cuyinaza de recría como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla procesada (Villanueva, 2021). Este rendimiento se halla debajo del rango reportado por Tarrillo (2005) de 6 a 8 kg y por debajo de los 7.22 kg hallados por Guevara (2013) y superó en 12.48% al tratamiento que fue regado con agua pura (T0) con un rendimiento de 5.13 Kg siendo inferior al 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	5.15	6.53	5.32	5.88	5.03	5.58
B 2	4.95	5.57	5.01	5.19	5.85	5.69
B 3	4.95	5.50	5.48	5.88	5.37	5.48
B 4	5.50	5.77	5.65	5.30	6.02	5.30
B 5	4.33	5.57	5.63	4.98	5.13	5.42
B 6	5.61	6.73	5.63	5.90	4.95	5.65
B 7	5.42	5.09	5.98	5.79	4.97	5.92
B 8	5.09	5.36	5.28	5.62	5.03	5.63
Total/tratamiento	41.00	46.12	43.97	44.53	42.35	44.66
Promedio	5.13c	5.77a	5.50abc	5.57ab	5.29bc	5.58ab

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 todos los tratamientos que utilizaron cuyinaza de reproductoras (T1, T2 y T3) y el tratamiento que fue regado con soluciones hidropónicas (T5) entre los cuales no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos ( $p > 0.05$ ) pero numéricamente el mejor rendimiento lo presentó el tratamiento con 2% de cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar (T1) con 1.19 Kg MS/ Kg de semilla lo cual demuestra que este subproducto contiene minerales esenciales necesarios para el desarrollo de la planta que solo deben suministrarse en cantidades mínimas (Perez, 2017), cabe indicar que el rendimiento obtenido en el presente estudio fue inferior a los 1.28 Kg MS/ Kg de semilla logrados utilizando 4% de cuyinaza de recría como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla (Villanueva, 2021) y al rendimiento reportado 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
B1	1.03	1.35	1.09	1.23	1.05	1.17
B2	0.99	1.15	1.03	1.09	1.22	1.19
B3	0.99	1.14	1.12	1.23	1.12	1.15
B4	1.10	1.19	1.16	1.11	1.26	1.11
B5	0.86	1.15	1.15	1.04	1.07	1.13
B6	1.12	1.39	1.15	1.23	1.03	1.18
B7	1.08	1.05	1.23	1.21	1.04	1.24
B8	1.01	1.11	1.08	1.17	1.05	1.18
Total/tratamiento	8.17	9.53	9.02	9.31	8.86	9.34
Promedio	1.02b	1.19a	1.13a	1.16a	1.11a	1.17a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

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

La temperatura máxima y mínima se tomó con un termo higrómetro a las 7:00 am; 1:00 pm 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 ( $17.17 \pm 2.11$ ) estuvo por debajo 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 pero la humedad relativa si estuvo dentro de los parámetros indicados por este mismo autor.

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

	Temperatura (°C)		Humedad (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Media	23.03	17.17	80.00	72.62
SD	3.23	2.11	4.10	2.80

### 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/ 2.50; 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 kg de cuyinaza de reproductoras S/ 0.25 y por depreciación de maquinaria y equipos S/ 0.05. Los costos de producción más eficientes se lograron con el tratamiento T1 que utilizó 2.0% de cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo con respecto al peso de la semilla a procesar tal como se aprecia en la tabla 15. Este porcentaje sería más rendidor de cuyinaza tanto para el productor de cuyes porque sacaría mayor ingreso por este subproducto y el germinado hidropónico no se encarecería porque sustituye convenientemente a las soluciones hidropónicas que son mas caras y de menor oferta en el mercado a diferencia de la cuyinaza que es más fácil de conseguir en las granjas. Adicionalmente si se utiliza cuyinaza de reproductoras se reduce el porcentaje de utilización en la fertilización de Germinado hidropónico de 4% de cuyinaza de recria (Villanueva, 2021) a 2% de relación de cuyinaza de reproductoras con respecto al peso de la semilla de cebada. Demostrando que si existen diferencias en las propiedades nutricionales de la cuyinaza de recria y reproductoras generadas en granjas de cuyes que basan su alimentación en maíz chala como base forrajera complementada con concentrado

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

Tratamiento	TCO	MS
T0	0.93	4.49
T1	0.84	3.86
T2	0.88	4.08
T3	0.87	3.95
T4	0.91	4.15
T5	0.87	4.13

## CONCLUSIONES

La relación porcentual entre cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo y semilla de cebada si influye en la producción de Germinado Hidropónico

Los mejores rendimientos de producción por metro cuadrado se lograron utilizando 2% de cuyinaza de reproductoras como sustrato con respecto a la cantidad de semilla a procesar: 20.18 Kg GH; 4.17 kg MS; 0.52 kg PC; 0.49 kg FC y 0.11 kg CEN pero el mayor rendimiento de EE se logró utilizando soluciones hidropónicas en el agua de riego.

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 2.0% de cuyinaza de reproductores como sustrato con respecto al peso de la semilla a procesar.

El costo de producción más económico por kg de GH de cebada en base fresca (TCO) y kg de MSde GH de cebada se logró utilizando 2.0% de cuyinaza de reproductoras con respecto al peso de la semilla de cebada a procesar demostrando que se puede sustituir a la solución nutritiva A y B en el proceso de producción.

## **RECOMENDACIONES**

1. Utilizar 2.0% de cuyinaza de reproductoras 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 menores a 2.0% de cuyinaza de reproductoras 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 y aplicación de cuyinaza de reproductoras como abono foliar y tiempos de aplicación en la producción de germinado hidropónico de cebada.
3. Evaluar la influencia de cuyinaza de reproductoras sobre la presencia de hongos en el 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?s equence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?s equence=1)

CANDIA, L. (2015). Evaluación de la Calidad Nutritiva de Forraje Verde de Cebada *Hordeum vulgare* Hidropónico, fertilizado con soluciones de guano de Cuy *Cavia porcellus* a dos concentraciones. Salud Y Tecnología Veterinaria, 2(1), 55-62.  
<https://doi.org/10.20453/stv.v2i1.2202>

CRUZ, J. 2013. Forraje verde hidropónico. En línea. Recuperado el 3 noviembre de 2019 de <http://fvh143forrajeverdehidroponico.blogspot.com/>

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/hidroponiagdl/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 2021 de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/174/2/03%20AGP%2029%20CAPITULO%20II.pdf>

ORDÓÑEZ, 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 2021 de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/14477>

PEREZ, F. 2017. Fisiología vegetal. Parte III. Nutrición mineral. En línea. Recuperado el 5 de mayo de 2022 de <file:///D:/CAPACITACIONES%202022/LIBROS/libro%20NUTRICION%20MINERAL%20PLANTAS.pdf>.

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.

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

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.

VERGARA, R. 2008. Avances en nutrición y alimentación de cuyes. XXXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal APPA2008. SIMPOSIO: Avances sobre Producción de Cuyes en el Perú. En línea. Recuperado el 2 de marzo de 2021 de <https://es.scribd.com/document/175620825/Nutricion-y-Alimentacion-Cuyes-UNALM>

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. 51 p.

## ANEXOS

### 1. Análisis de la varianza

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto. Kg/bandeja	48	0.24	0.15	7.16

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.49	5	0.10	2.71	0.0331
Tratamiento	0.49	5	0.10	2.71	0.0331
Error	1.52	42	0.04		
Total	2.01	47			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0361 gl: 42

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	2.80	8	0.07 A
T5	2.71	8	0.07 A B
T3	2.70	8	0.07 A B
T2	2.67	8	0.07 A B C
T4	2.57	8	0.07 B C
T0	2.49	8	0.07 C

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 <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto GH/M2 (TCO)	48	0.24	0.15	7.16

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25.45	5	5.09	2.71	0.0331
Tratamiento	25.45	5	5.09	2.71	0.0331
Error	79.04	42	1.88		
Total	104.49	47			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 1.8818 gl: 42

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	20.18	8	0.48 A
T5	19.54	8	0.48 A B
T3	19.48	8	0.48 A B
T2	19.24	8	0.48 A B C
T4	18.53	8	0.48 B C
T0	17.94	8	0.48 C

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/m<sup>2</sup>)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto MS/m <sup>2</sup>	48	0.33	0.25	7.19

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.66	5	0.33	4.16	0.0037
Tratamiento	1.66	5	0.33	4.16	0.0037
Error	3.35	42	0.08		
Total	5.00	47			

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0797 gl: 42

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	4.17	8	0.10 A
T3	4.07	8	0.10 A
T2	3.95	8	0.10 A
T5	3.91	8	0.10 A
T4	3.88	8	0.10 A
T0	3.58	8	0.10 B

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/m<sup>2</sup>)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto PC/m <sup>2</sup> (BS)	48	0.34	0.26	7.14

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	5	0.01	4.32	0.0029
Tratamiento	0.03	5	0.01	4.32	0.0029
Error	0.05	42	1.3E-03		
Total	0.08	47			

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0013 gl: 42

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	0.52	8	0.01 A
T5	0.52	8	0.01 A
T3	0.51	8	0.01 A B
T2	0.50	8	0.01 A B
T4	0.48	8	0.01 B C
T0	0.46	8	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 GerminadoHidropónico por metro cuadrado (EE/m2)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto EE/m2 (BS)	48	0.48	0.42	7.10

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.3E-03	5	4.6E-04	7.85	<0.0001
Tratamiento	2.3E-03	5	4.6E-04	7.85	<0.0001
Error	2.4E-03	42	5.8E-05		
Total	4.7E-03	47			

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0001 gl: 42

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T5	0.12	8	2.7E-03 A
T1	0.11	8	2.7E-03 A B
T3	0.11	8	2.7E-03 A B
T2	0.11	8	2.7E-03 B C
T4	0.10	8	2.7E-03 C D
T0	0.10	8	2.7E-03 D

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

### 1.6 Análisis de varianza de producción de fibra cruda (FC) de GerminadoHidropónico por metro cuadrado (FC/m2)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto FC/m2 (BS)	48	0.47	0.41	7.18

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.04	5	0.01	7.59	<0.0001
Tratamiento	0.04	5	0.01	7.59	<0.0001
Error	0.05	42	1.1E-03		
Total	0.09	47			

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0011 gl: 42

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	0.49	8	0.01 A
T5	0.48	8	0.01 A B
T3	0.47	8	0.01 A B C
T2	0.45	8	0.01 B C
T4	0.44	8	0.01 C
T0	0.41	8	0.01 D

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 <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto CEN/m2 (BS)	48	0.57	0.52	7.09

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.1E-03	5	6.1E-04	11.00	<0.0001
Tratamiento	3.1E-03	5	6.1E-04	11.00	<0.0001
Error	2.3E-03	42	5.6E-05		
Total	0.01	47			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0001 gl: 42

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T5	0.11	8	2.6E-03 A
T3	0.11	8	2.6E-03 A
T1	0.11	8	2.6E-03 A B
T2	0.10	8	2.6E-03 B
T4	0.10	8	2.6E-03 C
T0	0.09	8	2.6E-03 C

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

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto GH/kg semilla (TCO)	48	0.24	0.15	7.16

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.08	5	0.42	2.71	0.0331
Tratamiento	2.08	5	0.42	2.71	0.0331
Error	6.45	42	0.15		
Total	8.53	47			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.1536 gl: 42

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	5.77	8	0.14 A
T5	5.58	8	0.14 A B
T3	5.57	8	0.14 A B
T2	5.50	8	0.14 A B C
T4	5.29	8	0.14 B C
T0	5.13	8	0.14 C

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 <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto MS/kg semilla		48	0.35	0.27 7.15

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.15	5	0.03	4.56	0.0021
Tratamiento	0.15	5	0.03	4.56	0.0021
Error	0.27	42	0.01		
Total	0.42	47			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0065 gl: 42

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	1.19	8	0.03 A
T5	1.17	8	0.03 A
T3	1.16	8	0.03 A
T2	1.13	8	0.03 A
T4	1.11	8	0.03 A
T0	1.02	8	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 mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Humedad máxima (%)	Humedad mínima (%)
01/10/2021	07:00 a.m.	15.3	26.6	67	85
	12:00 m	25.4	25.4	69	74
	07:00 p.m.	17.5	26.7	69	76
02/10/2021	07:00 a.m.	16.6	17.7	76	83
	12:00 m	16.5	22.9	76	78
	07:00 p.m.	19.1	23.9	73	78
03/10/2021	07:00 a.m.	16	19	74	83
	12:00 m	16	24.9	72	83
	07:00 p.m.	17.7	24.9	74	74
04/10/2021	07:00 a.m.	15.5	25.8	68	82
	12:00 m	16	23	71	77
	07:00 p.m.	16.2	18.2	72	75
05/10/2021	07:00 a.m.	15.5	18.2	75	84
	12:00 m	16.7	24.9	78	84
	07:00 p.m.	17.6	19.3	74	75
06/10/2021	07:00 a.m.	16.7	17.6	75	84
	12:00 m	17.6	25.9	72	84
	07:00 p.m.	16.4	23.2	74	78
	07:00 a.m.	16.9	24.9	72	84

07/10/2021	12:00 m	18.2	25.9	71	84
	07:00 p.m.	17.1	24.7	73	75

### 1.11 Estructura de costos de producción de un kg de Materia seca (MS) de GH de cebada del

#### tratamiento T1 (S/)

PROCESO	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio unitario (soles)	Costo (Soles)
PRE GERMINACIÓN (3 días)					
	Cebada	Kg.	3.88	2.50	9.70
	Agua	L	7.76	0.05	0.39
	Lejía	ml	5.00	0.003	0.015
	Mano de obra	Horas	1.36	3.13	4.24
	Sub Total				14.35
GERMINACION (5 días)					
	Agua	L	11.64	0.05	0.58
	Cuyinaza	Kg	0.08	0.25	0.02
	Solución hidropónica A	ml			0.00
	Solución hidropónica B	ml			0.00
	Mano de obra	Horas	0.35	3.125	1.08
	Sub Total				1.68
PRODUCCION (7 días)	Agua	L	11.64	0.05	0.58
	Mano de obra	Horas	0.33	3	1.00
	Sub Total				1.58

#### TOTAL

Costo de producción por tratamiento (S/)	17.62
Rendimiento/tratamiento (Kg)	4.62
Costo de 1 Kg de germinado hidroponico	3.81
Costo de depreciación/kg	0.05
Costo Total de 1 Kg de materia seca de GH de cebada	3.86

# Relación porcentual entre cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo y semilla de cebada para germinado hidropónico

Por **MANUEL JAMES CHAPOÑAN VIDAURRE**

---

Nombre del archivo: TESIS JAMES CHAPOÑAN.pdf

Total de palabras; : 13,354

Total de caracteres : 59,241

Fecha de entrega : 25-may.-2022 09:11 p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega:1844307266



Ing. Napoleon Corrales Rodriguez M.Sc.

Asesor

## Recibo digital

25/5/22, 21:12

Turnitin

Napoleon Corrales

Información del usuario

Mensajes

Instructor

Español

Comunidad

Ayuda

Cerrar sesión

Ejercicios

Estudiantes

Boletín de notas

Bibliotecas

Calendario

Discusión

Preferencias

ESTÁS VIENDO: INICIO > TESIS PRE GRADO > REVISIÓN DE TESIS

Entregar: Carga de archivo individual

PASO ○○○

Felicidades, se ha completado tu entrega. Este es tu recibo digital. Puedes imprimir una copia desde el Visualizador de documentos.

« Página 1 »

**Autor:**  
MANUEL JAMES CHAPOÑAN VIDAURRE

**Título del ejercicio:**  
Revisión de Tesis

**Título de la entrega:**  
Relación porcentual entre cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo y semilla de cebada para germinado hidropónico

**Nombre del archivo:**  
TESIS JAMES CHAPOÑAN.pdf

**Tamaño del archivo:**  
844.67K

**Total páginas:**  
47

**Total de palabras:**  
13354

**Total de caracteres:**  
59241

**Fecha de entrega:**  
25-may.-2022 09:11p. m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:**  
1844307266

UNIVERSIDAD NACIONAL "FERRO RUIZ GALLO"  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Relación porcentual entre cuyinaza de reproductoras como sustrato nutritivo y semilla de cebada para germinado hidropónico

TESIS

Presenta el Sr. profesor de Ingeniería Industrial

AUTOR:  
Bach. Chapoñan Víctor Manuel Jarama

ASESOR:  
Ing. Corrales Rodríguez Napoleón Dni. 16680503

Carabayo mayo 25, 2022

Nos tomamos su privacidad muy en serio. Por eso, no brindamos sus detalles a empresas externas con fines publicitarios. Podemos compartir su información con nuestros socios externos ÚNICAMENTE para ofrecer nuestro servicio.

[Ir a la bandeja de entrada de ejercicios](#)

[Entregar otro archivo](#)

  
CORRALES RODRIGUEZ NAPOLEON  
DNI 16680503  
Asesor

Resumen de coincidencias



15 %

Se están viendo fuentes estándar

EN Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	revistasinvestigacion.u...	4 %
	Fuente de Internet	
2	pdfs.semanticscholar....	2 %
	Fuente de Internet	
3	www.slideshare.net	1 %
	Fuente de Internet	
4	repositorio.unc.edu.pe	1 %
	Fuente de Internet	
5	Entregado a Fakultas E...	1 %
	Trabajo del estudiante	
6	bdigital.uncu.edu.ar	1 %
	Fuente de Internet	
7	produccionvegetalunrc...	1 %
	Fuente de Internet	
8	cip.org.pe	1 %
	Fuente de Internet	
9	Entregado a Universida...	<1 %
	Trabajo del estudiante	
10	Ram Prakash, Sandeep...	<1 %
	Publicación	

Ing. Napoleon Corrales Rodriguez M.Sc.

Asesor