# UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

Efecto de dosis (ml/L) de hipoclorito de sodio al 7.5% y tiempo de desinfección en la producción de germinado hidropónico de cebada

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR:

Bach. De La Cruz De La Cruz Cesar Joel

## ASESOR:

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

Lambayeque agosto de 2026

# TESIS

Efecto de dosis (ml/L) de hipoclorito de sodio al 7.5% y tiempo de desinfección en la producción de germinado hidropónico de cebada


**AUTOR:**

Bach. De La Cruz De La Cruz Cesar Joel

**ASESOR:**

Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.


**Aprobada por el siguiente jurado**



**Ing. Benito Bautista Espinoza, M. Sc.**
**Presidente**



**Ing. Arriola Vega Allan Joel, M. Sc.**
**Secretario**

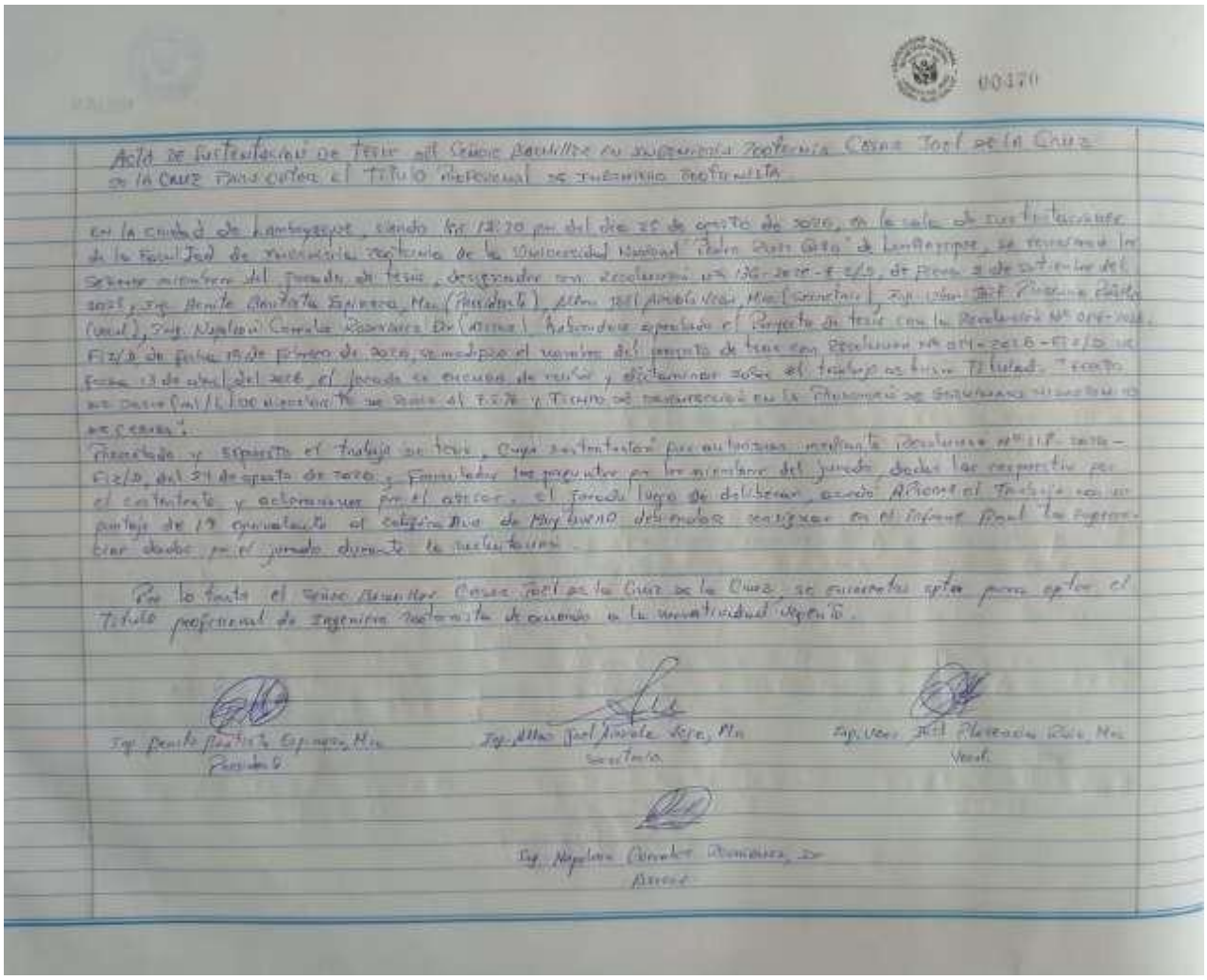


**Ing. Uber Joel Plasencia Ruiz, M. Sc.**
**Vocal**



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

# Acta de sustentación



00470

Acta de sustentación de tesis del Señor Bachiller en Ingeniería Zootecnia Cesar Joel de la Cruz de la Cruz para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

En la ciudad de Lambayeque, siendo las 12:30 pm del día 25 de agosto de 2020, en la sala de sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo" de Lambayeque, se reunieron los señores miembros del Jurado de tesis, designados con Resolución Nº 136-2020-F-Z/D, de fecha 3 de setiembre del 2020, Ing. Benito Bautista Espinoza, Mcs (Presidente), Allan Joel Arévalo Vega, Mcs (Secretario), Ing. Víctor Jhil Plasencia Ruiz, Mcs (Vocal), Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr (Asesor), habiendo aprobado el Proyecto de tesis con la Resolución Nº 014-2020-F-Z/D de fecha 19 de febrero de 2020, se modificó el nombre del proyecto de tesis con Resolución Nº 014-2020-F-Z/D de fecha 13 de abril del 2020, el Jurado se encuentra de recibo y dictaminar sobre el trabajo de tesis titulado "Efecto de Desvío (mil/L) de Nacimiento de Sexo al 7.5% y Tiempo de Desinfección en la Producción de Semillas Nacionales de Cerdos".

Presentado y expuesto el trabajo de tesis, cuya sustentación fue autorizada mediante Resolución Nº 118-2020-F-Z/D, del 24 de agosto de 2020, formulados las preguntas por los miembros del jurado, dadas las respuestas por el sustentante y aclaraciones por el asesor, el Jurado luego de deliberar, acordó aprobar el trabajo con un puntaje de 19 equivalente al calificativo de Muy bueno debiendo consignar en el informe final las sugerencias dadas por el jurado durante la sustentación.

Por lo tanto el Señor Bachiller Cesar Joel de la Cruz de la Cruz, se encuentra apto para optar el Título profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la normatividad vigente.

Ing. Benito Bautista Espinoza, Mcs
Presidente

Ing. Allan Joel Arévalo Vega, Mcs
Secretario

Ing. Víctor Jhil Plasencia Ruiz, Mcs
Vocal

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr
Asesor

## Constancia de verificación de originalidad de tesis

Yo, Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr., docente/Asesor de la Tesis del bachiller De La Cruz De La Cruz, Cesar Joel, quien realizó el trabajo titulado:

**"Efecto de dosis (ml/L) de hipoclorito de sodio al 7.5% y tiempo de desinfección en la producción de germinado hidropónico de cebada";** luego de la revisión exhaustiva del documento he constatado que tiene un índice de similitud de 15%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito ha analizado dicho reporte y ha concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen un plagio. Por lo que, a mi entender, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo"

Lambayeque, mayo de 2026



Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
DNI 16680503
Asesor

# Efecto de dosis (ml/L) de hipoclorito de sodio al 7.5% y tiempo de desinfección en la producción de germinado hidropónico de cebada

INFORME DE ORIGINALIDAD

| 15% | 15% | 0% | 0% |
|---|---|---|---|
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

16%

★ www.cientificos.pe

Fuente de Internet

| | | | |
|---|---|---|---|
| Excluir citas | Apagado | Excluir coincidencias | Apagado |
| Excluir bibliografía | Apagado | | |

Ing. Corrales Rodriguez Napoleón, Dr.
DNI 16680503
Asesor

# Recibo digital

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

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

| | |
|---|---|
| Autor de la entrega: | Cesar Joel De La Cruz De La Cruz |
| Título del ejercicio: | Quick Submit |
| Título de la entrega: | Efecto de dosis (ml/L) de hipoclorito de sodio al 7.5% y tiempo ... |
| Nombre del archivo: | 10._TESIS_JOEL_TURNITIN.doc |
| Tamaño del archivo: | 1.25M |
| Total páginas: | 48 |
| Total de palabras: | 12,056 |
| Total de caracteres: | 60,259 |
| Fecha de entrega: | 26-may-2026 11:41a m. (UTC-0500) |
| Identificador de la entrega: | 2969934704 |



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

Efecto de dosis (ml/L) de hipoclorito de sodio al 7.5% y tiempo de desinfección en la producción de germinado hidropónico de cebada

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR:

Bach. De La Cruz De La Cruz Cesar Joel

ASESOR:

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

Lambayeque mayo de 2026



Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.
DNI 16680503
Asesor

Derechos de autor 2026 Turnitin. Todos los derechos reservados.

**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Yo, Bach. Bach. De La Cruz De La Cruz Cesar Joel, investigador principal e Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr. asesor, del trabajo de investigación: "Efecto de dosis (ml/l) de hipoclorito de sodio al 7.5% y tiempo de desinfección en la producción de germinado hidropónico de cebada", declaramos bajo juramento que este trabajo, no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrará 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, mayo de 2026.



Bach. De La Cruz De la Cruz Cesar Joel

**Investigador**



Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.

**Asesor**

## DEDICATORIA

Dedico este logro, en primer lugar, a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza, llenándome de sabiduría, fe y perseverancia para superar cada desafío.

A mis padres **Claudio y Santos**, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus incansables esfuerzos; Ellos han sido siempre mi mayor inspiración para alcanzar este sueño.

A mis hermanas, **Roxana, Yudy, Cristina y Lisbeth**, por estar a mi lado en cada etapa de este camino, brindándome su apoyo y confianza.

Con todo corazón, les dedico este triunfo.

**AGRADECIMIENTO**

Expreso mi sincero agradecimiento a mi asesor **Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.**, por su orientación, compromiso y valiosos conocimientos, fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de esta investigación.

Manifiesto mi agradecimiento a los docentes de la facultad de ingeniería zootecnia, quienes a treves de sus enseñanzas y experiencias profesionales, aportaron significativamente a mi formación profesional.

Asimismo, agradezco a todas las personas que, con su apoyo y motivación, contribuyeron de manera directa o indirecta a la culminación del presente trabajo de investigación.

**Contenido**

Índice de Tablas ..... 9
Resumen ..... 10
Summary ..... 10
INTRODUCCIÓN ..... 11
Formulación del problema ..... 11
Hipótesis ..... 11
Justificación del estudio ..... 12
Objetivos ..... 12
Objetivo general: ..... 12
Objetivos específicos ..... 12
Estructura del informe ..... 12
I. DISEÑO TEÓRICO ..... 13
1.1. Antecedentes ..... 13
1.2. Bases teóricas ..... 16
1.2.1 Germinado hidropónico ..... 16
1.2.2 Osmo acondicionamiento y desinfección ..... 22
1.2.3 Hipoclorito de sodio ..... 22
1.3. Operacionalizacion de variables ..... 23
II. DISEÑO METODOLÓGICO ..... 24
2.1. Tipo de estudio ..... 24
2.3. Lugar y duración ..... 26
2.4. Tratamientos evaluados ..... 26
2.5. Materiales ..... 27
2.5.1. Semilla de cebada (*Hordeum vulgare*) ..... 27
2.5.2. Hipoclorito de sodio al 3.5% y 7,5% ..... 27
2.5.3. Agua y Soluciones hidropónicas A y B ..... 27
2.6. Instalaciones y equipo ..... 27
2.7. Técnicas experimentales ..... 28
2.7.1. Producción de germinado hidropónico de cebada ..... 28
2.8. Variables evaluadas ..... 30
III. RESULTADOS ..... 31
3.1 Producción de germinado hidropónico (GH) por bandeja (TCO) ..... 31
3.1.1 Producción de germinado hidropónico (GH) por bandeja (TCO) ..... 31
3.1.2. Composición química del germinado hidropónico de cebada ..... 31
3.1.3. Producción por metro cuadrado de germinado hidropónico (TCO), materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y cenizas en base seca ..... 32
3.2. Rendimiento de germinado hidropónico por Kg de semilla ..... 32
3.3. Temperatura (ºC) y Humedad relativa (%) ..... 33
3.4. Costos de producción de los tratamientos evaluados ..... 33
IV. DISCUSIÓN ..... 35
4.1 Producción de GH a la cosecha ..... 35
4.2 Rendimiento de germinado hidropónico fresco por metro cuadrado ..... 35
4.3 Rendimiento de germinado hidropónico por metro cuadrado en base seca ..... 35
4.3.1 Producción de materia seca por metro cuadrado ($MS/m^2$) ..... 35
4.3.2 Producción de proteína cruda (PC) de germinado hidropónico por metrocuadrado en base seca (Kg) ..... 36

4.3.3 Producción de extracto etéreo (EE) de germinado hidropónico por metro cuadrado (Kg) ....37
4.3.4 Producción de fibra cruda (FC) de germinado hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg) ....38
4.3.5 Producción de cenizas (CEN) de germinado hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg) ....38
4.4 Análisis de productividad de germinado hidropónico de cebada *(Hordeum vulgare)* por tratamiento ....39
4.4.1 Rendimiento de germinado hidropónico en base fresca por kg de semilla procesada (Kg) ....39
4.4.2 Rendimiento de materia seca (MS) de germinado hidropónico por kg de semilla procesada 40
4.4.3. Temperatura (ºC) y Humedad relativa (%)....41
4.4.4. Evaluación comparativa porcentual del costo de germinado hidropónico....41
CONCLUSIONES ....43
RECOMENDACIONES ....44
BIBLIOGRAFÍA CITADA....45
ANEXOS....48

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 *Evaluación comparativa del costo de producción de un kg de materia seca de germinado hidropónico*.....42

## Índice de Tablas

**Tabla 1** *Esquema de análisis de varianza* .....25
Tabla 2 *Peso de Germinado Hidropónico a la cosecha según tratamiento (Kg)*.....31
Tabla 3 *Composición química de germinado hidropónico de cebada por tratamiento (100% MS)*.....31
Tabla 4 *Rendimiento de germinado hidroponico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg/$m^2$)*.....32
Tabla 5 *Rendimiento por kg de semilla procesada (Kg/kg de semilla)*.....33
Tabla 6 *Temperatura (ºC) y humedad relativa (%)* .....33
Tabla 7 *Costo de producción de germinado hidropónico (S/)* .....34
Tabla 8 *Temperatura (ºC) y humedad relativa (%)* .....41

**Resumen**

## Efecto de dosis (ml/l) de hipoclorito de sodio al 7.5% y tiempo de desinfección en la producción de germinado hidropónico de cebada

El estudio se realizó en la provincia y distrito de Lambayeque del 16 de julio al 1 de agosto de 2025 y tuvo como objetivos: a) Determinar la el efecto de la dosis (ml/l) de hipoclorito de sodio al 7.5% y tiempo de desinfección en la producción de germinado hidropónico de cebada; b) Determinar el rendimiento (kg/m2) de MS, PC, EE, FC y CEN de cada tratamiento; c) Determinar el mejor rendimiento (kg/kg de semilla procesada) de GH fresco y materia seca y d) Determinar los costos de producción de los tratamientos evaluados. Se implementaron 11 tratamientos con diferente dosis de NaClO al 7.5% (ml) y tiempo de desinfección (minutos), siendo T1: 1-120; T2: 1-60; T3: 1-30; T4: 1-15; T5: 1-5; T6: 2-120; T7: 2-60; T8: 2-30; T9: 2-15; T10: 2-5 y T0: 1 ml NaClO al 3.5%-120 min. Se utilizó un Diseño Completo al Azar con 6 repeticiones por tratamiento. El análisis de varianza para el rendimiento (kg/m2) de GH, MS, PC, EE, FC y CEN así como el rendimiento en Kg de GH/kg de semilla y kg de MS/kg de semilla presentaron diferencias estadísticas ($p<0.05$), obteniendo mejores resultados desinfectando con 1 ml NaClO al 7.5% durante 15 minutos.

**Palabras clave:** hidroponía, cebada, desinfección, NaClO-7.5%

**Summary**

## Effect of 7.5% Sodium Hypochlorite Dosage (ml/l) and Disinfection Time on Hydroponic Barley Sprout Production

The study was conducted in the province and district of Lambayeque from July 16 to August 1, 2025, and had the following objectives: a) To determine the effect of sodium hypochlorite (7.5%) dose (mL/L) and disinfection time on the production of hydroponic barley sprouts; b) To determine the yield (kg/m²) of dry matter (DM), crude protein (CP), energy extract (EE), carbon dioxide (FC), and carbon dioxide (CEN) for each treatment; c) To determine the optimal yield (kg/kg of processed seed) of fresh sprouts and dry matter; and d) To determine the production costs of the evaluated treatments. Eleven treatments were implemented with different doses of 7.5% NaClO (ml) and disinfection times (minutes), with T1: 1-120 minutes; T2: 1-60 minutes; T3: 1-30; T4: 1-15; T5: 1-5; T6: 2-120; T7: 2-60; T8: 2-30; T9: 2-15; T10: 2-5; and T0: 1 ml 3.5% NaClO for 120 min. A completely randomized design with 6 replicates per treatment was used. Analysis of variance for yield (kg/m²) of GH, DM, CP, EE, FC, and Cen, as well as yield in kg of GH/kg of seed and kg of DM/kg of seed, showed statistically significant differences ($p<0.05$), with the best results obtained with disinfection using 1 ml 7.5% NaClO for 15 minutes.

**Keywords**: hydroponics, barley, disinfection, 7.5% NaClO

# INTRODUCCIÓN

La progresiva salinización observada por la capilaridad y láminas de sales (Gestión, 2022) de los suelos destinados al cultivo de arroz que empobrece los suelos en Lambayeque y el aumento de viviendas en campos agrícolas origina una escasez de forraje verde convencional para animales y ante esta situación se viene estudiando la producción de germinado hidropónico y mecanismos que optimicen el rendimiento de la semilla, la cual viene contaminada con hongos desde el campo y almacen de los proveedores en el mercado, encontrándose *Aspergillus flavus, Fusarium sp., Penicilium sp., Alternaria sp., Dreschlera sp., y Curunlaria sp*. (Corrales, 2014) que pueden afectar el rendimiento del germinado hidropónico. En el proceso de producción de germinado hidropónico existe la etapa de desinfección, donde mayormente se utiliza hipoclorito de sodio comercial con una concentración de 3.5%, el cual se utiliza a dosis de 1ml/L de agua durante 2 horas (Ruesta, 2013), pero en el mercado existe disponibilidad de hipoclorito de sodio industrial al 7.5% de concentración que no ha sido evaluado como alternativa de desinfección del germinado hidropónico y determinar si es factible o no el uso de este producto.

## Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de dosis (ml/l) de hipoclorito de sodio al 7.5% y tiempo de desinfección en la producción de germinado hidropónico de cebada?.

## Hipótesis

La dosis (ml/l) de hipoclorito de sodio al 7.5% y tiempo de desinfección, si influye en la producción de germinado hidropónico de cebada.

**Justificación del estudio**

El presente trabajo se justifica porque busca determinar el efecto de la dosis (ml/l) de hipoclorito de sodio al 7.5% y tiempo de desinfección en la producción de germinado hidropónico de cebada que aún no ha sido estudiada.

**Objetivos:**

**Objetivo general:**

Determinar cuál es el efecto de la dosis (ml/L) de hipoclorito de sodio al 7.5% y tiempo de desinfección en la producción de germinado hidropónico de cebada

**Objetivos específicos:**

- Medir el rendimiento por metro cuadrado de MS, PC, EE, FC y CEN de los tratamientos evaluados.
- Cuantificar el rendimiento de germinado hidropónico fresco y kg de materia seca por kg de semilla procesada.
- Determinar el costo de producción de germinado hidropónico de los tratamientos evaluados.

**Estructura del informe**

El presente estudio está compuesto por 4 capítulos: Diseño teórico, Diseño metodológico, Resultados y Discusión, Conclusiones, Recomendaciones, Referencias y Anexos.

# I. DISEÑO TEÓRICO

## 1.1. Antecedentes

Vivas y Mejía (2022) presentan la información de la FAO (2001) e indica que después de haber lavado la semilla se procede a sumergirla en un recipiente con agua usando la siguiente proporción (1kg de semilla en 1 litro de agua) durante 24 horas, cambiando el agua cada vez que se torne turbia, esto ayuda una mejor oxigenación de la semilla. Terminado el proceso de imbibición, aumenta rápidamente la intensidad respiratoria y con ella las necesidades de oxígeno. Este fenómeno bioquímico es lo que explica que se acelere el crecimiento de la semilla cuando la dejamos en remojo por un periodo no superior a las 24 horas. Esta etapa se considera como pre-germinación.

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 Ay 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 en el germinado hidropónico de Hordeum vulgare”

Anthony Smith et. al. (2023) realizaron 25 tratamientos, cada uno con 10 repeticiones de cebada. Cada tratamiento incluyó un periodo de pre-remojo seguido de un periodo de riego posterior al remojo. Cada repetición comenzó con 100 g de semillas viables colocadas en un recipiente de plástico estéril que contenía 500 mL de agua destilada con una solución al 20 % de hipoclorito de sodio (lejía) a temperatura ambiente. Se decidió probar diferentes tiempos de remojo de las semillas: 1, 3, 8, 16 y 24 horas, comparándolos con el control de 16 horas. Transcurrido el tiempo de remojo, las semillas se lavaron con agua corriente desionizada y se colocaron en sus respectivas bandejas de cultivo, protegiéndolas de la oscuridad. Cada bandeja medía 10 cm × 20 cm, lo que garantizó que las semillas lavadas tuvieran una profundidad de 1 cm. Posteriormente, los recipientes se colocaron en el sistema hidropónico para su germinación. Las semillas se dejaron germinar y crecer formando una estera de forraje durante 8 días a 23 °C bajo un fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad. Utilizaron tubos de riego por goteo para inundar cada bandeja de semillas con 1245 ml de agua, y el exceso se escurrió a través de los orificios de drenaje del recipiente. El agua de escorrentía se recogió y se canalizó de vuelta al depósito del sistema hidropónico para su reutilización. Cuando fue necesario, el depósito se rellenó con agua destilada mezclada con una solución de lejía al 20 % para garantizar la desinfección. Los cinco tratamientos se sometieron a cinco intervalos de riego diferentes, cada uno con 10 repeticiones. El riego por inundación se utilizó para

llenar cada bandeja de semillas con agua cada 2, 4, 8, 10 y 12 horas, siendo el control un intervalo de riego de 2 horas. Este estudio revela que un tratamiento de remojo previo de 1 hora, con intervalos de riego de 4 o 12 horas, fue el mejor para el cultivo hidropónico de cebada, ya que permitió obtener un mayor rendimiento y una producción óptima de forraje fresco. En cuanto al peso del forraje seco, los mayores rendimientos se obtuvieron con intervalos de riego de 10 a 12 horas. Si bien otros parámetros de crecimiento investigados, como la longitud y la expansión del sistema radicular, se desviaron de esta tendencia, un menor tiempo de remojo con mayor frecuencia de riego resultó beneficioso para el agricultor en términos de peso, rendimiento de nutrientes y altura de H. vulgare.

Abdul-Baki, A. (1974). Indica que las semillas esterilizadas con hipoclorito de sodio (NaOCl) retuvieron cantidades suficientes como para interferir en los estudios del metabolismo de los aminoácidos durante la germinación. Los lavados repetidos con agua no eliminaron completamente el NaOCl. Sin embargo, al sumergir las semillas durante 10 minutos en HCl 0,01 N , se eliminó por completo el NaOCl sin reducir la germinabilidad. El NaOCl residual reaccionó con los aminoácidos y redujo sus concentraciones en el medio de incubación. Esta reacción resultó en una alta producción de $CO_2$ y una baja absorción de aminoácidos por las semillas. La descarboxilación de los aminoácidos ocurrió en el medio de incubación fuera de la semilla, fue independiente de la presencia de semillas en la reacción y, por lo tanto, no estuvo relacionada con el metabolismo de los aminoácidos por las semillas. Los efectos del NaOCl sobre la absorción, la incorporación y la producción de $CO_2$ a partir del ácido indolacético fueron similares a los de los aminoácidos estudiados.

Ruesta (2013) en Lambayeque implementó un estudio experimental con dieciocho tratamientos para establecer el mejor desinfectante, tiempo de desinfección y concentración del desinfectante en Lambayeque para optimizar la producción y rendimiento en germinado hidropónico con Lejía al 0,1% con diferentes tiempos: 5 minutos (T1), 30 minutos (T2), 120 minutos (T3); Concentración con Lejía al 1,0% en diferentes tiempos: 5 minutos (T4); con 30 minutos (T5); con 120 minutos (T6); Concentración con lejía al 2,0%: con 5 minutos (T7); con 30 minutos (T8); con 120 minutos (T9) y con Yodo con concentración al 0,1%: con 5 minutos (T10); con 30 minutos (T11); con 120 minutos (T12); concentración con 1.0% de Yodo: con tiempo de 5 minutos (T13); con 30 minutos (T14); con 120 minutos (T15); concentración con 2.0% de Yodo: con 5 minutos (T16); con 30 minutos (T17) y con 120 minutos (T18). Los resultados demostraron que el tratamiento tres (T3) con lejía al 1% durante 120 minutos de tiempo de desinfección, superó a todos los tratamientos con un rendimiento de 6,859 Kg. de Germinado hidropónico (TCO) por cada kilogramo de semilla procesada.

## 1.2. Bases teóricas

### 1.2.1 Germinado hidropónico

Beltrano y Giménez (2016) 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

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

Pérez et al. (2016) citan lo manifestado por Burris (1983): "El deterioro es un proceso que ocurre en la semilla relativamente seca y se expresa durante la rehidratación de la misma y sugiere tres hipótesis para describir los procesos que determinan el deterioro: 1) acumulación de productos deletéreos relacionados con el rompimiento de macromoléculas que inactivan tanto a enzimas como a los ácidos nucleicos o bien la aparición de membranas no funcionales y la acumulación de sustancias mutagénicas; 2) el deterioro causado por el desgaste natural, en el cual se considera que un incremento en el uso de organelos, células y órganos, causan reducción general de su capacidad de funcionamiento; y 3) mutaciones somáticas que aumentan en frecuencia con la edad de la semilla" y citan además lo referido por Buras y Powell (1984): "La imbibición se da mediante la inmersión de las semillas en soluciones osmóticas o en cantidades determinadas de agua durante cierto periodo de tiempo" y lo indicado por Artola et al., (2003) y Sánchez et al., (2007): "La imbibición permite que un mayor número de semillas alcance rápidamente el mismo nivel de humedad y active el aparato metabólico relacionado con el proceso pre-germinativo. Este proceso mejora su calidad fisiológica uniformizando el porcentaje

de germinación”.

Sati et al. (2023) manifiestan que la hidroponía es una técnica agrícola contemporánea que no depende del suelo y, en cambio, suministra a las plantas agua rica en nutrientes. Por el contrario, la agricultura tradicional se basa en el suelo y produce cultivos limitados al tiempo que utiliza cantidades sustanciales de agua para riego y fertilizantes. Una ventaja del cultivo hidropónico sobre los métodos tradicionales es la capacidad de practicar el cultivo vertical, lo que aumenta el rendimiento de los cultivos por unidad de superficie. Además, la hidroponía no requiere tierra fértil para ser efectiva y requiere menos agua y espacio en comparación con la agricultura tradicional basada en el suelo.

SIAN (2011) indica 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:

1º. Poder germinativo. - Llamado también coeficiente de germinación. La fórmula para hallarlo es: ((Nº de semillas germinadas/ cantidad semillas sembradas) X 100). Una semilla cuyo poder germinativo sea menor de 70 % no es aconsejable para sembrarla.

2º. Coeficiente de pureza. - Es un factor importante y fácil de determinar con la siguiente formula: (100 - (Peso de las impurezas/Peso inicial total de semilla evaluada)).

3º. Valor cultural. - Se calcula con la siguiente fórmula: (Coeficiente de pureza x 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

Niño-Torres y Guerrero-Lopez. (2021) precisan que la producción intensiva de FVH en un entorno protegido no es susceptible al cambio climático, permite una programación eficaz del uso del agua y una producción frecuente durante todo el año, además una disminución de los fertilizantes, agroquímicos y mano de obra.

Kumar et. al. (2023) indican que una ventaja del cultivo hidropónico sobre los métodos tradicionales es la capacidad de practicar el cultivo vertical, lo que aumenta el rendimiento de los cultivos por unidad de superficie. Además, la hidroponía no requiere tierra fértil para ser efectiva y requiere menos agua y espacio en comparación con la agricultura tradicional basada en el suelo.

Bakshi, et. al (2017) manifiestan las ventajas del forraje hidropónico enriquecido con otras referencias bibliográficas:

Eficiencia: Los sistemas hidropónicos minimizan el desperdicio de agua, ya que se aplica directamente a las raíces y a menudo se recicla y reutiliza varias veces. Sin embargo el agua debe estar limpia, ya que las bacterias y los hongos proliferan durante el ciclo de crecimiento. Se necesita entre 1.5 a 2.0 litros para producir 1 kg de forraje hidropónico, en comparación con los 73, 85 y 160 litros para producir un kg de forraje verde de cebada, alfalfa y pasto Rhodes en condiciones de campo, respectivamente.

Espacio: Los sistemas hidropónicos requieren menos espacio y tiempo que los sistemas convencionales, lo que los hace ideales para habitantes urbanos con espacio limitado en sus patios.

Uso de pesticidas, insecticidas y herbicidas: La agricultura tradicional depende de

herbicidas, fungicidas y/o insecticidas para una producción óptima. El forraje hidropónico se cultiva en un entorno controlado sin tierra y por lo tanto no es susceptible a enfermedades, plagas u hongos transmitidos por el suelo, minimizando así el uso de pesticidas, insecticidas y herbicidas.

Rendimiento de forraje: La producción de forraje se acelera hasta en un 25 % al llevar los nutrientes directamente a las plantas, sin desarrollar grandes sistemas radiculares para buscar alimento. Las plantas maduran más rápido y de manera más uniforme en un sistema hidropónico que en un sistema convencional basado en suelo.

Calidad del forraje: El contenido de proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y Ca aumentó, pero el contenido de materia orgánica (MO) y carbohidratos no fibrosos (CNF) disminuyó ($P<0,05$) en el forraje verde hidropónico en comparación con la semilla original en base a materia seca.

Impacto en la producción animal: Debido a que los forrajes hidropónicos son altamente suculentos, su consumo varió entre 15 a 25, 0,25 a 2,0, 1,5 a 2,0 y 0,1 a 0,2 kg/animal/día en grandes rumiantes, pequeños rumiantes, cerdos adultos y conejos respectivamente.

Consistencia en la alimentación: Uno de los principales obstáculos que enfrentan muchos productores de carne es la variabilidad/inconsistencia de las especies vegetales en sus pastizales, debido principalmente a las fluctuaciones estacionales. Al alimentar con forraje hidropónico, se garantiza la calidad y cantidad del forraje consumido. Esta consistencia en la alimentación puede resultar en productos finales de mejor sabor y calidad uniforme, lo cual es uno de los principales objetivos de los productores de carne. De igual manera, la consistencia en la alimentación también

puede aumentar la calidad de la carne y otros productos de cerdos y aves de corral.

Huella de carbono reducida: La hidroponía es más respetuosa con el medio ambiente que la agricultura tradicional, ya que rara vez se utilizan fertilizantes. Esto reduce considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero. En la agricultura tradicional, la escorrentía puede provocar la degradación del entorno. Los sistemas hidropónicos contribuyen a reducir el consumo de combustible para el transporte de productos desde explotaciones agrícolas distantes y, por consiguiente, las emisiones de carbono.

Beltrano, J. Y Gimenez, D. (2016) dicen que 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”

### 1.2.2 Osmo acondicionamiento y desinfección

Raya-Pérez, et. al (2020) dicen que el osmo acondicionamiento consiste en la inmersión de las semillas en soluciones osmóticas o en agua por determinado tiempo con o sin deshidratación previa a la siembra y permiten que una gran proporción de las mismas alcance rápidamente el nivel de humedad y estado metabólico deseado como consecuencia de la activación de numerosos procesos bioquímicos fisiológicos relacionados con la germinación, la tolerancia al estrés ambiental y a la auto reparación enzimática de las membranas celulares.

Sánchez-Camargo & Juárez-Díaz (2019). En la fase I de la germinación, llamada hidratación, debido al incremento en la absorción de agua y a los procesos de reparación celular y molecular, dan lugar, entre otros eventos al aumento de la actividad mitocondrial que es necesaria para la obtención de energía para la siguiente fase. Durante la fase II de la germinación, los procesos de reparación disminuyen, dando inicio a la replicación del DNA (fase S del ciclo celular); es en esta fase cuando comienza la protrusión de la radícula. Finalmente, en la fase III de la germinación comienza la movilización de reservas de la semilla e inicia el crecimiento de la planta.

### 1.2.3 Hipoclorito de sodio

Muñoz-Castellanos, et. al (2022) indican que el hipoclorito de sodio (NaClO) y su ingrediente activo, el ácido hipocloroso (HClO), son los desinfectantes a base de cloro más utilizados a nivel mundial. El HClO es un antimicrobiano de acción rápida que interactúa con muchas biomoléculas, como aminoácidos, lípidos, ácidos nucleicos y componentes de la membrana que contienen azufre, causando daño

celular. En esta revisión se exponen ejemplos de la efectividad del cloro en procedimientos generales de desinfección, para inactivar bacterias, y bajo ciertas condiciones bacterias en biopelículas y virus.

## 1.3. Operacionalizacion de variables

| Tipo de variable | Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones / factores | Indicadores | Escala de medición | Niveles / categorías | Instrumento / técnica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variables independientes | Dosis de Hipoclorito de sodio al 7,5% | Concentración del desinfectante aplicado en el agua como procedimiento previo para controlar microorganismos. | Se aplicarán dos concentraciones de desinfectante preparadas en ml por litro de agua. | Concentración del desinfectante al 7.5% de hipoclorito de sodio | Dosis aplicada | Cualitativa ordinal / cuantitativa discreta | 1.0 ml/L y 2.0 ml/L | Jeringa de tuberculina de 1 ml, Registro de tratamiento |
| | Dosis de Hipoclorito de sodio al 3.5% | Desinfectante para uso comercial doméstico | Se aplicará una sola dosis | Concentración del desinfectante al 3.5% de HClO | Dosis unica | Cuantivativa discreta | 1.0 ml/L | Jeringa de tuberculina de 1 ml, Registro de tratamiento |
| | Tiempo de aplicación | Periodo durante el cual la semilla recibe el tratamiento con desinfectante. | Se aplicará el desinfectante durante dos tiempos establecidos el proceso de pregerminado experimental. | Duración del tratamiento | Tiempo de aplicación | Cuantitativa de razón | 5, 15, 30 , 60 y 120 minutos<br>- Para trat. Con HClO comercial: 120 min. | Cronómetro, registro |
| Variables dependientes | Producción de germinado hidropónico | Rendimiento de nutrientes por metro cuadrado | Se medirá la cantidad de GH, MS, PC, EE, FC y Cen. | Rendimiento nutricional por metro cuadrado | Peso fresco del forraje | Cuantitativa de razón | kg/m² | Balanza, registro de campo |
| | | Rendimiento de GH y MS por kg de cebada procesada | Se determinará los kg de GH producidos por cada kg de cebada. | Germinado hidropónico y materia seca por kg. De semilla | Calculo de rendimiento de GH por kg de semilla | Cuantitativa de razón | kg/kg semilla | Balanza, registro de campo |

# II. DISEÑO METODOLÓGICO

## 2.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio corresponde a una investigación aplicada, cuantitativa y experimental.

Las variables estudiadas fueron las siguientes:

- Variables independientes
- Fuentes de agua del complejo Pecuario de la Facultad de ingeniería Zootecnia para producción de germinado hidropónico de cebada: agua de tanque elevado del complejo pecuario FIZ y agua de pozo de tierra a tajo abierto de la Facultad de ingeniería Zootecnia.
- Dosis de desinfectante yodado: 0,5 y 1,0 ml/L de agua
- Tiempo de aplicación del desinfectante yodado en la etapa de desinfección: 15 y 30 minutos.
- Variables dependientes:
    - 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.

## 2.2. Diseño de estudio

Por ser un estudio experimental en el que se evaluaron 11 tratamientos, se procedió a realizar el siguiente planteamiento estadístico de hipótesis:

Ho: No existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos

Ha: Al menos la media de un tratamiento difiere del resto

Para evaluar la hipótesis se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con igual número de repeticiones (6 por tratamiento), cuyo modelo aditivo lineal según PADRON (2009) es:

$$Yij = \mu + Ai + Eij$$

Donde:

Yij : Peso de germinado hidropónico de la j-ésima bandeja del i-ésimo tratamiento

$\mu$ : Efecto de la media poblacional.

Ai : Efecto del i-ésimo tratamiento.

Eij : Efecto del error de la j-ésima bandeja del i-ésimo tratamiento

Se aplicó el Análisis de varianza visto en la tabla 1 y en caso de existir diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) se utilizó la prueba de Tuckey.

**Tabla 1**

*Esquema de análisis de varianza*

| Fuente de variación | gl | Sc | CM | Fc |
|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | t-1 = 10 | | Sc trat./t-1 | CM trat./CM E |
| Error | t(r-1) = 55 | | Sc EE/t (r-1) | |
| Total | tr-1= 65 | | | |

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

## 2.3. 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 16 de julio al 1 de agosto de 2025 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 y laboratorio privado.

## 2.4. Tratamientos evaluados

Se implementaron 11 tratamientos de acuerdo a la siguiente disposición:

T0 = Desinfección de cebada con 1 ml/L de hipoclorito de sodio (NaClO) al 3.5% durante 120 minutos.

T1 = Desinfección de cebada con 1 ml/L de NaClO al 7.5% durante 120 minutos.

T2 = Desinfección de cebada con 1 ml/L de NaClO al 7.5% durante 60 minutos.

T3 = Desinfección de cebada con 1 ml/L de NaClO al 7.5% durante 30 minutos.

T4 = Desinfección de cebada con 1 ml/L de NaClO al 7.5% durante 15 minutos.

T5 = Desinfección de cebada con 1 ml/L de NaClO al 7.5% durante 5 minutos.

T6 = Desinfección de cebada con 2 ml/L de NaClO al 7.5% durante 120 minutos.

T7 = Desinfección de cebada con 2 ml/L de NaClO al 7.5% durante 60 minutos.

T8 = Desinfección de cebada con 2 ml/L de NaClO al 7.5% durante 30 minutos.

T9 = Desinfección de cebada con 2 ml/L de NaClO al 7.5% durante 15 minutos.

T10 = Desinfección de cebada con 2 ml/L de NaClO al 7.5% durante 5 minutos.

## 2.5. Materiales

### 2.5.1. Semilla de cebada (*Hordeum vulgare*)

La cebada se adquirió a la altura de las intersecciones de las avenidas Venezuela y Bolívar 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 83% y 72 % procediendo a comprar 34.60 kg de la semilla que presentó mayor valor cultural.

### 2.5.2. Hipoclorito de sodio al 3.5% y 7,5%

Utilizado en el proceso de desinfección de semilla a según tratamiento.

### 2.5.3. Agua y Soluciones hidropónicas A y B

En la etapa de germinación del tratamiento 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 4 Litros de agua de riego (Ordoñez et. al., 2018).

## 2.6. Instalaciones y equipo:

3 torres hidropónicas.

66 bandejas plásticas para hidroponía de 33 cm x 42 cm.

11 baldes de plástico para remojo de semilla.

11 baldes de para oreo de semilla.

11 sacos de yute para abrigo de semilla.

1 mochila para riego por aspersión.

1 balanza de precisión con capacidad de 20 kg.

1 termo higrómetro.

1 carretilla.

## 2.7. Técnicas experimentales

### 2.7.1. Producción de germinado hidropónico de cebada

Se emplearon 66 bandejas para el estudio, asignando seis bandejas a cada tratamiento.

- Etapa de Pre germinación:

  Se calculó la cantidad de semilla de cebada necesaria utilizando el área de bandeja de 0,139 $m^2$ y la densidad de siembra de 3,0 kg /$m^2$, recomendada por Guevara (2013), obteniendo 0,42 kg por bandeja y al multiplicar por las 66 bandejas en estudio dio un total de 27,72 kg de semilla de cebada "limpia" y considerando un máximo de pureza de 80 %, se adquirió 34,60 kg de cebada bruta para todo el estudio. Luego se escogieron los granos partidos paja y otras impurezas para obtener la semilla limpia para el estudio.

- Se peso 27,72 kg de semilla limpia y en carretilla se procedió al primer lavado para eliminar polvo e impurezas, luego se pesó el total de semilla húmeda y se dividió entre 11 baldes para aplicar la desinfección por separado, motivo por el cual, en cada uno se procedió a llenar 4 litros de agua pura y se aplicó la dosis de hipoclorito de sodio al 7,5% y tiempo de duración según cada tratamiento.

Luego de transcurrido el tiempo de desinfección de cada uno se procedió al segundo

lavado con agua pura para eliminar el hipoclorito de sodio e inmediatamente se llenó con agua pura para el remojo durante 24 horas, considerando un oreo intermedio a las 6 y 12 con duración de 1 hora eliminando el agua y luego se llenaba nuevamente para continuar con el proceso de remojo hasta cumplir con 12 horas adicionales.

- Después del remojo las semillas de cada balde se trasladó a baldes de oreo, provistos de agujeros en la base, por 48 horas debidamente tapados e identificados.

- Después del oreo, se pesó la semilla de cada tratamiento y se dividió entre 6 para tener una siembra homogénea por bandeja.

- Luego las bandejas se trasladaron a las cámaras de germinación provistas de manta oscura donde permanecerán por 5 días y se regaba tres veces al día (7 a.m; 12 m; 7 p.m)

- El día 6 post siembra en bandejas se procedió a retirar la manta negra dejando al descubierto las bandejas de todos los tratamientos donde permanecieron hasta la cosecha (15 días de edad) ajustando el programa de riego al requerimiento de las plantas según su tasa se evaporación.

**Cosecha**:

Todos los tratamientos se cosecharon a 15 días de edad, procediendo a pesar cada bandeja de cada tratamiento y luego de cada tratamiento se eligieron 3 bandejas al azar y de cada una se extrajeron 5 submuestras que se colocaron en un depósito grande obteniendo 15 sub muestras por tratamiento y luego de mezclarlos se extrajo un kg de

muestra compuesta que se colocaba en una bolsa plástica negra debidamente identificada para ser trasladada al Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia y Laboratorio privado 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.

## 2.8. 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 desemilla procesada.
- Costo de producción de cada tratamiento.

# III. RESULTADOS

## 3.1 Producción de germinado hidropónico (GH) por bandeja (TCO)

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

En la tabla 2 se observa la producción en biomasa verde de GH, por bandeja de cada tratamiento, cosechado a 15 días de edad.

**Tabla 2**

*Peso de Germinado Hidropónico a la cosecha según tratamiento (Kg)*

| Bandeja | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B 1 | 2,70 | 3,00 | 2,17 | 2,64 | 2,95 | 2,89 | 2,34 | 3,10 | 2,58 | 2,59 | 2,22 |
| B 2 | 2,69 | 2,42 | 2,76 | 2,57 | 2,50 | 2,50 | 2,12 | 2,92 | 2,17 | 2,48 | 3,11 |
| B 3 | 2,77 | 2,41 | 2,86 | 2,95 | 2,52 | 2,63 | 1,76 | 2,68 | 2,74 | 2,50 | 2,62 |
| B 4 | 2,60 | 2,58 | 2,35 | 2,38 | 2,66 | 2,71 | 2,81 | 2,22 | 2,27 | 2,28 | 2,63 |
| B 5 | 2,88 | 2,53 | 2,34 | 2,39 | 3,18 | 2,95 | 2,41 | 2,35 | 2,38 | 2,57 | 2,30 |
| B 6 | 2,78 | 2,65 | 2,46 | 2,66 | 2,88 | 2,83 | 2,17 | 2,71 | 2,56 | 2,55 | 2,38 |
| Total/tratan. | 16,43 | 15,60 | 14,94 | 15,58 | 16,70 | 16,51 | 13,62 | 15,97 | 14,70 | 14,97 | 15,26 |
| Promedio | 2,74a | 2,60a | 2,49a | 2,60a | 2,78a | 2,75a | 2,27b | 2,66a | 2,45a | 2,50a | 2,54a |

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

### 3.1.2. Composición química del germinado hidropónico de cebada

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 y Laboratorio privado después de concluida la fase experimental. Los resultados se aprecian en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Composición química de germinado hidropónico de cebada por tratamiento (100% MS)*

| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Materia seca | 19,95 | 20,11 | 19,96 | 20,08 | 21,01 | 20,33 | 20,18 | 19,87 | 19,92 | 19,84 | 20,05 |
| PC | 12,08 | 11,83 | 11,57 | 11,21 | 10,85 | 11,66 | 11,45 | 11,74 | 11,30 | 11,74 | 11,42 |
| EE | 3,51 | 3,43 | 3,56 | 3,64 | 3,47 | 3,44 | 3,77 | 3,57 | 3,51 | 3,63 | 3,69 |
| FC | 12,28 | 11,83 | 11,77 | 11,75 | 11,61 | 11,95 | 12,14 | 12,33 | 12,05 | 12,05 | 11,97 |
| CEN | 3,46 | 3,13 | 3,21 | 3,24 | 3,14 | 3,25 | 3,27 | 3,42 | 3,16 | 3,18 | 3,14 |

Fuente: Laboratorio Nutrición Facultad Ing. Zootecnia UNPRG y Laboratorio privado (2025).

### 3.1.3. Producción por metro cuadrado de germinado hidropónico (TCO), materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y cenizas en base seca

Con el área de bandeja de 0,139 $m^2$ y pesos de la tabla 2 e información de la tabla 3 se calculó el rendimiento de germinado hidropónico por metro cuadrado ($GH/m^2$) de cada tratamiento en base fresca (TCO) con la información del anexo 1.1, así como el rendimiento de materia seca por metro cuadrado ($MS/m^2$) con información del anexo 1.2 y en base seca se calculó el rendimiento por metro cuadrado de PC con información del anexo 1.3, EE con la información del anexo 1.4, FC con información del anexo 1.5 y rendimiento por metro cuadrado de CEN con la información del anexo 1.6. Todos los resultados se aprecian en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Rendimiento de germinado hidroponico por metro cuadrado de cada tratamiento ($Kg/m^2$)*

| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GH | 19,55ab | 18,81ab | 17,88ab | 18,66ab | 19,99a | 19,77a | 16,31b | 19,12ab | 17,60ab | 17,93ab | 18,27ab |
| MS | 3,90abc | 3,78abc | 3,57abc | 3,77abc | 4,20a | 4,02ab | 3,27c | 3,80abcd | 3,51bc | 3,56abc | 3,66abc |
| PC | 0,47a | 0,45a | 0,41ab | 0,43ab | 0,46a | 0,47a | 0,37b | 0,45a | 0,40ab | 0,42ab | 0,41ab |
| EE | 0,14ab | 0,13ab | 0,13ab | 0,14ab | 0,15a | 0,14ab | 0,12b | 0,14ab | 0,12ab | 0,13ab | 0,13ab |
| FC | 0,48a | 0,45ab | 0,42ab | 0,46ab | 0,50a | 0,48a | 0,38b | 0,47ab | 0,42ab | 0,43ab | 0,44ab |
| CEN | 0,13a | 0,12abc | 0,11abc | 0,12abc | 0,13ab | 0,13ab | 0,11c | 0,13ab | 0,11bc | 0,11abc | 0,12abc |

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

### 3.2. Rendimiento de germinado hidropónico por Kg de semilla

Basados en información de la Tabla 2, 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, con información del anexo 2.1, los resultados promedio se aprecian en la tabla 5.

Para obtener el rendimiento de materia seca por kilogramo de semilla procesada de cada tratamiento, se utilizó la información del anexo 2.2, los resultados se aprecian en la tabla 5.

**Tabla 5**
*Rendimiento por kg de semilla procesada (Kg/kg de semilla)*

| | TC | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kg GH/kg semilla (TCO) | 6,56 | 6,22 | 5,96 | 6,22 | 6,66 | 6,59 | 5,44 | 6,37 | 5,87 | 5,98 | 6,09 |
| Kg MS/kg semilla (TCO) | 1,31 | 1,26 | 1,20 | 1,28 | 1,38 | 1,37 | 1,11 | 1,35 | 1,24 | 1,24 | 1,22 |

### 3.3. Temperatura (ºC) 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 4) los promedios y desviación estándar de temperatura y humedad relativa mínimos y máximos se observan en la tabla 6.

**Tabla 6**
*Temperatura (ºC) y humedad relativa (%)*

| | Temperatura (°C) | | Humedad (%) | |
|---|---|---|---|---|
| | Mínima | Máxima | Mínima | Máxima |
| Media | 20.14 | 20.65 | 76.31 | 78.67 |

### 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 5 tanto para costos en base fresca (TCO) y materia seca (MS), el costo por kg de semilla fue S/ 2,20; por litro de agua S/ 0,05; costo por litro de lejía al 3,5% S/ 2,00; costo por litro de lejía al 7,5% S/ 4,29 ; costo por litro de soluciones hidropónicas A y B S/ 25,00; costo por hora de mano de obra S/ 3,13; costo por depreciación de maquinaria y equipos S/

0,05. Los costos de producción más económicos por kg de materia seca lo presentaron el tratamiento que utilizó 1 ml/L de NaClO al 7,5% durante 15 minutos (T4), siendo 3,68% más económico que el costo del tratamiento testigo que utilizó 1 ml/L de NaClO al 3,5% durante 120 minutos (T4) como se aprecia en la tabla 7.

**Tabla 7**

*Costo de producción de germinado hidropónico (S/)*

| Tratamiento | TCO | MS |
|---|---|---|
| T0 | 0,64 | 2,99 |
| T1 | 0,67 | 3,12 |
| T2 | 0,7 | 3,28 |
| T3 | 0,67 | 3,11 |
| T4 | 0,63 | 2,80 |
| T5 | 0,63 | 2,92 |
| T6 | 0,76 | 3,58 |
| T7 | 0,65 | 3,09 |
| T8 | 0,71 | 3,35 |
| T9 | 0,69 | 3,30 |
| T10 | 0,68 | 3,20 |

# IV. DISCUSIÓN

## 4.1 Producción de GH a la cosecha

El análisis de varianza (anexo 3.1) aplicado a la información de la tabla 2 encontró diferencias estadísticas ($p<0.05$) entre tratamientos, y el mejor rendimiento a la cosecha lo presentaron los tratamientos que utilizaron 1 ml de NaClO 7,5% /L de agua durante 15 y 5 minutos (T4 y T5 respectivamente) entre los cuales no hubo diferencia estadística ($p>0.05$), que superaron en 1,63 y 0,51% a la producción de tratamiento que utilizó 1 ml de NaClO 3.5%/L de agua durante 120 minutos (T0). Todos los tratamientos que utilizaron 2 ml de NaClO 7,5% /L de agua rindieron menos que T0 y el tratamiento con más bajo rendimiento lo presentó el que utilizó 2 ml de NaClO 7,5%/L de agua durante 120 minutos (T6).

## 4.2 Rendimiento de germinado hidropónico fresco por metro cuadrado

Al aplicar el análisis de varianza (ver anexo 3.2) a la información de la tabla 4 se hallaron diferencias estadísticas ($p<0.05$), presentando el mayor rendimiento de germinado hidropónico (GH) por metro cuadrado los tratamientos que se desinfectaron con 1 ml/L de NaClO al 7,5% durante 15 y 5 minutos (T4 y T5) que superaron en 2,23 y 1,10% respectivamente, al rendimiento logrado por T0 y el tratamiento que presento el menor rendimiento de 16,61 % respecto al rendimiento del tratamiento testigo, lo presentó T6, que usó 2 ml/L de NaClO al 7,5% durante 120 minutos.

## 4.3 Rendimiento de germinado hidropónico por metro cuadrado en base seca

### 4.3.1 Producción de materia seca por metro cuadrado (MS/$m^2$)

Al aplicar el análisis de varianza al rendimiento de materia seca por metro cuadrado (Anexo 3.3) se encontró diferencias estadísticas entre tratamientos ($p<0.05$) y el mejor rendimiento de MS/$m^2$ lo obtuvo el tratamiento que se desinfectó con 1 ml/L de NaClO al 7,5% durante 15 minutos (T4) que superó en 7,66% al rendimiento logrado por T0. Todos los tratamientos que utilizaron 2ml de NaClO al 7,5% presentaron los menores rendimientos y el que presentó el menor rendimiento de 16.06 % respecto al rendimiento del testigo (T0), lo presentó T6 que utilizó 2 ml/L de NaClO al 7,5% durante 120 minutos.

### 4.3.2 Producción de proteína cruda (PC) de germinado hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)

Al aplicar el análisis de varianza (Anexo 3,4) al rendimiento de proteína cruda por metro cuadrado (PC/$m^2$) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p<0.05$), presentando los mejores resultados los tratamientos que se desinfectaron con 1 ml/L de NaClO al 7,5% durante 15 y 5 minutos (T4 y T5) y el que utilizó 2 ml/L de NaClO al 7,5% durante 60 minutos (T7) y el tratamiento testigo que utilizó 1ml de NaClO al 3,5% durante 120 minutos (T0), entre los cuales no hubo diferencias estadísticas ($p>0.05$) pero numéricamente el mejor resultado lo presentó T0, con 0,47 kg PC/$m^2$, que superó al rendimiento de todos los tratamientos, pero T4 sólo presentó un rendimiento de 0,46 kg PC/$m^2$, siendo 0,57% inferior al rendimiento del testigo. Sin embargo, todos presentaron un rendimiento inferior al rendimiento de 0.58 kg PC/m2, reportado por Jiménez (2024), quien utilizó dióxido de cloro en la desinfección de la semilla y ejecuto el estudio en diciembre de 2024, así como a los 0,58 kg PC/$m^2$ reportados por Quispe (2025), quien utilizó 1 ml de NaClO al 3,5%/L

de agua durante 120 minutos recomendados por Ruesta (2013), pero estuvo por debajo de los 0,70 Kg PC/m2 logrados por esta misma autora al utilizar 0.5 ml de ácido peracético al 15%/L de agua durante 5 minutos en el proceso de desinfección de cebada este resultado se debería a la calidad de la semilla utilizad, la cual es variable y disponible en el mercado de Moshoqueque. Asimismo, el menor rendimiento de $PC/m^2$ lo presentó el tratamiento que se desinfectó con 2 ml/L de NaClO al 7,5% durante 120 minutos (T6), cuyo rendimiento fue 22,14% menor al del testigo, lo cual indica que la concentración de lejía al 7,5% con un tiempo de exposición de dos horas afectaría el poder de germinación de la cebada en estudio.

### 4.3.3 Producción de extracto etéreo (EE) de germinado hidropónico por metro cuadrado (Kg)

El análisis de varianza (anexo 3.5) aplicado al rendimiento de Extracto etéreo ($EE/m^2$) encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p<0.05$) y al aplicar la prueba de Tuckey el mejor rendimiento lo obtuvo el tratamiento que utilizó 1 ml/L de NaClO al 7,5% durante 15 minutos (T4), con 0,15 kg EE/m2, similar al rendimiento logrado por Jiménez, quien utilizó Dióxido de cloro en la desinfección de semilla (2024), y este rendimiento superó en 6,57% al rendimiento que utilizó 1ml de NaClO al 3,5% durante 120 minutos (T0), permitiendo ahorrar en 105 minutos en el proceso de desinfección con el hipoclorito de sodio doméstico al 3,5%. Asimismo, superó a los 0.14 kg EE/m2 reportados por Quispe (2025) cuando utilizó en su tratamiento testigo con 1 ml NaClO al 3,5%/L de agua durante 120 minutos, pero estuvo por debajo de los 0.22 Kg EE logrados por esta misma autora al utilizar 0,5 ml de ácido peracético al 15%/L de agua durante 5 minutos en el proceso

de desinfección de cebada. Todos los tratamientos que utilizaron 2 ml de NaClO a diferentes tiempos de desinfección presentaron los menores rendimientos, pero el más bajo rendimiento lo presentó el tratamiento que utilizó 2 ml/L de NaClO al 7,5% durante 120 minutos.

### 4.3.4 Producción de fibra cruda (FC) de germinado hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)

El análisis de varianza (anexo 3,6) aplicado al rendimiento de Fibra cruda por metro cuadrado (FC/$m^2$) halló diferencias estadísticas entre tratamientos ($p<0.05$), presentando el mayor rendimiento los tratamientos que se desinfectaron con 1 ml/L de NaClO al 7,5% durante 15 y 5 minutos (T4 y T5) con 0,50 y 0,48 kg FC/m2 y el logrado por T0 (0,48 kg FC/$m^2$), entre los cuales no hubo diferencia estadística entre ellos ($p>0.05$) pero, todos presentaron menos rendimiento que el 0,56 kg FC/$m^2$, logrado por Jiménez (2024) quien utilizó Dióxido de cloro en el proceso de desinfección, así como por debajo de los 0,57 kg FC/$m^2$ reportados por Quispe (2025) cuando utilizó en su tratamiento testigo, 1 ml NaClO al 3,5%/L de agua durante 120 minutos, así como por debajo de los 0,22 Kg FC/$m^2$ logrados por esta misma autora al utilizar 0,5 ml de ácido peracético al 15%/L de agua durante 5 minutos en el proceso de desinfección de cebada.

### 4.3.5 Producción de cenizas (CEN) de germinado hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)

Al aplicar el análisis de varianza (ver anexo 3,7) aplicado al rendimiento de Cenizas por metro cuadrado (Cen/$m^2$) encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p<0.05$) y el mejor rendimiento de CEN/$m^2$ lo obtuvo el tratamiento que se desinfectó con 2 ml/L de NaClO al 7,5% durante 120 minutos (T0), siendo el

tratamiento con 1 ml/L de NaClO al 7,5% durante 15 minutos (T4) el que rindió 2,25% menos que T0. Todos presentaron menor rendimiento a los 0,15 CEN/$m^2$ logrados por Jiménez (2024) quien utilizó Dióxido de Cloro en el proceso de desinfección. Asimismo, por debajo de los 0,15 kg CEN/$m^2$ reportados por Quispe (2025) cuando utilizó en su tratamiento testigo con 1 ml NaClO al 3,5%/L de agua durante 120 minutos, y también estuvo por debajo de los 0,18 Kg CEN/$m^2$ logrados por esta misma autora al utilizar 0,5 ml de ácido peracético al 15%/L de agua durante 5 minutos en el proceso de desinfección de cebada. El tratamiento que presentó el más bajo rendimiento siendo 21,47 % menor al rendimiento del tratamiento testigo (T9), lo presentó el tratamiento que utilizó 2 ml/L de NaClO al 7,5% durante 120 minutos (T6).

## 4.4 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.

### 4.4.1 Rendimiento de germinado hidropónico en base fresca por kg de semilla procesada (Kg)

Al aplicar el análisis de varianza (ver anexo 3.8) al rendimiento de GH fresco por kg de cebada procesada, se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p<0.05$) presentando el mayor rendimiento kg de GH/kg de semilla, los tratamientos que se desinfectaron con 1 ml/L de NaClO al 7,5% durante 15 y 5 minutos (T4 y T5) con 6,66 y 6,59 kg GH/kg de semilla, que superaron en 1,63 y

0,51% respectivamente, al rendimiento logrado por T0 de 6,56 kg GH/kg de semilla, superando además a los 6,10 kg GH/$m^2$ reportados por Quispe (2025) cuando utilizó en su tratamiento testigo con 1 ml NaClO al 3,5%/L de agua durante 120 minutos, y por encima de los 6,29 Kg GH/Kg de semilla logrados por esta misma autora al utilizar 0.5 ml de ácido peracético al 15%/L de agua durante 5 minutos en el proceso de desinfección de cebada. El tratamiento que presentó el más bajo rendimiento de 17,09 % respecto al rendimiento del tratamiento testigo, lo presentó el tratamiento que utilizó 2 ml/L de NaClO al 7,5% durante 120 minutos (T6) con 5,44 kg de GH/kg de semilla. Sin embargo, todos los rendimientos de estudio estuvieron por debajo de los 7,22 kg de GH/kg de cebada, reportados por Guevara (2013), quien determino que la mejor densidad de siembra de cebada para germinado hidropónico en Lambayeque es 3 kg/$m^2$.

### 4.4.2 Rendimiento de materia seca (MS) de germinado hidropónico por kg de semilla procesada

Al realizar el análisis de varianza (anexo 3.9) al rendimiento de materia seca por kg de semilla encontró diferencias estadísticas entre tratamientos ($p<0,05$) presentaron mayor rendimiento de MS/kg de semilla, los tratamientos que se desinfectaron con 1 ml/L de NaClO al 7,5% durante 15 y 5 minutos (T4 y T5) con 1,38 y 1,37 kg MS/kg de semilla, que superaron en 4,91 y 4,22% respectivamente, al rendimiento logrado por T0. Asimismo, superó a los 1,21 kg MS/kg de semilla reportados por Quispe (2025) cuando utilizó en su tratamiento testigo con 1 ml NaClO al 3.5%/L de agua durante 120 minutos, pero estuvo por debajo de los 1,45 Kg MS/kg de semilla logrados por esta misma autora al utilizar 0,5 ml de ácido peracético al 15%/L de agua durante 5 minutos en el proceso de desinfección de cebada. El tratamiento que

presentó el menor rendimiento de 15,07 % menor que el rendimiento del tratamiento testigo, lo presentó el tratamiento que utilizó 2 ml/L de NaClO al 7,5% durante 120 minutos (T6) que presentó 1,07 Kg MS/Kg de semilla. Sin embargo, todos los rendimientos de este estudio superaron al rendimiento de 0,779 Kg de MS/Kg de semilla, reportados por Guevara (2013), quien encontró que la mejor densidad de siembra de cebada para producir GH es 3 kg/$m^2$

### 4.4.3. Temperatura (ºC) y Humedad relativa (%)

La temperatura mínima donde se realizó el estudio (20,14 ± 1,68) estuvo por encima del rango mínimo de 18°C recomendados por Aliaga (2009) lo cual podría haber influido en la germinación de la semilla considerando que se necesita temperatura y humedad relativa para este proceso encontrándose dentro de los parámetros indicados por este mismo autor.

**Tabla 8**
*Temperatura (ºC) y humedad relativa (%)*

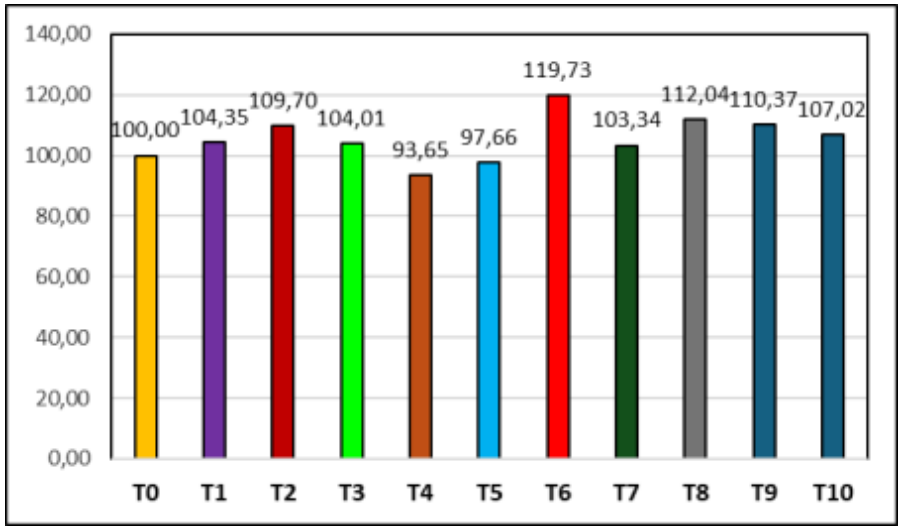
| | Temperatura (°C) | | Humedad (%) | |
|---|---|---|---|---|
| | Mínima | Máxima | Mínima | Máxima |
| Media | 20.14 | 20.65 | 76.31 | 78.67 |
| SD | ± 1.68 | ± 1.85 | ± 7.80 | ± 6.54 |

### 4.4.4. Evaluación comparativa porcentual del costo de germinado hidropónico

Considerando que el tratamiento desinfectado con NaClO al 3,5% (T0) es 100%, observamos que el tratamiento desinfectado con 1 ml/L de NaClO al 7,5% durante 15 minutos (T4) fue 6,35% más económico que T0 y el más costoso fue el tratamiento desinfectado con 2 ml/L de NaClO al 7,5% durante 120 minutos (T6) siendo 19,73% más caro que T0 como apreciamos en el gráfico 1.

**Gráfico 1**

*Evaluación comparativa del costo de producción de un kg de materia seca de germinado hidropónico*



## CONCLUSIONES

La dosis (ml/l) de hipoclorito de sodio al 7,5% y tiempo de desinfección, si influyen en la producción de germinado hidropónico de cebada.

Los rendimientos por metro cuadrado de MS, PC, EE, FC y CEN de los tratamientos evaluados presentaron diferencias estadísticas ($p<0.05$) obteniendo mejores resultados desinfectando la cebada con la dosis 1ml de hipoclorito de sodio al 7,5% por litro de agua con un tiempo de desinfección de 15 minutos.

El rendimiento de germinado hidropónico de cebada y materia seca de GH por kg de semilla de cebada presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p<0.05$), presentando los mejores resultados la desinfección con 1 ml de hipoclorito de sodio al 7,5% por litro de agua con un tiempo de desinfección de 15 minutos.

El menor costo de germinado hidropónico de cebada y materia seca de GH por kg de semilla de cebada se logra desinfectando con la dosis de 1 ml de hipoclorito de sodio al 7,5% por litro de agua con un tiempo de desinfección de 15 minutos.

## RECOMENDACIONES

Cuando se utilice hipoclorito de sodio al 7,5% en el proceso de desinfección de cebada para germinado hidropónico utilizar la dosis de 1ml por litro de agua con un tiempo de desinfección de 15 minutos.

Evaluar la dosis de hipoclorito de sodio al 7,5% y tiempo de aplicación en otras gramíneas destinadas a la producción de germinado hidropónico.

Evaluar la dosis de hipoclorito de sodio al 7,5% combinada con soluciones que inactiven el hipoclorito residual y tiempos de aplicación luego del segundo lavado de la semilla.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA


Abdul-Baki, A. (1974). Dificultades en el uso de hipoclorito de sodio como desinfectante de semillas en estudios de incorporación de 14C , Plant Physiology , Volumen 53, Número 5, mayo de 1974, Páginas 768–771, https://doi.org/10.1104/pp.53.5.768

Anthony Smith, R., Olaide Jimoh, M., & Petrus Laubscher, C. (2023). Los tiempos de remojo de las semillas y las frecuencias de riego afectaron la calidad de los nutrientes y los parámetros de crecimiento de Hordeum vulgare L. cultivado en hidroponía. En Riego y drenaje: avances recientes. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.104503

Bakshi, M. Wadhwa y Harinder PS Makkar. (2017). Producción hidropónica de forraje: una evaluación crítica. Ampliando horizontes n.° 48, diciembre de 2017. https://www.feedipedia.org/content/hydroponic-fodder-production-critical-assessment

Banco Central de Reserva del Perú. (2020). Síntesis de Actividad Económica de Lambayeque – junio 2020. https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Piura/2020/sintesis-lambayeque-06-2020.pdf

Beltrano, J y Gimenez, D. (2016). Cultivo en hidroponía. Libros de cátedra. Facultad deciencias agrarias y forestales. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1

Corrales, N (2014). identificación de los principales hongos en cebada (Hordeum vulgare L.) hidropónica y su patogénesis en cuyes. Tesis. Doctorado. Escuela Post Grado. Universidad Nacional Cajamarca.

Damian, F. (2022). Concentración de dióxido de cloro (ClO2), dosis de dilución y tiempo de desinfección en la producción de germinado hidropónico de cebada. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú. Disponible en https://hdl.handle.net/20.500.12893/9999

Gestión. (2022). Entrevista al presidente de la Cámara de Comercio de Lambayeque. Lic. Carlos Burgos. https://gestion.pe/economia/empresas/lambayeque-se-pierden-3000-hectareas-al-ano-por-salinidad-de-suelos-noticia/

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.

Mayagüez. (2018). Germinación de semillas. https://www.uprm.edu/labs3417/wp-content/uploads/sites/176/2018/08/germinacion-de-semillas-1.pdf

Niño-Torres, O.P y Guerrero-Lopez, J. R. Forrajes hidropónicos: una alternativa para la alimentación de animales domésticos. Artículo de revisión. Recuperado de https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2021.080100044

Jiménez, J. H. (2024). Tiempo de imbibición e intervalos de oreo de cebada (Hordeum vulgare) en Germinado hidropónico en Lambayeque. Tesis. Pregrado. Facultad Ingeniería Zootecnia. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú. https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/14014

Ordoñez, E; Idrogo, E y Corrales, N. (2018). Soluciones nutritivas para el germinado hidropónico de Hordeum vulgare. Revista de Investigaciones veterinarias del Peru. Vol. 29 Num. 2 (2018)
https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/14477

Muñoz-Castellanos, Laila Nayzzel, Borrego-Loya, Alejandra, Villalba-Bejarano, Cindy Viviana, González-Escobedo, Román, Orduño-Cruz, Nuvia, Villezcas-Villegas, Grisel Paloma, Rodríguez-Roque, María Janeth, Avila-Quezada, Graciela Dolores, & Vargas-Arispuro, Irasema. (2022). El cloro y su importancia en la inactivación de bacterias, ¿Puede inactivar virus?. Revista mexicana de fitopatología, 39(spe), 198-206. Epub 30 de noviembre de 2022.https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2021-4

Pérez, C; Carrillo, G; Vidal, E, Ortir, E. (2016). Efecto de la imbibición en la calidad fisiológica de semillas de jitomate. Revista mexicana de Ciencias Agricolas. Vol. 7. 28 set. – 11 set. 2016. P. 1765-1773.

Quispe, N. (2025). Dosis de dilución (ml/L) de Ácido Peracético al 15% y tiempo de desinfección en producción de Germinado hidropónico de cebada. Tesis. Pregrado. Facultad Ingeniería Zootecnia. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú.
https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/15285

Ramakrishna, N, Lacey, J, Smith, J.E. (1991). Effect of surface sterilization, fumigation and gamma irradiation on the microflora and germination of barley seeds, International Journal of Food Microbiology, Volume 13, Issue 1, 1991, Pages 47-54, ISSN 0168-1605, https://doi.org/10.1016/0168-1605(91)90135-C.

Ruesta, E. (2013). Tiempo de remojo y concentración de yodo y/o lejía en desinfección de semilla en germinado hidropónico de cebada (Hordeum vulgare L.) en Lambayeque. Tesis. Pregrado. Facultad Ingeniería Zootecnia. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú.

Raya-Pérez, J. C, Aguirre-Mancilla C. L, Covarrubias-Prieto, J. Ramírez-Pimentel, G, Iturriaga, G (2020). El osmo acondicionamiento de las semillas agrícolas. Ciencia y Tecnol. Agrop. México Vol. 8 Núm. 1: 1-8 (2020). https://www.somecta.org.mx/wp-content/uploads/2022/12/El-osmoacondicionasemilla2020f.pdf

Sánchez-Camargo, V. A., & Juárez-Díaz, J. A. (2019). El ciclo celular durante la germinación. En P. Guevara-Fefer (Ed.), Un viaje alrededor de la semilla (p. 153). Prensas de Ciencias. https://www.researchgate.net/publication/341160698_El_ciclo_celular_durante_la_germinacion

Sati, B. K, Sharma, V. y Pant, D. (2023). Comparación de las ventajas y ventajas del cultivo hidropónico frente a la agricultura tradicional. Agricultura india, 73 (9), 07-10. Obtenido de https://epubs.icar.org.in/index.php/IndFarm/article/view/139917

Sistema de Información Agrícola N acional de Venezuela (SIAN). (2011). Determinación de la pureza, poder germinativo y valor cultural de las semillas. http://sian.inia.gob.ve/repositorio/folletosvenezolanos/91-100/93%20pureza%20poder%20germinativo%20y%20valor%20cultural%20de%20las%20semillas.pdf

Vivas, J.A y Mejía, W. A. 2022. Manual práctico para la elaboración de Forraje Verde Hidropónico en invernadero no convencional. En línea. Disponible en https://repositorio.una.edu.ni/4576/1/NL02V856.pdf

## ANEXOS

### 1. Rendimiento por metro cuadrado

### 1.1 Rendimiento de germinado hidropónico en base fresca (TCO)

| Bandeja | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B 1 | 19,40 | 21,55 | 15,60 | 18,97 | 21,21 | 20,78 | 16,81 | 22,24 | 18,53 | 18,62 | 15,95 |
| B 2 | 19,31 | 17,41 | 19,83 | 18,45 | 17,93 | 17,93 | 15,26 | 20,95 | 15,60 | 17,84 | 22,33 |
| B 3 | 19,91 | 17,33 | 20,52 | 21,21 | 18,10 | 18,92 | 12,67 | 19,22 | 19,66 | 17,93 | 18,79 |
| B 4 | 18,71 | 18,53 | 16,90 | 17,07 | 19,14 | 19,48 | 20,17 | 15,95 | 16,29 | 16,38 | 18,88 |
| B 5 | 20,00 | 19,02 | 16,81 | 17,16 | 22,84 | 21,21 | 17,33 | 16,90 | 17,07 | 18,45 | 16,55 |
| B 6 | 20,00 | 19,02 | 17,64 | 19,11 | 20,72 | 20,30 | 15,60 | 19,45 | 18,42 | 18,33 | 17,10 |

### 1.2 Producción de materia seca de germinado hidropónico (Kg)

| Bandeja | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B 1 | 3,87 | 4,33 | 3,11 | 3,83 | 4,46 | 4,22 | 3,38 | 4,42 | 3,69 | 3,69 | 3,20 |
| B 2 | 3,85 | 3,50 | 3,96 | 3,72 | 3,77 | 3,65 | 3,06 | 4,16 | 3,11 | 3,54 | 4,48 |
| B 3 | 3,97 | 3,48 | 4,10 | 4,28 | 3,80 | 3,85 | 2,54 | 3,82 | 3,92 | 3,56 | 3,77 |
| B 4 | 3,73 | 3,73 | 3,37 | 3,44 | 4,02 | 3,96 | 4,05 | 3,17 | 3,25 | 3,25 | 3,79 |
| B 5 | 3,99 | 3,83 | 3,36 | 3,46 | 4,80 | 4,31 | 3,48 | 3,36 | 3,40 | 3,66 | 3,32 |
| B 6 | 3,99 | 3,83 | 3,52 | 3,86 | 4,35 | 4,13 | 3,13 | 3,87 | 3,67 | 3,64 | 3,43 |

### 1.3 Producción de proteína cruda (Kg/m2)

| Bandeja | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B 1 | 0,47 | 0,51 | 0,36 | 0,44 | 0,48 | 0,49 | 0,38 | 0,52 | 0,42 | 0,43 | 0,36 |
| B 2 | 0,47 | 0,41 | 0,46 | 0,43 | 0,41 | 0,42 | 0,34 | 0,49 | 0,35 | 0,42 | 0,51 |
| B 3 | 0,48 | 0,41 | 0,47 | 0,49 | 0,41 | 0,45 | 0,29 | 0,45 | 0,44 | 0,42 | 0,43 |
| B 4 | 0,45 | 0,44 | 0,39 | 0,39 | 0,44 | 0,46 | 0,45 | 0,37 | 0,37 | 0,38 | 0,43 |
| B 5 | 0,48 | 0,45 | 0,39 | 0,40 | 0,52 | 0,50 | 0,39 | 0,39 | 0,38 | 0,43 | 0,37 |
| B 6 | 0,48 | 0,45 | 0,41 | 0,44 | 0,47 | 0,48 | 0,35 | 0,45 | 0,41 | 0,43 | 0,39 |

### 1.4 Producción de extracto etéreo (Kg/m2)

| Bandeja | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B 1 | 0,14 | 0,15 | 0,11 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,12 | 0,16 | 0,13 | 0,13 | 0,11 |
| B 2 | 0,14 | 0,12 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,11 | 0,15 | 0,11 | 0,13 | 0,16 |
| B 3 | 0,14 | 0,12 | 0,15 | 0,16 | 0,13 | 0,13 | 0,09 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | 0,13 |
| B 4 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,13 |
| B 5 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,13 | 0,17 | 0,15 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,12 |
| B 6 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,11 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,12 |

### 1.5 Producción de fibra cruda (Kg/m2)

| Bandeja | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B 1 | 0,48 | 0,51 | 0,37 | 0,46 | 0,52 | 0,50 | 0,40 | 0,54 | 0,44 | 0,45 | 0,39 |
| B 2 | 0,47 | 0,41 | 0,47 | 0,45 | 0,44 | 0,44 | 0,36 | 0,51 | 0,37 | 0,43 | 0,54 |
| B 3 | 0,49 | 0,41 | 0,48 | 0,52 | 0,44 | 0,46 | 0,30 | 0,47 | 0,47 | 0,43 | 0,45 |
| B 4 | 0,46 | 0,44 | 0,40 | 0,42 | 0,47 | 0,47 | 0,48 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,46 |
| B 5 | 0,49 | 0,45 | 0,40 | 0,42 | 0,56 | 0,52 | 0,41 | 0,41 | 0,41 | 0,44 | 0,40 |
| B 6 | 0,49 | 0,45 | 0,40 | 0,47 | 0,56 | 0,52 | 0,41 | 0,48 | 0,44 | 0,44 | 0,41 |

## 1.6 Producción de cenizas (Kg/m2)

| Bandeja | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B 1 | 0,13 | 0,14 | 0,10 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,11 | 0,15 | 0,12 | 0,12 | 0,10 |
| B 2 | 0,13 | 0,11 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,10 | 0,14 | 0,10 | 0,11 | 0,14 |
| B 3 | 0,14 | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 0,12 | 0,12 | 0,08 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,12 |
| B 4 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,12 |
| B 5 | 0,14 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,15 | 0,14 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,10 |
| B 6 | 0,14 | 0,12 | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 0,13 | 0,10 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,11 |

## 2. Productividad (rendimiento por Kg de cebada)

### 2.1 Rendimiento de germinado hidropónico fresco por Kg de semilla

| Bandeja | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B 1 | 6,47 | 7,18 | 5,20 | 6,32 | 7,07 | 6,93 | 5,60 | 7,41 | 6,18 | 6,21 | 5,32 |
| B 2 | 6,44 | 5,80 | 6,61 | 6,15 | 5,98 | 5,98 | 5,09 | 6,98 | 5,20 | 5,95 | 7,44 |
| B 3 | 6,64 | 5,78 | 6,84 | 7,07 | 6,03 | 6,31 | 4,22 | 6,41 | 6,55 | 5,98 | 6,26 |
| B 4 | 6,24 | 6,18 | 5,63 | 5,69 | 6,38 | 6,49 | 6,72 | 5,32 | 5,43 | 5,46 | 6,29 |
| B 5 | 6,90 | 6,06 | 5,60 | 5,72 | 7,61 | 7,07 | 5,78 | 5,63 | 5,69 | 6,15 | 5,52 |
| B 6 | 6,67 | 6,34 | 5,88 | 6,37 | 6,91 | 6,77 | 5,20 | 6,48 | 6,14 | 6,11 | 5,70 |

### 2.2 Rendimiento de materia seca (MS) por Kg de semilla

| Bandeja | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B 1 | 1,30 | 1,44 | 1,04 | 1,28 | 1,49 | 1,41 | 1,13 | 1,47 | 1,23 | 1,23 | 1,07 |
| B 2 | 1,29 | 1,17 | 1,32 | 1,29 | 1,26 | 1,26 | 1,02 | 1,47 | 1,09 | 1,25 | 1,49 |
| B 3 | 1,33 | 1,16 | 1,37 | 1,49 | 1,27 | 1,33 | 0,85 | 1,35 | 1,38 | 1,26 | 1,26 |
| B 4 | 1,25 | 1,24 | 1,12 | 1,20 | 1,34 | 1,36 | 1,35 | 1,12 | 1,14 | 1,15 | 1,26 |
| B 5 | 1,34 | 1,28 | 1,17 | 1,34 | 1,45 | 1,42 | 1,04 | 1,36 | 1,29 | 1,28 | 1,11 |
| B 6 | 1,34 | 1,28 | 1,17 | 1,34 | 1,45 | 1,42 | 1,04 | 1,36 | 1,29 | 1,28 | 1,14 |

## 3. Análisis de la varianza

### 3.1 Análisis de varianza de peso de germinado hidropónico a la cosecha (Kg)

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto Kg/bandeja | 66 | 0.30 | 0.17 | 9.53 |

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

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo | 1.40 | 10 | 0.14 | 2.31 | 0.0237 |
| Tratamiento | 1.40 | 10 | 0.14 | 2.31 | 0.0237 |
| Error | 3.32 | 55 | 0.06 | | |
| Total | 4.72 | 65 | | | |

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.47647**

*Error: 0.0604 gl: 55*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| T4 | 2.78 | 6 | 0.10 | A | |
| T5 | 2.75 | 6 | 0.10 | A | |
| T0 | 2.74 | 6 | 0.10 | A | B |
| T7 | 2.66 | 6 | 0.10 | A | B |
| T1 | 2.60 | 6 | 0.10 | A | B |
| T3 | 2.60 | 6 | 0.10 | A | B |
| T10 | 2.54 | 6 | 0.10 | A | B |
| T9 | 2.50 | 6 | 0.10 | A | B |
| T2 | 2.49 | 6 | 0.10 | A | B |
| T8 | 2.45 | 6 | 0.10 | A | B |
| T6 | 2.27 | 6 | 0.10 | | B |

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

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

**Rdto GH/M2 (TCO)**

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto GH/M2 (TCO) | 66 | 0.29 | 0.17 | 9.49 |

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

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo | 70.97 | 10 | 7.10 | 2.29 | 0.0249 |
| Tratamiento | 70.97 | 10 | 7.10 | 2.29 | 0.0249 |
| Error | 170.25 | 55 | 3.10 | | |
| Total | 241.22 | 65 | | | |

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.41055**

*Error: 3.0955 gl: 55*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| T4 | 19.99 | 6 | 0.72 | A | |
| T5 | 19.77 | 6 | 0.72 | A | |
| T0 | 19.55 | 6 | 0.72 | A | B |
| T7 | 19.12 | 6 | 0.72 | A | B |
| T1 | 18.81 | 6 | 0.72 | A | B |
| T3 | 18.66 | 6 | 0.72 | A | B |
| T10 | 18.27 | 6 | 0.72 | A | B |
| T9 | 17.93 | 6 | 0.72 | A | B |
| T2 | 17.88 | 6 | 0.72 | A | B |
| T8 | 17.60 | 6 | 0.72 | A | B |
| T6 | 16.31 | 6 | 0.72 | | B |

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

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

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto MS/m2 | 66 | 0.36 | 0.25 | 9.50 |

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

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo | 3.97 | 10 | 0.40 | 3.16 | 0.0029 |
| Tratamiento | 3.97 | 10 | 0.40 | 3.16 | 0.0029 |
| Error | 6.90 | 55 | 0.13 | | |
| Total | 10.87 | 65 | | | |

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.68674**

*Error: 0.1255 gl: 55*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T4 | 4.20 | 6 | 0.14 | A | | |
| T5 | 4.02 | 6 | 0.14 | A | B | |
| T0 | 3.90 | 6 | 0.14 | A | B | C |
| T7 | 3.80 | 6 | 0.14 | A | B | C |
| T1 | 3.78 | 6 | 0.14 | A | B | C |
| T3 | 3.77 | 6 | 0.14 | A | B | C |
| T10 | 3.66 | 6 | 0.14 | A | B | C |
| T2 | 3.57 | 6 | 0.14 | A | B | C |
| T9 | 3.56 | 6 | 0.14 | A | B | C |
| T8 | 3.51 | 6 | 0.14 | | B | C |
| T6 | 3.27 | 6 | 0.14 | | | C |

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

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

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto PC/m2 | 66 | 0.41 | 0.30 | 9.40 |

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

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo | 0.06 | 10 | 0.01 | 3.77 | 0.0007 |
| Tratamiento | 0.06 | 10 | 0.01 | 3.77 | 0.0007 |
| Error | 0.09 | 55 | 1.6E-03 | | |
| Total | 0.15 | 65 | | | |

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07835**

*Error: 0.0016 gl: 55*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| T0 | 0.47 | 6 | 0.02 | A | |
| T5 | 0.47 | 6 | 0.02 | A | |
| T4 | 0.46 | 6 | 0.02 | A | |
| T1 | 0.45 | 6 | 0.02 | A | |
| T7 | 0.45 | 6 | 0.02 | A | |
| T3 | 0.43 | 6 | 0.02 | A | B |
| T9 | 0.42 | 6 | 0.02 | A | B |
| T10 | 0.41 | 6 | 0.02 | A | B |
| T2 | 0.41 | 6 | 0.02 | A | B |
| T8 | 0.40 | 6 | 0.02 | A | B |
| T6 | 0.37 | 6 | 0.02 | | B |

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

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

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto EE/m2 | 66 | 0.31 | 0.19 | 9.52 |

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

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo | 4.0E-03 | 10 | 4.0E-04 | 2.51 | 0.0146 |
| Tratamiento | 4.0E-03 | 10 | 4.0E-04 | 2.51 | 0.0146 |
| Error | 0.01 | 55 | 1.6E-04 | | |
| Total | 0.01 | 65 | | | |

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02443**

*Error: 0.0002 gl: 55*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| T4 | 0.15 | 6 | 0.01 | A | |
| T3 | 0.14 | 6 | 0.01 | A | B |
| T5 | 0.14 | 6 | 0.01 | A | B |
| T0 | 0.14 | 6 | 0.01 | A | B |
| T7 | 0.14 | 6 | 0.01 | A | B |
| T1 | 0.13 | 6 | 0.01 | A | B |
| T9 | 0.13 | 6 | 0.01 | A | B |
| T10 | 0.13 | 6 | 0.01 | A | B |
| T2 | 0.13 | 6 | 0.01 | A | B |
| T8 | 0.12 | 6 | 0.01 | A | B |
| T6 | 0.12 | 6 | 0.01 | | B |

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

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

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto FC/m2 | 66 | 0.37 | 0.26 | 9.71 |

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

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo | 0.06 | 10 | 0.01 | 3.27 | 0.0022 |
| Tratamiento | 0.06 | 10 | 0.01 | 3.27 | 0.0022 |
| Error | 0.10 | 55 | 1.9E-03 | | |
| Total | 0.17 | 65 | | | |

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08438**

*Error: 0.0019 gl: 55*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| T4 | 0.50 | 6 | 0.02 | A | |
| T5 | 0.48 | 6 | 0.02 | A | |
| T0 | 0.48 | 6 | 0.02 | A | |
| T7 | 0.47 | 6 | 0.02 | A | B |
| T3 | 0.46 | 6 | 0.02 | A | B |
| T1 | 0.45 | 6 | 0.02 | A | B |
| T10 | 0.44 | 6 | 0.02 | A | B |
| T9 | 0.43 | 6 | 0.02 | A | B |
| T8 | 0.42 | 6 | 0.02 | A | B |
| T2 | 0.42 | 6 | 0.02 | A | B |
| T6 | 0.39 | 6 | 0.02 | | B |

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

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

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| Rdto CEN/m2 | 66 | 0.44 | 0.34 | 9.48 |

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

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo | 0.01 | 10 | 5.8E-04 | 4.39 | 0.0002 |
| Tratamiento | 0.01 | 10 | 5.8E-04 | 4.39 | 0.0002 |
| Error | 0.01 | 55 | 1.3E-04 | | |
| Total | 0.01 | 65 | | | |

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02220**

*Error: 0.0001 gl: 55*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T0 | 0.13 | 6 | 4.7E-03 | A | | |
| T4 | 0.13 | 6 | 4.7E-03 | A | B | |
| T5 | 0.13 | 6 | 4.7E-03 | A | B | |
| T7 | 0.13 | 6 | 4.7E-03 | A | B | |
| T3 | 0.12 | 6 | 4.7E-03 | A | B | C |
| T1 | 0.12 | 6 | 4.7E-03 | A | B | C |
| T10 | 0.12 | 6 | 4.7E-03 | A | B | C |
| T2 | 0.11 | 6 | 4.7E-03 | A | B | C |
| T9 | 0.11 | 6 | 4.7E-03 | A | B | C |
| T8 | 0.11 | 6 | 4.7E-03 | | B | C |
| T6 | 0.11 | 6 | 4.7E-03 | | | C |

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

### 3.8 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 | 66 | 0.30 | 0.17 | 9.53 |

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

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo | 8.01 | 10 | 0.80 | 2.31 | 0.0237 |
| Tratamiento | 8.01 | 10 | 0.80 | 2.31 | 0.0237 |
| Error | 19.05 | 55 | 0.35 | | |
| Total | 27.07 | 65 | | | |

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.14098**

*Error: 0.3464 gl: 55*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| T4 | 6.66 | 6 | 0.24 | A | |
| T5 | 6.59 | 6 | 0.24 | A | |
| T0 | 6.56 | 6 | 0.24 | A | B |
| T7 | 6.37 | 6 | 0.24 | A | B |
| T1 | 6.22 | 6 | 0.24 | A | B |
| T3 | 6.22 | 6 | 0.24 | A | B |
| T10 | 6.09 | 6 | 0.24 | A | B |
| T9 | 5.98 | 6 | 0.24 | A | B |
| T2 | 5.96 | 6 | 0.24 | A | B |
| T8 | 5.87 | 6 | 0.24 | A | B |
| T6 | 5.44 | 6 | 0.24 | | B |

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

### 3.9 Análisis de varianza de rendimiento de materia seca por kilogramo de semilla (Kg MS/kg semilla)

| Variable | N | $R^2$ | $R^2$ Aj | CV |
|---|---|---|---|---|
| kg MS/kg sem | 66 | 0.42 | 0.32 | 8.62 |

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

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo | 0.48 | 10 | 0.05 | 4.02 | 0.0004 |
| Tratamiento | 0.48 | 10 | 0.05 | 4.02 | 0.0004 |
| Error | 0.66 | 55 | 0.01 | | |
| Total | 1.14 | 65 | | | |

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.21205**

*Error: 0.0120 gl: 55*

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| T4 | 1.38 | 6 | 0.04 | A | |
| T5 | 1.37 | 6 | 0.04 | A | |
| T7 | 1.35 | 6 | 0.04 | A | |
| T3 | 1.32 | 6 | 0.04 | A | |
| T0 | 1.31 | 6 | 0.04 | A | |
| T1 | 1.26 | 6 | 0.04 | A | B |
| T9 | 1.24 | 6 | 0.04 | A | B |
| T8 | 1.24 | 6 | 0.04 | A | B |
| T10 | 1.22 | 6 | 0.04 | A | B |
| T2 | 1.20 | 6 | 0.04 | A | B |
| T6 | 1.07 | 6 | 0.04 | | B |

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

**4. Temperatura (ºC) y humedad relativa (%)**

| Fecha | Hora | Temperatura (°C) | | Humedad (%) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | mínima | máxima | mínima | máxima |
| 25/07/2025 | 07:00 | 17,88 | 18,63 | 84 | 86,275 |
| | 12:00 | 22,78 | 23,67 | 63 | 68,925 |
| | 07:00 | 19,56 | 19,96 | 78 | 79,725 |
| 26/07/2025 | 07:00 | 17,85 | 18,41 | 84 | 85,525 |
| | 12:00 | 21,27 | 22,27 | 67 | 72,75 |
| | 07:00 | 19,47 | 19,85 | 79 | 80,475 |
| 27/07/2025 | 08:00 | 18,33 | 18,64 | 83 | 84,675 |
| | 12:00 | 21,35 | 21,80 | 70 | 72,225 |
| | 07:00 | 19,16 | 19,39 | 78 | 79,3 |
| 28/07/2025 | 07:00 | 18,22 | 18,80 | 82 | 84,225 |
| | 12:00 | 22,44 | 23,31 | 62 | 66,375 |
| | 07:00 | 19,75 | 20,02 | 79 | 80,45 |
| 29/07/2025 | 07:00 | 19,16 | 19,30 | 82 | 83,1 |
| | 12:00 | 22,44 | 23,77 | 66 | 70,7 |
| | 07:00 | 19,89 | 20,08 | 79 | 80,8 |
| 30/07/2025 | 07:00 | 19,00 | 19,25 | 83 | 83,275 |
| | 12:00 | 22,92 | 23,35 | 66 | 68,45 |
| | 07:00 | 19,86 | 20,14 | 81 | 82,45 |
| 31/07/2025 | 07:00 | 19,38 | 19,75 | 83 | 83,975 |
| | 12:00 | 23,45 | 23,63 | 67 | 68 |
| | 07:00 | 19,73 | 20,03 | 82 | 82,75 |
| 01/08/2025 | 07:00 | 18,80 | 19,02 | 86 | 87 |
| | 12:00 | 21,20 | 22,69 | 68 | 75 |
| | 07:00 | 19,47 | 19,86 | 80 | 81 |
| | Media | 20,14 | 20,65 | 76,31 | 78,67 |
| | DS | 1,68 | 1,85 | 7,80 | 6,54 |

**5. Costos de producción de un kg de Materia seca (MS) de GH de cebada del tratamiento T6 (S/)**

| PROCESO | Insumos | Unidad | Cantidad | Precio unitario (soles) | Costo |
|---|---|---|---|---|---|
| PRE GERMINACIÓN (3 días) | | | | | |
| | cebada | Kg. | 2,51 | 1,80 | 4,51 |
| | Agua | L | 3 | 0,03 | 0,09 |
| | Hipoclorito | ml | 3,00 | 0,004 | 0,013 |
| | | | | | 0,000 |
| | Mano de obra | Horas | 0,88 | 3,125 | 2,74 |
| | **Sub Total** | | | | **7,35** |
| GERMINACION (5 días) | | | | | |
| | Agua | L | 4,500 | 0,03 | 0,14 |
| | Mano de obra | Horas | 0,295 | 3,125 | 0,92 |
| | **Sub Total** | | | | **1,06** |
| PRODUCCION (7 días) | Agua | L | 7,5168 | 0,03 | 0,23 |
| | Mano de Obra | Horas | 0,33 | 3 | 1,00 |
| | **Sub Total** | | | | **1,23** |

**TOTAL**

| | |
|---|---|
| Costo de producción por tratamiento (S/) | 9,63 |
| Rendimiento/tratamiento (Kg) | 3,51 |
| Costo de 1 Kg de germinado hidropónico | 2,75 |
| Costo de depreciación/kg | 0,05 |
| Costo Total de 1 Kg. de germinado hidropónico de cebada | 2,80 |



Ing. Corrales Rodriguez Napoleón, Dr.
DNI 16680503
Asesor