



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA

Dosis de dilución (g/L) de sulfato de cobre (CuSO_4) y tiempo de desinfección en
producción de germinado hidropónico de cebada

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniera Zootecnista

AUTOR:

Bach. Hernández Santamaría Jessica Paola

ASESOR:

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

Lambayeque, 15 de diciembre del 2023

TESIS

Dosis de dilución (g/L) de sulfato de cobre (CuSO_4) y tiempo de desinfección en producción de germinado hidropónico de cebada

AUTOR:

Bach. Hernández Santamaría Jessica Paola

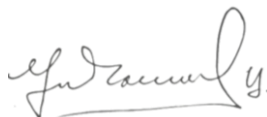
ASESOR:

Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.

Aprobada por el siguiente jurado



Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc.
Presidente



Ing. José Humberto Gamonal Cruz, M. Sc.
Secretario

g



Ing. Sergio Rafael Del Carpio Hernández, M. Sc.
Vocal



Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
Patrocinador



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA



ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL

N° 020- 2023/FIZ

Siendo las 3:30 pm del día viernes 15 de diciembre de 2023, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 208-2023-VIRTUAL-FIZ/D, que autoriza la sustentación virtual de la tesis "DOSIS DE DILUCION (G/L) DE SULFATO DE COBRE (CuSO_4) Y TIEMPO DE DESINFECCION EN PRODUCCION DE GERMINADO HIDROPONICO DE CEBADA"; de la bachiller señorita JESSICA PAOLA HERNÁNDEZ SANTAMARIA, se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/gex-wnxs-bqs> los miembros de jurado designados por Resolución N° 150-2023-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 20 de setiembre 2023, Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc. (presidente), Ing. José Humberto Gamonal Cruz, (secretario), Ing. Sergio Rafael B. Del Carpio Hernández, M. Sc. (vocal) e Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. (asesor). A sugerencia de los miembros del jurado el nombre del proyecto fue modificado por Resolución N° 192-2023-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 23 de noviembre de 2023, quedando con la siguiente denominación: "DOSIS DE DILUCION (g/L) DE SULFATO DE COBRE (CuSO_4) Y TIEMPO DE DESINFECCION EN PRODUCCION DE GERMINADO HIDROPONICO DE CEBADA", El proyecto quedo aprobado con la misma resolución que modifica su nombre.

Concluida la sustentación de la tesis por parte de la sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado y aclaraciones del señor patrocinador, el jurado se reunió virtualmente meet.google.com/xdt-kpgd-ohc para evaluar y calificar y la sustentación de la tesis "DOSIS DE DILUCION (g/L) DE SULFATO DE COBRE (CuSO_4) Y TIEMPO DE DESINFECCION EN PRODUCCION DE GERMINADO HIDROPONICO DE CEBADA", habiendo acordado APROBAR el trabajo de tesis con la nota en escala vigesimal de 18 equivalente al calificativo de Muy Bueno

Por lo tanto, la Bachiller en Ingeniería Zootecnia señorita JESSICA PAOLA HERNÁNDEZ SANTAMARIA; se encuentra APTA para recibir el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la Ley Universitaria N° 30220 y normatividad vigente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo las 8:00 pm. se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado.

Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc.
PRESIDENTE

Ing. José Humberto Gamonal Cruz, M. Sc.
SECRETARIO

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

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
PATROCINADOR

Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc.
FEDATARIO

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Bach. Hernández Santamaría Jessica Paola investigadora principal, e Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr. asesor, del trabajo de investigación: “DOSIS DE DILUCIÓN (g/L) DE SULFATO DE COBRE (CuSO_4) Y TIEMPO DE DESINFECCIÓN EN 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, 15 de diciembre del 2023



.....
Bach. Hernández Santamaría Jessica Paola

Investigador



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

Asesor

DEDICADO A:

Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida tanto profesional como personal, por los triunfos y por los momentos difíciles que de una y otra manera generan enseñanza de vida.

Mis padres, hermanos, tíos, que sin ellos no hubiera logrado una meta más en mi vida profesional, gracias por estar a mi lado siempre en toda mi etapa de formación, por su apoyo moral y entusiasmo que me brindaron para seguir adelante en mis propósitos, por sus consejos, su apoyo incondicional a mi persona y por celebrar mis logros y mis derrotas que me permiten seguir mejorando en la vida.

A mis docentes por su tiempo y esfuerzo que dedicaron al compartir sus conocimientos para formarnos como profesionales, quienes brindaron dedicación en su cátedra de tal manera que lo aprendido sea utilizado en la sociedad, gracias por su apoyo brindado.

A las personas que de una y otra manera han influenciado en mi vida, gracias por estar presente en cada paso que estoy logrando.

A mis abuelos que son una estrella en el firmamento, gracias por sus consejos de vida y de perseverancia, por enseñarme que todo es posible, sé que están muy orgullosos de mí por cada logro que estoy obteniendo.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento va dirigido a mis docentes de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado para transmitirme sus conocimientos y ayudado para llegar a este nivel.

Un sincero y profundo agradecimiento a mi patrocinador Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. Por sus conocimientos transmitidos en las aulas, por asumir la responsabilidad de asesorarme y ser mi guía en este proceso de mi tesis. Muy agradecida con su persona.

CONTENIDO	Página
Resumen	ix
INTRODUCCIÓN	1
I. DISEÑO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Bases teóricas	6
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	14
2.5 Instalaciones y equipo	14
2.6 Técnicas experimentales	15
2.7 Variables evaluadas	16
2.8 Evaluación de la información	17
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
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	25
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 Temperatura (C°) y Humedad relativa (%)	27
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. Composición química de grano y forraje hidropónico de cebada (%)	8
Tabla 2. Parámetros nutricionales de FVH de cebada, concentrado, heno y paja (%)	8
Tabla 3. Esquema de análisis de varianza	18
Tabla 4. Peso de Germinado Hidropónico de bandeja a la cosecha según tratamiento (Kg)	19
Tabla 5. Composición química de Germinado Hidropónico de cebada por tratamiento (100% MS)	20
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).	24
Tabla 11. Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	25
Tabla 12. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg).	26
Tabla 13. Rendimiento de materia seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).	27
Tabla 14. Temperatura (°C) y humedad relativa (%)	27
Tabla 15. Costo de producción de germinado hidropónico	28

Resumen

Dosis de dilución (g/l) de sulfato de cobre (Cuso4) y tiempo de desinfección en producción de germinado hidropónico de cebada

El estudio se realizó en la provincia y distrito de Lambayeque del 2 al 17 de octubre de 2023 y tuvo como objetivos: a) - Determinar la dosis de dilución de Sulfato de cobre (CuSO₄) y tiempo de desinfección adecuados para optimizar 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 7 tratamientos producto de la interacción de dos niveles de CuSO₄ (5g y 10g) por litro de agua y tres tiempos de inmersión (10, 15 y 20 minutos) comparados con un tratamiento testigo desinfectado con 1 ml de lejía por L de agua durante 2 horas. 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 Tuckey demostró que los mejores resultados en rendimiento (kg/m²) de PC, EE, FC y CEN así como mejor rendimiento de GH y MS por kg de semilla y menor costo se lograron desinfectando la semilla de cebada con 5 g de sulfato de cobre /L de agua durante 20 minutos.

Palabras clave: hidroponía, cebada, sulfato de cobre.

Summary

Dilution dose (g/l) of copper sulfate (Cuso4) and disinfection time in hydroponic barley sprout production

The study was conducted out in the province and district of Lambayeque from October 2 to 17, 2023 and had the following objectives: a) - Determine the dilution dose of Copper Sulfate (CuSO₄) and appropriate disinfection time to optimize sprout production. hydroponic barley b) Determine the yield (kg/m²) of DM, PC, EE, FC and CEN of each treatment; c) Determine the best yield (kg/kg of processed seed) of fresh GH and dry matter and d) Determine the production costs of the evaluated treatments. 7 treatments were implemented as a result of the interaction of two levels of CuSO₄ (5g and 10g) per liter of water and tree immersion times (10, 15 and 20 minutes) compared to a control treatment disinfected with 1 ml of bleach per L of water for 2 hours. A Complete Random Design was used with an equal number of repetitions (8 trays). The analysis of variance found significant statistical differences between treatments ($p < 0.05$) and the Tuckey test showed that the best results in yield (kg/m²) of CP, EE, FC and CEN as well as better yield of GH and MS per kg of seed and lower cost were achieved by disinfecting the barley seed with 5 g of copper sulfate /L of water for 20 minutes.

Keywords: hydroponics, barley, copper sulfate.

INTRODUCCIÓN

La actividad agrícola para producción de pastos y forrajes destinada a la alimentación animal está influenciada por actividades agrícolas principalmente orientadas a caña de azúcar, maíz grano y arroz, que, en junio de 2020, la actividad agropecuaria en Lambayeque se expandió en 16,8% respecto a junio del año anterior, principalmente por la mayor producción de arroz cáscara en 17,5% (BCR, 2020). Sin embargo el presidente de la Cámara de Comercio y Producción de Lambayeque, Carlos Burgos en entrevista manifestó que pese a que muchas empresas agroexportadoras han puesto el foco en las tierras de Lambayeque para seguir expandiendo sus cultivos, actualmente los valles de esta región afrontan un problema vinculado a la salinidad de sus suelos, lo cual de no mitigarse podría continuar restando terrenos a la agricultura indicando que “esto ocurre en áreas adyacentes a los sitios donde se cultiva arroz, pues cuando se siembra este producto, el agricultor inunda la tierra y esa agua que tiene contenido de sodio en lugar de ser derivada al mar, como debería de ser, se acumula en el subsuelo y termina ascendiendo al suelo en el que empieza a observarse capilaridad y láminas de sales” (Gestión, 2022) situación que disminuye la oportunidad de desarrollar áreas forrajeras en Lambayeque encareciendo los costos de este insumo. La producción de germinado hidropónico para alimentación animal puede constituirse en una alternativa para mitigar esta problemática, pero la semilla de cebada que es la más utilizada viene contaminada con hongos desde el campo presentando diferentes frecuencias de ocurrencia: *Fusarium* sp. 22%; *Aspergillus flavus* 5%; *A. Níger* 2.5%; *penicillium* sp. 5%; *Alternaria* 17.5% y *Dreschlera* 17.5% los cuales afectan el rendimiento de los cultivos. El sulfato de cobre es un desinfectante inorgánico que tiene propiedades antifúngicas que podrían ayudar a mejorar la viabilidad de la semilla para optimizar la producción y productividad del Germinado Hidropónico de cebada siendo necesario ser estudiado en esta tecnología.

En síntesis, la disponibilidad de forraje para alimentación animal en Lambayeque cada vez será mayor y la producción de germinado hidropónico deberá ser considerado como una alternativa para ayudar en la alimentación animal como insumo alternativo complementario.

Formulación del problema

¿Se puede determinar la dosis de dilución de sulfato de cobre y tiempo de desinfección de cebada para optimizar la producción de Germinado Hidropónico?

Hipótesis

Si se puede determinar la dosis de dilución de Sulfato de cobre y tiempo de desinfección de la semilla de cebada en la producción de Germinado Hidropónico.

Justificación del estudio

El presente trabajo se justifica porque busca estudiar el nivel de dilución de sulfato de cobre y tiempo de desinfección para optimizar el rendimiento de Germinado hidropónico de cebada utilizado como desinfectante en la etapa de pre germinación aprovechando sus propiedades antifúngicas.

Objetivos:

Objetivo general:

- Determinar la dosis de dilución de Sulfato de cobre (CuSO_4) y tiempo de desinfección adecuados para optimizar la producción de germinado hidropónico de cebada.

Objetivos específicos:

- Determinar el rendimiento por metro cuadrado de MS, PC, EE, FC y CEN de los tratamientos evaluados.
- Determinar 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.

I. DISEÑO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Ruesta (2013) estudió el efecto de diferentes tiempos de remojo y concentración de yodo y/o lejía en desinfección de semilla en germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en Lambayeque encontrando que la mejor respuesta se obtiene diluyendo 1ml de hipoclorito de sodio por litro de agua durante dos horas.

Cabrera (2021) investigó la dosis óptima de dióxido de cloro (ClO₂) y tiempo de desinfección en la producción de Germinado Hidropónico de Cebada evaluando siete tratamientos T1: Desinfección de semilla utilizando 1 ml de lejía/L de agua durante 2 horas; T2: Desinfección de semilla utilizando 0.25 ml ClO₂/L de agua durante 5 minutos; T3: Desinfección de semilla utilizando 0.25 ml ClO₂/L de agua durante 10 minutos; T4: Desinfección de semilla utilizando 0.25 ml ClO₂/L de agua durante 15 minutos; T5: Desinfección de semilla utilizando 0.5ml ClO₂/L de agua durante 5 minutos; T6: Desinfección de semilla utilizando 0.5 ml ClO₂/L de agua durante 10 minutos y T7: Desinfección de semilla utilizando 0.5 ml ClO₂/L de agua durante 15 minutos, cosechados a 15 días. Se utilizó un Diseño.

Completamente al Azar con igual número de repeticiones (5 bandejas) y prueba de comparación múltiple de Duncan y, hallando diferencias estadísticas ($p < 0.05$). Los mejores resultados en rendimiento (kg/m²) de PC, EE, FC y CEN; productividad de MS y GH (Kg/kg de semilla) y más económico se logró desinfectando la semilla de cebada utilizando 0.25 ml ClO₂/L durante 15 minutos

Ordoñez, et al. (2018) realizaron un estudio con el objetivo de determinar el efecto de diferentes dosis de soluciones nutritivas A y B en el agua de riego de germinado hidropónico (GH) de cebada (*Hordeum vulgare*) sobre el valor nutricional y rendimiento del germinado. Trabajaron seis tratamientos: Control - T0: sin solución A y B; T1: 1.00 ml A y 0.50 ml B; T2: 0.50 ml A y 0.125 ml B; T3: 0.75

ml A y 0.25 ml B; T4: 1.25 ml A y 0.75 ml B; T5: 1.50 ml A y 1.00 ml B, todos con seis repeticiones. Los resultados del análisis químico proximal y rendimiento del germinado fueron sometidos a un diseño completamente al azar. Las dosis de soluciones nutritivas influyeron significativamente en la totalidad de las variables evaluadas, siendo T3 quien demostró mejores valores 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*”

Damián (2022) investigó la mejor concentración (%) de dióxido de cloro (ClO_2), dosis de dilución (ml/L agua) y tiempo de desinfección en producción de germinado hidropónico de cebada evaluando 13 tratamientos desinfectando la semilla con diferente concentración de ClO_2 , dosis de dilución y tiempo de aplicación contrastados contra un testigo desinfectado con lejía por 2 horas (T0); ClO_2 al 2.5% con dosis de 0.25 ml /L de agua durante 15 y 30 minutos (T1 y T2) respectivamente; ClO_2 al 2.5% con dosis de 0.50 ml/L de agua durante 15 y 30 minutos (T3 y T4) respectivamente; ClO_2 al 2.5% de concentración, con dosis de 0.75 ml /L de agua durante 15 y 30 minutos (T5 y T6) respectivamente; ClO_2 al 5%, con dosis de 0.25 ml/L de agua durante 15 y 30 minutos (T7 y T8) respectivamente; ClO_2 al 5%, con dosis de 0.50 ml /L de agua durante 15 y 30 minutos (T9 y T10) respectivamente; ClO_2 al 5%, con dosis de 0.75 ml/L de agua durante 15 y 30 minutos (T11 y T12) respectivamente. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con igual número de repeticiones (5 bandejas) y prueba de comparación múltiple de Duncan. Se hallaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$), el mejor rendimiento (kg/m²) de MS, EE, FC y CEN; productividad de MS y GH (Kg/kg de semilla) y costo más económico se logró desinfectando la semilla de cebada con una concentración de ClO_2 al 5% con una dosis de dilución de 0.5 y 0.75 ml/L de agua durante 30 minutos (T10 y T12) respectivamente entre los cuales no hubo diferencia estadística significativa ($p > 0.05$). El mejor rendimiento de PC/m² lo presentó T2 superando en 0.02 kg al rendimiento de T10

y T12”

Cuchiara, et al. (2015) indican que el cobre, en bajas concentraciones, se considera un micronutriente esencial para las plantas ya que es constituyente y activador de varias enzimas. Sin embargo, en exceso, puede afectar negativamente al crecimiento, desarrollo y metabolismo de las plantas. El objetivo del trabajo fue evaluar las respuestas fisiológicas de plantas de camote al ser sometidas a diferentes concentraciones de cobre a través de parámetros morfológicos, índice de clorofila, metabolismo antioxidante, perfil mineral y características estomáticas. Para ello, se cultivaron en un sistema hidropónico con solución nutritiva completa durante seis días. Transcurrido este período, se transfirieron a soluciones que contenían diferentes concentraciones de cobre: 0,041 (control); 0,082 y 0,164 mM, donde permanecieron durante nueve días. En las raíces, el principal efecto del aumento de la concentración de cobre fue su acumulación en este órgano. Las plantas de batata cultivadas con cobre 0,082 mM en la solución mostraron un aumento en la actividad de las enzimas antioxidantes sin ningún cambio en la tasa de crecimiento. Sin embargo, a una concentración de 0,164 mM, el cobre fue transportado desde las raíces a los brotes. Esta concentración redujo el crecimiento, alteró las características morfo anatómicas y activó el sistema antioxidante como forma de protección contra el estrés generado por el exceso de cobre. Con base en los resultados, se puede concluir que las plantas de batata fueron capaces de tolerar la toxicidad del Cu hasta una concentración de 0,082 mM (mili mol/Litro).

Alburqueque y Gusqui (2018) manifiestan que el Perú presenta un alto potencial productivo debido a las condiciones climáticas idóneas y un suelo favorable para el cultivo de diferentes productos de agroexportación, pero los problemas fitosanitarios causados por distintos patógenos en las diferentes etapas fenológicas del cultivo generan mermas de importancia en calidad y cantidad de producto cosechado en campo y en poscosecha. Por ello, esta investigación tuvo como objetivo medir la eficacia de productos químicos mediante la prueba de alimento envenenado in vitro. Se probaron siete ingredientes activos: tiabendazol, azoxistrobin, carbendazim, sulfato de cobre pentahidratado, fosfito de cobre,

clorotalonil y extracto de *Melaleuca alternifolia*. Para ello, se evaluó el porcentaje de inhibición de crecimiento de micelio (PICM); en esta prueba in vitro se obtuvo un 100 % PICM para: *R. solani* con sulfato de cobre pentahidratado; *P. infestans* y *S. sclerotiorum* con azoxystrobin; *R. solani*, *F. oxysporum*, *L. Theobromae*, *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporoides* y *Penicillium* spp. con carbendazim; *F. oxysporum*, *B. cinerea*, *L. theobromae*, *S. sclerotiorum* con fosfito de cobre; *R. solani*, *F. oxysporum*, *L. theobromae* y *Penicillium* spp. con tiabendazol. El extracto de *Melaleuca alternifolia* presentó el menor PICM para *F. oxysporum* y *R. solani* con una inhibición del patógeno del 69,50 y 64,75 % respectivamente. Con el Sulfato de cobre pentahidratado el mejor control fue para el tratamiento T8 (*P. infestans*) el mismo que presentó 100% de PICM. Seguido de los tratamientos T7 (*Penicillium* spp.) y los tratamientos T2, T3 y T4 (*F. oxysporum*, *B. cinerea* y *L. theobromae*) respectivamente, estos últimos no presentaron diferencias significativas entre sí, y los tratamientos que presentaron menor PICM fueron los tratamientos T6 (*C. gloeosporoides*) y el T1 (*R. solani*). El coeficiente de variación para esta prueba fue de 4,5 %. El fungicida sulfato de cobre penta-hidratado resultó ser el mejor tratamiento para el control de *P. infestans* in vitro. Pertenece al grupo químico inorgánico y actúa por contacto en varios sitios (FRAC, 2016). Inhibiendo la germinación de esporas, intoxicación y bloqueo de procesos respiratorios, disminuye la biosíntesis de proteínas de los hongos según Herrero (2005).

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Germinado hidropónico

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

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”

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:

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”

Bioforrajes.com (S/F) manifiesta que el FVH obtiene su alto valor nutritivo debido a la germinación de los granos (Arano, 1976 citado por Resh, 1982; Chen, 1975; Chen, Wells y Fordham, 1975 citados por Bravo, 1988) y presenta la composición química de granos y forraje hidropónico de cebada (tabla 1) y comparación entre las características del FVH (cebada) y otras fuentes alimenticias utilizadas en alimentación animal (Tabla 2).

Tabla 1. Composición química de grano y forraje hidropónico de cebada (%)

Nutriente o Factor	Promedio en los granos	Promedio en FVH
Matéria seca (%)	91,0	32,0
Cenizas (%)	2,3	2,0
Proteína Bruta (%)	8,7	15,0
Proteína Verdadera (%)	6,5	12,8
Fibra Detergente Ácido (%)	17,9	27,9

Fuente: Sepúlveda, Raymundo. 1994.

Tabla 2. Parámetros nutricionales de FVH de cebada, concentrado, heno y paja (%)

Parámetro	FVH (cebada)	Concentrado	Heno	Paja
Energía (kcal/kg MS)	3,21	3,00	1,680	1,39
Proteína Cruda (%)	25	30,00	9,2	3,7
Digestibilidad (%)	81,6	80	47	39
Kcal Digestible/kg	488	2.16	400	466
kg Proteína Digestible	46,5	216	35,75	12,41

Fuente: Sepúlveda, Raymundo. 1994.

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”

Zealot (2023) dice que el cobre (Cu) es un micronutriente. Esto significa que el contenido de Cu en las plantas es menor que el de otros nutrientes como el nitrógeno (N). En efecto, las plantas contienen 2,500 veces menos Cu que N y aun así el Cu es tan necesario para el crecimiento como lo es el N. Las plantas necesitan el Cu para completar su ciclo de vida, es decir para producir semillas viables. La Fotosíntesis la producción de hidratos de carbono a partir de luz solar, aire y agua es uno de los procesos químicos más importantes en el mundo. El Cu es un nutriente necesario para la formación de clorofila el material que le da su color verde a las plantas y que les permite absorber la luz solar utilizada durante la fotosíntesis. Los cultivos difieren en su respuesta al Cu. Los cereales y los Cítricos son los más sensibles a niveles bajos de Cu disponible, entre los cereales de grano pequeño, el centeno es muy tolerante a niveles bajos de Cu y puede extraer hasta el doble de Cu que el trigo bajo las mismas condiciones. El orden de sensibilidad al Cu es generalmente: trigo > cebada > avena > centeno.

Herrero (2005) dice que el cobre es un elemento muy común en las formulaciones de fitosanitarios para agricultura. Es un microelemento esencial para las plantas pues interviene en la fotosíntesis, formando parte de la plastocianina, proteína que participa en el transporte de electrones fotosintético, así como en reacciones redox de la respiración. Su uso en agricultura es como fungicida preventivo, pero también tiene acción bactericida. Actúa por contacto impidiendo la germinación de las esporas de los hongos y en las bacterias. El cobre sustituye a otros metales esenciales para la vida de los patógenos produciendo una intoxicación y bloqueando los procesos respiratorios, frenando la biosíntesis de las proteínas y disminuyendo la actividad de las membranas, reduciendo así las facultades de asimilación de los microorganismos. Se emplea para combatir distintas clases de hongos como: antracnosis, roya, alternaria, abolladura, monilla, moteado, mildiu, repilo, etc. Su forma de presentación es como diferentes tipos de sales de cobre, y la eficacia de cada una es diferente. Se venden como polvo mojable, suspensión concentrada o polvo dispersable aplicado como polvo mojable. En agricultura ecológica, se permiten las siguientes formas de aplicación, de acuerdo al Reglamento de Ejecución

(UE) N° 354/2014 de la Comisión de 8 de abril de 2014: Caldo bordelés ($\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{CaSO}_4$): Fungicida tradicional contra el mildiú y botritis, es una mezcla de sulfato de cobre y cal viva. Muy usado en el cultivo de la vid. La liberación de los iones de cobre es lenta, siendo el compuesto cúprico que presenta una mayor adherencia, y, consecuentemente, una mayor persistencia. Esto implicará también una mayor resistencia al lavado por lluvia. Tiene un efecto bactericida mucho más acentuado que otras formulaciones a base de cobre debido al mayor nivel de cobre metal que libera; Hidróxido de cobre ($\text{Cu}(\text{OH})_2$): posee un 50 % de cobre metal. Produce una rápida liberación de los iones de cobre, teniendo así una acción de choque y una buena eficacia, pero una baja persistencia; Oxiclорuro de cobre ($\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$): Sal de cobre obtenida del tratamiento del cobre metal con ácido clorhídrico. Tiene una riqueza en cobre metal del 50%. Tiene poca adherencia y persistencia y, por lo tanto, es menos fitotóxico. El oxiclорuro de cobre es un término medio entre el caldo bordelés y el hidróxido de cobre; Óxido de cobre (Cu_2O) y Sulfato tribásico de cobre ($3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4$).

Pérez (2012). Manifiesta que el cloro es el desinfectante más utilizado en la industria alimentaria debido a su efectividad y bajo costo. Su mecanismo de acción se basa en una reacción de oxidación. Es altamente reactivo en presencia de materia orgánica, reaccionando con muchos grupos funcionales oxidándolos. Su capacidad de destruir microorganismos depende de la cantidad de cloro residual libre, es decir el ácido hipocloroso restante después de reaccionar con la materia orgánica presente en el agua. El efecto de soluciones de hipoclorito sobre microorganismos en la superficie de frutas y hortalizas debe realizarse en concentraciones entre 50 y 200 ppm durante 1 o 2 minutos. Posee un alto poder germicida contra bacteria gram positivas y gram negativas. El sulfato de cobre (CuSO_4) es una sustancia química creada con compuestos de cobre en combinación con ácido sulfúrico. Es un átomo de cobre unido a un azufre y cuatro átomos de oxígeno (el azufre y los cuatro oxígenos forman la parte "sulfato"). Se ha registrado para su uso en los EE.UU. desde 1956. Funciona porque el átomo de cobre se une a las proteínas, alterando la estructura de esas proteínas. Esto puede alterar las membranas alrededor de las células, haciendo que

las células mueran. El sulfato de cobre es efectivo para matar hongos, algas e incluso caracoles de esta manera. Tanto en la agricultura convencional como en la orgánica, se puede usar como fungicida. En aplicaciones orgánicas, se usa mucho. Según el Centro Nacional de Política Alimentaria y Agrícola, el cobre, uno de los dos principales fungicidas orgánicos (el azufre es el otro), se usó a razón de 4 libras por acre en 1971. En contraste, los fungicidas sintéticos se usaron en cultivos de manera convencional. solo requería una tasa de 1.6 lbs por acre.

Grupo Multi técnica. (2021). Manifiesta que el cobre es uno de los elementos esenciales para las plantas, ya que realiza tres tipos de funciones en el metabolismo vegetal: Nutricional, al participar en la síntesis de proteínas y el metabolismo de los carbohidratos; Fisiológico, al regular procesos como la fotosíntesis y la respiración y Protector, a través de su acción en la protección interna y externa de las plantas. La protección interna que surge del ion cobre se produce a través de su participación en el mecanismo de defensa inducido de la planta. Esto engloba mecanismos como la producción de lignina (que provoca el engrosamiento de la pared celular y dificulta la penetración de patógenos) y la síntesis de proteínas relacionadas con la defensa, como las enzimas hidrofílicas y la fitoalexinas, que son compuestos químicos con Propiedades antimicrobianas, producidas por las plantas inmediatamente después de su infección por microorganismos (como bacterias u hongos), con el fin de impedir su crecimiento y propagación. La protección externa que brinda el cobre se debe al efecto letal del ion Cu^{2+} sobre las esporas y ocurre porque la absorción de este elemento y su transporte a las mitocondrias bloquea la respiración celular, además de generar micro lesiones en la pared celular de las esporas, lo que provoca la pérdida de sales; ambas reacciones provocan la muerte del hongo. Además de todas estas funciones, el cobre tiene una importancia singular para las leguminosas, ya que ayuda a la fijación simbiótica de N_2 , siendo necesario en los nódulos para el pleno funcionamiento de este proceso. Las plantas con deficiencia de cobre tienen hojas jóvenes que se marchitan y se rizan, volviéndose quebradizas. Además, tienen ondas, miran hacia abajo y tienen nervaduras salientes en la parte inferior, lo que provoca la inclinación de pecíolos y tallos. Finalmente presentan clorosis, dando como resultado

hojas pálidas o amarillentas. Por otro lado, las plantas con un contenido adecuado de cobre están bien desarrolladas, con buena estructura y crecimiento y tienen mayor productividad y calidad de producción.

Waltham, M. (2020) indica que el efecto fungicida y bactericida del cobre se debe a que los iones Cu^{2+} se acumulan en el interior de las células del hongo o en las bacterias causando el mal funcionamiento de múltiples enzimas imprescindibles para su desarrollo. Sólo una muy pequeña proporción del cobre aplicado (menos del 0.01%) puede ser liberado en forma de Cu^{2+} , pasar a la superficie foliar y ser absorbido por los hongos y las bacterias. Menciona además que El Cobre junto con el azufre es uno de los pocos productos autorizados por la agricultura ecológica, por ello es considerado como uno de los recursos clásicos y de amplio uso en los cultivos.

Villena, L. (S/F) indica que la desinfección de semilla por vía húmeda es el método más antiguo con el empleo de sulfato de cobre a razón de 1 kg por 100 L de agua y puede hacerse por aspersión o inmersión. El método de inmersión es el más efectivo y consiste en sumergir el grano colocado en una cesta en un depósito con sulfato de cobre y agitándola. Posteriormente se sumerge en una lechada de cal (3 kg de cal viva por 100 L de agua) para neutralizar. Los tratamientos líquidos son los más clásicos presentando la ventaja de no necesitar aparatos especiales, sin embargo, afectan la capacidad germinativa de las semillas, aumentan el volumen y peso del grano. El tratamiento debe realizarse en víspera de la siembra.

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 2 al 17 de octubre de 2023 y los análisis de composición química se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y en el laboratorio Microservilab.

2.3 Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

T0: Semilla de cebada desinfectada con 1 ml de hipoclorito de sodio disuelto en un litro de agua durante dos horas.

T1: Cebada desinfectada con 5g de Sulfato de cobre (CuSO_4) disuelto en 1 litro de agua durante 10 minutos

T2: Cebada desinfectada con 10g de Sulfato de cobre (CuSO_4) disuelto en 1 litro de agua durante 10 minutos.

T3: Cebada desinfectada con 5g de Sulfato de cobre (CuSO_4) disuelto en 1 litro de agua durante 15 minutos.

T4: Cebada desinfectada con 10g de Sulfato de cobre (CuSO_4) disuelto en 1 litro de agua durante 15 minutos

T5: Cebada desinfectada con 5g de Sulfato de cobre (CuSO_4) disuelto en 1 litro de agua durante 20 minutos.

T6: Cebada desinfectada con 10g de Sulfato de cobre (CuSO_4) disuelto en 1 litro de agua durante 20 minutos

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 76 % procediendo a comprar 34 kg de la semilla que presentó mayor valor cultural.

Sulfato de cobre

El sulfato de cobre utilizado procedió de una tienda de alimentos balanceados para animales de la ciudad de Chiclayo.

Agua y Soluciones hidropónicas A y B

En la etapa de germinación del tratamiento se utilizó agua pura y en la etapa de producción de los tratamientos 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
- ✓ 56 bandejas plásticas para hidroponía de 33 cm x 42 cm.
- ✓ 07 baldes para lavado y remojo de semilla.
- ✓ 07 baldes de para oreo de semilla.
- ✓ 07 sacos de yute para abrigo de semilla
- ✓ 01 mochila para riego por aspersión.
- ✓ 1 balanza de precisión con capacidad de 20 kg.
- ✓ 1 termo higrómetro
- ✓ 0.5 kg de sulfato de cobre

2.6 Técnicas experimentales

2.6.2 Producción de germinado hidropónico de cebada

Se emplearon 56 bandejas para el estudio, asignando ocho bandejas a cada tratamiento. A continuación, se detalla el proceso utilizado para la obtención del Germinado Hidropónico.

Etapas de Pre germinación:

Se emplearon 56 bandejas para el estudio y el proceso realizado fue el siguiente

Etapas de Pre germinación:

- Se calculó la cantidad de semilla de cebada necesaria utilizando el área de bandeja de 0.139 m² y la densidad de siembra de 3.5 kg /m² obteniendo 0.49 kg por bandeja y al multiplicar por las 56 bandejas en estudio (8 por tratamiento) da un total de 27.17 kg de semilla de cebada “limpia” y considerando un máximo de pureza de cebada de 80 % (técnicas experimentales) lo que el 100 % haría un total de 34 kg de semilla de cebada en peso bruto comprados. Luego se escogieron los granos partidos paja y otras impurezas para obtener 27.17 kg de semilla limpia para la investigación.
- Se dividió la cantidad de semilla total entre 7 para obtener la cantidad por tratamiento dando 3.88 Kg para cada uno.
- Luego en cada balde se lavó con agua pura para eliminar polvo y otras impurezas no limpiadas en el procedimiento anterior.

El proceso de desinfección para cada tratamiento se realizó en cuatro litros de agua y de acuerdo a los tratamientos establecidos.

- Luego de 10 minutos las semillas de T1 y T2 se enjuagaron con agua pura y se dejaron en remojo con agua pura por 24 horas en un balde identificado.
- Luego de 15 minutos las semillas de T3 y T4 se enjuagó con agua pura y se dejó en remojo con agua pura por 24 horas en un balde identificado.
- Luego de 20 minutos las semillas de T5 y T6 se enjuagaron con agua pura y se dejó en remojo con agua pura por 24 horas en un balde identificado.

- La semilla del balde de T0 se desinfectó con hipoclorito de sodio a dosis de 1ml/L de agua durante 2 horas y luego se enjuagó la semilla y se dejó en remojo con agua pura durante 24 horas.
- Después del remojo las semillas de cada balde se trasladaron 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 8 para tener una siembra homogénea por bandeja.

Inmediatamente después de ser pesadas cada bandeja se trasladó a la cámara de germinación provistas de manta oscura donde permanecieron 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 continuaron hasta la cosecha continuando con el programa de riego.

Cosecha:

Todos los tratamientos se cosecharon a 15 días de edad, procediendo a pesar cada bandeja de cada tratamiento y luego de cada una 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 y al laboratorio Microservilab.

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: $H_0: \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$

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

μ : Efecto de la media poblacional.

A_i : Efecto del i-ésimo tratamiento.

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

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

Tabla 3. Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación	Gl	Sc	CM	Fc
Tratamientos	$t-1 = 6$		Sc trat./t-1	CM trat./CM E
Error	$t(r-1) = 49$		Sc EE/t (r-1)	
Total	$tr-1 = 55$			

Para la ejecución del ANAVA y prueba de comparación múltiple de Tuckey

($p < 0.05$) se utilizó el programa estadístico Infostat Ve 2020.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

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

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

En la tabla 4 se observa la producción en biomasa verde de GH, por bandeja de cada tratamiento, cosechado a 15 días de edad. El análisis de varianza (anexo 1.1) no encontró diferencias estadísticas ($p>0.05$) entre tratamientos, pero numéricamente el mejor peso lo presentó el tratamiento T5 cuya semilla se desinfectó utilizando 5 g de sulfato de cobre /L de agua durante 20 minutos (T5) superando al peso de T0 que utilizó hipoclorito de sodio en la desinfección de semilla en 7.44%.

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

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B 1	3.63	2.71	2.48	3.47	3.19	3.22	3.17
B 2	3.24	2.74	3.28	3.11	2.90	3.15	3.29
B 3	2.97	3.15	3.15	2.69	3.24	3.57	3.31
B 4	2.81	3.31	3.36	2.92	3.27	3.17	3.15
B 5	2.92	2.53	3.43	3.34	3.24	3.34	3.24
B 6	3.45	2.85	2.78	3.34	3.36	3.06	2.99
B 7	2.88	2.88	3.57	3.11	3.15	4.03	2.71
B 8	3.45	3.15	3.54	3.40	3.34	3.70	3.34
Total/tratamiento	25.35	23.32	25.59	25.37	25.68	27.23	25.21
Promedio	3.17a	2.92a	3.20a	3.17a	3.21a	3.40a	3.15a

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 el análisis de materia seca y los análisis de PC, FC, EE y CEN. Se realizó en el laboratorio Microservilab, después de concluir 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	T6
Materia seca	20.96	20.45	21.06	19.59	20.75	20.44	19.98
PC	13.26	13.06	14.01	13.94	13.78	13.85	13.27
EE	3.58	3.86	4.18	4.14	4.19	4.21	3.50
FC	12.21	11.83	12.92	12.92	12.34	12.43	12.52
CEN	3.96	4.11	4.13	4.14	4.10	4.26	4.31

Fuente: Laboratorio Nutrición Facultad Ing. Zootecnia UNPRG.

3.1.3 Producción de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (TCO)

Con el área de bandeja de 0.139 m² y pesos de la tabla 4 se calculó el rendimiento de GH por metro cuadrado de cada tratamiento en base fresca (TCO) como se aprecian en la tabla 6. Al aplicar el análisis de varianza (ver anexo 1.2) no se hallaron diferencias estadísticas ($p>0.05$) entre tratamientos, pero numéricamente el mayor rendimiento por metro cuadrado lo obtuvo el tratamiento T5 y superó en 7.44% al rendimiento del tratamiento que utilizó hipoclorito de sodio en el proceso de desinfección (T0).

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

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B 1	26.22	19.58	17.92	25.06	23.02	23.23	22.90
B 2	23.40	19.75	23.65	22.40	20.91	22.73	23.73
B 3	21.41	22.73	22.73	19.42	23.40	25.72	23.90
B 4	20.25	23.90	24.23	21.08	23.56	22.90	22.73
B 5	21.08	18.25	24.73	24.06	23.40	24.06	23.40
B 6	24.89	20.58	20.08	24.06	24.23	22.07	21.57
B 7	20.74	20.74	25.72	22.40	22.73	29.04	19.58
B 8	24.89	22.73	25.56	24.56	24.06	26.72	24.06
Total/tratamiento	182.87	168.27	184.61	183.04	185.31	196.48	181.88
Promedio	22.86a	21.03a	23.08a	22.88a	23.16a	24.56a	22.73a

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)

Con la información de la tabla 5 e información de la tabla 6 se calculó el rendimiento de materia seca por metro cuadrado cuyos resultados se aprecian en la tabla 7 y el análisis de varianza (anexo 1.3) encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p<0.05$); presentando mayor rendimiento el tratamiento cuya semilla se

desinfectó con 5 g de CuSO₄/L de agua durante 20 minutos (T5) superando en 4.75% al rendimiento de MS/m² del tratamiento que utilizó hipoclorito de sodio en la desinfección durante dos horas (T0) quien no presentó diferencias estadísticas ($p > 0.05$) con los tratamientos T2, T4, T6 y T3. El menor rendimiento de todo el estudio lo presentó el tratamiento cuya semilla se desinfectó con 5g de CuSO₄/L de agua durante 10 minutos (T1) rindiendo 10.22% menos que T0, indicando que el efecto de esta dosis y tiempo es insuficiente para superar el efecto del hipoclorito de sodio en la desinfección de semilla y lo mismo ocurre al colocar 10g de CuSO₄/L de agua durante 20 minutos (T6) indicando que un nivel superior a 5g no favorece el proceso de desinfección ni germinación de la cebada.

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

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B 1	5.50	4.00	3.77	4.91	4.78	4.75	4.57
B 2	4.90	4.04	4.98	4.39	4.34	4.65	4.74
B 3	4.49	4.65	4.79	3.80	4.86	5.26	4.77
B 4	4.24	4.89	5.10	4.13	4.89	4.68	4.54
B 5	4.42	3.73	5.21	4.71	4.86	4.92	4.67
B 6	5.22	4.21	4.23	4.71	5.03	4.51	4.31
B 7	4.35	4.24	5.42	4.39	4.72	5.93	3.91
B 8	5.22	4.65	5.38	4.81	4.99	5.46	4.81
Total/tratamiento	38.33	34.41	38.88	35.85	38.45	40.15	36.33
Promedio	4.79ab	4.30b	4.86ab	4.48ab	4.81ab	5.02a	4.54ab

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

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

Para calcular los aportes de proteína cruda (PC) por metro cuadrado, se utilizó la composición química de cada tratamiento de la tabla 5 y la producción de MS/m² de cada tratamiento de la tabla 7. Los resultados se aprecian en la tabla 8 y al realizar el análisis de varianza (anexo 1.4) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) y al aplicar la prueba de Tuckey el mejor rendimiento de PC/m² lo presentó el tratamiento cuya semilla se desinfectó con 5 g de CuSO₄/L de agua durante 20 minutos (T5) superando en 9.37% al rendimiento de MS/m² del tratamiento que utilizó hipoclorito de sodio en la desinfección durante dos horas (T0) quien no presentó diferencias estadísticas ($p > 0.05$) con los tratamientos T2 y T4. El

menor rendimiento de todo el estudio lo presentó el tratamiento cuya semilla se desinfectó con 5g de CuSO₄/L de agua durante 10 minutos (T1) rindiendo 11.63% menos que T0, indicando que el efecto de esta dosis y tiempo es insuficiente para superar el efecto del hipoclorito de sodio en la desinfección de semilla y lo mismo ocurre al colocar 10g de CuSO₄/L de agua durante 20 minutos (T6) indicando que un nivel superior a 5g no favorece el proceso de desinfección ni germinación de la cebada que rindió 502% menos que T0.

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	T6
B 1	0.73	0.52	0.53	0.68	0.66	0.66	0.61
B 2	0.65	0.53	0.70	0.61	0.60	0.64	0.63
B 3	0.60	0.61	0.67	0.53	0.67	0.73	0.63
B 4	0.56	0.64	0.71	0.58	0.67	0.65	0.60
B 5	0.59	0.49	0.73	0.66	0.67	0.68	0.62
B 6	0.69	0.55	0.59	0.66	0.69	0.62	0.57
B 7	0.58	0.55	0.76	0.61	0.65	0.82	0.52
B 8	0.69	0.61	0.75	0.67	0.69	0.76	0.64
Total/tratamiento	5.08	4.49	5.45	5.00	5.30	5.56	4.82
Promedio	0.64abc	0.56c	0.68ab	0.62abc	0.66ab	0.70a	0.60bc

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

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

Para calcular los aportes de extracto etéreo por metro cuadrado (EE/m²), 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 1.5) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (p<0.05) y al aplicar la prueba de Tuckey el mejor rendimiento lo presentaron el tratamiento cuya semilla se desinfectó con 5 g de CuSO₄/L de agua durante 20 minutos (T5) superando en 23.22% al rendimiento de EE/m² del tratamiento que utilizó hipoclorito de sodio en la desinfección durante dos horas (T0) quien no presentó diferencias estadísticas (p > 0.05) con el tratamiento T1. El menor rendimiento de todo el estudio lo presentó el tratamiento cuya semilla se desinfectó con 10g de CuSO₄/L de agua durante 20 minutos (T6) rindiendo 7.40% menos que T0, indicando que un nivel superior a 5g /L de agua no favorece la

producción de EE/m² en el GH de cebada.

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	T6
B 1	0.20	0.15	0.16	0.20	0.20	0.20	0.16
B 2	0.18	0.16	0.21	0.18	0.18	0.20	0.17
B 3	0.16	0.18	0.20	0.16	0.20	0.22	0.17
B 4	0.15	0.19	0.21	0.17	0.21	0.20	0.16
B 5	0.16	0.14	0.22	0.19	0.20	0.21	0.16
B 6	0.19	0.16	0.18	0.19	0.21	0.19	0.15
B 7	0.16	0.16	0.23	0.18	0.20	0.25	0.14
B 8	0.19	0.18	0.22	0.20	0.21	0.23	0.17
Total/tratamiento	1.37	1.33	1.62	1.48	1.61	1.69	1.27
Promedio	0.17cd	0.17cd	0.20ab	0.19bc	0.20ab	0.21a	0.16d

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

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

Para calcular los aportes de fibra cruda (FC) por metro cuadrado, se utilizó la información de la tabla 5 y tabla 7. Los resultados se aprecian en la tabla 10 y el análisis de varianza (anexo 1.6) encontró diferencias estadísticas entre tratamientos (p<0.05) presentando mayor rendimiento los tratamientos cuya semilla se desinfectó con 10 g de CuSO₄/L de agua durante 10 minutos (T2) y con 5 g de CuSO₄/L de agua durante 20 minutos (T5) entre los cuales no hubo diferencia estadística (p>0.05) pero T2 superó en 7.26% al rendimiento de FC/m² del tratamiento que utilizó hipoclorito de sodio en la desinfección durante dos horas (T0) quien no presentó diferencias estadísticas (p > 0.05) con los tratamientos T3 y T6. El menor rendimiento de todo el estudio lo presentó el tratamiento cuya semilla se desinfectó con 5g de CuSO₄/L de agua durante 10 minutos (T1) rindiendo 13.02% menos que T0, indicando que el efecto de esta dosis y tiempo es insuficiente para superar el efecto del hipoclorito de sodio en la desinfección de semilla y lo mismo ocurre al colocar 10g de CuSO₄/L de agua durante 20 minutos (T6) indicando que un nivel superior a 5g no favorece el proceso de desinfección ni germinación de la cebada.

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	T6
B 1	0.67	0.47	0.49	0.63	0.59	0.59	0.57
B 2	0.60	0.48	0.64	0.57	0.54	0.58	0.59
B 3	0.55	0.55	0.62	0.49	0.60	0.65	0.60
B 4	0.52	0.58	0.66	0.53	0.60	0.58	0.57
B 5	0.54	0.44	0.67	0.61	0.60	0.61	0.58
B 6	0.64	0.50	0.55	0.61	0.62	0.56	0.54
B 7	0.53	0.50	0.70	0.57	0.58	0.74	0.49
B 8	0.64	0.55	0.70	0.62	0.62	0.68	0.60
Total/tratamiento	4.68	4.07	5.02	4.63	4.74	4.99	4.55
Promedio	0.59ab	0.51b	0.63a	0.58	0.59a	0.62a	0.57ab

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

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

Para calcular los aportes de cenizas (CEN) por metro cuadrado se utilizó la composición química de cada tratamiento de la Tabla 5 y la producción de materia seca por tratamiento de la tabla 7. Los resultados se aprecian en la tabla 11 y al aplicar el análisis de varianza (ver anexo 1.7) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) y aplicando la prueba de Tuckey el tratamiento con mayor producción de cenizas fue el tratamiento cuya semilla se desinfectó con 5 g de CuSO_4/L de agua durante 20 minutos (T5) superando en 12.62% al rendimiento de CEN/m² del tratamiento que utilizó hipoclorito de sodio en la desinfección durante dos horas (T0) quien no presentó diferencias estadísticas ($p > 0.05$) con los tratamientos T2, T4 y T6. El menor rendimiento de todo el estudio lo presentó el tratamiento cuya semilla se desinfectó con 5g de CuSO_4/L de agua durante 10 minutos (T1) rindiendo 6.88% menos que T0, indicando que el efecto de esta dosis y tiempo es insuficiente para superar el efecto del hipoclorito de sodio en la desinfección de semilla.

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	T6
B 1	0.22	0.16	0.16	0.20	0.20	0.20	0.20
B 2	0.19	0.17	0.21	0.18	0.18	0.20	0.20
B 3	0.18	0.19	0.20	0.16	0.20	0.22	0.21
B 4	0.17	0.20	0.21	0.17	0.20	0.20	0.20
B 5	0.17	0.15	0.22	0.19	0.20	0.21	0.20
B 6	0.21	0.17	0.17	0.19	0.21	0.19	0.19
B 7	0.17	0.17	0.22	0.18	0.19	0.25	0.17
B 8	0.21	0.19	0.22	0.20	0.20	0.23	0.21
Total/tratamiento	1.52	1.41	1.61	1.48	1.58	1.71	1.56
Promedio	0.19b	0.18b	0.20ab	0.19b	0.20ab	0.21a	0.20ab

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

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

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

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

Basados en información de la Tabla 4, los resultados de cada bandeja de cada tratamiento fueron convertidos a rendimiento de Germinado Hidropónico (TCO) obtenidos a partir de un kilogramo de semilla de cebada procesada que se aprecia en la tabla 12. Al realizar el análisis de varianza (ver anexo 1.8) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) presentando mayor rendimiento de germinado hidropónico por kg de semilla procesada el tratamiento cuya semilla se desinfectó con 5 g de CuSO_4/L de agua durante 20 minutos (T5) superando en 7.40% al rendimiento de MS/m² del tratamiento que utilizó hipoclorito de sodio en la desinfección durante dos horas (T0) quien no presentó diferencias estadísticas ($p > 0.05$) con los tratamientos T4, T2, T3 y T6. El menor rendimiento de todo el estudio lo presentó el tratamiento cuya semilla se desinfectó con 5g de CuSO_4/L de agua durante 10 minutos (T1) rindiendo 7.98% menos que T0, indicando que el efecto de esta dosis y tiempo es insuficiente para superar el efecto del

hipoclorito de sodio en la desinfección de semilla.

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

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B 1	6.55	4.90	4.48	6.26	5.75	5.81	5.73
B 2	5.85	4.94	5.91	5.60	5.23	5.68	5.93
B 3	5.35	5.68	5.68	4.85	5.85	6.43	5.97
B 4	5.06	5.97	6.06	5.27	5.89	5.73	5.68
B 5	5.27	4.56	6.18	6.02	5.85	6.02	5.85
B 6	6.22	5.14	5.02	6.02	6.06	5.52	5.39
B 7	5.19	5.19	6.43	5.60	5.68	7.26	4.90
B 8	6.22	5.68	6.39	6.14	6.02	6.68	6.02
Total/tratamiento	45.72	42.07	46.15	45.76	46.33	49.12	45.47
Promedio	5.71ab	5.26b	5.77ab	5.72ab	5.79ab	6.14a	5.68ab

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

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

Para obtener el rendimiento de materia seca por kilogramo de semilla procesada de cada tratamiento, se aplicaron los niveles de materia seca de cada tratamiento, vistos en la tabla 5 e información de la tabla 12. Los resultados se aprecian en la tabla 13 y al realizar el análisis de varianza (anexo 1.9) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) pero numéricamente el mejor rendimiento de materia seca por kg de semilla procesada lo presentó el tratamiento cuya semilla se desinfectó con 5 g de CuSO_4/L de agua durante 20 minutos (T5) superando en 3.66% al rendimiento de MS/m² del tratamiento que utilizó hipoclorito de sodio en la desinfección durante dos horas (T0). El menor rendimiento de todo el estudio lo presentó el tratamiento cuya semilla se desinfectó con 5g de CuSO_4/L de agua durante 10 minutos (T1) rindiendo 12.56% menos que T0, indicando que el efecto de esta dosis y tiempo es insuficiente para superar el efecto del hipoclorito de sodio en la desinfección de semilla.

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

Bandeja	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B 1	1.37	1.00	0.94	1.23	1.19	1.19	1.14
B 2	1.23	1.01	1.25	1.10	1.08	1.16	1.19
B 3	1.10	0.93	1.30	1.18	1.21	1.23	1.17
B 4	1.30	1.05	1.06	1.18	1.26	1.13	1.08
B 5	1.09	1.06	1.35	1.10	1.18	1.48	0.98
B 6	1.30	1.16	1.35	1.20	1.25	1.36	1.20
B 7	9.58	8.60	9.72	8.96	9.61	10.04	9.08
B 8	1.20	1.08	1.21	1.12	1.20	1.25	1.14
Total/tratam	18.18	15.90	18.18	17.06	17.99	18.85	16.97
Promedio	2.27a	1.99a	2.27a	2.13a	2.25a	2.36a	2.12a

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

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

La temperatura máxima y mínima se tomó con un termo higrómetro a las 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 (16.04 ± 1.01) 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 (%)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Media	16.04	24.59	52.29	80.76
SD	1.01	1.59	2.87	7.76

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/ 1.40; por litro de agua S/ 0.05; costo por litro de lejía S/4.00; costo por litro de soluciones hidropónicas A y B S/ 25.00; costo por kg de Sulfato de cobre S/21.50; 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 eficientes se lograron con el tratamiento cuya semilla se desinfectó con 5 g de CuSO₄/L de agua durante 20 minutos (T5) siendo 3.33% más eficiente que el costo de MS/kg de semilla del tratamiento que utilizó hipoclorito de sodio en la desinfección durante dos horas (T0)

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

Tratamiento	TCO	MS
T0	0.6	2.7
T1	0.67	3.09
T2	0.63	2.82
T3	0.62	2.96
T4	0.63	2.85
T5	0.58	2.65
T6	0.64	3.01

IV. CONCLUSIONES

La dosis de dilución de Sulfato de cobre y tiempo de desinfección de la semilla de cebada si influye en la producción de germinado hidropónico.

El mejor rendimiento por metro cuadrado de MS, PC, EE, FC y CEN de germinado hidropónico de cebada se logra desinfectando la semilla con 5 g de CuSO_4/L de agua durante 20 minutos.

El mejor rendimiento de germinado hidropónico fresco y Materia seca por kg de semilla se logró desinfectando la semilla con 5 g de CuSO_4/L de agua durante 20 minutos.

El menor costo de germinado hidropónico de cebada se logra desinfectando la semilla con 5 g de CuSO_4/L de agua durante 20 minutos.

V. RECOMENDACIONES

Desinfectar semilla de cebada utilizando 5 g de CuSO_4/L de agua durante 20 minutos para producir germinado hidropónico de cebada.

Evaluar la desinfección de semilla de cebada utilizando Sulfato de cobre combinado con cal hidratada (caldo bordelés) para producir germinado hidropónico de cebada

Evaluar la desinfección de semilla de cebada utilizando otras fuentes de Cobre con su respectiva dilución para germinado hidropónico de cebada.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alburquerque, D y Gusqui, R. (2018). Eficacia de fungicidas químicos para el control in vitro de diferentes fitopatógenos en condiciones controladas.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n2/a09v25n2.pdf>
- 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 de ciencias agrarias y forestales. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Bioforrajes.com (S/f). Valor nutricional. Recuperado de
<https://bioforrajes.com/forraje/valor-nutricional-fvh/>
- Cabrera, A.I. (2021). Dosis de dióxido de cloro (ClO₂) y tiempo de desinfección de cebada (*Hordeum vulgare*) para producción de germinado hidropónico. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Peru. 60 p.
- Cuchiara, C. C., Winhelmann, M. C., Larré, C. F., Fernando, J. A., Braga, E. J. B., & Peters, J. A. (2015). Respostas fisiológicas de plantas de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) submetidas a diferentes concentrações de cobre. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(6Supl2), 4165–4176. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n6Supl2p4165>
- 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>
- Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). (2017). List of Fungicide Common Names. <http://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2017-final.pdf>
- Gestión. (2022). Entrevista al Presidente de la Camara de Comercio de Lambayeque. Lic. Carlos Burgos. <https://gestion.pe/economia/empresas/lambayeque-se-pierden-3000-hectareas-al-ano-por-salinidad-de-suelos-noticia/>
- Grupo Multi técnica. (2021). La importancia del cobre en la nutrición y fisiología vegetal. <https://multitecnica.com.br/a-importancia-do-cobre-na-nutricao-e-fisiologia-das-plantas/>

- Herrero, J. (2005). Flora de Iberia. Consultado el 06 dic2017. Disponible en: <http://floradeiberia.com/>
- Mayagüez. (2018). Germinación de semillas. <https://www.uprm.edu/labs3417/wp-content/uploads/sites/176/2018/08/germinacion-de-semillas-1.pdf>
- Ordoñez, E; Idrogo, E y Corrales, N. (2018). Soluciones nutritivas para el germinado hidropónico de *Hordeum vulgare*. Revista de Investigaciones veterinarias del Peru. Vol. 29 Num. 2 (2018)
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/14477>
- Padrón, E. 2009. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y ganadería. Editorial Trillas. 2da. Edición. Mexico.
- Pérez, N. (2012). Determinación de la resistencia en cepas de listeria monocytogenes aislada a partir de muestras de espinaca spinaceaoleracea utilizando germicidas para la desinfección de alimentos. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2311/>
- Ruesta, E.I. (2013). Tiempo de remojo y concentración de yodo y/o lejía en desinfección de semilla en germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en Lambayeque. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú.
- Sistema de Información Agrícola Nacional 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>
- Villena, L. (s/f). Carbones y tizones de los cereales. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/20151/1/Cogullada%2007.pdf>
- Waltham, M. (2020). Uso del cobre en la agricultura. <https://certisbelchim.es/uso-del-cobre-en-la-agricultura/>
- Zealot, D. (2023). Conozca la deficiencia de cobre. https://www.academia.edu/18562489/conozca_la_deficiencia_de_cobre

ANEXOS

1. Análisis de la varianza

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

Rdto Kg/bandeja

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto Kg/bandeja	56	0.20	0.10	8.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.98	6	0.16	2.03	0.0796
Tratamiento	0.98	6	0.16	2.03	0.0796
Error	3.94	49	0.08		
Total	4.92	55			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.43594

Error: 0.0804 gl: 49

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T5	3.40	8	0.10	A	
T4	3.21	8	0.10	A	B
T2	3.20	8	0.10	A	B
T3	3.17	8	0.10	A	B
T0	3.17	8	0.10	A	B
T6	3.15	8	0.10	A	B
T1	2.92	8	0.10		B

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

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto GH/M2 (TCO)	56	0.20	0.10	8.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	50.95	6	8.49	2.03	0.0796
Tratamiento	50.95	6	8.49	2.03	0.0796
Error	205.20	49	4.19		
Total	256.15	55			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.14532

Error: 4.1877 gl: 49

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T5	24.56	8	0.72	A	
T4	23.16	8	0.72	A	B
T2	23.08	8	0.72	A	B
T3	22.88	8	0.72	A	B
T0	22.86	8	0.72	A	B
T6	22.73	8	0.72	A	B
T1	21.03	8	0.72		B

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

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto MS/m ²	56	0.26	0.17	8.98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.02	6	0.50	2.84	0.0187
Tratamiento	3.02	6	0.50	2.84	0.0187
Error	8.68	49	0.18		
Total	11.70	55			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.64687

Error: 0.1771 gl: 49

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T5	5.02	8	0.15	A	
T2	4.86	8	0.15	A	B
T4	4.81	8	0.15	A	B
T0	4.79	8	0.15	A	B
T6	4.54	8	0.15	A	B
T3	4.48	8	0.15	A	B
T1	4.30	8	0.15		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/m²)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto PC/m ²	56	0.39	0.32	9.02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.10	6	0.02	5.23	0.0003
Tratamiento	0.10	6	0.02	5.23	0.0003
Error	0.16	49	3.3E-03		
Total	0.27	55			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08834

Error: 0.0033 gl: 49

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T5	0.70	8	0.02	A		
T2	0.68	8	0.02	A	B	
T4	0.66	8	0.02	A	B	
T0	0.64	8	0.02	A	B	C
T3	0.62	8	0.02	A	B	C
T6	0.60	8	0.02		B	C
T1	0.56	8	0.02			C

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

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto EE/m2	56	0.59	0.54	9.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	6	3.4E-03	11.89	<0.0001
Tratamiento	0.02	6	3.4E-03	11.89	<0.0001
Error	0.01	49	2.8E-04		
Total	0.03	55			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02581

Error: 0.0003 gl: 49

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T5	0.21	8	0.01	A		
T2	0.20	8	0.01	A	B	
T4	0.20	8	0.01	A	B	
T3	0.19	8	0.01		B	C
T0	0.17	8	0.01			C D
T1	0.17	8	0.01			C D
T6	0.16	8	0.01			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 Germinado Hidropónico por metro cuadrado (FC/m2)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto FC/m2	56	0.36	0.28	9.02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.08	6	0.01	4.55	0.0010
Tratamiento	0.08	6	0.01	4.55	0.0010
Error	0.14	49	2.8E-03		
Total	0.21	55			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08094

Error: 0.0028 gl: 49

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T2	0.63	8	0.02	A		
T5	0.62	8	0.02	A		
T4	0.59	8	0.02	A		
T0	0.59	8	0.02	A	B	
T3	0.58	8	0.02	A	B	
T6	0.57	8	0.02	A	B	
T1	0.51	8	0.02		B	

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

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto CEN/m2	56	0.31	0.23	8.97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	6	1.1E-03	3.69	0.0042
Tratamiento	0.01	6	1.1E-03	3.69	0.0042
Error	0.01	49	3.0E-04		
Total	0.02	55			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02674

Error: 0.0003 gl: 49

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T5	0.21	8	0.01	A	
T2	0.20	8	0.01	A	B
T4	0.20	8	0.01	A	B
T6	0.20	8	0.01	A	B
T0	0.19	8	0.01		B
T3	0.19	8	0.01		B
T1	0.18	8	0.01		B

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

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GH/kg sem	56	0.20	0.10	8.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.18	6	0.53	2.03	0.0796
Tratamiento	3.18	6	0.53	2.03	0.0796
Error	12.82	49	0.26		
Total	16.01	55			

Test: Tuckey Alfa=0.05

Error: 0.2617 gl: 49

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T5	6.14	8	0.18	A	
T4	5.79	8	0.18	A	B
T2	5.77	8	0.18	A	B
T3	5.72	8	0.18	A	B
T0	5.71	8	0.18	A	B
T6	5.68	8	0.18	A	B
T1	5.26	8	0.18		B

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

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
kg MS/kgsem	56	1.8E-03	0.00	132.04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.75	6	0.12	0.01	>0.9999
Tratamiento	0.75	6	0.12	0.01	>0.9999
Error	412.98	49	8.43		
Total	413.72	55			

Test:Tuckey Alfa=0.05

Error: 8.4281 gl: 49

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5	2.36	8	1.03	A
T2	2.27	8	1.03	A
T0	2.27	8	1.03	A
T4	2.25	8	1.03	A
T3	2.13	8	1.03	A
T6	2.12	8	1.03	A
T1	1.99	8	1.03	A

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

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

Fecha	Hora	Temperatura (°C)		Humedad (%)	
		máxima	mínima	máxima	mínima
10/10/2023	07:00	26.4	15.9	86	56
	12:00	22.6	15	60	56
	07:00	22.6	18	60	60
11/10/2023	07:00	26.4	15.9	86	50
	12:00	25.2	15.4	86	55
	07:00	26	15.4	86	50
12/10/2023	07:00	26.4	15.7	87	50
	12:00	23.8	15.5	87	52
	07:00	26.7	16	87	50
13/10/2023	07:00	22.6	15.9	78	50
	12:00	26.4	15.4	78	50
	07:00	23.7	15.4	82	55
14/10/2023	07:00	24.4	15.3	86	53
	12:00	24.1	15.7	86	51
	07:00	23.1	16	85	50
15/10/2023	07:00	26.3	15.3	78	50
	12:00	26.1	15.4	79	53
	07:00	25	15.7	77	55
16/10/2023	07:00	22.6	17.7	80	50
	12:00	23.4	18.3	80	52
	07:00	22.6	18	82	50

1.11 Costos de producción de un kg de Materia seca (MS) de GH de cebada del tratamiento T5 (S/)

PROCESO	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio unitario (soles)	Costo
PRE GERMINACIÓN (3 días)					
	Cebada	Kg.	3.88	1.40	5.43
	Agua	L	6.21	0.05	0.31
	Lejía	L	0.000	4.00	0.00
	Sulfato de cobre	kg	0.020	21.50	0.43
	Solución hidropónica	ml	9.31	0.1	0.93
	Mano de obra	Horas	1.36	3.125	4.24
	Sub Total				11.35
GERMINACION (5 días)					
	Agua	L	9.314	0.05	0.47
	Mano de obra	Horas	0.347	3.125	1.08
	Sub Total				1.55
PRODUCCION (7 días)	Agua	L	11.6424	0.05	0.58
	Mano de Obra	Horas	0.33	3	1.00
	Sub Total				1.58

TOTAL

Costo de producción por tratamiento (S/)	14.48
Rendimiento/tratamiento (Kg)	5.56
Costo de 1 Kg de germinado hidropónico	2.60
Costo de depreciación/kg	0.05
Costo Total de 1 Kg. de germinado hidropónico de cebada	2.65



Recibo digital

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

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Jessica Paola Hernández Santamaría
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	Dosis de dilución (g/L) de sulfato de cobre (CuSO ₄) y tiempo ...
Nombre del archivo:	TESIS_JESSICA_HERNANDEZ_revision_turnitin.pdf
Tamaño del archivo:	559.37K
Total páginas:	46
Total de palabras:	13,617
Total de caracteres:	60,438
Fecha de entrega:	08-dic.-2023 11:09p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2253271241



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

Dosis de dilución (g/L) de sulfato de cobre (CuSO₄) y tiempo de desinfección en
producción de germinado hidropónico de cebada

TESIS
Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR:
Bach. Hernández Santamaría Jessica Paola

ASESOR:
Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr. (0000 0001-0660-4721)

Lambayeque noviembre de 2023

**Ing. Napoleón Corrales
Rodríguez, Dr**

Dosis de dilución (g/L) de sulfato de cobre (Cuso4) y tiempo de desinfección en producción de germinado hidropónico de cebada

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	11%	5%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica del CIBAO	2%
	Trabajo del estudiante	
2	agroavances.com	1%
	Fuente de Internet	
3	www.ipni.net	1%
	Fuente de Internet	
4	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion	1%
	Trabajo del estudiante	
5	gestion.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	www.portalfruticola.com	1%
	Fuente de Internet	
7	cip.org.pe	1%
	Fuente de Internet	
8	Submitted to Universidad Adolfo Ibáñez	1%
	Trabajo del estudiante	

9	Sierra Gomez, Maria del Pilar. "Physical-chemical analysis of selected quenepa (Melicoccus bijugatus Jacq.) varieties", Proquest, 20111108 Publicación	1 %
10	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	1 %
11	ribuni.uni.edu.ni Fuente de Internet	1 %
12	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	1 %
13	Alexander Garcia, Enrique Macias, Jimmy Loor, Milton Vega. "Evaluación de efectos de soluciones nutritivas como alternativa de insumo en la producción de rábano (raphanus sativus) con sistema hidropónico bajo ambiente protegido", Ecuadorian Science Journal, 2021 Publicación	< 1 %
14	Submitted to International Baccalaureate Ministry of Education of Ecuador Trabajo del estudiante	< 1 %
15	bioforrajes.com Fuente de Internet	< 1 %

Submitted to Universidad Catolica De Cuenca

16	Trabajo del estudiante	< 1 %
17	Submitted to Mountain Lakes High School Trabajo del estudiante	< 1 %
18	lafamiliapicola.blogspot.com Fuente de Internet	< 1 %
19	Submitted to Colegio Mayor Secundario Presidente del Perú Trabajo del estudiante	< 1 %
20	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	< 1 %
21	www.engormix.com Fuente de Internet	< 1 %
22	Santiago Gonzalez, Jose Carlos. "Manejo integrado de nematodos fitoparasitos y Cosmopolites sordidus (Germar) en el cultivo de platano", Proquest, 2011 1108 Publicación	< 1 %
23	Submitted to Universidad de Costa Rica Trabajo del estudiante	< 1 %
24	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
25	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Trabajo del estudiante	< 1 %

repositorio.unab.edu.pe

26	Fuente de Internet	<1 %
27	www.valoragrocultura.com Fuente de Internet	<1 %
28	Manuel Paredes A., Enilyn De la Flor M., José Mantilla G.. "Efectos de cuatro niveles dietéticos de harina de semilla de chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>) sobre parámetros productivos, desarrollo intestinal y valores hematológicos en pavos de ocho semanas", Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2020 Publicación	<1 %
29	noticias.juridicas.com Fuente de Internet	<1 %
30	vdocumento.com Fuente de Internet	<1 %
31	periodicos.fclar.unesp.br Fuente de Internet	<1 %
32	fisiologiavegetal2014.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
33	"Producción de bovinos", , 2007. Publicación	<1 %
34	Edgardo Jiménez-Martínez, Ariel Alexander Mena García. "Manejo del pulgón amarillo (<i>Melanaphis sacchari</i>) en sorgo, con	<1 %

insecticidas biológicos y sintéticos en Masaya, Nicaragua", Ciencia e Interculturalidad, 2022
Publicación

35	Yamil Cartagena Ayala. "Eficiencia del uso de abonos verdes y urea en el cultivo de maíz de valles altos: abonos verdes en maíz", ACI Avances en Ciencias e Ingenierías, 2021 Publicación	< 1 %
36	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
37	repositorio.unesp.br Fuente de Internet	< 1 %
38	100ciaencasa.blogspot.com Fuente de Internet	< 1 %
39	ECO PLANET E.I.R.L.. "DAAC de las Granjas Santa Isabel 1,2,3-IGA0013636", R.D.G. N° 226-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021 Publicación	< 1 %
40	repositorio.una.edu.ni Fuente de Internet	< 1 %
41	Submitted to Universidad Catolica de Oriente Trabajo del estudiante	< 1 %
42	ojs.uel.br Fuente de Internet	< 1 %
43	F. E. Pérez Carmona, M.A . Martínez-Pichardo, O.A. Soto-Gutiérrez. "Efecto del bicarbonato	< 1 %

de sodio y vitamina C como antiestresores de calor en el rendimiento productivo en pollos Broiler de la línea Cobb 500, León-Nicaragua", Rev. iberoam. bioecon. cambio clim., 2022
Publicación

44 Mario Paz A, John Meneses R, Jorge López M. "Digestibility of diets with flour fish silage for the growing of arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*)", Revista MVZ Córdoba, 2016
Publicación

45 Submitted to Universidad Peruana Los Andes
Trabajo del estudiante

46 www.min.unitru.edu.pe
Fuente de Internet

47 aprenderly.com
Fuente de Internet

48 onlinelibrary.wiley.com
Fuente de Internet

49 semspub.epa.gov
Fuente de Internet

50 Milagro León T, Gerardo Garrido G, María Castañeda D, Emma Rueda de A. "Early feeding to modify digestive enzyme activity in broiler chickens", Revista MVZ Córdoba, 2014
Publicación

51 paratodos.com
Fuente de Internet



Ing. Napoleón Corrales
Rodríguez. Dr

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

ANEXO 01 CONSTANCIA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. Asesor de tesis del trabajo de investigación de la estudiante JESSICA PAOLA HERNÁNDEZ SANTAMARÍA, Titulada: DOSIS DE DILUCIÓN (g/L) DE SULFATO DE COBRE (CuSO_4) Y TIEMPO DE DESINFECCIÓN EN PRODUCCIÓN DE GERMINADO HIDROPÓNICO DE CEBADA, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 18% verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin. El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio.

A mi leal entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 8 de diciembre de 2023



Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.

DNI 16680503

Asesor