



**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ZOOTECNIA**

Luz led azul y roja en germinación para la producción de germinado hidropónico de maíz (*Zea mays*) en Lambayeque

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR

Bach. Paredes Pizarro, Elvis Alexander

ASESOR

Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón, Dr.

Registro ORCID: (0000-0001-6666-4721)

Lambayeque, 29 de junio de 2022

Luz led azul y roja en germinación para la producción de germinado hidropónico de

maíz (Zea mays) en Lambayeque

TESIS

Presentada para optar el título profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

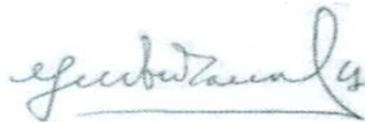
POR

Bach. Paredes Pizarro, Elvis Alexander

Aprobada por el siguiente jurado



Ing. Alejandro Flores Paiva
Presidente



Ing. José Humberto Gamonal Cruz
Secretario



Ing. Benito Bautista Espinoza, MSc.
Vocal



Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA



ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL

N° 001- 2022/FIZ

Siendo las 8:00 am del día miércoles 26 de enero de 2022, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 006-2022-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 25 de enero de 2022, que autoriza la sustentación virtual de la tesis "Luz LED azul y roja en pre germinación para la producción de germinado hidropónico de maíz (Zea mays) en Lambayeque" por el bachiller ELVIS ALEXANDER PAREDES PIZARRO, se reunieron vía plataforma virtual: meet.google.com/hmw-kvwo-jjp los miembros de jurado designados por Resolución N° 004-2020-VIRTUAL-CF/FIZ de fecha 13 de agosto de 2020: Ing. Alejandro Flores Paiva (Presidente); Ing. José Humberto Gamonal Cruz (Secretario); Ing. Benito Bautista Espinoza, MSc. (Vocal) e Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. (Patrocinador) para dictaminar sobre el proyecto de tesis titulado "Luz LED azul y roja en pre germinación para la producción de germinado hidropónico de maíz (Zea mays) en Lambayeque, para evaluar y dictaminar sobre el proyecto de tesis antes citado, el cual fue aprobado con Resolución N° 225-221-VIRTUAL- FIZ/D, de fecha 18 de diciembre del 2021.

Concluida la sustentación de la tesis por parte del sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado, así como las aclaraciones del señor patrocinador, los miembros del Jurado se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/hsa-dtdw-nfa>,

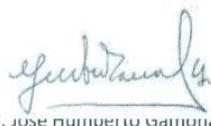
para deliberar y calificar la sustentación de la tesis: "Luz Led azul y roja en pre germinación para la producción de germinado hidropónico de maíz (Zea mays) en Lambayeque" a cargo del bachiller ELVIS ALEXANDER PAREDES PIZARRO; habiendo acordado aprobar el trabajo de tesis con la nota en escala vigesimal de 18 equivalente al calificativo de muy bueno; recomendando incluir en la redacción del informe final las sugerencias dadas durante la sustentación.

Por lo tanto, el Bachiller en Ingeniería Zootecnia ELVIS ALEXANDER PAREDES PIZARRO, se encuentra apto para optar 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 de la Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo las 9:30 horas se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado.

FEDATARIO
 2022 del 26 de Enero del 2022
 Lambayeque 29 de Noviembre del 2022


 Ing. Alejandro Flores Paiva
 Presidente


 Ing. José Humberto Gamonal,
 Secretario


 Ing. Benito Bautista Espinoza, MSc.
 Vocal


 Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
 Asesor

Observación: El jurado Sugiere que el titulo correcto del trabajo debe ser: Luz led azul y roja en germinación para la producción de germinado hidropónico de maíz (Zea mays) en Lambayeque" en lugar de: Luz Led azul y roja en pre germinación para la producción de germinado hidropónico de maíz (Zea mays) en Lambayeque"

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Bach. Paredes Pizarro Elvis Alexander investigador principal, e Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. asesor, del trabajo de investigación: “Luz LED azul y roja en germinación para la producción de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea Mays*) en Lambayeque”, 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, 6 de enero de 2022



Bach. Elvis Alexander Paredes Pizarro
Autor



Dr. Napoleón Corrales Rodríguez
Asesor

DEDICATORIA

Dedico principalmente a Dios por permitirme realizar uno más de mis propósitos de ser un profesional, también en memoria de mi abuelito Patricio Pizarro Cajusol ya que con sus enseñanzas de educación, consejos y sacrificios soy una persona de bien.

A mi abuelita: Aurora Bances Sandoval y a mi madre Josefa Pizarro Bances, quienes me ayudaron incondicionalmente de todo corazón para lograr con éxitos mis estudios.

A mis tíos (as) hermanos de mi madre por su apoyo quienes me han inculcado el ejemplo de superación, humildad y triunfo en la vida.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento por su apoyo profesional a mi asesor el ingeniero Napoleón Corrales Rodríguez.

Agradezco a todos los docentes y personal administrativo de la prestigiosa Facultad de Ingeniería Zootecnia por sus enseñanzas y amistad que me brindaron para ser mejor persona y profesional.

Luz LED azul y roja en germinación para la producción de germinado hidropónico de maíz (*Zea mays*) en Lambayeque

Resumen

Del 9 al 2 de mayo de 2021 en Lambayeque se investigó la influencia de la luz LED azul y roja en etapa de germinación de Germinado Hidropónico (GH) de maíz (*Zea Mays*) teniendo como objetivos: a) Determinar cuál color de luz LED azul o roja influye en la etapa de germinación para optimizar la producción de GH de maíz Lambayeque; b) Determinar el rendimiento (Kg/m²) de MS, PC, EE, FC y CEN de los tratamientos evaluados; c) Determinar el mejor rendimiento en kg de GH en base fresca y materia seca por kg de semilla y d) Determinar costos de producción. Se evaluaron tres tratamientos para producir GH de maíz con diferente tipo de iluminación en la etapa de germinación siendo T0: sin iluminación; T1: luz LED azul y T2: luz LED roja, todos se cosecharon a 15 días. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con igual número de repeticiones (16 bandejas) y prueba de comparación múltiple de Duncan, no hallando diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre tratamientos presentando mejores resultados en rendimiento (kg/m²) de PC, EE, FC y CEN; productividad de MS y GH (Kg/kg de semilla) y más económico (S./Kg) el GH producido sin luz LED azul ni roja en etapa de germinación. Se concluye que La luz LED azul ni roja influyen significativamente en los factores evaluados.

Palabras clave: Hidropónico, maíz, LED, azul, roja

Germinating blue and red LED light for the production of hydroponic corn (*Zea mays*) sprouts in Lambayeque

Summary

From May 9 to 2, 2021 in Lambayeque, the influence of blue and red LED light in the germination stage of the Hydroponic Germination (GH) of corn (*Zea Mays*) was investigated, with the following objectives: a) Determine which color of blue LED light o red influences the germination stage to optimize the production of GH from Lambayeque corn; b) Determine the yield (Kg / m²) of DM, PC, EE, FC and CEN of the evaluated treatments; c) Determine the best yield in kg of GH on a fresh basis and dry matter per kg of seed and d) Determine production costs. Three treatments were evaluated to produce corn GH with different types of lighting in the germination stage, being T0: no lighting; T1: blue LED light and T2: red LED light, all were harvested within 15 days. A Completely Random Design was used with the same number of repetitions (16 trays) and Duncan's multiple comparison test, finding no statistical differences ($p > 0.05$) between treatments presenting better results in performance (kg / m²) of PC, EE, FC and CEN; productivity of DM and GH (Kg / kg of seed) and more economical (S ./ Kg) the GH produced without blue or red LED light in the germination stage. It is concluded that neither blue nor red LED light significantly influence the evaluated factors.

Keywords: Hydroponic, corn, LED, blue, red

CONTENIDO

| | Página |
|--|--------|
| Resumen/Abstract | viii |
| INTRODUCCION | 1 |
| I. DISEÑO TEORICO | 3 |
| 1.1 Antecedentes Bibliográficos | 3 |
| 1.2 Bases teóricas | 5 |
| II. ANALISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO | 14 |
| 2.1 Tipo y Diseño de Estudio | 14 |
| 2.2 Lugar y duración | 14 |
| 2.3 Tratamientos evaluados | 14 |
| 2.4 Materiales | 15 |
| 2.5 Instalaciones y equipo | 15 |
| 2.6 Técnicas experimentales | 15 |
| 2.7 Variables evaluadas | 17 |
| 2.8 Evaluación de la información | 18 |
| III. RESULTADOS Y DISCUSION | 19 |
| 3.1 Producción de Germinado Hidropónico de maiz por tratamiento | 19 |
| 3.1.1 Producción de Germinado Hidropónico 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 de maíz de cada tratamiento en base fresca y base seca (TCO). | 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) | 21 |
| 3.1.5 Producción de Proteína Cruda (PC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg) | 22 |
| 3.1.6 Producción de Extracto Etéreo (EE) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg) | 23 |
| 3.1.7 Producción de fibra cruda (FC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg) | 24 |
| 3.1.8 Producción de Cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base fresca (Kg) | 25 |
| 3.2 Productividad de Germinado Hidropónico de maiz (<i>Zea mays</i>) por tratamiento. | 26 |
| 3.2.1 Rendimiento de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada en base fresca y materia seca (Kg) | 27 |
| 3.2.2 Rendimiento de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada | 28 |

| | |
|---|----|
| 3.3 Temperatura y humedad relativa | 29 |
| 3.4 Costos de producción de un kilogramo de Germinado Hidropónico de maíz | 29 |
| IV. CONCLUSIONES | 30 |
| V. RECOMENDACIONES | 31 |
| BIBLIOGRAFIA CITADA | 32 |
| ANEXOS | 34 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Análisis de varianza del diseño completamente al azar (DCR) | 18 |
| Tabla 2. Peso (kg) de Germinado Hidropónico por bandeja por tratamiento (TCO) | 19 |
| Tabla 3. Composición química de Germinado Hidropónico de maíz por tratamiento (%) | 20 |
| Tabla 4. Producción de Germinado Hidropónico en base fresca (TCO) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg) | 21 |
| Tabla 5. Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico de maíz por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg). | 22 |
| Tabla 6. Producción de Proteína Cruda (PC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg). | 23 |
| Tabla 7. Producción de extracto etéreo (EE) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg) | 24 |
| Tabla 8. Producción de Fibra Cruda (FC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg). | 25 |
| Tabla 9. Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg). | 26 |
| Tabla 10. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg). | 27 |
| Tabla 11. Rendimiento de materia seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg). | 28 |
| Tabla 12. Costos de producción de un kilogramo de GH de cebada en base fresca (TCO) y kg de materia seca de cada tratamiento (S/.) | 29 |

INTRODUCCION

Los estudios de producción del Germinado Hidropónico (GH) de maíz (*Zea mays*) para incrementar la productividad por kg de semilla procesada aun no logran llegar a los niveles de productividad logrados por el Germinado Hidropónico de maíz y menos a lo indicado por la FAO de 10 a 15 kg de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada. El manejo de colores de Luz con focos LED rojo ha demostrado ser eficiente en se ha investigado en la producción de GH de cebada pero no se ha evaluado le influencia de luz LED azul y roja en la etapa de germinación de la semilla de maíz para producir Germinado Hidropónico.

Formulación del problema

Se ha formulado la siguiente interrogante ¿La luz LED azul y roja influyen en la etapa de germinación para producir Germinado Hidropónico de maíz (*Zea Mays*) en Lambayeque?

Hipótesis

Se plantea la siguiente hipótesis

La luz LED azul y roja en etapa de germinacion si influyen en la producción de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) en Lambayeque.

Justificación del estudio

El estudio permitirá generar indicadores asociados al manejo de la luz LED de color azul y roja en etapa de germinación o cámara oscura para optimizar el rendimiento y productividad de Germinado Hidropónico (GH) de maiz en Lambayeque.

Objetivos

Al ejecutar el presente proyecto de investigación se busca:

- Determinar la influencia del color de luz LED (azul o roja) en la etapa de germinación o periodo de oscuridad para optimizar la producción de GH de maíz en Lambayeque.

- Determinar el rendimiento por metro cuadrado de MS, PC, EE, FC y CEN de los tratamientos evaluados.
- Determinar el mejor rendimiento en kg de GH en base fresca y base seca por kg de semilla procesada de cada tratamiento.
- Determinar los costos de producción de los tratamientos evaluados.

I. DISEÑO TEORICO

1.1 Antecedentes Bibliográficos

“Se evaluó la densidad óptima de siembra para germinado hidropónico (GH) de maíz amarillo duro (*Zea mays*) con cuatro niveles de siembra en Lambayeque: 2, 3, 4 y 5 Kg/m² durante 15 días y el mejor comportamiento se logró con 2 Kg/m², logrando un rendimiento de 5,71 kg de GH/kilogramo de semilla procesada, con la siguiente composición química: PC 11.25%, FC 7.95%, EE 3.58% y CEN 1.02%, presentando rendimientos por metro cuadrado de 1,77 kg de MS en base fresca y en base seca: 0,199 kg de proteína cruda, 0.06 kg de extracto etéreo, 0.02 kg de cenizas y 0,14 kg de fibra cruda por metro cuadrado” (HERNÁNDEZ, 2013).

“Utilizando la densidad de siembra de 2 kg /m² se evaluó el rendimiento de biomasa del Germinado Hidropónico de maíz (GH) regando con solución hidropónica en sus diferentes etapas de proceso y para lograrlo se implementaron cuatro tratamientos: T0: GH de maíz regado sin solución hidropónica; T1: GH de maíz regado con solución hidropónica en etapa de germinación desde el día 1 al día 4 post siembra de semilla oreada en bandejas; T2: GH de maíz regado con solución hidropónica en la etapa de producción desde el día 4 al día 8 post siembra de semilla oreada en bandejas y T3: GH de maíz regado con solución hidropónica en la etapa de germinación y producción desde el día 1 al día 8 post siembra de semilla oreada en bandejas. La solución hidropónica para el riego de los tratamientos se preparó con una dosis de 0.50 ml de solución A y 0.25 ml de solución B diluidas en 4 litros de agua. Los resultados demostraron la existencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos obteniendo los mejores resultados

con T3, regando con solución hidropónica desde el día 1 hasta el día 8 post siembra en bandejas presentando rendimientos por metro cuadrado de 1,41 kg de MS en base fresca y en base seca: 0,26 kg de proteína cruda, 0.09 kg de extracto etéreo; 0.05 kg de cenizas y 0,20 kg de fibra cruda por metro cuadrado (PEREZ, 2014).

Se evaluó la interacción óptima entre fase lunar y calidad de agua con o sin solución hidropónica en el riego para determinar el rendimiento nutricional de GH (kg/m²), productividad (Kg GH/kg semilla y kg de MS/kg semilla) y costo de producción de los tratamientos evaluados. Para ello se implementaron ocho tratamientos productos de la interacción de cuatro fases del factor Fase lunar y dos tipos de agua (agua pura y con solución hidropónica) del factor tipo de agua con 10 repeticiones por tratamiento. La solución hidropónica se aplicó del día 4 al 8 post siembra en bandejas y todo se cosechó a los 15 días de edad. Los resultados demostraron existencia de diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0.05$). Los mejores rendimientos productivos por metro cuadrado se lograron con la fase cuarto creciente con solución hidropónica en agua de riego y expresados en kg/m² fueron GH: 10.51; MS: 1.71; PC: 0.24, FC: 0.24; CEN: 0.059 excepto EE que presentó el segundo lugar con 0.047 kg/m². En productividad (kg GH/kg semilla procesada): 5.25 kg y 0.76 Kg MS/kg semilla procesada, también presentaron los menores costos de producción” (UGAZ, 2017).

En Lambayeque se evaluó la asociación entre tres grados de sombra de malla Raschel verde (%) y dos periodos de cosecha (días) en 6 interacciones (0-14, 50-14, 80-14, 0-17, 50-17, 80-17) para optimizar el rendimiento nutricional de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por metro cuadrado en base a materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas y la productividad medida en kg de materia seca por kg de maíz procesado logrando los mejores resultados utilizando malla Raschel verde con Grado

Sombra de 50% cosechada a los 14 días de edad obteniendo: 1,81 kg MS/m²; 0,23 kg de PC/m²; 0,066 kg de EE/m²; 0,25 kg FC/m² y 0,062 kg de CEN/m² y en productividad obtuvo 4.98 kg de GH fresco (TCO) y 0.903 kg de MS por cada kg de semilla procesada” (CHAFLOQUE, 2015).

“En Ecuador se evaluó la productividad en rendimiento de kg de MS de FVH por kg de semilla en cinco especies de semilla obteniendo: 1.7 kg para avena, 1.7 kg para cebada, 1.2 kg para trigo y 1.3 kg para vicia, todas con 15 días de periodo de producción y 1.0 kg de MS para maíz con 17 días de periodo de producción” (SINCHIGUANO, 2008)

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Cultivos hidropónicos: Generalidades, Técnicas de cultivo

“El forraje hidropónico (FH) es el resultado del proceso de germinación de los granos de cereales o leguminosas (cebada, maíz, soya, sorgo) que se realiza durante 9 a 15 días, alcanzando una altura de 20 a 25 cm., y que los animales consumen por completo: tallos, hojas, raíces y restos de semilla” (REGALADO, 2009)

“Se debe utilizar semillas de cereales limpios de impurezas que procedan de plantas libres de plagas y enfermedades. La semilla debe ser entera, seca y tener por lo menos 85% de poder germinativo” (TARRILLO, 2005)

1.2.2 Proceso de Producción de Forraje verde hidropónico

“El proceso de producción de forraje verde hidropónico (FVH) es el siguiente: a) Tratamiento de semilla: En esta etapa se inicia el proceso de producción e implica labores de lavado, desinfección, remojo y oreo de la semilla; b) Selección de semilla: Se recomienda utilizar semillas de cereales provenientes de lotes libres de impurezas y que procedan de plantas que estén libres de plagas y enfermedades, no debiéndose utilizar

semillas tratadas con fungicidas o perseverantes. Además las semillas tienen que ser idóneas, debe ser entera y seca y tener por lo menos un 85% de poder germinativo; c) Lavado: Las semillas son lavadas con el objetivo de eliminar el polvo que contienen, ya que en ella se encuentran una gran cantidad de microorganismos, este lavado se realiza sumergiéndolas en agua las semillas agitándolas por unos segundos y eliminando el agua sucia. Este procedimiento se hace repitiendo unas tres veces, dependiendo del grado de suciedad de estas; d) Desinfección: Las semillas son desinfectadas con el objeto de eliminar microorganismos de la putrefacción y esporas de hongos. Este proceso se realiza sumergiendo las semillas en una solución de agua con lejía (hipoclorito de sodio) al 1%, (10 ml de lejía por cada litro de agua) por espacio de 30 minutos a 2 horas, dependiendo del grado de contaminación de la semilla; e) Remojo: Las semillas son puestas en remojo con agua por un espacio de 24 horas, con el objetivo de activar la vida latente del grano e iniciar su actividad enzimática; además de ablandar la cutícula que recubre al grano y facilitar la salida de la raíz; f) Oreo: Terminado el proceso de remojo, las semillas son enjuagadas con agua y puestas en un depósito que presenta orificios en la parte inferior, que permite el drenaje del agua, además el depósito será tapado para evitar la pérdida de humedad. En esta etapa las semillas no son regadas y permanecerán por espacio de uno a dos días hasta la aparición del punto de brote de la semilla; g) Etapa de germinación: Culminado el oreo de la semilla y cuando está en su “Punto de Germinación” se realiza la siembra en bandejas plásticas o de fibra de vidrio, no se recomienda utilizar bandejas de madera o metálicas. Las bandejas deberán tener orificios a los lados para permitir el drenaje del agua, las cuales son colocadas en estantes de germinación y cubiertas en su totalidad por plástico negro, para que haya oscuridad interior y también evitar pérdida de la humedad. En estos estantes de germinación se recomienda regar mediante nebulización o micro aspersion de 3 a 4 veces al

día, en esta área estarán de 4 a 6 días para luego ser trasladados al área de producción. La siembra de las semillas en la bandejas se realiza a una densidad de 5 a 8 kilos de semilla por metro cuadrado de bandeja, es decir una altura de cama de semillas de 1 cm. a 2.5 cm. las cuales son regadas de tres a cuatro días y bajo penumbra. En este periodo se produce una serie de transformaciones químicas y enzimáticas que experimenta la semilla en determinadas condiciones de humedad (70% a 85%) y temperatura de (18° a 25°C). Esta etapa dura de cuatro a seis días; h) Etapa de producción: Las bandejas provenientes del área de germinación se colocan en estantes de producción, donde culminaran su desarrollo de 6 a 8 días más. Esta área presenta mayor iluminación y un riego con “Solución Nutritiva” bajo un sistema re-circulante. Este riego demora sólo unos minutos y se realiza uno a dos veces al día, dependiendo de las condiciones climáticas. Finalmente se realiza la cosecha, desmenuzando el FVH en forma manual o mecánica, para un mejor suministro a los animales” (EDICIONES CULTURALES VER, 1992).

“El verdadero valor de una semilla depende de una serie de factores sin los cuales no es posible obtener los verdaderos rendimientos que se requiere para el progreso agrícola 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 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 fórmula: $(100 - (\text{Peso de las impurezas} / \text{Peso inicial total de semilla evaluada}))$.

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 100 y tanto mejor será la semilla cuanto más se acerque a dicho número” (SIAN, 2011).

1.2.3 Ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos

“Las ventajas del forraje verde hidropónico (FVH) son: a) Ahorro de agua. En el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca (Cuadro 2) Alternativamente, la producción de 1 kilo de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12 % a 18 %. Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días; b) Eficiencia en el uso del espacio. El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil; c) Eficiencia en el tiempo de producción. La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12. Aproximadamente a partir de ese día se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del FVH; d) Calidad del forraje para los animales. El FVH es un suculento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y de plena aptitud comestible para nuestros animales. Su alto valor nutritivo lo obtiene debido a la germinación de los granos. En general el grano contiene una energía digestible algo superior (3.3 Mcal/kg) que el FVH (3.2 Mcal/kg). Sin embargo los valores reportados de energía digestible en FVH son ampliamente variables; e) Costos de producción. Las inversiones necesarias para producir FVH dependerán del nivel y de la escala de producción. El análisis de costos de producción de FVH, revela que considerando los riesgos de sequías, otros fenómenos

climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos unitarios del insumo básico (semilla) el FVH es una alternativa económicamente viable que merece ser considerada por los pequeños y medianos productores. La ventaja que tiene este sistema de producción por su significativo bajo nivel de costos fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión resulta evidente” (FAO, 2001).

“El forraje hidropónico presenta ventajas en varios aspectos: a) Es un sistema nuevo para producir forrajes: En el mundo agropecuario conocemos tradicionalmente dos sistemas para la producción de forraje: extensiva e intensiva. La producción de forraje hidropónico es una técnica totalmente distinta; b) Producción de Forraje Hidropónico bajo Invernadero: Esta producción se realiza dentro de invernaderos permitiendo una producción de forraje bajo cualquier condición climática y constante durante todo el año. Los requerimientos de área, agua y energía son mínimos; c) Requiere poca Agua: En el sistema de producción de forraje hidropónico se utiliza agua recirculada, un módulo que produce 500 kg de forraje/día requeriría un aproximado de dos litros de agua por cada kilo de forraje producido; d) La Producción es constante todo el Año: El Sistema de producción es continuo, es decir todos los días se siembran y cosechan igual número de bandejas. Por ejemplo si trabajamos con un invernadero de 480 bandejas en un periodo de crecimiento de 10 días, el primer día sembraremos 48 bandejas, el segundo día otras 48 y así hasta el día decimo; e) Desde un punto de vista nutricional: El forraje Hidropónico al alcanzar una altura de 20 a 30 cm es cosechado y suministrado con la totalidad de la planta, es decir, raíz, restos de semilla, tallos y hojas constituyendo una completa fórmula de proteína, energía, minerales y vitaminas altamente asimilables. Las mejoras que obtenemos con el uso de forraje hidropónico en la alimentación animal se dan en:

ganancia de peso, mejor conversión alimenticia, mejor producción de leche con mayor contenido de grasa y sólidos totales; e) Reducción de Costos de Alimentación y de Inversiones: Muchos de los ganaderos en el Perú, que presentan reducido piso forrajero o aun peor no disponen de terreno agrícola, como se da en el caso de criadores de cuyes, se ven obligados a comprar forraje que es cada vez más escaso” (TARRILLO, 2005).

“Los forrajes tiernos en condiciones normales de siembra en suelos, poseen entre 23% y 25% de contenido proteico referido a sustancia seca. Dicho valor es notablemente más elevado que el nivel de proteínas de las mismas plantas en épocas de mayor desarrollo (floración y maduración), donde baja su contenido proteico. La proteína contenida en forrajes tiernos, es de mayor digestibilidad que en plantas maduras. Los forrajes tiernos contienen poca fibra bruta, respecto a una planta adulta; y esta producción de FVH representada por celulosa pura, sustancia altamente digerible. En los forrajes maduros, junto con el progresivo aumento del contenido de la celulosa se verifica el proceso de lignificación de su estructura orgánica, por esta razón su coeficiente de digestibilidad disminuye notablemente. La planta tierna tiene un elevado contenido de calcio, fósforo y fierro, minerales que sufren importantes variaciones a medida que crece la planta y por influencia del medio ambiente y suelo; tal fenómeno es muy acentuado en zonas áridas y desérticas. Los forrajes tiernos son muy ricos en vitaminas, principalmente carotenos (250-350 mg/kg de materia seca) y vitaminas liposolubles (A y E), por lo que los alimentos basados en forrajes tiernos o recién germinados proporcionan a los animales todos los minerales y vitaminas necesarias para su subsistencia. En el forraje verde hidropónico todas las vitaminas se presentan libres y solubles y por lo tanto, asimilables directamente. La vitamina E se encuentra en estado completamente asimilable y en libre circulación por toda la planta joven. Este producto tiene una cantidad de enzimas que lo

hacen doblemente aprovechable, ya que evita un trabajo en el tracto digestivo del animal, teniendo en cuenta que está predigerido, además estimula el sistema endocrino del animal y aumenta la actividad metabólica. Se observa un aumento de la fertilidad ya que la vitamina C, factor de gran importancia para esta actividad, es de 15.45 mg por cada 100 g en el FVH y de autodefensa contra las enfermedades. Las plantas, absorben los minerales de abono que están en solución en el agua de riego y realizan una elaboración que conduce a un equilibrio casi perfecto de calcio, magnesio y fósforo. El pH, del FVH está entre 6 y 6.5. Es ligeramente ácido, lo que hace que este sea muy conveniente como alimento” (FAO, 2001)

Desventajas de los cultivos hidropónicos

“Hay una desinformación y sobrevaloración de la tecnología. La falta de conocimientos e información simple y directa, se transforma en desventaja, al igual que en el caso de la tecnología de hidroponía familiar” (FAO, 2001).

1.2.4 Densidades de siembra de semilla y producción de FVH

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

“El comportamiento de la proteína de forraje verde hidropónico (FVH) de maíz (*Zea mays*) en función del tiempo de cosecha, presenta su pico máximo de contenido proteico en el día décimo a partir del cual empieza a descender levemente hasta el día doce y de allí en adelante desciende vertiginosamente por lo que el tiempo máximo de germinación de las plántulas no debe exceder el día doce” (MOYANO y SANCHEZ, 2012).

“Los términos utilizados para referirse a la semilla sembrada en el proceso de producción de germinado hidropónico inducen a confusión porque se manejan dos pesos de la semilla durante el proceso: El primer peso se calcula con la semilla seca en función de la densidad de siembra a utilizar y el segundo peso se realiza con la semilla oreada para distribuirla homogéneamente en las bandejas, llamando a este procedimiento “siembra en bandejas” y muchos confunden este término cuando quieren referirse al peso inicial por lo que propone llamar peso de semilla “procesada” a la cantidad de semilla que inicia todo el proceso de producción” (CORRALES, 2009).

1.2.5 Luz LED

“Diodos emisores de luz (LED): Este tipo de luz emite una longitud de onda específica. El fabricante puede producir estos diodos en el color o longitud de onda específicos (monocromático) que un cliente necesite” (CHENG, 2021).

“El color percibido depende de la fuente de luz y de la longitud de onda de la luz reflejada y absorbida por los objetos e indica que la longitud de onda es la distancia entre un pico de onda y el siguiente en la energía luminosa y el matiz: es el "tono", es el color en sí mismo, es el atributo que nos permite diferenciar a un color de otro, por lo cual podemos designar cuando un matiz es verde, violeta, o anaranjado. Presenta las longitudes de onda de los diferentes matices como violeta: 400-500 nm; azul: 450 a 500 nm; verde: 500 -570 nm; amarillo 570-590 nm; anaranjado 590 – 620 nm y rojo: 620 – 700 nm. El color percibido es el resultado de la longitud de onda reflejada, así en ondas cortas el color percibido es el azul, en ondas medias verde, en ondas largas rojo, en ondas largas y medias amarillo, en ondas largas y algunas medias anaranjado, en largas y cortas morado y en ondas largas, medias y cortas, el color es blanco” (MANZANERO, 2010).

“En general, los diferentes colores tienen diferentes efectos sobre las plantas:

Luz ultravioleta: provoca daños en el ADN, reduce la velocidad de fotosíntesis, disminuye el florecimiento y la polinización, y afecta el desarrollo de las semillas. Ultravioleta A (una subcategoría de la luz ultravioleta) puede provocar la elongación de la planta.

Luz azul: Corresponde a uno de los puntos críticos de absorción; por tanto, el proceso fotosintético es más eficiente cuando hay luz azul la cual es responsable del crecimiento vegetativo y de las hojas, y es importante para las semillas y plantas jóvenes porque ayuda a reducir el estiramiento de la planta.

Luz roja: Es otro punto crítico de absorción de la luz para las hojas. El fitocromo (foto receptor) dentro de las hojas es más sensible a la luz roja la cual es importante en la regulación del florecimiento y producción de frutos. Además, ayuda a aumentar el diámetro del tallo y estimula la ramificación.

Luz roja lejana: Provoca la elongación de la planta y desencadena el florecimiento en plantas de días largos.

Proporción rojo: rojo lejano: Cuando la proporción es baja provoca la elongación de la planta. En otras palabras, las plantas están más expuestas al rojo lejano que al rojo. En la naturaleza, vemos este fenómeno cuando las plantas vecinas le dan sombra a las plantas; las plantas con sombra reciben una proporción mayor de luz roja lejana y tienden a crecer más altas para alcanzar más luz.” (CHEN, 2021).

II. ANALISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

2.1 Tipo y Diseño de Estudio

El presente estudio es de tipo experimental, y se utilizó un Diseño completamente al azar el cual según Padrón (2009) se caracteriza por suponer que las unidades experimentales son muy homogéneas.

2.2 Lugar y duración

La fase de campo del presente trabajo de investigación se realizó en el centro poblado Nuevo Mocce de Lambayeque del 19 de abril al 4 de mayo de 2020 y los análisis de composición química se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

2.3 Tratamientos evaluados

Se implementaron 3 tratamientos con diferente iluminación en la etapa de germinación:

T0: Producción de GH de maíz sin iluminación en el periodo de germinación.

T1: Producción de GH de maíz iluminada con luz LED azul.

T2: Producción de GH de maíz iluminada con luz LED roja.

A cada tratamiento se le asignaron doce repeticiones o bandejas hidropónicas.

2.4 Materiales

Semilla de maíz (*Zea mays*)

El maíz se adquirió en el mercado de la Provincia de Lambayeque, previo muestreo en tres locales comerciales para evaluar el valor cultural obteniendo los siguientes resultados: 81.34 %; 83.34 y 89.03 % procediendo a comprar 17 kg de semilla de maíz de mayor valor cultural. Adicionalmente se utilizó hipoclorito de sodio (lejía) a dosis de 1 ml por

litro de agua (1 ml/L) para desinfección de la semilla y agua pura utilizada en el proceso de remojo y riego durante el proceso de germinación y producción.

2.5 Instalaciones y equipo

- ✓ 3 torres de hidroponía.
- ✓ 36 bandejas plásticas para hidroponía de 0.42m x 0.34m
- ✓ 2 baldes plásticos de 18 L de capacidad para remojo
- ✓ 2 baldes plásticos de 18 L de capacidad perforados en la base para oreo
- ✓ 1 balanza de precisión con capacidad de 20 kg.
- ✓ 1 termo higrómetro
- ✓ 1 mochila por aspersion de 18 L de capacidad
- ✓ 4 focos LED azul de 4 watts de intensidad
- ✓ 4 focos LED rojos de 4 watts de intensidad
- ✓ 2 interruptores de luz
- ✓ 6 m de plástico negro

2.6 Técnicas experimentales

Sistema de cultivo hidropónico

Se emplearon 36 bandejas para el estudio, asignando doce bandejas a cada tratamiento. A continuación, se detalla el proceso utilizado para obtener el Germinado Hidropónico:

- Etapa de Pre germinación:

Se calculó la cantidad de semilla de maíz necesaria utilizando el área de bandeja de 0.143 m² y densidad de siembra de 2.5 kg /m² obteniendo 0.36 kg/bandeja luego se multiplicó por las 36 bandejas en estudio (12 por tratamiento) dando un total de 12.96 kg de semilla de maiz “limpia” y para garantizar esta cantidad se compró 17 kg de semilla de maíz en peso bruto. Luego se escogieron los granos partidos, paja y otras impurezas para obtener la cantidad de semilla limpia para la investigación.

- Lavado con agua pura para eliminar polvo y otras impurezas no extraídas en el procedimiento anterior.
- Desinfección con hipoclorito de sodio utilizando 1 ml por litro de agua durante 2 horas.
- Segundo lavado para eliminar el hipoclorito de sodio de la semilla.
- Inmediatamente después se llevó a cabo el proceso de imbibición (remojo) de las semillas, por 24 horas.
- Luego del periodo de remojo las semillas fueron oreadas por 48 horas en dos baldes provistos de agujeros en la base. Después del oreo, se pesó la semilla húmeda y se dividió entre 42 para realizar una siembra homogénea por bandeja.

Luego se trasladaron a las cámaras de germinación provistas de manta oscura donde permanecieron por 5 días. En la torre 1 la cámara de oscuridad no utilizó ninguna iluminación, en la torre 2 se instalaron cuatro focos LED de color azul dispuestos en el centro de la torre de manera vertical distanciados cada 40cm y en la torre 3 se instalaron cuatro focos LED de color rojo dispuestos en el centro de la torre de manera vertical distanciados cada 40cm. Todas las torres fueron forradas con plástico negro constituyendo la cámara de oscuridad en cada una.

Diariamente se regaron 3 veces al día: 6:00 am; 2:00 pm y 10 pm con ayuda de un aspersor manual.

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 según tratamiento y también se apagaron los focos LED de las torres 2 y 3. En esta etapa, se continuó con el programa de riego de 4 veces al día con aspersor hasta cumplir 15 días de edad.

Al momento de la cosecha de cada tratamiento se extrajo un kg de muestra compuesta para ser trasladado al laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniería Zootecnia para su análisis respectivo.

2.7 Variables evaluadas

La información obtenida permitió generar y evaluar las siguientes variables:

- Producción de Germinado Hidropónico (GH) por metro cuadrado.
- Producción de Materia Seca de Germinado Hidropónico por metro cuadrado.
- Producción de Proteína Cruda (PC) por metro cuadrado.
- Producción de Fibra Cruda (FC) por metro cuadrado.
- Producción de Extracto Etéreo (EE) por metro cuadrado.
- Producción de Cenizas (CEN) por metro cuadrado.
- Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada.
- Rendimiento de Materia Seca (MS) de GH por kilogramo de semilla procesada.
- Evaluación económica de los tratamientos estudiados.

2.8 Evaluación de la información

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

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

H_a : Al menos una media difiere del resto

Para contrastar las hipótesis se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con igual número de repeticiones (14 por tratamiento), cuyo modelo aditivo lineal según PADRON (2009) es:

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

Donde:

Y_{ij} = Rendimiento de la j-ésima bandeja de GH de maíz del i-ésimo tratamiento

μ = Media general.

A_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental en la j-ésima bandeja del i-ésimo tratamiento.

Se realizó el Análisis de varianza (Tabla1) para determinar si había diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos y se utilizó la prueba de comparación múltiple de Duncan.

Tabla 1. Análisis de varianza del diseño completamente al azar (DCR)

| Fuente de variación | GL |
|---------------------|----|
| Tratamientos | 2 |
| Error | 33 |
| Total | 35 |

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Producción de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por tratamiento

3.1.1 Producción de Germinado Hidropónico por bandeja (TCO)

En la tabla 2 se presenta la producción en biomasa verde de Germinado Hidropónico (GH) por bandeja de cada tratamiento cosechadas a 15 días de edad.

Tabla 2. Peso (kg) de Germinado Hidropónico por bandeja por tratamiento (TCO)

| Bandeja | T0 | T1 | T2 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| B 1 | 2.03 | 2.15 | 1.91 |
| B 2 | 1.86 | 2.08 | 1.89 |
| B 3 | 2.09 | 2.16 | 1.93 |
| B 4 | 1.98 | 2.34 | 2.10 |
| B 5 | 2.17 | 2.00 | 1.88 |
| B 6 | 1.87 | 2.00 | 2.01 |
| B 7 | 2.04 | 2.03 | 2.05 |
| B 8 | 2.01 | 2.17 | 2.23 |
| B 9 | 2.63 | 1.89 | 1.88 |
| B 10 | 2.19 | 1.93 | 2.00 |
| B 11 | 2.34 | 2.09 | 2.10 |
| B 12 | 2.45 | 1.87 | 2.17 |
| Total/tratamiento | 25.66 | 24.72 | 24.16 |
| Promedio | 2.14 | 2.06 | 2.01 |

3.1.2 Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CEN) de germinado hidropónico de maíz de cada tratamiento en base fresca y base seca (TCO).

Los análisis de composición química del germinado hidropónico de cada tratamiento se llevaron a cabo en el laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia después de concluida la fase experimental. Los resultados se aprecian en la tabla 3.

Tabla 3. Composición química en base fresca (TCO) y base seca (BS) por tratamiento (%)

| | T0 | T1 | T2 |
|----------------------|-------|-------|-------|
| Materia seca (% TCO) | 21.02 | 20.12 | 19.89 |
| PC | 12.13 | 13.32 | 13.57 |
| EE | 2.73 | 2.83 | 3.07 |
| FC | 12.37 | 13.02 | 13.27 |
| CEN | 3.85 | 4.17 | 4.27 |

Fuente: Laboratorio Nutrición Facultad Ing. Zootecnia UNPRG.

3.1.3 Producción de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (TCO)

El área de bandeja que se utilizó en el presente estudio fue de 0.143 m² y con la información de la tabla 2 se calculó el rendimiento de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento en base fresca que se aprecia en la tabla 4. Al aplicar el análisis de varianza (anexo 1) no se hallaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos pero numéricamente los mejores rendimientos se lograron con T0 sin iluminación con 14.85 kg/m² superando en 3.7% al rendimiento de T1 que rindió 14.30 kg/m² utilizando luz LED azul en la etapa de germinación y superó en 5.86% al rendimiento de T2 que utilizó luz LED roja en la etapa de germinación con 13.98 kg/m² siendo el de menor rendimiento coincidiendo estas respuestas con Cheng (2021) quien indica que “la luz roja es importante en la regulación del florecimiento y la producción de frutos” sin embargo en producción de hidroponía de cebada con luz LED roja en la etapa de germinación se obtuvo el mayor rendimiento de GH/m² (17.35 kg/m²) que el tratamiento testigo sin iluminación (Taboada, 2019).

Tabla 4. Producción de Germinado Hidropónico en base fresca (TCO) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)

| Bandeja | T0 | T1 | T2 |
|-------------------|--------|--------|--------|
| B1 | 14.11 | 14.92 | 13.29 |
| B2 | 12.91 | 14.43 | 13.13 |
| B3 | 14.49 | 15.03 | 13.40 |
| B4 | 13.78 | 16.28 | 14.59 |
| B5 | 15.08 | 13.89 | 13.02 |
| B6 | 12.97 | 13.89 | 13.94 |
| B7 | 14.16 | 14.11 | 14.21 |
| B8 | 13.94 | 15.08 | 15.52 |
| B9 | 18.28 | 13.13 | 13.08 |
| B10 | 15.19 | 13.40 | 13.89 |
| B11 | 16.28 | 14.54 | 14.59 |
| B12 | 17.04 | 12.97 | 15.08 |
| Total/tratamiento | 178.22 | 171.66 | 167.75 |
| Promedio | 14.85a | 14.30a | 13.98a |

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

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

Para calcular el aporte de materia seca (MS) por metro cuadrado de cada tratamiento que se aprecia en la tabla 5, se utilizó la información de composición química de la tabla 3 e información de la tabla 4. Al aplicar el análisis de varianza (anexo 2) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p > 0.05$) obteniendo los mejores rendimientos el tratamiento testigo (T0) con 3.12 kg MS/m² superando en 7.8% al rendimiento que utilizó luz LED azul en la etapa de germinación y en 10.89% a los 2.78 kg MS/m² logrados utilizando luz LED roja en la etapa de germinación (T2) y este rendimiento superó a los 2.48 kg MS/m² logrado en GH de cebada con luz LED roja en etapa de Germinación (Taboada, 2019) esto se debe a que la luz roja es un punto crítico de absorción de la luz para las hojas. Todos los resultados obtenidos superaron el rendimiento de 1 kg de MS/m² cosechando GH de maíz cosechado a los 17 días de

edad en Ecuador, reportados por Sinchihuano (2008) lo cual puede deberse a la zona que es más calurosa y genera más evaporación del agua de riego y menores rendimientos por kg de semilla procesada.

Tabla 5. Producción de materia seca de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

| Bandeja | T0 | T1 | T2 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| B1 | 2.97 | 3.00 | 2.64 |
| B2 | 2.71 | 2.90 | 2.61 |
| B3 | 3.04 | 3.02 | 2.67 |
| B4 | 2.90 | 3.27 | 2.90 |
| B5 | 3.17 | 2.79 | 2.59 |
| B6 | 2.73 | 2.79 | 2.77 |
| B7 | 2.98 | 2.84 | 2.83 |
| B8 | 2.93 | 3.03 | 3.09 |
| B9 | 3.84 | 2.64 | 2.60 |
| B10 | 3.19 | 2.70 | 2.76 |
| B11 | 3.42 | 2.93 | 2.90 |
| B12 | 3.58 | 2.61 | 3.00 |
| Total/tratamiento | 37.46 | 34.54 | 33.37 |
| Promedio | 3.12a | 2.88b | 2.78b |

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 (tabla 6) se utilizó la información de composición química de la tabla 3 y producción de MS/m² de cada tratamiento (tabla 5) y al aplicar el análisis de varianza (anexo 3) no se encontraron diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$) presentando los 3 tratamientos el mismo rendimiento de 0.38 kg PC/m² evidenciando que la luz LED azul y roja no influyeron en la producción de PC de maíz pero superaron a los 0.34 kg de PC/m² de GH de cebada logrados con luz LED roja en etapa de germinación reportados por Taboada (2019) quien evaluó la producción de Germinado Hidropónico de cebada con Luz LED azul y

roja en etapa de germinación. Los resultados obtenidos en el presente estudio también superaron el rendimiento de 0.24 kg PC/m² procesando GH de maíz en fase lunar de cuarto creciente reportados por Ugaz (2017) y a los 0.23 kg de PC/m² logrados con malla Raschell verde con grado sombra de 50% durante la etapa de Producción y cosechado a 14 días de edad (Chafloque, 2015).

Tabla 6. Producción de proteína cruda (PC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

| Bandeja | T0 | T1 | T2 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| B1 | 0.36 | 0.40 | 0.36 |
| B2 | 0.33 | 0.39 | 0.35 |
| B3 | 0.37 | 0.40 | 0.36 |
| B4 | 0.35 | 0.44 | 0.39 |
| B5 | 0.38 | 0.37 | 0.35 |
| B6 | 0.33 | 0.37 | 0.38 |
| B7 | 0.36 | 0.38 | 0.38 |
| B8 | 0.36 | 0.40 | 0.42 |
| B9 | 0.47 | 0.35 | 0.35 |
| B10 | 0.39 | 0.36 | 0.37 |
| B11 | 0.41 | 0.39 | 0.39 |
| B12 | 0.43 | 0.35 | 0.41 |
| Total/tratamiento | 4.54 | 4.60 | 4.53 |
| Promedio | 0.38a | 0.38a | 0.38a |

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 en base seca (Kg)

Para calcular los aportes de extracto etéreo (EE) por metro cuadrado (tabla 7) se utilizó la información de composición química de la tabla 3 y producción de MS/m² de cada tratamiento (tabla 5) y al realizar el análisis de varianza (anexo 4) no se encontraron diferencias estadísticas significativas (p>0.05) entre tratamientos, pero numéricamente el rendimiento de 0.09 kg de EE/m² utilizando luz LED roja en la etapa de germinación (T2) superó en 11.1% al rendimiento de 0.08 kg/m² de los tratamientos que no

utilizaron luz LED en la etapa de Germinación (T0) y la que utilizó luz LED azul en la etapa de germinación (T1). Todos superaron el rendimiento de 0.06 kg EE/m² pero obtenidos utilizando malla Raschel verde con grado sombra 50% en la etapa de Producción (Chafloque, 2015) pero estuvieron por debajo del rendimiento de 0.11 kg EE/m² logrados con luz LED Roja en la etapa de germinación (Taboada, 2019).

Tabla 7. Producción de extracto etéreo (EE) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

| Bandeja | T0 | T1 | T2 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| B1 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| B2 | 0.07 | 0.08 | 0.08 |
| B3 | 0.08 | 0.09 | 0.08 |
| B4 | 0.08 | 0.09 | 0.09 |
| B5 | 0.09 | 0.08 | 0.08 |
| B6 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
| B7 | 0.08 | 0.08 | 0.09 |
| B8 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
| B9 | 0.08 | 0.08 | 0.09 |
| B10 | 0.09 | 0.08 | 0.08 |
| B11 | 0.09 | 0.08 | 0.09 |
| B12 | 0.10 | 0.07 | 0.09 |
| Total/tratamiento | 0.99 | 0.98 | 1.02 |
| Promedio | 0.08a | 0.08a | 0.09a |

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 que se aprecia en la tabla 8, se utilizó la información de composición química de la tabla 3 y producción de MS/m² de cada tratamiento (tabla 5). Al realizar el análisis de varianza (anexo 5) no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos donde todos presentaron 0.12 kg de FC/m² indicando que la luz LED roja y azul no influenciaron en el rendimiento de FC/m² del GH de maíz pero superaron al rendimiento

de FC/m² de GH de cebada donde si hubo influencia de la luz LED roja en la etapa de germinación (Taboada, 2019). Los resultados obtenidos en el presente estudio rindieron menos FC/m² de GH de maíz de 0.25 kg/m² reportados por Chafloque (2015) quien utilizó malla Raschell verde con grado sombra 50% en la etapa de producción de GH de maíz.

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

| Bandeja | T0 | T1 | T2 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| B1 | 0.11 | 0.13 | 0.11 |
| B2 | 0.10 | 0.12 | 0.11 |
| B3 | 0.12 | 0.13 | 0.11 |
| B4 | 0.11 | 0.14 | 0.12 |
| B5 | 0.12 | 0.12 | 0.11 |
| B6 | 0.10 | 0.12 | 0.12 |
| B7 | 0.11 | 0.12 | 0.12 |
| B8 | 0.11 | 0.13 | 0.13 |
| B9 | 0.15 | 0.11 | 0.11 |
| B10 | 0.12 | 0.11 | 0.12 |
| B11 | 0.13 | 0.12 | 0.12 |
| B12 | 0.14 | 0.11 | 0.13 |
| Total/tratamiento | 1.44 | 1.44 | 1.42 |
| Promedio | 0.12a | 0.12a | 0.12a |

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 que se aprecia en la tabla 9, se utilizó la información de composición química de la tabla 3 y producción de MS/m² de cada tratamiento (tabla 5). Al aplicar el análisis de varianza (anexo 6) no se halló diferencias estadísticas entre tratamientos (p<0.05) pero comparativamente el mayor rendimiento lo presentó el tratamiento que no utilizó luz LED en la etapa de germinación (T0) con 0.39 kg CEN/m² superando en 5.12% a

lota tratamientos que utilizaron luz LED azul y roja en la etapa de germinación donde ambos presentaron 0.37 kg CEN/m², sin embargo estos rendimientos superaron al mayor contenido el GH cosechado a los 15 días utilizando luz LED roja en la etapa de germinación con 0.33 kg de CEN/m² utilizando luz LED azul en la etapa de germinación de GH de cebada reportados por Taboada (2019).

Tabla 9. Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

| Bandeja | T0 | T1 | T2 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| B1 | 0.37 | 0.39 | 0.35 |
| B2 | 0.34 | 0.38 | 0.35 |
| B3 | 0.38 | 0.39 | 0.35 |
| B4 | 0.36 | 0.43 | 0.39 |
| B5 | 0.39 | 0.36 | 0.34 |
| B6 | 0.34 | 0.36 | 0.37 |
| B7 | 0.37 | 0.37 | 0.38 |
| B8 | 0.36 | 0.40 | 0.41 |
| B9 | 0.48 | 0.34 | 0.35 |
| B10 | 0.39 | 0.35 | 0.37 |
| B11 | 0.42 | 0.38 | 0.39 |
| B12 | 0.44 | 0.34 | 0.40 |
| Total/tratamiento | 4.63 | 4.50 | 4.43 |
| Promedio | 0.39a | 0.37a | 0.37a |

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

3.2 Productividad de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por tratamiento

La productividad expresada en el rendimiento por kilogramo de semilla procesada se midió en rendimiento de Germinado Hidropónico y en kg de materia seca por kg de semilla procesada.

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

Con información de la tabla 1, se calculó el rendimiento de Germinado Hidropónico (TCO) a partir de un kg de semilla de maíz (tabla 10). El análisis de varianza (anexo 7)

no encontró diferencias estadísticas ($p>0.05$) pero numéricamente el mejor rendimiento se logró con el GH cosechado a 15 días de edad sin luz LED en la etapa de germinación (T0) con 5.94 Kg GH/kg de maíz, superando en 3.7% al rendimiento de 5.72 Kg GH/kg de maíz obtenidos utilizando luz LED azul en la etapa de germinación y superó en 2.3% al rendimiento de 5.59 kg GH/kg de maíz utilizando luz LED roja en la etapa de germinación, el cual fue ligeramente superior al rendimiento de GH/kg de maíz procesado en la etapa lunar de cuarto creciente (Ugaz, 2017).

Tabla 10. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg).

| Bandeja | T0 | T1 | T2 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| B 1 | 5.64 | 5.97 | 5.32 |
| B 2 | 5.16 | 5.77 | 5.25 |
| B 3 | 5.79 | 6.01 | 5.36 |
| B 4 | 5.51 | 6.51 | 5.84 |
| B 5 | 6.03 | 5.56 | 5.21 |
| B 6 | 5.19 | 5.56 | 5.58 |
| B 7 | 5.66 | 5.64 | 5.69 |
| B 8 | 5.58 | 6.03 | 6.21 |
| B 9 | 7.31 | 5.25 | 5.23 |
| B 10 | 6.08 | 5.36 | 5.56 |
| B 11 | 6.51 | 5.82 | 5.84 |
| B 12 | 6.81 | 5.19 | 6.03 |
| Total/tratamiento | 71.29 | 68.66 | 67.10 |
| Promedio | 5.94a | 5.72a | 5.59a |

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

Con información de la tabla 10 y contenido de MS por tratamiento (tabla 3) se calculó el rendimiento de MS/Kg por tratamiento presentado en la tabla 11. El análisis de varianza

(anexo 8) demostró diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre tratamientos obteniendo mejores resultados el GH del tratamiento testigo (T0) con 1.25 kg de MS/kg de maíz superando en 8% al rendimiento de 1.15 kg de MS/kg de maíz del tratamiento que utilizó luz LED azul en germinación (T1) y superó en 11.2% al rendimiento de 1.11 kg de MS/kg de maíz del tratamiento que utilizó luz LED roja en la etapa de germinación (T2) siendo un resultado diferente a la obtenida en GH de cebada que rindió mejor con luz LED roja en etapa de germinación lo cual no ocurrió con el maíz. Todos los resultados del presente estudio superaron los 0.9 kg de MS de GH/kg de maíz obtenidos utilizando malla Raschel verde con grado sombra 50% evaluados por Chafloque (2015).

Tabla 11. Rendimiento de materia seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).

| Bandeja | T0 | T1 | T2 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| B1 | 1.19 | 1.20 | 1.06 |
| B2 | 1.09 | 1.16 | 1.04 |
| B3 | 1.22 | 1.21 | 1.07 |
| B4 | 1.16 | 1.31 | 1.16 |
| B5 | 1.27 | 1.12 | 1.04 |
| B6 | 1.09 | 1.12 | 1.11 |
| B7 | 1.19 | 1.14 | 1.13 |
| B8 | 1.17 | 1.21 | 1.23 |
| B9 | 1.54 | 1.06 | 1.04 |
| B10 | 1.28 | 1.08 | 1.11 |
| B11 | 1.37 | 1.17 | 1.16 |
| B12 | 1.43 | 1.04 | 1.20 |
| Total/tratamiento | 14.98 | 13.82 | 13.35 |
| Promedio | 1.25a | 1.15b | 1.11b |

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

3.3 Temperatura y humedad relativa

La temperatura se midió en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$) y la humedad relativa en porcentaje (%) desde el día de siembra en bandejas e inicio de la etapa de germinación hasta la cosecha y los resultados se aprecian en el anexo 9. La temperatura promedio de mínimas

fue 22.10 ± 2.36 °C y de máximas 26.70 ± 2.59 °C y la humedad relativa promedio de mínimas fue $63.92 \pm 8.62\%$ y de máximas $79.92 \pm 9.55\%$.

3.4 Evaluación económica

Para calcular los costos de producción de un kg de Germinado Hidropónico de maíz tanto en base fresca (TCO) y kg de materia seca de cada tratamiento se utilizó la estructura de costos (anexo 10) y los costos más económicos por kg de Germinado Hidropónico tanto en base fresca y en base seca se lograron sin utilizar luz LED azul ni roja en la etapa de germinación (T0) y los costos más elevados lo presentó el tratamiento que utilizó luz LED roja en la etapa de germinación (T2) como se aprecia en la tabla 11.

Tabla 12. Costos de producción por kg de Germinado Hidropónico de maíz en base fresca y kg de materia seca (S/.)

| Tratamiento | TCO | MS |
|-------------|------|------|
| T0 | 0.52 | 2.10 |
| T1 | 0.54 | 2.50 |
| T2 | 0.55 | 2.58 |

IV. CONCLUSIONES

- La luz LED roja y azul no influyen significativamente en los factores evaluados.
- Los mejores rendimientos de producción por metro cuadrado se lograron sin luz LED roja ni azul en la etapa de germinación: 14.85 Kg GH; 3.12 kg MS; 0.41 kg PC; 0.09 kg EE; 0.12 kg FC y 0.39 kg CEN por metro cuadrado
- La mejor productividad por kg de semilla de maíz: 5.94 kg en base fresca y 1.25 kg de MS se lograron sin luz LED roja ni azul en la etapa de germinación cosechados a los 15 días de edad.
- El menor costo de producción de kg de GH de maíz se logró sin luz LED roja ni azul en la etapa de germinación.

V. RECOMENDACIONES

1. Continuar con estudios para optimizar la producción de germinado hidropónico de maíz con sus propios indicadores
2. Evaluar la influencia de otros colores de luz LED en la etapa de germinación en la producción de Germinado Hidropónico de maíz.

.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- CORRALES, R. 2009. La hidroponía como alternativa en la producción de forrajes. Apuntes de clase de la Asignatura Manejo de Pasturas. Facultad Ingeniería Zootecnia Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú.
- CHAFLOQUE, H. 2015. Grado de sombra de malla Raschel verde y época de cosecha en germinado hidropónico de maíz (*Zea mays*) en época de estrés calórico en Lambayeque. Tesis. (Ing. Zoot). Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Zootecnia. 65 p
- CHEN, J. 2021. La influencia de la luz en el crecimiento del cultivo. En línea. Recuperado el 5 de octubre de 2021 de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-del-cultivo/>
- EDICIONES CULTURALES VER. 1992. Cultivos Hidropónicos. Industria Agroquímica, S.A., fascículo 9, Bogotá, Colombia.152 p.
- FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). 2001. Forraje Verde Hidropónico. Santiago, Chile. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 68 p.
- HERNANDEZ, H. 2013. Densidad optima de siembra para el Germinado Hidropónico (GH) de maíz amarillo duro (*Zea mays*) en cuatro niveles de siembra. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. 51 p.
- MANZANERO, A. 2010. Psicología de la percepción UCM. En línea. Recuperado el 12 de octubre de 2019 de <http://psicologiapercepcion.blogspot.pe/p/vision.html>
- MOYANO. L.; SÁNCHEZ, H. 2012. Comportamiento de la proteína de forraje verde hidropónico en función del tiempo de cosecha. En línea. Recuperado el 15 diciembre de

2019 de
<http://www.sistemasagroecologicos.co/art5/Comportamientodelaproteinadeforrajeverdehidroponicoenfunciondeltiempodecosecha.pdf>

PADRON, E. 2009. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y ganadería. Editorial Trillas. México. 224 p.

PEREZ, M. 2014. Periodo adecuado de suministro de soluciones hidropónicas en el agua de riego de germinado hidropónico de maíz (*Zea mays*) para optimizar su producción en Lambayeque. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. 48 p.

REGALADO, F. 2009. Cultivos hidropónicos. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú, 48 p.

SIAN.2011. Determinación de pureza, poder germinativo y valor cultural de las semillas. Recuperado el 20 de setiembre de 2019 de <http://sian.inia.gob.ve/repositorio/folletosvenezolanos/91-100/93%20pureza%20poder%20germinativo%20y%20valor%20cultural%20de%20las%20semillas.pdf>

SINCHIGUANO, M. 2008. Producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. (en línea). Tesis (Ing. Zootecnista). Riobamba, EC, Escuela Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. 108 p. Recuperada el 2 de julio de 2019 de <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/1707/1/17T0822.pdf>

TABOADA, J. 2020. Luz LED azul y roja en germinación para la producción de Germinado Hidropónico de cebada (*Hordeum Vulgare*) en Lambayeque. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.

Lambayeque, Perú. En línea. Recuperado el 2 de enero de 2019 de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8070>

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

UGAZ, Y. 2017. Influencia del ciclo lunar en la producción de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) con solución nutritiva. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. 66 p.

ANEXOS

1. ANAVA producción de GH/m² (TCO)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Rdto GH/M2 (TCO) | 36 | 0.09 | 0.04 | 8.27 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 4.67 | 2 | 2.33 | 1.65 | 0.2078 |
| Tratamiento | 4.67 | 2 | 2.33 | 1.65 | 0.2078 |
| Error | 46.71 | 33 | 1.42 | | |
| Total | 51.37 | 35 | | | |

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.4153 gl: 33

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|----|--------|
| T0 | 14.85 | 12 | 0.34 A |
| T1 | 14.30 | 12 | 0.34 A |
| T2 | 13.98 | 12 | 0.34 A |

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

2. ANAVA Rendimiento MS/m² (TCO)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------|----|----------------|-------------------|------|
| Rdto MS/m2 | 36 | 0.27 | 0.23 | 8.39 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 0.74 | 2 | 0.37 | 6.15 | 0.0054 |
| Tratamiento | 0.74 | 2 | 0.37 | 6.15 | 0.0054 |
| Error | 1.99 | 33 | 0.06 | | |
| Total | 2.73 | 35 | | | |

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0604 gl: 33

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|----|--------|
| T0 | 3.12 | 12 | 0.07 A |
| T1 | 2.88 | 12 | 0.07 B |
| T2 | 2.78 | 12 | 0.07 B |

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

3. ANAVA Rendimiento PC/m² (TCO)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------------|----|----------------|-------------------|------|
| Rdto PC/m2 (BS) | 36 | 0.01 | 0.00 | 8.15 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|---------|----|---------|------|---------|
| Modelo | 2.4E-04 | 2 | 1.2E-04 | 0.13 | 0.8819 |
| Tratamiento | 2.4E-04 | 2 | 1.2E-04 | 0.13 | 0.8819 |
| Error | 0.03 | 33 | 9.6E-04 | | |
| Total | 0.03 | 35 | | | |

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0010 gl: 33

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|----|--------|
| T1 | 0.38 | 12 | 0.01 A |
| T0 | 0.38 | 12 | 0.01 A |
| T2 | 0.38 | 12 | 0.01 A |

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

4. ANAVA Rendimiento EE/m² (BS)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Rdto EE/m ² (BS) | 36 | 0.08 | 0.02 | 6.75 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|---------|----|---------|------|---------|
| Modelo | 8.8E-05 | 2 | 4.4E-05 | 1.40 | 0.2615 |
| Tratamiento | 8.8E-05 | 2 | 4.4E-05 | 1.40 | 0.2615 |
| Error | 1.0E-03 | 33 | 3.1E-05 | | |
| Total | 1.1E-03 | 35 | | | |

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0000 gl: 33

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|----|-----------|
| T2 | 0.09 | 12 | 1.6E-03 A |
| T0 | 0.08 | 12 | 1.6E-03 A |
| T1 | 0.08 | 12 | 1.6E-03 A |

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

5. ANAVA rendimiento FC/m² (TCO)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Rdto FC/m ² (BS) | 36 | 4.8E-03 | 0.00 | 8.18 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|---------|----|---------|------|---------|
| Modelo | 1.5E-05 | 2 | 7.7E-06 | 0.08 | 0.9230 |
| Tratamiento | 1.5E-05 | 2 | 7.7E-06 | 0.08 | 0.9230 |
| Error | 3.2E-03 | 33 | 9.6E-05 | | |
| Total | 3.2E-03 | 35 | | | |

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0001 gl: 33

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|----|-----------|
| T0 | 0.12 | 12 | 2.8E-03 A |
| T1 | 0.12 | 12 | 2.8E-03 A |
| T2 | 0.12 | 12 | 2.8E-03 A |

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

6. ANAVA rendimiento cenizas/m2 (TCO)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Rdto CEN/m2 (BS) | 36 | 0.05 | 0.00 | 8.25 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|---------|----|---------|------|---------|
| Modelo | 1.8E-03 | 2 | 9.2E-04 | 0.95 | 0.3956 |
| Tratamiento | 1.8E-03 | 2 | 9.2E-04 | 0.95 | 0.3956 |
| Error | 0.03 | 33 | 9.6E-04 | | |
| Total | 0.03 | 35 | | | |

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0010 gl: 33

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|----|--------|
| T0 | 0.39 | 12 | 0.01 A |
| T1 | 0.37 | 12 | 0.01 A |
| T2 | 0.37 | 12 | 0.01 A |

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

7. ANAVA Rendimiento GH/Kg de semilla procesada (TCO)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Rdto GH/kg semilla (TCO) | 36 | 0.09 | 0.04 | 8.27 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 0.75 | 2 | 0.37 | 1.65 | 0.2078 |
| Tratamiento | 0.75 | 2 | 0.37 | 1.65 | 0.2078 |
| Error | 7.47 | 33 | 0.23 | | |
| Total | 8.22 | 35 | | | |

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2264 gl: 33

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|----|--------|
| T0 | 5.94 | 12 | 0.14 A |
| T1 | 5.72 | 12 | 0.14 A |
| T2 | 5.59 | 12 | 0.14 A |

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

8. ANAVA rendimiento de kg de MS/kg de semilla procesada

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Rdto MS/kg semilla | 36 | 0.27 | 0.23 | 8.39 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 0.12 | 2 | 0.06 | 6.15 | 0.0054 |
| Tratamiento | 0.12 | 2 | 0.06 | 6.15 | 0.0054 |
| Error | 0.32 | 33 | 0.01 | | |
| Total | 0.44 | 35 | | | |

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0097 gl: 33

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|----|------|---|
| T0 | 1.25 | 12 | 0.03 | A |
| T1 | 1.15 | 12 | 0.03 | B |
| T2 | 1.11 | 12 | 0.03 | B |

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

9. Temperatura (°C) y humedad relativa (%) registrados durante el estudio

| Fecha | Hora | T° min | T° max | H° min | H° min |
|------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| 26/04/2021 | 07:00 a.m. | 19.30 | 22.5 | 51 | 62 |
| | 12:00 m | 26.90 | 27.8 | 60 | 60 |
| | 07:00 p.m. | 23.00 | 27.9 | 60 | 74 |
| 27/04/2021 | 07:00 a.m. | 19.70 | 23.4 | 74 | 88 |
| | 12:00 m | 28.70 | 28.8 | 65 | 58 |
| | 07:00 p.m. | 23.00 | 28.8 | 66 | 65 |
| 28/04/2021 | 07:00 a.m. | 20.10 | 27.1 | 59 | 84 |
| | 12:00 m | 22.70 | 27.9 | 59 | 83 |
| | 07:00 p.m. | 21.30 | 28.6 | 58 | 76 |
| 29/04/2021 | 07:00 a.m. | 19.70 | 28.1 | 76 | 84 |
| | 12:00 m | 22.70 | 22.5 | 59 | 81 |
| | 07:00 p.m. | 21.90 | 28.8 | 58 | 74 |
| 30/04/2021 | 07:00 a.m. | 20.20 | 22.0 | 74 | 82 |
| | 12:00 m | 21.50 | 25.6 | 59 | 83 |
| | 07:00 p.m. | 20.20 | 29.9 | 55 | 82 |
| 01/05/2021 | 07:00 a.m. | 21.00 | 27.7 | 81 | 89 |
| | 12:00 m | 22.40 | 28.8 | 62 | 88 |
| | 07:00 p.m. | 21.00 | 25.2 | 53 | 85 |
| 02/05/2021 | 07:00 a.m. | 21.00 | 23.3 | 61 | 88 |
| | 12:00 m | 23.30 | 29.9 | 60 | 86 |
| | 07:00 p.m. | 22.30 | 29.4 | 60 | 87 |
| 03/05/2021 | 07:00 a.m. | 20.20 | 22.8 | 83 | 89 |
| | 12:00 m | 26.40 | 26.9 | 72 | 84 |
| | 07:00 p.m. | 21.90 | 27.00 | 69 | 86 |

10. Estructura de costos de producción de MS de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) de T0

| PROCESO | Insumos | Unidad | Cantidad | Precio unitario (soles) | Costo |
|---------------------|------------------|--------|----------|-------------------------|-------|
| PRE GERMINACION | Maiz | Kg. | 4.32 | 2.00 | 8.64 |
| | Agua | L | 8.64 | 0.05 | 0.43 |
| | | ml | 0 | 0.00 | 0.00 |
| | Lejía | L | 0.004 | 1.50 | 0.006 |
| | Mano de obra | Horas | 1.125 | 0.625 | 0.70 |
| | Sub Total | | | | |
| GERMINACION | Agua | L | 12.960 | 0.05 | 0.65 |
| | | ml | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| | Mano de obra | Horas | 0.625 | 0.625 | 0.39 |
| | Sub Total | | | | |
| PRODUCCION (7 dias) | Agua | L | 12.96 | 0.05 | 0.65 |
| | | ml | 0 | 0.00 | 0.00 |
| | Mano de Obra | Horas | 1.13 | 0.625 | 0.70 |
| | Sub Total | | | | |

TOTAL

12.17

| | |
|---|-------|
| Costo de producción por tratamiento (S/) | 12.17 |
| Rendimiento/tratamiento (Kg) | 25.66 |
| Costo de 1 Kg de Germinado Hidropónico | 0.47 |
| Costo de depreciación/kg | 0.05 |
| Costo Total de 1 Kg. de germinado hidropónico de maiz | 0.52 |

Luz led azul y roja en germinación para la producción de germinado hidropónico de maíz (Zea mays) en Lambayeque

Por Elvis Alexander, Paredes Pizarro

Nombre del archivo: TESIS_PAREDES_PIZARRO_ELVIS_ALEXANDER_pdf

Total de palabras: :11,499

Total de caracteres :51,545

Fecha de entrega :06-ene.-2022 11:37p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega:1738382094



Ing. Corrales Rodriguez, Napoleon. Dr (0000-0001-6666-4721)

Asesor



Recibo digital

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

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Elvis Alexander Paredes Pizarro
Título del ejercicio: Revisión de Tesis
Título de la entrega: Luz led azul y roja en germinación para la producción de ge...
Nombre del archivo: TESIS_PAREDES_PIZARRO_ELVIS_ALEXANDER.pdf
Tamaño del archivo: 569.73K
Total páginas: 48
Total de palabras: 11,499
Total de caracteres: 51,545
Fecha de entrega: 06-ene.-2022 11:37p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 1738382094



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

Luz led azul y roja en germinación para la producción de
germinado hidropónico de maíz (Zea mays) en Lambayeque

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR:

Bach. Paredes Pizarro Elvis Alexander

ASESOR:

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

Lambayeque enero de 2022

Luz led azul y roja en germinación para la producción de germinado hidropónico de maíz (Zea mays) en Lambayeque

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|----|
| 1 | cip.org.pe Fuente de Internet | 6% |
| 2 | www.scielo.org.pe Fuente de Internet | 3% |
| 3 | Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante | 1% |
| 4 | produccionvegetalunrc.org Fuente de Internet | 1% |
| 5 | Rura, Melissa J., and Paul E. Lewis. "", Algorithms and Technologies for Multispectral Hyperspectral and Ultraspectral Imagery XV, 2009. Publicación | 1% |
| 6 | Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante | 1% |
| 7 | psicologiapercepcion.blogspot.com.es Fuente de Internet | 1% |

| | | |
|----|---|------|
| 8 | Fuente de Internet | 1 % |
| 9 | mycophos.com.ar Fuente de Internet | 1 % |
| 10 | repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 11 | repositorio.umsa.bo Fuente de Internet | <1 % |
| 12 | Edson Ordoñez, Enrique-III Idrogo, Napoléon Corrales. "Soluciones nutritivas para el germinado hidropónico de <i>Hordeum vulgare</i> ", Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2018 Publicación | <1 % |
| 13 | Submitted to University of Edinburgh Trabajo del estudiante | <1 % |
| 14 | ceniap.gov.ve Fuente de Internet | <1 % |
| 15 | www.coursehero.com Fuente de Internet | <1 % |
| 16 | cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet | <1 % |
| 17 | www.fundacionmani.org.ar Fuente de Internet | <1 % |

Submitted to Seton Hill University

| | | |
|----|--|------|
| 18 | Trabajo del estudiante | <1 % |
| 19 | Submitted to International Baccalaureate Ministry of Education of Ecuador Trabajo del estudiante | <1 % |
| 20 | id.scribd.com Fuente de Internet | <1 % |
| 21 | www.slideshare.net Fuente de Internet | <1 % |
| 22 | Submitted to National University of Singapore Trabajo del estudiante | <1 % |
| 23 | repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 24 | dspace.udla.edu.ec Fuente de Internet | <1 % |
| 25 | dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet | <1 % |

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo