



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

**Rendimiento de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) con  
dos cosechas en el mismo cultivo**

**TESIS**

**Para optar el título profesional de Ingeniero  
Zootecnista**

**AUTOR**

**Bach. Carhuatanta Samillan, Stalin**

**ASESOR**

**Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón Dr.  
(ORCID id: 0000-0001-6666-4721)**

**Lambayeque, 25 de agosto de 2021**

**Rendimiento de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) con dos**

**cosechas en el mismo cultivo**

**TESIS**

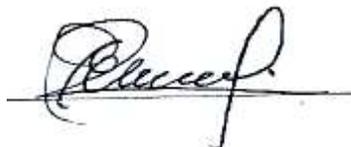
**Presentada para optar el título profesional de**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**POR**

**Bach. Carhuatanta Samillan, Stalin**

**Aprobada por el siguiente jurado:**



---

**Ing. Lozano Alva Enrique Gilberto, MSc.**

**Presidente**



---

**Ing. Flores Paiva Alejandro**  
**Secretario**



---

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



---

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



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**  
**ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL**  
**N° 013- 2021/FIZ**



Siendo las 08:00 am. del día miércoles 25 de agosto de 2021, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 126-2021-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 23 de agosto de 2021, que autoriza la sustentación virtual del trabajo de tesis "RENDIMIENTO DE GERMINADO HIDROPÓNICO DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) CON DOS COSECHAS EN EL MISMO CULTIVO", por el Bachiller STALIN CARHUATANTA SAMILLAN, se reunieron vía plataforma virtual: [meet.google.com/smg-zqrk-wmh](https://meet.google.com/smg-zqrk-wmh) los miembros de jurado designados por Resolución N° 127- 2019-CF/FIZ: Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, M. Sc. (Presidente), Ing. Alejandro Flores Paiva (Secretario), Ing. Benito Bautista Espinoza, M.Sc. (Vocal), e Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. (Patrocinador) para evaluar y dictaminar sobre el proyecto de Tesis antes citado, el cual fue aprobado con Resolución N° 011-2020-FIZ/D, de fecha 21 de Enero de 2020.

Concluida la sustentación de la tesis por parte del sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado, así como las aclaraciones del señor patrocinador, los miembros del Jurado se reunieron vía plataforma virtual <https://meet.google.com/uwv-rnop-zrk?authuser=0> para deliberar y calificar la sustentación del Trabajo de tesis: "RENDIMIENTO DE GERMINADO HIDROPÓNICO DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) CON DOS COSECHAS EN EL MISMO CULTIVO" a cargo del Bachiller STALIN CARHUATANTA SAMILLAN; habiendo acordado APROBAR la tesis con la nota en escala vigesimal de DIECIOCHO 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, STALIN CARHUATANTA SAMILLAN se encuentra APTO 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 de la Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo las 09:50 horas se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado.

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

  
 Ing. Alejandro Flores Paiva  
 Secretario

  
 Ing. Benito Bautista Espinoza, M.Sc.  
 Vocal

  
 Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.  
 Asesor

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

Lambayeque 26 de Junio del 2023

  
 Alejandro Flores Paiva M. Sc.  
 FEDATARIO

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Bach. Carhuatanta Samillan Stalin investigador principal, e Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. asesor, del trabajo de investigación: “RENDIMIENTO DE GERMINADO HIDROPÓNICO DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) CON DOS COSECHAS EN EL MISMO CULTIVO”, 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, 9 de enero de 2022.



Carhuatanta Samillan Stalin

Investigador



Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.

Asesor

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres Sabino Carhuatanta Torres y a Rosa Esther Samillan Salazar, puesto que sin su apoyo, amor y cariño no fuese posible todo lo logrado. A mis hermanos que son mi motivo de superación y a familiares como amigos que promovieron mi crecimiento personal.

Mi agradecimiento a mis amigos, compañeros, docentes de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y a todo el personal administrativo.

Agradecimiento especial a mi asesor y docente ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. quien se guio en el Desarrollo y ejecución de mi tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis profesores académicos y de la vida en especial a mi asesor el Ingeniero Napoleón Corrales por la paciencia que ha tenido conmigo en la universidad y durante esta investigación.

Agradecimiento a mis hermanos Deivis, Cecilia, Segundo y mi hermanita Estefani Carhuatanta y a mis sobrinos en general... un profundo agradecimiento a todos ellos por el apoyo incondicional brindado hacia mi persona.

<b>CONTENIDO</b>		<b>Página</b>
Resumen/Abstract		ix
INTRODUCCIÓN		1
I.    MARCO TEÓRICO		2
1.1 Antecedentes		2
1.2 Bases teóricas		3
1.2.1 Cultivos hidropónicos		3
1.2.2 Ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos		6
1.2.3. Diseño experimental		10
II. METODOS Y MATERIALES		11
2.1 Tipo y Diseño de Estudio		11
2.2 Lugar y duración		11
2.3 Tratamientos evaluados		11
2.4 Materiales		11
2.5 Instalaciones y equipo:		12
2.6 Técnicas experimentales		12
2.6.1 Sistema de cultivo hidropónico		12
2.7 Variables evaluadas		14
2.8 Evaluación de la información		15
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		16
3.1 Análisis de producción de germinado hidropónico de cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) por tratamiento		16
3.1.1 Producción de Germinado Hidropónico (GH) por bandeja (TCO)		16
3.1.2 Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CEN) de germinado hidropónico de cebada de cada tratamiento en base fresca y base seca (TCO)		17
3.1.3 Producción de germinado hidropónico por metro cuadrado (TCO)		19
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 en base seca (Kg)		22
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 seca (Kg)		25
3.2 Análisis de productividad de germinado hidropónico de cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> )		26

por tratamiento	
3.2.1 Rendimiento de germinado hidropónico por kg de semilla procesada en base fresca (Kg)	26
3.2.2 Rendimiento de materia seca (MS) de germinado hidropónico por kg de semilla procesada	28
3.3 Evaluación económica	29
3.3.1 Costo de producción por kilogramo de materia seca de semilla de cebada	29
IV. CONCLUSIONES	30
V. RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA CITADA	32
ANEXOS	34
INDICE DE TABLAS	
Tabla 1. Gasto de agua para producción convencional de forraje en condiciones de campo	7
Tabla 2. Composición Química del Forraje Hidropónico de Cebada	8
Tabla 3. Peso total a la cosecha de Germinado Hidropónico de cebada a 15 días (T0), 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) expresado en kg por tratamiento	17
Tabla 4. Composición química de parte de tallos y hojas de Germinado Hidropónico cortados a 12 y 13 días de edad (TCO)	17
Tabla 5. Contenido nutricional de parte de tallos y hojas de Germinado Hidropónico cortados a 12 y 13 días de edad (100% MS)	18
Tabla 6. Composición química de planta completa de Germinado Hidropónico de cebada cosechada a 15 días, 16 días y 20 días de edad (TCO)	18
Tabla 7. Contenido nutricional de planta completa de Germinado Hidropónico de cebada cosechada a 15 días, 16 días y 20 días de edad (100% BS)	19
Tabla 8. Producción de Germinado Hidropónico total en base fresca (TCO) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)	20
Tabla 9. Producción de materia seca total de germinado hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	21
Tabla 10. Producción de proteína cruda (PC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	22
Tabla 11. Producción de extracto etéreo (EE) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	23
Tabla 12. Producción de fibra cruda (FC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	24
Tabla 13. 13. Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	26

## **Rendimiento de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) con dos cosechas en el mismo cultivo**

### **Resumen**

Esta investigación se realizó en el centro poblado Nuevo Mocce de Lambayeque del 1 al 20 de Diciembre de 2018 y tuvo como objetivos: a) Determinar el rendimiento de Germinado Hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) con dos cosechas en el mismo cultivo; b) Determinar el rendimiento por metro cuadrado de MS, PC, EE, FC y CEN; c) Determinar el mejor rendimiento en kg de GH den base fresca y base seca por kg de semilla procesada y d) Determinar los costos de producción de los tratamientos evaluados. Para lograrlos se implementaron 3 tratamientos con 12 repeticiones cada uno: T0: GH de cebada con una sola cosecha a 15 días de edad; T1: GH de cebada con dos cosechas en el mismo cultivo (12 y 16 días de edad) y T2: GH de cebada con dos cosechas en el mismo cultivo (13 y 20 días de edad) todos con 12 repeticiones. Los rendimientos por metro cuadrado se evaluaron con un Diseño Completamente al azar. La doble cosecha en un mismo cultivo de Germinado Hidropónico de cebada influyo significativamente en todas las variables evaluadas, siendo T2 quien presentó los mayores rendimientos por metro cuadrado de Germinado Hidropónico así como mejor productividad por kg de semilla procesada y menores costos de producción. Se concluye que la cosecha de tallos a 13 días de edad y cosecha total a los 20 días es más apropiada para optimizar los rendimientos de GH de cebada.

**Palabras clave:** germinado hidropónico, cebada, cosecha.

### **Summary**

This research was carried out in the Nuevo Mocce de Lambayeque populated center from 1 to December 20, 2018 and had as objectives: a) Determine the yield of Hydroponic Germination of barley (*Hordeum vulgare*) with two harvests in the same crop; b) Determine the performance per square meter of MS, PC, EE, FC and CEN; c) Determine the best yield in kg of GH on a fresh basis and dry basis per kg of processed seed and d) Determine the production costs of the evaluated treatments. To achieve them, 3 treatments with 12 repetitions each were implemented: T0: GH of barley with a single harvest at 15 days of age; T1: GH of barley with two harvests in the same crop (12 and 16 days of age) and T2: GH of barley with two harvests in the same crop (13 and 20 days of age) all with 12 repetitions. Yields per square meter were evaluated with a completely randomized design. The double harvest in the same crop of Hydroponic Sprout of barley significantly influenced all the variables evaluated, being T2 the one that presented the highest yields per square meter of Hydroponic Sprout as well as better productivity per kg of processed seed and lower production costs. It is concluded that harvesting stems at 13 days of age and total harvest at 20 days is more appropriate to optimize GH yields in barley.

**Keywords:** hydroponic sprouts, barley, harvest.

## INTRODUCCIÓN

Las investigaciones en Germinado Hidropónico de cebada en Lambayeque hasta el momento no logran alcanzar el rendimiento de 10 kg de GH/kg de semilla procesada indicadas por la FAO (2001) lo cual permitiría reducir el costo de producción y hacerlo más accesible al productor pero aún no se ha investigado si al realizar más de una cosecha sin resiembra de semilla podríamos obtener mayor rendimiento por kg de semilla desconociendo cuál sería el resultado si realizamos dos cosechas de Germinado Hidropónico de cebada en un mismo cultivo motivo por el cual nos planteamos la siguiente interrogante:

### **Formulación del problema**

¿Cuál es el rendimiento de Germinado Hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) con dos cosechas en el mismo cultivo?

### **Hipótesis**

El rendimiento de Germinado Hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) se incrementa con dos cosechas en el mismo cultivo.

### **Justificación del estudio**

El presente trabajo se justifica ser la primera en investigar la respuesta de Germinado Hidropónico (GH) de cebada como cultivo permanente, capaz de sacar más de una cosecha sin resiembra de semilla aprovechando el potencial germinativo de la misma.

### **Objetivos:**

Al ejecutar el presente proyecto de investigación se busca:

Determinar el rendimiento de Germinado Hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) con dos cosechas en el mismo cultivo.

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 de base fresca y base seca por kg de semilla procesada de cada tratamiento.

. Determinar los costos de producción de los tratamientos evaluados.

## I. MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes

“Se evaluó el efecto de seis dosis de soluciones nutritivas A y B en el agua de riego de germinado hidropónico (GH) de cebada (*Hordeum vulgare*) en el valor nutricional y rendimiento del germinado con seis tratamientos: 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. Se utilizó un diseño completamente al azar. Las dosis de soluciones nutritivas influyeron significativamente en la totalidad de las variables evaluadas, siendo T3 quien demostró mejores valores de las variables evaluadas a excepción del contenido de cenizas, en tanto que T0, T4 y T5 presentaron los menores valores. Se concluye que la combinación de soluciones nutritivas en dosis de 0.75 ml A y 0.25 ml B es la más apropiada para obtener mejores resultados sobre el rendimiento y valor nutricional de GH de H. vulgare” (ORDOÑEZ, et al 2018).

“En Lambayeque se implementaron cinco tratamientos para determinar el mejor tiempo de oscuridad para la producción de GH de cebada (*Hordeum vulgare* L) con dos días (T1), tres días (T2), cuatro días (T3), cinco días (T4), y seis días (T5) determinando que el mejor periodo es cinco días (T4), logrando por metro cuadrado un rendimiento de 1.6 kg de materia seca en base fresca ; y en base seca 0,28 kg de proteína cruda; 0,08 kg de extracto etéreo; 0,06 kg de cenizas y un nivel de 0,23 kg de fibra cruda. El rendimiento de GH (TCO) por kg de semilla procesada fue 5,36” (AGUILAR, 2014).

“La densidad de siembra para la cebada en cultivo hidropónico es de 20 gr/dm<sup>2</sup> a una profundidad de 2 cm, logrando rendimientos de 9 a 12 kilogramos de FVH por un kilogramo de semilla en condiciones normales. Además, la cebada es la especie con la que

se produce mejor forraje hidropónico en menor tiempo, tiene menor rendimiento de materia seca que la avena con 0,62 kg frente a 0,91 kg / Kg. de semilla sembrada” (LÓPEZ, 2010).

“En Lambayeque se evaluó el rendimiento de GH de cebada (*Hordeum vulgare*) con seis niveles de siembra: 3, 4, 5, 6, 7 y 8 Kg/m<sup>2</sup>, determinando que el mejor rendimiento se logró sembrando 3 Kg/m<sup>2</sup>, obteniendo 0,779 Kg de MS/Kg y 7,22 kg de GH/kg de semilla procesada (TCO)” (GUEVARA, 2013).

“Al evaluar el tiempo de remojo y concentración de cloro y/o lejía en desinfección de semilla en GH de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Lambayeque los mejores resultados se hallaron utilizando 1 ml de hipoclorito de sodio diluido en 1 L de agua durante 2 horas, obteniendo un rendimiento de 6.857 kg de GH/kg de semilla procesada en base fresca con 17,48 % de proteína cruda en base seca” (RUESTA,2013).

“La mejor etapa del ciclo lunar para iniciar la producción de GH de cebada (*Hordeum vulgare*) en Lambayeque es luna llena, donde la producción obtenida por metro cuadrado fue 0,30 kg de proteína cruda; 0,08 kg de extracto etéreo; 0,104 kg de cenizas y presentó un nivel de 0,30 kg de fibra cruda por metro cuadrado. El rendimiento a la cosecha realizada a 15 días de edad fue 7.13 kg de GH (TCO) y 0.78 kg de materia seca por kg de semilla procesada” (QUIÑONEZ, 2014).

“En Ecuador, se obtuvo una productividad de 1.7 kg de MS de FVH por kg de semilla con 15 días de producción” (SINCHIGUANO, 2008).

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

## **1.2 Bases teóricas**

### **1.2.1 Cultivos hidropónicos**

“El cultivo en hidroponía, es una modalidad que permite el cultivo de plantas sin suelo. El rendimiento de los cultivos hidropónicos pueden duplicar o más los de los cultivos en suelo” (BELTRANO Y GIMENEZ, 2015). “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, raizuelas y restos de semilla” (REGALADO, 2009).

“La semilla debe ser entera, seca y tener por lo menos 85% de poder germinativo. Para la semilla de cebada, se esperan rendimientos de 6 a 8 kilogramos de forraje hidropónico por kilogramo de semilla” (TARRILLO, 2005), “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 hidratada (oreada) para distribuirla homogéneamente en las bandejas, llamando a este procedimiento “siembra en bandejas” y muchos confunden este término cuando nos queremos referir al peso inicial por lo que se propone llamar peso de semilla “procesada” a la cantidad de semilla que inicia todo el proceso de producción” (CORRALES, 2009).

La FAO (2001), 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).

“La condición básica del agua para ser usada en sistemas hidropónicos debe ser la potabilidad. Su origen puede ser de pozo, lluvia o agua corriente de cañerías. El valor del pH del agua debe oscilar entre 5.2 y 7; salvo raras excepciones, como son las leguminosas, que pueden desarrollarse con un pH cercano a 7.5; el resto de semillas, cereales mayormente, no se comportan eficientes por encima de 7.0” (FAO, 2001).

“El sistema de producción de forraje hidropónico tiene el siguiente proceso:

- **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, seca y tener por lo menos 85% de poder germinativo.
- **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 sumergiendo en agua las semillas, agitándolas por unos segundos y eliminando el agua sucia. Este procedimiento se repite tres veces, dependiendo del grado de suciedad de estas.
- **Desinfección:** Las semillas se desinfectan con el objetivo 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% (10ml. de lejía por cada litro de agua) por espacio de 30 minutos a 2 horas, dependiendo del grado de contaminación de la semilla.
- **Remojo:** Las semillas son puestas en remojo con agua por un espacio de 24 horas, con el objetivo de activar la vida latente del grano e iniciar su actividad enzimática; además de ablandar la cutícula que recubre al grano y facilitar la salida de la raíz.

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

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

### 1.2.2 Ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos

El forraje verde hidropónico presenta las siguientes ventajas:

- **Ahorro de agua:** En la producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca (Tabla 1). 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 12 % a 18 %. Esto representa un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca en 14 días.

Tabla 1. Gasto de agua para producción convencional de forraje en condiciones de campo.

ESPECIE	Litros de agua/kg materia seca (promedio de 5 años)
Avena	635
Cebada	521
Trigo	505
Maíz	372
Sorgo	271

Fuente: Carámbula y Terra (2000).

- **Eficiencia en el uso del espacio:** El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil.

- **Eficiencia en el tiempo de producción:** La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 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.
- **Calidad del forraje para los animales:** El FVH es un succulento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y de plena actitud 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).
- **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, fenómenos climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos unitarios del insumo básico (semilla) el FVH es una alternativa económicamente viable que debe ser considerada por los pequeños y medianos productores. La ventaja que tiene este sistema de producción por su bajo nivel de costos fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión resulta evidente” (MANUAL TECNICO FAO, 2001), “El forraje hidropónico presenta ventajas en varios aspectos: Es un sistema nuevo para producir forrajes: En el mundo agropecuario conocemos tradicionalmente dos sistemas para la producción de forraje: extensiva e intensiva. La producción de forraje hidropónico es una técnica totalmente distinta.

1. Producción de forraje hidropónico bajo Invernadero: Esta producción se realiza dentro de invernaderos, lo cual nos permite una producción de forraje bajo cualquier condición climática y constante durante todo el año. Los requerimientos de área, agua y energía son mínimos.
2. Requiere poca Agua: En el sistema de producción de forraje hidropónico se utiliza agua recirculada, un invernadero de 480 bandejas requiere de 1000 litros de agua al día (para riego, lavado, desinfección de semilla, etc.) pero en un módulo que produce 500 kg de forraje/día requeriría un aproximado de dos litros de agua por cada kilo de forraje producido.
4. 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 500 bandejas en un periodo de crecimiento de 10 días, el primer día sembraremos 50 bandejas, el segundo día otras 50 y así se proseguirá hasta el día decimo.
5. Del punto de vista nutricional: El forraje Hidropónico al alcanzar una altura de 20 a 30 cm es cosechado y suministrado con la totalidad de la planta, es decir, raíz, restos de semilla, tallos y hojas constituyendo una completa fórmula de proteína, energía, minerales y vitaminas altamente asimilables. La composición química se aprecia en la

Tabla 2. Composición Química del Forraje Hidropónico de Cebada

ANÁLISIS		RAICES	TALLOS	HOJAS	TOTAL
Proteína	%	12.19	27.18	35.28	16.02
Grasa	%	5.68	4.55	3.76	5.37
Fibra cruda	%	10.29	26.32	21.50	12.94
ELN	%	69.28	36.78	34.66	62.63
Ceniza	%	2.56	5.17	4.8	3.03
N.D.T	%	84.03	61.29	76.26	80.91

FUENTE: Laboratorio de evaluación nutricional de alimentos Universidad Nacional Agraria La Molina

6. El uso de forraje hidropónico en alimentación animal genera: ganancia de peso, mejor conversión alimenticia, mejor producción de leche con mayor contenido de grasa y sólidos totales.

7. Reducción de costos de alimentación y de Inversiones: Muchos de los ganaderos en el Perú, que presentan reducido piso forrajero o que no disponen de terreno agrícola, se ven obligados a comprar forraje la cual es cada vez una oferta más reducida. El costo del FVH es inferior a un forraje comprado” (TARRILLO, 2005)

“El forraje de granos germinados es un alimento de alto rendimiento, cuyo valor nutritivo es alto y que se puede producir durante todo el año. Manifiesta además que en el proceso de germinación, las enzimas se movilizan e invaden el interior de las semillas, por lo que ocurre una disolución de paredes celulares por la acción de aquellas. Posteriormente, se liberaran granos de almidón, los cuales son transformados en azúcares y así empieza dicho proceso. El rendimiento del grano germinado es cinco a seis veces el peso de la semilla en un proceso de producción que dura 15 días en condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa, densidad y buena calidad de semillas. Los granos más utilizados en la producción de GH son trigo, cebada, maíz y avena” (ALIAGA, et al., 2009).

### **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. Asimismo el costo de instalación elevado es una desventaja que presenta este sistema. Sin embargo, se ha demostrado que utilizando estructuras de invernáculos hortícolas comunes, se logran excelentes resultados. Alternativamente, productores agropecuarios brasileros han optado por la producción de FH directamente colocado a piso sobre

plástico negro y bajo micro-túneles, con singular éxito. La práctica de esta metodología a piso y en túnel es quizás la más económica y accesible” (FAO, 2001).

### **1.2.3. Diseño experimental**

“El diseño completamente al azar (DCR) es el diseño más simple y se usa cuando las unidades experimentales son homogéneas, y la variación entre ellas es muy pequeña como es el caso de experimentos de laboratorio, invernaderos, gallineros, granjas porcinas, etc. en que las condiciones ambientales son controladas, tal diseño es una prueba con un solo criterio de clasificación. Las ventajas de este diseño son:

- Es fácil de planear.
- Es flexible en cuanto al número de tratamientos y repeticiones, el límite está dado por el número de unidades experimentales en general.
- No es necesario que el número de tratamientos sea igual al número de repeticiones.
- El número de grados de libertad para el error aumenta por no tener muchas restricciones” (PADRON, 2009).

## **II. METODOS Y MATERIALES**

### **2.1 Tipo y Diseño de Estudio**

El presente estudio es cuantitativo – propositivo porque se plantea un problema de estudio delimitado y concreto considerando lo que se ha investigado anteriormente.

El diseño del estudio correspondió al experimental, el cual según Hernández et al. (2010) la investigación experimental es la que se realiza para analizar si una o más variables independientes afectan a una o más variables dependientes y porque lo hacen.

### **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 1 al 20 de diciembre de 2018 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**

En el presente trabajo de investigación los tratamientos a evaluar fueron los siguientes:

T0: GH de cebada con una sola cosecha a 15 días de edad.

T1: GH de cebada con dos cosechas en el mismo cultivo (12 y 16 días de edad).

T2: GH de cebada con dos cosechas en el mismo cultivo (13 y 20 días de edad).

A cada tratamiento se le asignó 12 repeticiones o bandejas hidropónicas.

### **2.4 Materiales**

Semilla de cebada (*Hordeum vulgare*).

La cebada se adquirió en el mercado mayorista Moshoqueque del distrito José Leonardo Ortiz, de la Provincia de Chiclayo, previo muestreo en dos locales comerciales, para

determinar el valor cultural, obteniendo resultados de 78 % y 84 % procediendo a comprar 20 kg de la semilla que presentó mayor valor cultural.

Para la desinfección de semillas se utilizó lejía (hipoclorito de sodio) a dosis de 1 ml por litro de agua durante dos horas. Para el proceso de remojo y riego durante todo el proceso de germinación y producción se utilizó agua pura y a partir del 7mo día se utilizó solución hidropónica A y B (0.75ml A y 0.25 ml B diluidas en 4 L de agua potable) recomendada por Ordoñez (2016). Adicionalmente se utilizaron los siguientes materiales:

- 36 bandejas plásticas para hidroponía de 35 cm x 42 cm.
- 03 baldes para lavado y remojo de semilla.
- 03 baldes de para oreo de semilla.
- 1 tijera podadora.

## **2.5 Instalaciones y equipo:**

- 2 torres de hidroponía.
- Equipo de riego por aspersion manual.
- 1 balanza de precisión con capacidad de 20 kg.
- 1 termo higrómetro.

## **2.6 Técnicas experimentales**

### **2.6.1 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 la obtención del germinado hidropónico.

- Etapa de Pre germinación:

- Se calculó la cantidad de semilla de cebada necesaria para el proceso, para ello fue necesario primero calcular el área de las bandejas a emplear:  $0.35 \text{ m} \times 0.42 \text{ m} = 0.147 \text{ m}^2$ .

- Utilizando la densidad de siembra de 3 kg /m<sup>2</sup> recomendado por Guevara (2012), se calculó la cantidad de semilla limpia por bandeja obteniendo 0.440 g. Luego se multiplicó por las 36 bandejas en estudio (3 por tratamiento) dando un total de 15.88 kg de semilla de cebada “limpia” y considerando un máximo de 80 % de pureza, se compró 20 kg de semilla de cebada en peso bruto.
- Escogido de granos partidos, paja y otras impurezas para obtener 15.88 kg de semilla escogida para la investigación. Esta cantidad se dividió entre 3 baldes para hacer un manejo más apropiado de la semilla obteniendo 6.62 kg/balde.
- Lavado con agua pura para eliminar polvo y otras impurezas.
- Durante 2 horas, se desinfectó con hipoclorito de sodio al 0.001% (1 ml por litro de agua).
- Para eliminar el hipoclorito de sodio de la semilla, se realizó un segundo lavado o enjuague de la semilla, con agua pura.
- Posteriormente se llevó a cabo el proceso de imbibición (remojo) de las semillas, por veinticuatro horas.
- Luego del periodo de remojo, las semillas fueron oreadas en tres baldes de oreo, debidamente tapados por un periodo de 48 horas (dos días).
- Etapa de Germinación:
  - Proceso de siembra de bandeja por tratamiento: después del oreo, cuando habían brotado las raíces de la semilla, se procedió a pesar el total de semilla oreada (28.22 kg) y se dividió entre 36 bandejas para realizar una siembra homogénea en cada bandeja, asignando 0.783 kg de semilla oreada a cada bandeja de cada tratamiento debidamente identificadas.

- Luego de sembrar las semillas en las bandejas de cada tratamiento se trasladaron a las cámaras de germinación provista de una manta oscura, donde permanecieron por un periodo de 5 días. Diariamente se regarán 4 veces al día: 6:00 am; 12:00 m, 6:00 pm y 10 pm con ayuda de un aspersor manual.
- El día 7 de proceso se procedió a diluir soluciones hidropónicas (0.75ml de A y 0.25 ml de B) por cada cuatro (4) litros de agua de riego según recomendaciones de Ordoñez (2016).
- Etapa de Producción:
  - El día 9 de proceso, después de los 5 días de periodo de germinación u oscuridad, se procedió a retirar la manta negra dejando al descubierto las bandejas de todos los tratamientos, dando inicio a la etapa de producción, donde permanecieron por un periodo de 6 días más hasta cumplir 15 días de edad desde el inicio del proceso. En esta etapa, se continuó con el programa de riego de 4 veces al día, con solución hidropónica utilizando micro aspersor hasta la cosecha de cada tratamiento.
- Cosecha:
  - A 12 días de edad se realizó una primera cosecha de tallos de las bandejas de T1 con una tijera podadora dejando dos cm de altura desde la altura del corte a la base o cama de raíz de la planta.
  - A los 13 días de edad se realizó una primera cosecha de tallos de las bandejas de T2 con una tijera podadora dejando dos cm de altura desde la altura del corte a la base o cama de raíz de la planta.
  - A los 15 días de edad se realizó la cosecha total (incluyendo raíces y tallos) de las bandejas de T0.

A los 16 días de edad se cosechó totalmente las bandejas de T1.

A los 20 días de edad se cosechó totalmente las bandejas de T2.

Al momento de la cosecha de cada tratamiento se obtuvo un kg de muestra compuesta que fue 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 (TCO).
- Producción de Materia Seca de GH 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 (GH) por kg de semilla procesada.
- Rendimiento de Materia Seca (MS) de germinado hidropónico por kilogramo de semilla procesada.

## **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:

Ho:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2$ .

Ha: Al menos una media difiere del resto.

Para evaluar estadísticamente la hipótesis se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con igual número de repeticiones (12 por tratamiento), cuyo modelo aditivo lineal según PADRON (2009) es:  $Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$

En donde:

$Y_{ij}$  = Variable aleatoria observable correspondiente al i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

$\mu$  = Media general.

$t_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental que se presenta al efectuar la j-ésima observación del i-ésimo tratamiento.

$t$  = número de tratamientos.

Se realizó el Análisis de varianza para determinar si había diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos. Para analizar cuál del o los tratamientos fueron mejores se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tuckey.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis de producción de Germinado Hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) por tratamiento

##### 3.1.1 Producción de Germinado Hidropónico (GH) por bandeja (TCO)

En el presente estudio para obtener la producción total de Germinado Hidropónico (GH) en los tratamientos T1 y T2 se realizaron dos cosechas, la primera fue el corte o segado de parte de los tallos y hojas a los 12 y 13 días respectivamente cuyos pesos se aprecian en la tabla 1A. El día dieciséis se cosechó totalmente las bandejas con rebrote de T1 y a los 20 días las bandejas con rebrote de T2 cuyos resultados están consignados en la tabla 2A. Para obtener la producción total de Germinado Hidropónico de los tratamientos T1 y T2 se sumaron los pesos de las tablas 1A y 2A y para obtener la producción total del tratamiento testigo (T0) se cosecharon todas las bandejas a los quince días de edad sin cosecha previa en el cultivo hidropónico. Los resultados se aprecian en la tabla 3 y al aplicar el análisis de varianza (ANAVA) que se aprecia en el anexo 2.1 se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) presentando mayor peso de GH a la cosecha el tratamiento en el cual se realizó una cosecha previa de parte de tallos y hojas a 13 días y cosechado totalmente a 20 días de edad (T2) con una media de 4.24 kg superando en 44.81% al peso promedio por bandeja logrado por el tratamiento testigo cosechado totalmente a los 15 días de edad y en 7.78% al rendimiento por bandeja logrado con el tratamiento en el cual se realizó un primer corte de parte de los tallos y hojas a 12 días de edad y cosechado totalmente con el rebrote a los 16 días de edad (T1).

Tabla 3. Peso total a la cosecha de Germinado Hidropónico completo de cebada a 15 días (T0), 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) (Kg)

Bandeja	T0	T1	T2
B 1	2.25	3.88	4.34
B 2	2.69	4.10	3.98
B 3	2.23	3.84	4.40
B 4	2.54	3.55	4.31
B 5	2.57	4.03	3.97
B 6	2.52	3.66	4.67
B 7	2.22	3.74	4.22
B 8	2.45	3.95	4.25
B 9	2.14	3.98	4.20
B 10	2.12	4.27	4.14
B 11	2.13	3.87	4.13
B 12	2.29	4.03	4.28
Total/tratamiento	28.13	46.88	50.86
Promedio	2.34c	3.91b	4.24a

### 3.1.2 Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico de cebada de cada tratamiento en base fresca y base seca.

Los análisis de composición química del GH de los tratamientos se llevaron a cabo en el laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ing. Zootecnia. Los resultados de análisis de composición química de la primera cosecha de parte de tallos y hojas de Germinado Hidropónico realizados a doce días (T1) y trece días de edad (T2) en base fresca se aprecian en la tabla 4.

Tabla 4. Composición química de parte de tallos y hojas de Germinado Hidropónico cortados a 12 y 13 días de edad (TCO).

	T1	T
Materia seca	21.23	21.34
PC	5.34	5.3
EE	0.86	0.8
FC	4.81	4.8
CEN	0.91	0.9

La composición química presentada en la tabla 4 convertida a 100% base seca que se observa en la tabla 5 permite ver que la proteína cruda obtenida en parte de tallo y hojas cosechadas a doce días fue de 25.14% (T1) con similar contenido logrado con la cosecha de parte de tallos y hojas a 13 días con 25.06% de PC cuyos contenidos estuvieron debajo del contenido de 27.18% de PC en tallos y muy por debajo del contenido de 35.28% de PC en hojas de germinado hidropónico de cebada pero con contenido de Fibra cruda inferior al 26.32% en tallos y ligeramente superior al 21.5% de FC en hojas reportados por Tarrillo (2005).

Tabla 5. Contenido nutricional de parte de tallos y hojas de Germinado Hidropónico cortados a 12 y 13 días de edad (100% MS)

	T	T
Materia seca (%)	21.23	21.34
PC	25.14	25.06
EE	4.07	4.1
FC	22.68	22.73
CEN	4.30	4.4

La composición química de planta completa de los tratamientos cosechados a 15 días (T0), 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) realizados en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia se presenta en la tabla 6.

Tabla 6. Composición química de planta completa de Germinado Hidropónico de cebada cosechada a 15 días, 16 días y 20 días de edad (TCO)

	T0	T	T
Materia seca	20.34	19.06	21.64
PC	2.34	2.41	2.32
EE	0.76	0.70	0.91
FC	2.98	2.88	3.53
CEN	0.89	0.88	1.08

Para evaluar adecuadamente los aportes de cada tratamiento se procedió a convertir la composición química de la tabla 6 a base seca cuyos resultados se hallan en la tabla 7 apreciando que el tratamiento en el cual se segó parte del tallo de Germinado Hidropónico a 13 días de edad y cosechado completamente con rebrote a 20 días (T2) presentó mayor contenido de materia seca, extracto etéreo, fibra cruda y cenizas que los demás tratamientos pero bajo en contenido de proteína cruda con 10.73%.

Tabla 7. Contenido nutricional de planta completa de Germinado Hidropónico de cebada cosechada a 15 días, 16 días y 20 días de edad (100% BS)

	T0	T1	T2
Materia seca	20.34	19.0	21.64
PC	11.48	12.6	10.73
EE	3.74	3.6	4.2
FC	14.65	15.1	16.32
CEN	4.38	4.6	4.9

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 0.147 m<sup>2</sup> y con la información de la tabla 1A, se calculó el rendimiento de parte de tallos y hojas segado de Germinado Hidropónico de cebada por metro cuadrado de los tratamientos T1 y T2 en base fresca que se aprecia en la tabla 3A.

Con la misma área de bandeja se calculó el rendimiento por metro cuadrado de GH completo cosechado a 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) cuyos resultados se presentan en la tabla 4A y para obtener el rendimiento de Germinado Hidropónico total por metro cuadrado de los tratamientos T1 y T2 se sumaron los rendimientos de las tablas 3A y 4A. Adicionalmente se consideró la cosecha por bandeja a 15 días de edad del tratamiento sin cosecha previa (T0) contenida en la tabla 3 y se calculó el rendimiento por metro cuadrado. Los resultados se aprecian en la tabla 8 y al aplicar el análisis de

varianza (ver anexo 8.2) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) presentando el mayor rendimiento las bandejas del tratamiento que recibieron una primera cosecha de partes de tallo y hojas a los 12 días y cosecha total a los 20 días de edad (T2) con 28.83 kg de GH/m<sup>2</sup>, superando en 44.68% al rendimiento de T0 y en 7.84% al del tratamiento que recibió una primera cosecha de partes de tallo y hojas a los 12 días y cosecha total a los 16 días de edad (T1) con 26.57 kg de GH/m<sup>2</sup>.

Tabla 8. Producción de Germinado Hidropónico total en base fresca (TCO) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T0	T1	T2
B1	15.31	26.39	29.52
B2	18.27	27.86	27.07
B3	15.17	26.12	29.90
B4	17.28	24.15	29.29
B5	17.45	27.38	26.97
B6	17.14	24.90	31.77
B7	15.10	25.44	28.67
B8	16.67	26.87	28.88
B9	14.56	27.07	28.54
B10	14.42	29.01	28.16
B11	14.46	26.29	28.12
B12	15.54	27.38	29.12
Total/tratamiento	191.36	318.88	346.01
Promedio	15.95c	26.57b	28.83a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

### 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 del tallo de Germinado Hidropónico con primera cosecha de parte de tallos y hojas a los 12 días (T1) y 13 días de edad (T2), se utilizó la información de aporte de materia seca de parte de tallos y hojas de la tabla 5 e información de la tabla 3A.

Los resultados se presentan en la tabla 5A.

Para calcular el rendimiento de materia seca del Germinado Hidropónico cosechado con rebrote a los 16 días (T1) y con rebrote a los 20 días de edad (T2) se utilizó la composición química de Germinado hidropónico total de la tabla 7 y rendimiento de GH/m<sup>2</sup> de ambos tratamientos de la tabla 4A apreciando los resultados en la tabla 6A. Para calcular el rendimiento de materia seca por metro cuadrado de Germinado Hidropónico total de los tratamientos evaluados se calculó adicionalmente el rendimiento de T0 cosechado a los 15 días relacionando la composición química de GH completo presentada en la tabla 7 y rendimiento por metro cuadrado (tabla 8) y para obtener el rendimiento de materia seca total de T1 y T2 se sumaron los resultados de las tablas 5A y 6A cuyos resultados se hallan en la tabla 9 y al aplicar el análisis de varianza (anexo 2.3) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) presentando el mayor rendimiento las bandejas de T2 con 6.20 kg de MS/m<sup>2</sup>, superando en 47.74% al rendimiento de T0 y en 16.71% al rendimiento de materia seca de T1.

Tabla 9. Producción de materia seca total de germinado hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T0	T1	T2
B1	3.11	5.27	6.35
B2	3.72	5.58	5.82
B3	3.09	5.24	6.43
B4	3.51	4.85	6.30
B5	3.55	5.47	5.80
B6	3.49	5.00	6.83
B7	3.07	5.11	6.17
B8	3.39	5.37	6.21
B9	2.96	5.41	6.14
B10	2.93	5.80	6.06
B11	2.94	5.25	6.05
B12	3.16	5.45	6.26

Total/tratamiento	38.93	63.80	74.42
Promedio	3.24c	5.32b	6.20a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

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

Para calcular el aporte de proteína cruda (PC) por metro cuadrado del tallo de Germinado Hidropónico segado a los 12 días (T1) y 13 días de edad (T2), se utilizó la información de aporte de proteína cruda de tallos segados (tabla 4) e información de la tabla 3A. Los resultados se aprecian en la tabla 7A. Para calcular el rendimiento de proteína cruda del Germinado Hidropónico cosechado con rebrote a los 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) se utilizó la composición química de parte de tallos y hojas (tabla 5) y rendimiento por metro cuadrado de ambos tratamientos de la tabla 4A presentándose los resultados en la tabla 8A.

Para calcular el rendimiento de PC por metro cuadrado de Germinado Hidropónico completo de los tratamientos evaluados se calculó el rendimiento de T0 cosechado a los 15 días relacionando la composición química de GH completo presentada en la tabla 7 y rendimiento por metro cuadrado visto en la tabla 8 y para obtener el rendimiento de proteína cruda total de T1 y T2 se sumaron los resultados de las tablas 7A y 8A apreciándose los resultados en la tabla 10 y al aplicar el análisis de varianza (anexo 2.4) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) presentando mayor rendimiento las bandejas de T2 con 1.06 kg de PC/m<sup>2</sup>, superando en 65.09% al rendimiento de T0 y en 7.55% al rendimiento de PC de T1. Todos los tratamientos superaron el rendimiento obtenido por Quiñonez (2014) de 0.34 kg y de Aguilar (2014) con 0.28 kg de proteína cruda/m<sup>2</sup>; asimismo los rendimientos de PC de

T1 y T2 superaron el nivel reportado por Curay (2013) de 0.52 kg en base seca que utilizó solución nutritiva en el agua de riego.

Tabla 10. 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	0.96	1.04
B2	0.43	1.03	0.99
B3	0.35	0.98	1.07
B4	0.40	0.91	1.09
B5	0.41	1.00	1.00
B6	0.40	0.95	1.15
B7	0.35	0.97	1.07
B8	0.39	0.99	1.09
B9	0.34	0.98	1.04
B10	0.34	1.06	1.02
B11	0.34	0.96	1.03
B12	0.36	0.98	1.09
Total/tratamiento	4.47	11.76	12.69
Promedio	0.37c	0.98b	1.06a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

### 3.1.6 Producción de extracto etéreo (EE) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)

Para calcular el aporte de extracto etéreo (EE) por metro cuadrado de Germinado Hidropónico segado a 12 días (T1) y 13 días de edad (T2), se utilizó la información de aporte de EE por parte de tallos y hojas obtenidos en primera cosecha (tabla 5) e información de la tabla 3A. Los resultados se presentan en la tabla 9A.

Para calcular el rendimiento de EE del Germinado Hidropónico cosechado con rebrote a los 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) se utilizó la composición química de parte de tallos y hojas (tabla 7) y rendimiento por metro cuadrado de ambos tratamientos de la tabla 4A presentándose los resultados en la tabla 10A. Para calcular el rendimiento de

EE/m<sup>2</sup> de GH completo de los tratamientos evaluados se calculó el rendimiento de T0 cosechado a los 15 días relacionando la composición química de GH completo (tabla 7) y rendimiento por metro cuadrado de la tabla 8 y para obtener el rendimiento de EE total de T1 y T2 se sumaron los resultados de las tablas 9A y 10A apreciando los resultados en la tabla 11 y al aplicar el análisis de varianza (ver anexo 2.5) se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) presentando mayor rendimiento las bandejas de T2 con 0.26 kg de EE/m<sup>2</sup>, superando en 53.85% a T0 y en 19.23% al rendimiento de T1. Sin embargo los rendimientos de T1 y T2 superaron el nivel hallado por Curay (2013) de 0.13 kg de EE/m<sup>2</sup> que superó ligeramente al de T0 cosechado a los 15 días de edad, pero todos superaron el rendimiento de Aguilar (2014) y Quiñonez (2014) de 0.08 kg de EE/m<sup>2</sup> en una sola cosecha.

Tabla 11. Producción de extracto etéreo (EE) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T0	T1	T2
B1	0.12	0.20	0.26
B2	0.14	0.22	0.24
B3	0.12	0.20	0.27
B4	0.13	0.19	0.26
B5	0.13	0.21	0.24
B6	0.13	0.19	0.28
B7	0.11	0.20	0.26
B8	0.13	0.21	0.26
B9	0.11	0.21	0.26
B10	0.11	0.22	0.25
B11	0.11	0.20	0.25
B12	0.12	0.21	0.26
Total/tratamiento	1.45	2.46	3.10
Promedio	0.12c	0.21b	0.26a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

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

Para calcular el aporte de FC/m<sup>2</sup> de parte de tallo y hojas de GH segado a 12 días (T1) y 13 días de edad (T2), se utilizó la información de aporte de FC de parte de tallos y hojas (tabla 5) e información de la tabla 3A. Los resultados se aprecian en la tabla 11A. Para calcular el rendimiento de FC del GH cosechado con rebrote a 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) se utilizó la composición química de planta completa (tabla 7) y rendimiento por metro cuadrado de ambos tratamientos de la tabla 4A presentando los resultados en la tabla 12A. Para calcular el rendimiento de FC/m<sup>2</sup> de GH completo de los tratamientos evaluados se calculó el rendimiento de T0 cosechado en 15 días relacionando la composición química de GH completo de la tabla 7 y rendimiento/m<sup>2</sup> (tabla 8) y para obtener el rendimiento de FC total de T1 y T2 se sumaron los resultados de las tablas 11A y 12A presentando los resultados en la tabla 12 y el análisis de varianza (anexo 2.6) halló diferencias estadísticas (p<0.05) presentando mayor rendimiento T2 con 1.19 kg de FC/m<sup>2</sup>, superando en 59.66% al rendimiento de T0 y en 16.81% al de T1 pero todos superaron los valores reportados por Aguilar (2014) de 0.06 kg y 0.104 kg de Quiñonez (2014) que cosecharon a 15 días de edad.

Tabla 12. Producción de fibra cruda (FC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T0	T1	T2
B1	0.46	0.97	1.20
B2	0.54	1.04	1.12
B3	0.45	0.98	1.22
B4	0.51	0.91	1.21
B5	0.52	1.01	1.11
B6	0.51	0.95	1.30
B7	0.45	0.97	1.19
B8	0.50	1.00	1.20

B9	0.43	1.00	1.17
B10	0.43	1.07	1.15
B11	0.43	0.97	1.16
B12	0.46	1.00	1.21
Total/tratamiento	5.70	11.88	14.25
Promedio	0.48c	0.99b	1.19a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

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

Para calcular el aporte de cenizas (CEN) por metro cuadrado del tallo de Germinado Hidropónico (GH) segado a los 12 días (T1) y 13 días de edad (T2), se utilizó la información de aporte de CEN de tallos segados (tabla 4) e información de la tabla 3A. Los resultados se aprecian en la tabla 13A. Para calcular el rendimiento de FC del GH cosechado con rebrote a los 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) se utilizó la composición química de parte de tallos y hojas (tabla 5) y rendimiento por metro cuadrado de ambos tratamientos de la tabla 4A presentando los resultados en la tabla 14 A. Para calcular el rendimiento de CEN/M2 de GH completo de los tratamientos evaluados se calculó el rendimiento de T0 cosechado a los 15 días relacionando la composición química de GH completo presentada en la tabla 7 y rendimiento por metro cuadrado visto en la tabla 8 y para obtener el rendimiento de CEN total de T1 y T2 se sumaron los resultados de las tablas 13A y 14A apreciándose los resultados en la tabla 13 y al aplicar el análisis de varianza (ver anexo 2.7) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) presentando el mayor rendimiento las bandejas de T2 con 1.99 kg de CEN/m<sup>2</sup>, superando en 51.72% al rendimiento de T0 y en 17.24% al rendimiento de CEN de T1 que rindió 0.24 kg CEN/m<sup>2</sup>. Todos los tratamientos superaron el rendimiento reportado por Aguilar (2014) de 0.06 kg quien no utilizó soluciones hidropónicas en el agua de riego y al valor reportado por Curay (2013) de 0.08

kg quien utilizó soluciones hidropónicas en el agua de riego y a los 0.10 kg de Quiñonez (2014) cosechando a 15 días.

Tabla 13. Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T0	T1	T2
B1	0.14	0.24	0.30
B2	0.16	0.25	0.28
B3	0.14	0.23	0.31
B4	0.15	0.22	0.30
B5	0.16	0.24	0.27
B6	0.15	0.22	0.32
B7	0.13	0.23	0.29
B8	0.15	0.24	0.29
B9	0.13	0.24	0.29
B10	0.13	0.26	0.29
B11	0.13	0.24	0.29
B12	0.14	0.24	0.30
Total/tratamiento	1.70	2.85	3.53
Promedio	0.14c	0.24b	0.29a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

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

La productividad expresada en el rendimiento por kilogramo de semilla procesada se midió en rendimiento de Germinado Hidropónico y en kg de materia seca por kg de semilla procesada. Los dos métodos se expresan en base fresca (TCO) a continuación:

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

Basados en la información de la Tabla 1A, los pesos de partes de tallo y hojas de cada bandeja cosechada a 12 días (T1) y 13 días de edad (T2) fueron convertidos a rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla de cebada procesada que se aprecia en la tabla 15A. De la misma manera se procedió con el peso a la cosecha con rebrote de GH hidropónico a los 16 días T1 y 20 días de edad (T2) que se halla en la tabla 2A y los resultados se aprecian en

la tabla 16A. El rendimiento total de GH por kg de cebada de todos los tratamientos se calculó con información de peso de cosecha por bandeja de la tabla 3 para T0 y para calcular el rendimiento total de T1 y T2 se sumaron los rendimientos registrados en las tablas 15A y 16 A cuyos resultados se observan en la tabla 14. Al realizar el análisis de varianza (ver anexo 2.8) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) y el mejor rendimiento de GH de cebada por kilogramo de semilla procesada se logró con el tratamiento dos (T2) con 9.61 kg de GH seguido por el rendimiento de T1 con 8.86 kg de GH por kg de semilla, valores que superaron el máximo rendimiento reportado por Tarrillo (2005) de 8 kg y de Quiñonez (2014) de 7.13 kg y de Guevara (2013) quien reportó 7.22 kg de GH/ Kg de semilla procesada, quienes utilizaron agua pura en el riego pero que realizaron una única cosecha a 15 días de edad. El tratamiento menos favorecido fue T0 con 5.31 kg, ligeramente por debajo del rendimiento hallado por Aguilar (2014) con 5.36 Kg ambos cosechados a quince días de edad.

Tabla 14. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg).

Bandeja	T0	T1	T2
B 1	5.10	8.80	9.84
B 2	6.09	9.29	9.02
B 3	5.06	8.71	9.97
B 4	5.76	8.05	9.76
B 5	5.82	9.13	8.99
B 6	5.71	8.30	10.59
B 7	5.03	8.48	9.56
B 8	5.56	8.96	9.63
B 9	4.85	9.02	9.51
B 10	4.81	9.67	9.39
B 11	4.82	8.76	9.37
B 12	5.18	9.13	9.71
Total/tratamiento	63.79	106.29	115.34
Promedio	5.32c	8.86b	9.61a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

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

Con la información nutricional de materia seca de la parte de tallos y hojas de la tabla 5, y rendimiento de GH de cebada por kg de semilla de la tabla 15A se calculó el rendimiento de materia seca por kg de semilla de los partes de tallos y hojas cosechadas a los 12 días (T1) y 13 días (T2) apreciándose los resultados en la tabla 17A y siguiendo el mismo procedimiento se calculó el rendimiento de materia seca por kg de semilla de T1 y T2 cosechados con rebrote a los 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) relacionando la tabla de composición química de todos los tratamientos de la tabla 7 y rendimiento de GH por kg de semilla de los tratamientos con rebrote de la tabla 16A cuyos resultados se aprecian en la tabla 18A. El rendimiento total de GH de cebada por kg de cebada de todos los tratamientos se calculó con información de rendimiento de GH/kg de semilla para T0 calculado con la información de la tabla de composición química de la tabla 7 y rendimiento de GH/kg de cebada de la tabla 14 . y los resultados se aprecian en la tabla 15. Al realizar el análisis de varianza (anexo 2.9) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamiento ( $p < 0.05$ ) y el mejor rendimiento de kg de materia seca por kilogramo de semilla procesada se logró con el tratamiento dos (T2) con 2.07 kg de MS/kg de semilla superando en 47.83% al rendimiento de T0 y en 14.49% al rendimiento de T1 que rindió 1.08 kg de MS/kg de semilla. Todos los tratamientos superaron al rendimiento reportado por López (2010) de 0.62 kg y de Quiñonez (2014) con 0.78 kg, quienes no utilizaron soluciones hidropónicas en el agua de riego; pero se halló por debajo del rendimiento logrado por Sinchiguano (2008) de 1.7 kg en Ecuador utilizando 17 días en proceso de producción.

Tabla 15. Rendimiento de materia seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).

Bandeja	T0	T1	T2
B1	1.04	1.76	2.12
B2	1.24	1.86	1.94
B3	1.03	1.75	2.14
B4	1.17	1.62	2.10
B5	1.18	1.82	1.93
B6	1.16	1.67	2.28
B7	1.02	1.70	2.06
B8	1.13	1.79	2.07
B9	0.99	1.80	2.05
B10	0.98	1.93	2.02
B11	0.98	1.75	2.02
B12	1.05	1.82	2.09
Total/tratamiento	12.98	21.27	24.81
Promedio	1.08c	1.77b	2.07a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

### 3.3 Evaluación económica

#### 3.3.1 Costo de producción por kilogramo de semilla de cebada

Con la estructura de costos que se aprecia en el anexo 8.10 se calculó el costo por kg de Germinado Hidropónico de cebada en base fresca (TCO) y kg de materia seca de cada tratamiento. El costo del litro de agua se valoró en S/. 0.05, y el costo de agua mas solución hidropónica en S/.0.1 por litro. El costo de mano de obra S/ 3.00 la hora y el costo de depreciación de instalaciones y equipos a S/0.05 por kg de semilla, El costo por kg de semilla de cebada para el presente estudio fue S/ 1.80. Los resultados (tabla 16) indican que el tratamiento dos (T2) fue el más eficiente de todos y el tratamiento más costoso fue T0 debido a que no generó excedentes por corte segado del partes de tallo y hojas durante el proceso.

Tabla 16. Costo de kg de Germinado Hidropónico de cebada en base fresca (TCO) y kg de materia seca (MS)

Tratamiento	TCO	MS
T0	1.4	6.69
T1	0.91	4.58
T2	0.86	4.56

#### **IV. CONCLUSIONES**

- La realización de dos cosechas en un solo cultivo si influye en la producción de Germinado Hidropónico de Cebada
- Los mejores rendimientos por metro cuadrado (Kg/m<sup>2</sup>) de GH, MS, PC, EE, FC y CEN se lograron cosechando tallos a los 13 días de edad y planta completa a 20 días de edad.
- El mejor rendimiento de GH de cebada por kg en base fresca (TCO) y kg de materia seca por kg de semilla se lograron cosechando tallos a los 13 días de edad y planta completa a 20 días de edad.
- Los costos de producción más económicos por kg de Germinado Hidropónico en base fresca (TCO) y kg de Materia seca se lograron cosechando tallos a los 13 días de edad y planta completa a 20 días de edad.

## **V. RECOMENDACIONES**

1. Evaluar alturas de corte en la primera cosecha de germinado hidropónico de cebada a 13 días y cosecha total a 20 días de edad.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AGUILAR, M. 2014. Influencia del periodo de oscuridad en el rendimiento de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en Lambayeque. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. 76 p.
- ALIAGA RODRIGUEZ, L., MONCAYO GALLIANI, R., et al. 2009. Producción de cuyes. Fondo editorial Universidad Católica Sedes Sapientiae. Lima Perú. 888 p.
- BELTRANO, J y GIMENEZ, D. cultivo en hidroponía. Libros de cátedra. Facultad de ciencias agrarias y forestales. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. Recuperado el 20 de noviembre de 2019 de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- 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.
- CURAY, I. 2013. Cultivo hidropónico de Cebada (*Hordeum vulgare* L.) con y sin soluciones hidropónicas A y B en el agua de riego. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. 96 p.
- 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.
- GUEVARA, S. 2013. Rendimiento de germinado hidropónico (G.H.) de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en seis niveles de densidad de siembra. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. 67 p.
- LOPEZ, E. 2010. Hidroponía. Documento en línea s/f. Recuperado el 15 octubre de 2018 de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/174/2/03%20AGP%2029%20CAPI%20TULO%20II.pdf>
- ORDOÑEZ, E; IDROGO, E y CORRALES, N. 2018. Soluciones nutritivas para el germinado hidropónico de *Hordeum vulgare*. Revista de Investigaciones veterinarias del Peru. Vol. 29 Num. 2 (2018) En línea. Recuperado el 4 de diciembre de 2019 de

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/14477>  
PADRON CORRAL, E. 2009. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y ganadería. Editorial Trillas. México. 224 p.

QUIÑONEZ, P. 2014. Influencia del ciclo lunar en la producción de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en Lambayeque. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú. 56 p.

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

RUESTA, I. 2013. Tiempo de remojo y concentración de yodo y/o lejía en desinfección de semilla de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Lambayeque. Tesis ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Perú. 105 p.

SIAN, SISTEMA DE INFORMACION AGRICOLA NACIONAL DE VENEZUELA. 2011. Determinación de la pureza, poder germinativo y valor cultural de las semillas. Folleto en línea. Publicado el año 2011, Recuperado el 15 de agosto de 2019. De <http://sian.inia.gob.ve/repositorio/folletosvenezolanos/91-100/93%20pureza%20poder%20germinativo%20y%20valor%20cultural%20de%20las%20semillas.pdf>

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

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.

## ANEXOS

### 1. Tablas de cosechas

Tabla 1A. Peso de tallo segado por bandeja a 12 días (T1) y 13 días de edad (T2) (Kg)

Bandeja	T1	T2
B 1	1.62	1.75
B 2	1.80	1.78
B 3	1.74	1.85
B 4	1.65	2.01
B 5	1.71	1.80
B 6	1.75	2.02
B 7	1.77	1.96
B 8	1.70	2.02
B 9	1.67	1.85
B 10	1.81	1.78
B 11	1.65	1.84
B 12	1.60	2.00
Total/tratamiento	20.45	22.62
Promedio	1.70	1.89

Tabla 2A. Peso de Germinado Hidropónico de planta completa con rebrote cosechada a 16 días (T1) y 20 días de edad (T2)

Bandeja	T1	T2
B 1	2.27	2.60
B 2	2.30	2.21
B 3	2.11	2.55
B 4	1.90	2.30
B 5	2.32	2.17
B 6	1.91	2.65
B 7	1.97	2.26
B 8	2.25	2.23
B 9	2.32	2.35
B 10	2.46	2.36
B 11	2.22	2.29
B 12	2.43	2.28
Total/tratamiento	26.43	28.24
Promedio	2.20	2.35

Tabla 3A. Rendimiento de tallo y hojas de Germinado Hidropónico de cebada segado a 12 días (T1) y 13 días de edad (T2) por metro cuadrado (Kg)

Bandeja	T1	T2
B1	10.99	11.87
B2	12.24	12.07
B3	11.80	12.55
B4	11.22	13.64
B5	11.60	12.21
B6	11.90	13.74
B7	12.04	13.30
B8	11.56	13.71
B9	11.33	12.55
B10	12.31	12.11
B11	11.22	12.54
B12	10.85	13.61
Total/tratamiento	139.08	153.90
Promedio	11.59	12.82

Tabla 4A. Rendimiento de Germinado Hidropónico de cebada cosechada con rebrote a 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) por metro cuadrado (Kg/m<sup>2</sup>)

Bandeja	T1	T2
B1	10.99	11.87
B2	12.24	12.07
B3	11.80	12.55
B4	11.22	13.64
B5	11.60	12.21
B6	11.90	13.74
B7	12.04	13.30
B8	11.56	13.71
B9	11.33	12.55
B10	12.31	12.11
B11	11.22	12.54
B12	10.85	13.61
Total/tratamiento	139.08	153.90
Promedio	11.59	12.82

Tabla 5A. Rendimiento de materia seca de tallo y hoja de Germinado Hidropónico de cebada segada a 12 días (T1) y 13 días de edad (T2) por metro cuadrado (Kg/m<sup>2</sup>)

Bandeja	T1	T2
B1	2.33	2.53
B2	2.60	2.58
B3	2.51	2.68
B4	2.38	2.91
B5	2.46	2.61
B6	2.53	2.93
B7	2.56	2.84
B8	2.46	2.93
B9	2.40	2.68
B10	2.61	2.58
B11	2.38	2.68
B12	2.30	2.90
Total/tratamiento	29.53	32.84
5Promedio	2.46	
	2.74	

Tabla 6A. Rendimiento de materia seca de Germinado Hidropónico de cebada cosechada con rebrote a 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) por metro cuadrado (Kg)

Bandeja	T1	T2
B1	2.94	3.82
B2	2.98	3.25
B3	2.73	3.75
B4	2.46	3.39
B5	3.01	3.19
B6	2.48	3.90
B7	2.55	3.33
B8	2.92	3.28
B9	3.00	3.46
B10	3.18	3.47
B11	2.87	3.37
B12	3.15	3.36
Total/tratamiento	34.27	41.58
Promedio	2.86	3.46

Tabla 7A. Rendimiento de Proteína Cruda (PC) de tallo de Germinado Hidropónico de cebada segado a 12 días (T1) y 13 días de edad (T2) por metro cuadrado (Kg)

Bandeja	T1	T2
B1	0.59	0.63
B2	0.65	0.65
B3	0.63	0.67
B4	0.60	0.73
B5	0.62	0.65
B6	0.64	0.73
B7	0.64	0.71
B8	0.62	0.73
B9	0.60	0.67
B10	0.66	0.65
B11	0.60	0.67
B12	0.58	0.73
Total/tratamiento	7.42	8.23
Promedio	0.62	0.69

Tabla 8A. Rendimiento de Proteína Cruda (PC) de Germinado Hidropónico de cebada cosechada con rebrote a 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) por metro cuadrado (Kg)

Bandeja	T1	T2
B1	0.37	0.41
B2	0.38	0.35
B3	0.35	0.40
B4	0.31	0.36
B5	0.38	0.34
B6	0.31	0.42
B7	0.32	0.36
B8	0.37	0.35
B9	0.38	0.37
B10	0.40	0.37
B11	0.36	0.36
B12	0.40	0.36
Total/tratamiento	4.34	4.46
Promedio	0.36	0.37

Tabla 9A. Rendimiento de extracto etéreo (EE) de parte de tallo y hojas de Germinado Hidropónico de cebada segado a 12 días (T1) y 13 días de edad (T2) por metro cuadrado (Kg)

Bandeja	T1	T2
B1	0.09	0.10
B2	0.11	0.11
B3	0.10	0.11
B4	0.10	0.12
B5	0.10	0.11
B6	0.10	0.12
B7	0.10	0.12
B8	0.10	0.12
B9	0.10	0.11
B10	0.11	0.11
B11	0.10	0.11
B12	0.09	0.12
Total/tratamiento	1.20	1.35
Promedio	0.10	0.11

Tabla 10A. Rendimiento de extracto etéreo (EE) de Germinado Hidropónico de cebada cosechada con rebrote a 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) por metro cuadrado (Kg)

Bandeja	T1	T2
B1	0.11	0.16
B2	0.11	0.14
B3	0.10	0.16
B4	0.09	0.14
B5	0.11	0.13
B6	0.09	0.16
B7	0.09	0.14
B8	0.11	0.14
B9	0.11	0.15
B10	0.12	0.15
B11	0.11	0.14
B12	0.12	0.14
Total/tratamiento	1.26	1.75
Promedio	0.10	0.15

Tabla 11A. Rendimiento de fibra cruda (FC) de tallo de Germinado Hidropónico de cebada segado a 12 días (T1) y 13 días de edad (T2) por metro cuadrado (Kg)

Bandeja	T1	T2
B1	0.53	0.58
B2	0.59	0.59
B3	0.57	0.61
B4	0.54	0.66
B5	0.56	0.59
B6	0.57	0.67
B7	0.58	0.65
B8	0.56	0.66
B9	0.55	0.61
B10	0.59	0.59
B11	0.54	0.61
B12	0.52	0.66
Total/tratamiento	6.70	7.46
Promedio	0.56	0.62

Tabla 12A. Rendimiento de fibra cruda (FC) de Germinado Hidropónico de cebada cosechada con rebrote a 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) por metro cuadrado (Kg)

Bandeja	T1	T2
B1	0.44	0.62
B2	0.45	0.53
B3	0.41	0.61
B4	0.37	0.55
B5	0.45	0.52
B6	0.37	0.64
B7	0.39	0.54
B8	0.44	0.54
B9	0.45	0.56
B10	0.48	0.57
B11	0.43	0.55
B12	0.48	0.55
Total/tratamiento	5.18	6.78
Promedio	0.43	0.57

Tabla 13A. Rendimiento de cenizas (CEN) de tallo de Germinado Hidropónico de cebada segado a 12 días (T1) y 13 días de edad (T2) por metro cuadrado (Kg)

Bandeja	T1	T2
B1	0.10	0.11
B2	0.11	0.11
B3	0.11	0.12
B4	0.10	0.13
B5	0.11	0.12
B6	0.11	0.13
B7	0.11	0.13
B8	0.11	0.13
B9	0.10	0.12
B10	0.11	0.11
B11	0.10	0.12
B12	0.10	0.13
Total/tratamiento	1.27	1.46
Promedio	0.11	0.12

Tabla 14A. Rendimiento de cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico de cebada cosechada con rebrote a 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) por metro cuadrado (Kg)

Bandeja	T1	T2
B1	0.14	0.19
B2	0.14	0.16
B3	0.13	0.19
B4	0.11	0.17
B5	0.14	0.16
B6	0.11	0.19
B7	0.12	0.17
B8	0.13	0.16
B9	0.14	0.17
B10	0.15	0.17
B11	0.13	0.17
B12	0.15	0.17
Total/tratamiento	1.58	2.07
Promedio	0.13	0.17

Tabla 15 A. Rendimiento de Germinado Hidropónico de parte de tallos y hojas por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg).

Bandeja	T1	T2
B 1	3.66	3.96
B 2	4.08	4.02
B 3	3.93	4.18
B 4	3.74	4.55
B 5	3.87	4.07
B 6	3.97	4.58
B 7	4.01	4.43
B 8	3.85	4.57
B 9	3.78	4.18
B 10	4.10	4.04
B 11	3.74	4.18
B 12	3.62	4.54
Total/tratamiento	46.36	51.30
Promedio	3.86	4.27

Tabla 16A. Rendimiento de Germinado Hidropónico de cebada cosechada con rebrote a 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) por kilogramo de semilla (kg)

Bandeja	T1	T2
B 1	5.14	1.27
B 2	5.20	1.08
B 3	4.77	1.25
B 4	4.31	1.13
B 5	5.26	1.06
B 6	4.33	1.30
B 7	4.47	1.11
B 8	5.10	1.09
B 9	5.25	1.15
B 10	5.57	1.16
B 11	5.02	1.12
B 12	5.51	1.12
Total/tratamiento	59.93	13.86
Promedio	4.99	1.15

Tabla 17 A. Rendimiento de Materia seca (MS) de Germinado Hidropónico de tallos por kilogramo de semilla procesada (Kg).

Bandeja	T1	T2
B1	0.78	0.84
B2	0.87	0.86
B3	0.84	0.89
B4	0.79	0.97
B5	0.82	0.87
B6	0.84	0.98
B7	0.85	0.95
B8	0.82	0.98
B9	0.80	0.89
B10	0.87	0.86
B11	0.79	0.89
B12	0.77	0.97
Total/tratamiento	9.84	10.95
Promedio	0.82	0.91

Tabla 18A. Rendimiento de Materia Seca (MS) de Germinado Hidropónico de cebada cosechada con rebrote a 16 días (T1) y 20 días de edad (T2) por kilogramo de semilla

Bandeja	T1	T2
B1	0.98	1.27
B2	0.99	1.08
B3	0.91	1.25
B4	0.82	1.13
B5	1.00	1.06
B6	0.83	1.30
B7	0.85	1.11
B8	0.97	1.09
B9	1.00	1.15
B10	1.06	1.16
B11	0.96	1.12
B12	1.05	1.12
Total/tratamiento	11.42	13.86
Promedio	0.95	1.15

## 2. ANALISIS DE VARIANZA (ANAVA)

### 2.1 ANAVA de peso a la cosecha de Germinado Hidropónico

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	24.5575	12.2787	326.74	0.000
Error	33	1.2401	0.0376		
Total	35	25.7976			

S = 0.1939 R-cuad. = 95.19% R-cuad.(ajustado) = 94.90%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	Media	Agrupación
T2	4.2386	A
T1	3.9063	B
T0	2.3442	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

### 2.2 ANAVA producción de GH/m<sup>2</sup> (TCO)

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	1136.45	568.22	326.74	0.000
Error	33	57.39	1.74		
Total	35	1193.83			

S = 1.319 R-cuad. = 95.19% R-cuad.(ajustado) = 94.90%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T2	12	28.834	A
T1	12	26.573	B
T0	12	15.947	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

### 2.3 ANAVA Rendimiento MS/m<sup>2</sup> (BS)

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	55.3031	27.6515	382.69	0.000
Error	33	2.3844	0.0723		
Total	35	57.6875			

S = 0.2688 R-cuad. = 95.87% R-cuad.(ajustado) = 95.62%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T2	12	6.2015	A
T1	12	5.3163	B
T0	12	3.2439	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## 2.4 ANAVA Rendimiento PC/m<sup>2</sup> (BS)

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	3.37685	1.68842	1121.98	0.000
Error	33	0.04966	0.00150		
Total	35	3.42651			

S = 0.03879 R-cuad. = 98.55% R-cuad.(ajustado) = 98.46%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T2	12	1.05732	A
T1	12	0.98014	B
T0	12	0.37248	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## 2.5 ANAVA Rendimiento EE/m<sup>2</sup> (BS)

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	0.114123	0.057062	521.14	0.000
Error	33	0.003613	0.000109		
Total	35	0.117736			

S = 0.01046 R-cuad. = 96.93% R-cuad.(ajustado) = 96.75%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T2	12	0.25795	A
T1	12	0.20505	B
T0	12	0.12120	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## 2.6 ANAVA rendimiento FC/m<sup>2</sup> (BS)

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	3.24364	1.62182	817.33	0.000
Error	33	0.06548	0.00198		
Total	35	3.30912			

S = 0.04455 R-cuad. = 98.02% R-cuad.(ajustado) = 97.90%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T2	12	1.18733	A
T1	12	0.98976	B
T0	12	0.47521	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## 2.7 ANAVA rendimiento cenizas/m<sup>2</sup> (BS)

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	0.142300	0.071150	464.75	0.000
Error	33	0.005052	0.000153		
Total	35	0.147352			

S = 0.01237 R-cuad. = 96.57% R-cuad.(ajustado) = 96.36%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T2	12	0.29426	A
T1	12	0.23764	B
T0	12	0.14193	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## 2.8 ANAVA Rendimiento GH/Kg de semilla procesada (BS)

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	126.272	63.136	326.74	0.000
Error	33	6.377	0.193		
Total	35	132.648			

S = 0.4396 R-cuad. = 95.19% R-cuad.(ajustado) = 94.90%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T2	12	9.6113	A
T1	12	8.8577	B
T0	12	5.3156	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## 2.9 ANAVA rendimiento de kg de MS/kg de semilla procesada

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	6.14479	3.07239	382.69	0.000
Error	33	0.26494	0.00803		
Total	35	6.40972			

S = 0.08960 R-cuad. = 95.87% R-cuad.(ajustado) = 95.62%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T2	12	2.0672	A
T1	12	1.7721	B
T0	12	1.0813	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### 3. Estructura de costos de producción de materia seca de GH de T2

PROCESO	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio unitario (soles)	Costo (S/)
<b>PRE GERMINACION</b>	Cebada	Kg.	5.292	1.80	9.53
	Agua	L	15.876	0.05	0.79
	Lejía	L	0.008	1.90	0.015
	Mano de obra	Horas	2	3.125	6.25
	<b>Sub Total</b>				
<b>GERMINACION</b>	Agua	L	7.938	0.05	0.40
	Mano de obra	Horas	1.250	3.125	3.91
	<b>Sub Total</b>				
<b>PRODUCCION (12 días)</b>	Agua	L	72	0.05	3.60
	Soluc. Hidropónica	ml	18	0.10	1.80
	Mano de Obra	Horas	8.00	3	24.00
	<b>Sub Total</b>				
<b>TOTAL</b>					<b>50.29</b>
Costo de producción por tratamiento (S/)					50.29
Rendimiento/tratamiento (Kg)					11.15
Costo de 1 Kg de germinado hidropónico					4.51
Costo de depreciación/kg					0.05
Costo Total de 1 Kg. de Materia seca de germinado hidropónico de cebada					4.56

## CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DETESIS

Yo, **Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón, Dr.** Docente/Asesor de tesis/Revisor del trabajo de investigación de la estudiante: **Bach. Carhuatanta Samillan, Stalin.**

**Rendimiento de germinado hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) con dos cosechas en el mismo cultivo**, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de **19 %** 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 saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

**Lambayeque, 14 de junio de 2023**



---

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

**Asesor**

**DNI: 16680503**

**Anexo de la resolución N° 659 – 2020-R**

**Página 30**



## 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: Stalin Carhuatanta Samillan  
Título del ejercicio: Revisión de Tesis  
Título de la entrega: Rendimiento de Germinado Hidropónico de cebada (Hordeu...  
Nombre del archivo: TESIS\_Carhuatanta\_Samillan\_Stalin.pdf  
Tamaño del archivo: 820.15K  
Total páginas: 56  
Total de palabras: 14,603  
Total de caracteres: 63,310  
Fecha de entrega: 22-ago.-2021 12:38p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 1634351217



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

RENDIMIENTO DE GERMINADO HIDROPÓNICO DE CEBADA (*Hordeum  
vulgare*) CON DOS COSECHAS EN EL MISMO CULTIVO

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR:

Bach. Carhuatanta Samillan Stalin

ASESOR:

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

Lambayeque Agosto de 2021

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.  
DNI 16680503  
ASESOR

# Rendimiento de Germinado Hidropónico de cebada (Hordeum vulgare) con dos cosechas en el mismo cultivo

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to UNILIBRE Trabajo del estudiante	1%
7	id.scribd.com Fuente de Internet	1%
8	www.yumpu.com Fuente de Internet	1%
9	ciqa.repositorioinstitucional.mx Fuente de Internet	

Ing. Napoleón Comales Rodríguez

DNI 16680503

ASESOR

1 %

10 Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru <1 %

Trabajo del estudiante

11 Submitted to Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco <1 %

Trabajo del estudiante

12 CANALS, M., A. TAUCARE-RIOS, A. D. BRESCOVIT, F. PEÑA-GOMEZ, G. BIZAMA, A. CANALS, L. MORENO, and R. BUSTAMANTE. <1 %

"Niche modelling of the Chilean recluse spider *Loxosceles laeta* and araneophagic spitting spider *Scytodes globula* and risk for loxoscelism in Chile : Niche modelling of Chilean spiders", Medical and Veterinary Entomology, 2016.

Publicación

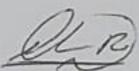
13 repositorio.uncp.edu.pe <1 %

Fuente de Internet

14 Xiaoning Zhu, Rui Yan, Jiaqin Yang, Tingting Xu. "Online promotion of mobile banking activities - a comparative study of the US and Chinese banks", International Journal of

Mobile Communications, 2021

Publicación

  
Ing. Napoleon Corales Rodriguez, Dr.  
DNI 16680503  
ASESOR