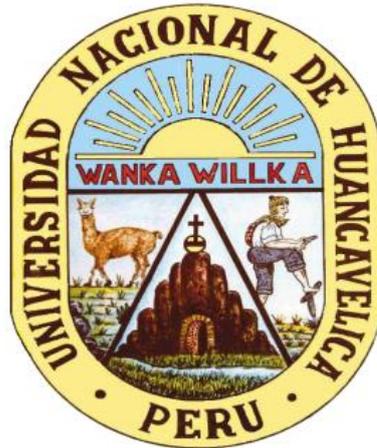


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**

(Creada por ley N° 25265)

**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**TESIS**

TÉ DE HUMUS DE LOMBRIZ Y TIEMPOS DE COSECHA EN LA  
PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO DE CEBADA (*Hordeum  
vulgare*)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL**

**PRESENTADO POR:**

Bach. CHRISTIAN CUNYA PÉREZ

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

HUANCAVELICA – PERU

**2022**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA**  
**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**



En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 29 días del mes de diciembre del año 2022, a horas 2:00 p.m., se reunieron los miembros del jurado calificador conformado de la siguiente manera:

- PRESIDENTE** : M.Sc. Rodrigo HUAMÁN JURADO  
<https://orcid.org/0000-0003-1599-8996>  
 DNI N° 23260430
- SECRETARIO** : M.Sc. Paul Herber MAYHUA MENDOZA  
<https://orcid.org/0000-0002-0837-8502>  
 DNI N° 40360834
- ASESOR** : Dr. José Luis CONTRERAS PACO  
<https://orcid.org/0000-0003-4591-3885>  
 DNI N° 23276626

Designados con Resolución de Decano N° 396-2022-FCI-UNH, de fecha 12 de diciembre del 2022, a fin de proceder el acto académico de evaluación y calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "TÉ DE HUMUS DE LOMBRIZ Y TIEMPOS DE COSECHA EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA (*Hordeum vulgare*)", presentado por el Bachiller Christian CUNYA PÉREZ con DNI N° 44753558; a fin de optar el **Título Profesional de Ingeniero Zootecnista**. Finalizada la sustentación a horas.....; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los jurados, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO  POR *Unanimidad*

DESAPROBADO  POR .....

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

Presidente

Secretario

Asesor

Vº Bº Decano

## **TITULO**

TÉ DE HUMUS DE LOMBRIZ Y TIEMPOS DE COSECHA EN LA  
PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA (*Hordeum  
vulgare*)

## **AUTOR**

BACH. CHRISTIAN CUNYA PÉREZ

## **ASESOR**

MSc. JOSE LUIS CONTRERAS PACO

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4591-3885>

DNI: 23276626

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por brindarme fortaleza y capacidad para concluir satisfactoriamente mis estudios universitarios.

A mis padres y familiares quienes contribuyeron en mi formación profesional.

A mi esposa Roció Milagros Condori Alcázar, quien es mi motor y motivo para lograr mis metas.

A mi asesor Ing. José Luis Contreras Paco y coasesor Ing. James Curasma Ccente; quienes me brindaron el asesoramiento en el presente trabajo de investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN .....	ii
TITULO .....	iii
AUTOR.....	iv
ASESOR .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
TABLA DE CONTENIDO.....	vii
TABLA DE CONTENIDOS DE TABLAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN .....	xiii
CAPÍTULO I.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
1.1. Descripción del problema: .....	14
1.2. Formulación del problema .....	15
1.3. Objetivos:.....	15
1.3.1. Objetivo general .....	15
1.3.2. Objetivos específicos .....	15
1.4. Justificación .....	16
CAPITULO II .....	17
MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Antecedentes .....	17
2.2. Bases teóricas.....	22
2.2.1. Hidroponía.....	22
2.2.2. Forraje verde hidropónico (FVH) .....	22
2.2.3. La Cebada.....	24
2.2.4. Humus de lombriz .....	25

2.2.5.	Composición química.....	26
2.2.6.	Valor nutricional de FVH de cebada.....	29
2.2.7.	Tiempos de cosecha .....	29
2.3.	Hipótesis .....	29
2.3.1.	Hipotesis general:.....	29
2.3.2.	Hipotesis específico: .....	29
2.4.	Definición de términos.....	30
2.5.	Identificación de variables .....	31
2.5.1.	Variable Dependiente:.....	31
2.5.2.	Variables Independientes: .....	31
2.6.	Definición operativa de variables e indicadores .....	31
CAPITULO III.....		33
MATERIALES Y MÉTODOS .....		33
3.1.	Ámbito temporal y espacial .....	33
3.1.1.	Ámbito temporal .....	33
3.1.2.	Ámbito espacial.....	33
3.2.	Tipo de investigación:.....	33
3.3.	Nivel de investigación: .....	33
3.4.	Método de investigación:.....	34
3.5.	Diseño de investigación: .....	34
3.6.	Población, muestra y muestreo .....	34
3.6.1.	Población.....	34
3.6.2.	Muestra.....	35
3.6.3.	Muestreo.....	35
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
3.7.1.	Técnica para determinar la composición química.....	35
3.7.2.	Instrumentos para la composición química.....	35
3.8.	Procedimientos de recolección de datos .....	35

3.8.1. A nivel de campo: .....	35
3.8.2. A nivel de laboratorio: .....	35
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	37
CAPITULO IV .....	38
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	38
4.1. Resultados.....	38
4.2. Discusiones.....	45
CONCLUSIONES .....	47
RECOMENDACIONES .....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
APÉNDICE .....	56
APÉNDICE A: Matriz de consistencia .....	56
APÉNDICE B: Instrumento de recolección de datos .....	58
APÉNDICE C: Panel fotográfico.....	61

## TABLA DE CONTENIDOS DE TABLAS

<b>Tabla N° 01</b> Anava de producción de materia verde (kg/m <sup>2</sup> )	38
<b>Tabla N° 02</b> Comparación de medias de rendimiento de materia verde (kg/m <sup>2</sup> )	39
<b>Tabla N° 03</b> Anava de producción de materia seca (kg/m <sup>2</sup> )	39
<b>Tabla N° 04</b> Comparación de medias de producción de materia seca (kg/m <sup>2</sup> )	40
<b>Tabla N° 05</b> Anava altura media de la hoja (cm)	40
<b>Tabla N° 06</b> Comparación de media de la altura media de la hoja (cm)	41
<b>Tabla N° 07</b> Anava de promedio de materia seca (%)	41
<b>Tabla N° 08</b> Comparación de media de la materia seca (%)	42
<b>Tabla N° 09</b> Anava de promedio de materia mineral (%)	42
<b>Tabla N° 10</b> Comparación de media de la materia mineral (%)	43
<b>Tabla N° 11</b> Anava de promedio de materia orgánica (%)	43
<b>Tabla N° 12</b> Comparación de media de la materia orgánica (%)	44
<b>Tabla N° 13</b> Anava de promedio de proteína cruda (%)	44
<b>Tabla N° 14</b> Comparación de media de la proteína cruda (%)	45

## RESUMEN

El presente trabajo fue realizado con el objetivo de evaluar el efecto del té de humus de lombriz y tiempos de cosecha en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*), sobre la composición química (proteína cruda "PC", materia seca "MS", materia orgánica "MO" y materia inorgánica "MI"). Producción de forraje verde hidropónico (producción de materia fresca "PMF", producción de materia seca "PMS" y altura de planta "AL "). Se utilizó un modelo estadístico, con cuatro repeticiones por tratamiento, siendo los factores tiempo de cosecha (12, 15, 18 y 21 días) y dosis de té de humus (0, 25, 50, 75 y 100 %).

Las dosis de té de humus y los tiempos de cosecha tuvieron un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre las variables estudiadas.

Los resultados muestran que los valores máximos en rendimiento de materia verde (kg/m<sup>2</sup>) se expresaron a los 21 días 50.2 kg/m<sup>2</sup> con 100% de dosis de té de humus; la producción de materia seca fue de 4.2 (kg/m<sup>2</sup>) en el día 12 con 50 % de dosis de té de humus; la altura de planta fue de 16.9 cm en el día 21 con 100% de dosis de té de humus; la producción de materia seca en % fue de 14.1% en el día 12 con 0% de té de humus; el porcentaje de materia mineral fue de 4.39% en el día 21 con 50% de té de humus; el porcentaje de materia orgánica fue de 05.93% en el día 12 con 0% de té de humus; el porcentaje de proteína cruda fue de 18.42% en el día 12 con 25% de dosis de té de humus.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran evidencia de que el uso de té de humus podría ser una alternativa para realizar fertirriego en cultivos hidropónicos y de esa manera ser una alternativa para la producción de forraje verde hidropónico en épocas de escasos pastos.

**Palabras clave:** forraje, hidroponía, composición, humus, té.

## ABSTRACT

The present work was carried out with the objective of evaluating the effect of worm humus tea and harvest times on the production of green hydroponic barley (*Hordeum vulgare*) forage, on the chemical composition (crude protein "PC", dry matter "MS", organic matter "MO" and inorganic matter "MI"). Production of hydroponic green forage (production of fresh matter "PMF", production of dry matter "PMS" and plant height "AL"). A statistical model was used, with four repetitions per treatment, the factors being harvest time (12, 15, 18 and 21 days) and doses of humus tea (0, 25, 50, 75 and 100%).

Humus tea doses and harvest times had a significant effect ( $p < 0.05$ ) on the variables studied.

The results show that the maximum values in yield of green matter (kg/m<sup>2</sup>) were expressed at 21 days 50.2 kg/m<sup>2</sup> with 100% dose of humus tea; dry matter production was 4.2 (kg/m<sup>2</sup>) on day 12 with 50 % dose of humus tea; the plant height was 16.9 cm on day 21 with 100% dose of humus tea; dry matter production in % was 14.1% on day 12 with 0% humus tea; the percentage of mineral matter was 4.39% on day 21 with 50% humus tea; the percentage of organic matter was 05.93% on day 12 with 0% humus tea; the percentage of crude protein was 18.42% on day 12 with a 25% dose of humus tea.

The results obtained in this study show evidence that the use of humus tea could be an alternative to carry out fertigation in hydroponic crops and thus be an alternative for the production of hydroponic green fodder in times of scarcity of pastures.

**Keywords:** fodder, hydroponics, composition, humus, tea.

# INTRODUCCIÓN

El forraje verde hidropónico (FVH) representa una alternativa importante para afrontar las dificultades de alimentación en animales domésticos (López *et al.*, 2009).

El sistema de producción del forraje verde hidropónico es una tecnología de obtención de biomasa vegetal obtenida a partir de los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas representado a un forraje vivo de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal (AOAC, 1990).

El Forraje verde hidropónico ofrece una serie de ventajas, como producción forrajera durante todo el año, desarrollo del cultivo en pequeñas áreas, aporte de complejos vitamínicos necesarios (FAO, 2001). Los animales consumen las raíces, tallos, hojas y restos de semillas y obtienen proteína, energía, vitaminas y minerales. La eficiencia en la producción de FVH depende de factores tales como la densidad de siembra, tipo de semilla y día de cosecha (Herrera, *et al.*; 2010), los cuales influyen en su valor nutritivo.

El té de humus de lombriz, se plantea como una alternativa tecnológica de carácter orgánica, orientada a mejorar la productividad y calidad de los cultivos, especialmente en sectores donde hay limitaciones causadas por el estrés fisiológico. Además, el uso de Fito estimulantes y otros insumos de carácter biológico contribuyen a la obtención de productos "limpios", que en los mercados internacionales gozan de mayor aceptación.

Actualmente, la alimentación es a base de germinados, debido a que ofrece cualidades y ventajas a los productores pecuarios; quienes pueden producir su propio forraje fresco bajo procedimientos poco sofisticados, costosos y sin necesidad de áreas de cultivo (López *et al.*, 2009). En tal sentido, la hidroponía representa una buena opción, por ello el trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del té de humus de lombriz y tiempos de cosecha en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*).

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del problema:

El incremento de la población mundial, está demandando cada vez más un mayor consumo de carne. Debido a que el ganado tiene una dieta en cereales, esto significa que la producción mundial de cereales debe duplicarse para el año 2050 para cumplir con las demandas de la población en aumento y los cambios en las dietas alimenticias (Verhulst et al., 2015).

Muchos países del mundo para hacer frente a la escasez de pasto, han utilizado como alternativas tecnológicas la producción de forraje verde hidropónico, lo cual ha permitido mejorar la producción ganadera; obteniendo buenos resultados en muy poco tiempo, usando muy poca superficie y con gran eficiencia en el uso de agua; también permite obtener un alto rendimiento por unidad de superficie y un excelente alimento para la nutrición animal (Valdivia, 1997).

Un aspecto importante en la hidroponía es la solución nutritiva, de ella depende la nutrición de las plantas y por ende la calidad y cantidad de producción, los que se añaden a través de sales o fertilizantes comerciales, en cantidades y proporciones adecuadas, de manera que cubran las necesidades de las plantas durante su crecimiento y desarrollo (Rodríguez et al., 2004).

En Latinoamérica se han desarrollado múltiples estudios, para mejorar el rendimiento de la producción de forraje verde hidropónico empleando múltiples fertilizantes orgánicos e inorgánicos. En Bolivia se han realizado estudios empleando abonos orgánicos como te de humus (Huiza, 2015); lixiviado de humus (Cantuta, 2015); humus líquido, biol y jiracha (Tapia, 2018). En Ecuador se han desarrollado también estudios empleando hormonas (Silva, 2017); biol (Urresta 2019) niveles de azufre (Calles 2005). Obteniendo buenos resultados.

En la sierra del Perú el forraje es estacional debido a la ausencia de lluvias y la presencia de heladas, estas limitantes han determinado la necesidad de buscar alternativas viables para su manejo y utilización por el productor, ya que el

forraje verde hidropónico, ofrece la posibilidad de obtener pastos naturales y frescos todos los días del año, independientemente de la estación climática, para lo cual requiere mínimas áreas de terreno, poca agua y utilización de semillas que abundan en todas las regiones del Perú, tales como la cebada, trigo, arroz, sorgo, maíz, etc. (Dulanto, 2001).

El cambio climático afecta directamente a la agricultura y ganadería, donde uno de los factores predominantes es la escasez de agua o sequía. Los meses de lluvia en la sierra ya no son los mismos, la cantidad y uniformidad de las precipitaciones van disminuyendo con el paso de los años. Este efecto negativo del cambio climático afecta al desarrollo de pasturas que es el alimento para ganado de pequeños productores en la Sierra Central del Perú (Arango, 2019). La insuficiente producción forrajera permanente en nuestra región, y el escaso uso de abonos orgánicos que permitan mitigar la contaminación ambiental. Muestra la necesidad de orientar nuestros lineamientos de investigación, en la producción de forraje verde hidropónico con abonamiento de té de humus de lombriz; como alternativa de producción de biomasa vegetal.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el efecto del té de humus de lombriz y tiempos de cosecha en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*)?

## **1.3. Objetivos:**

### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto del té de humus de lombriz y tiempos de cosecha en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*)

### **1.3.2. Objetivos específicos**

Evaluar los parámetros de producción en tenores de producción de forraje en verde (kg/m<sup>2</sup>) y producción de forraje seco (kg/m<sup>2</sup>), altura de planta (cm) en las diferentes dosis de té de humus de lombriz y tiempos de cosecha.

Determinar la composición química en términos de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), materia inorgánica (MI) y proteína cruda (PC) del

forraje verde hidropónico de cebada respecto a las diferentes dosis de té de humus de lombriz y tiempos de cosecha.

#### **1.4. Justificación**

El proyecto de investigación a ejecutar se enfocará en estudiar el efecto del té de humus de lombriz y tiempos de cosecha en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) a partir de una evaluación química con la finalidad de proponer una nueva alternativa que puede complementar la dieta de los animales como forraje.

Este trabajo de investigación es trascendental, ya que, en la sierra peruana, existe deficiencia de forraje verde en tiempo de estiaje y el poco aprovechamiento de residuos orgánicos para la obtención de Té de humus a través de la lombricultura. Por lo tanto, el forraje verde hidropónico de cebada con fertilización de té de humus, sería una alternativa interesante para sustituir la alimentación tradicional; permitiría asegurar una fuente constante de alimento muy homogéneo en volumen de fitomasa, siendo un alimento verde de alta palatabilidad para cualquier animal y de excelente valor nutritivo.

Desde la perspectiva social se pretende contribuir a los productores que podrán aprovechar el forraje verde hidropónico de cebada en época de escasez de alimentos y de esta manera aumentando los sistemas de producción animal y mejorando las condiciones socio económicas de los productores.

El presente trabajo de investigación es viable, porque presenta factores que posibilitan su desarrollo y ejecución, siendo económicamente factible, ejecutable en el tiempo. Ya que se cuenta con disponibilidad de un laboratorio y materiales que permitirán evaluar las variables en estudio y respondan los objetivos propuestos.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes

Álvarez (2018), en Bolivia, realizo el trabajo de investigación “Respuesta del forraje verde hidropónico a la aplicación de dos soluciones nutritivas en avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) en carpa solar”, con el objetivo de evaluar el rendimiento de avena y cebada en la producción de forraje verde hidropónico en relación a lixividos de humus de lombriz y solución nutritiva FAO en carpa solar. El resultado en la altura de planta de las dos especies forrajeras, no se obtuvo diferencias entre los tratamientos. Con respecto al rendimiento la avena obtuvo 4.9 kg y la cebada 2.6 kg. Concluyendo que el tratamiento con té de humus de lombriz y cebada es el menos rentable.

Tapia (2018), en Bolivia, realizo el trabajo de investigación “Evaluación del efecto de tres tipos de bioinsumos en el cultivo hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare L.*) en el centro experimental Cota Cota”, con el objetivo de mejorar la producción de forraje verde hidropónico, utilizando diferentes abonos orgánicos, como biol, jiracha y lixiviado de lombriz. El resultado en relación a la altura de planta lo obtuvo el abono jiracha con 16.28 cm. Con respecto al rendimiento predominó el abono jiracha con 7.55 kg y en relación al % de proteína también predominó la jiracha con 14% de materia cruda. Concluyendo que la jiracha es una muy buena alternativa como abonamiento.

Herrera *et al.*, (2010), en Venezuela, realizaron el trabajo de investigación “Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo”; con el objetivo de evaluar el efecto del tiempo de cosecha (8, 10 y 12 días) con respecto al valor proteico y energético del forraje verde hidropónico (FVH) de trigo. En los resultados se observó que la mayor concentración de PC figura en el día 10 (21,49%). Concluyendo que a 10 días de cosecha las características fermentativas y energéticas del FVH confieren a éste un valor nutritivo superior.

Calles (2005), en Ecuador, realizó el trabajo de investigación “Evaluación de la producción y calidad de forraje verde hidropónico (F.V.H) de cebada con la utilización de diferentes niveles de azufre y su respuesta en ganado lechero”; con los siguientes objetivos: determinar cuál de los tratamientos permitirá alcanzar la mayor incidencia del azufre en el desarrollo de la planta para la obtención de FVH, determinar el efecto del azufre en la calidad de FVH de cebada y evaluar la producción lechera con el suministro de FVH. No ocurre lo mismo en lo referente a la valoración nutritiva del alimento en el cual el tratamiento que mejor respuesta obtuvo a la fertilización azufrada fue el de 20 ppm de S, esto se debe a que este tuvo un incremento de 2 % de proteína en los análisis químicos realizados mostrando un porcentaje de 17.8%.

Cerillo *et al.*, (2012), en Venezuela, realizaron el trabajo de investigación “Producción de biomasa y valor nutricional del forraje verde hidropónico de trigo y avena”; con el objetivo de determinar la composición química (PC, FDN, FDA, celulosa, hemicelulosa, lignina), degradabilidad *In situ* de MS y PC. La PC del FVH varía de acuerdo al tipo de semilla, días de cosecha y densidades de siembra. Para utilizar ventajosamente este tipo de forraje hidropónico, se debe proporcionar a los animales entre 10 y 12 días después de su germinación. El contenido de FDN tuvo un promedio general de 52,6%. El promedio general fue de 87,3% de degradabilidad de la PC a los 24h de incubación.

Silva (2017), en Ecuador, realizó el presente trabajo de investigación “Producción de forraje hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare l.*) y maíz (*Zeamays l.*) con la aplicación de tres hormonas”, con el objetivo de evaluar tres hormonas en cebada y maíz en un sistema de FVH. Los resultados de proteína: la cebada con aplicación de CYTOKIN® presentó el valor más alto (16,76%) mientras que el maíz con la misma hormona (13,14%). El porcentaje de fibra más alto se encontró en la cebada con CYTOKIN® (19,45%), mientras que en el maíz presentó valores más bajos con CYTOKIN® (13,14%). Finalmente, se observó que la cebada reportó los mejores resultados en los análisis bromatológicos (Proteína, fibra bruta, cenizas, grasa); y valores más bajos en el maíz. Concluyendo que se debe considerar el cultivo hidropónico de la cebada.

Jiménez (2013), en Ecuador, realizó el trabajo de investigación “Producción de forraje verde hidropónico de trigo y cebada, en diferentes épocas de cosecha en la quinta experimental Punzara”, con el objetivo de determinar la biomasa, valor nutritivo del trigo y cebada cultivado en sistema hidropónico. El resultado en la producción de FVH de cebada y trigo, existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos (tiempo de cosecha, 17, 21 y 25 días). Concluyendo que el FVH de cebada y trigo cuenta con el porcentaje de proteína y fibra para aportar a la nutrición del bovino. El porcentaje de proteína de la cebada fue mayor en los 17 días, con 11,39 % en BS y en cuanto a la fibra fue mayor en BS a los 25 días con 36,56 %. A diferencia del FVH de trigo, que el mayor porcentaje de proteína fue de 13,91 % en BS y fibra con 17,60 en BS % a los 25 días.

Vargas (2015), en Bolivia realizó el trabajo de investigación “Rendimiento de sorgo (*Sorghum bicolor*) y cebada (*Hordeum vulgare*) bajo tres densidades de siembra como forraje verde hidropónico”; con el objetivo de evaluar el rendimiento del sorgo y cebada bajo tres densidades de siembra, para la producción de FVH. En los resultados se destaca el sorgo con una densidad de siembra de 2.5Kg/m<sup>2</sup> en relación al otro cereal y densidades de siembra, que obtuvo un rendimiento de 12.9 Kg/m<sup>2</sup> con un contenido de proteína de 17.19% y, siendo una alternativa para los productores agropecuarios. Concluyendo que el contenido de proteína cruda para el sorgo fue de 17.2% y la cebada alcanzó el 12%, los tiempos de cosecha juegan un papel muy importante para la definición de esta variable.

Huiza (2015), en Bolivia, realizó el trabajo de investigación “Evaluación de la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*) bajo tres niveles de abonamiento con té de humus de lombriz”, con el objetivo de evaluar el efecto del Té de humus de lombriz como abono foliar sobre la producción y calidad nutricional de la avena y cebada en la producción de FVH, cultivadas en ambiente protegido. Concluyéndose que las propiedades nutritivas del forraje como la materia seca, energía, proteína, cenizas y minerales, no todos están ligados a la aplicación de té de humus de lombriz, en la materia seca el mejor resultado la avena con un promedio de

22,22% y la cebada con 12,89%. La cantidad de proteína en el FVH tiene un efecto directo con la aplicación del té de humus de lombriz y el tipo de grano forrajero el T2 presento mayores porcentajes de proteína en la avena y cebada con 33,68% y 26,12%.

Coaquira (2018), en Perú- Arequipa, realizó el trabajo de investigación “Evaluación de soluciones nutritivas y tiempos de cosecha, en cebada forrajera cv. Nacional (*hordeum vulgare L.*) producido como forraje verde hidropónico, en la Región Arequipa”, con el objetivo de determinar la influencia de tres soluciones nutritivas y dos tiempos de cosecha, sobre el crecimiento, rendimiento y valor nutritivo del cultivo de cebada cv. Nacional como forraje verde hidropónico. Los resultados obtenidos demostraron el efecto positivo de las aplicaciones de soluciones nutritivas sobre longitud de parte aérea, conversión de semilla y biomasa y análisis bromatológico; además de mostrar el tiempo de cosecha de 18 días favorece a la longitud de parte aérea y conversión de semilla a biomasa; mientras que el tiempo de cosecha 12 días favoreció al valor nutricional del forraje verde hidropónico.

Candia (2014), en Perú- Cajamarca, realizó el trabajo de investigación “Evaluación de la calidad nutritiva de forraje verde de cebada (*Hordeum vulgare*) hidropónico, fertilizado con soluciones de guano de cuy *Cavia porcellus* a dos concentraciones”, con el objetivo de evaluar la calidad nutricional del forraje verde hidropónico de cebada fertilizada con soluciones de guano de cuy. Como resultados en el análisis químico de las soluciones de guano de cuy encontró 4,14% y 8,09% de Materia Seca y 2,77% y 5,56% de Materia orgánica en soluciones de guano de cuy de 100 g/L agua y 200 g/L agua, respectivamente. Se concluye que las soluciones de guano de cuy son una alternativa orgánica de fertilización para el forraje hidropónico de cebada debido a la calidad de nutrientes que ofrece a la planta.

Contreras *et al.*, (2008), en Perú, realizaron el trabajo de investigación “Influencia de dos soluciones nutritivas en la composición química y producción de la cebada hidropónica”; con el objetivo de evaluar la influencia de dos soluciones nutritivas sobre la composición química de materia seca, materia orgánica y proteína cruda; altura de planta, producción de: masa forrajera,

materia seca, materia orgánica y proteína cruda. Las soluciones nutritivas no influyeron ( $P>0,05$ ) sobre el contenido de la materia seca, cuya media fue de 8,39%. Las parcelas regadas sin solución nutritiva (testigo) presentaron un mayor contenido de materia orgánica (95,42%). La solución nutritiva de la (UNH) posibilitó mayor proteína cruda (13,74%) en comparación al testigo, pero similar a la solución de la UNALM.

Paquiyauri y Quispe (2013), en Perú, realizaron el trabajo de investigación “Influencia de niveles de azufre en la producción, composición química bromatológica y la digestibilidad del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*)”; con el objetivo de evaluar la influencia de los niveles de azufre en la producción, composición química bromatológica y digestibilidad del forraje verde hidropónico de la cebada. En la composición química bromatológica los porcentajes de PC y ELN, el nivel 0 ppm de S presentó mayores contenidos, con 12.95 % y 55.19 %, en la fibra cruda y fibra detergente neutro el nivel que resalto con mayor respuesta fue el 30 ppm de S, con 23.61 % y 65.95 %, en extracto etéreo y ceniza el nivel que presentó mayor respuesta es el 40 ppm de S con 3.88 %, 4.61%. Se concluye que se puede utilizar del azufre como fuente para el mejoramiento de la producción de biomasa y altura de tallo. Carhuapoma *et al.*, (2014), en Perú, realizaron el trabajo de investigación “Producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) usando efluente de piscigranja de truchas”, con el objetivo de determinar el efecto del efluente de pozas de trucha sobre la producción de forraje verde hidropónico de cebada (FVH). Las variables evaluadas fueron: tiempo de desarrollo del biofiltro, contenido de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en el biofiltro completamente desarrollado, porcentaje de proteína y altura de planta los días 4, 8, 12 y 16 de producción. Dentro de los resultados se encontró los valores de proteína bruta del FVH en materia fresca obtenidos para el T2 fueron 13.02 % a los 4 días, 14.07% a los 8 días, 15.56% a los 12 días y 16.98% a los 16 días. Llegando a la conclusión que es factible utilizar el efluente de piscigranjas para la producción de FVH de cebada.

Ccente y Cornejo (2016), en Perú, realizaron el trabajo de investigación "Influencia de diferentes concentraciones de biol y tiempo de cosecha en la

composición química y producción de cebada hidropónica"; con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes concentraciones de biol y tiempos de cosecha sobre la composición química ("PC", "MS", "MO"). Los resultados en la composición química muestran que los valores más altos, para PC fueron 15.89 % a los 15 días de cosecha y 15.74% a concentración 100% de biol, en cuanto a la MS se posibilitó tenores mayores (12.53 %) a los 25 días de cosecha y 11.86% con 50 % de concentración de biol, para la MO se lograron cifras más elevadas a los 15 días de cosecha (95.32 %) y 95.02% al 0 % de concentración de biol. Se concluye que el uso del biol podría ser una alternativa utilizable para paliar los problemas de escasas de nutrientes en el forraje.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Hidroponía**

La palabra hidroponía significa trabajo en agua; actualmente la palabra involucra todas aquellas formas en que se cultivan plantas con algún soporte (arena, grava, carbón, etc.), sin el uso de suelo, en donde son alimentadas mediante una solución de nutrimentos minerales (sales minerales) que se les suministra por medio del agua de riego (Guzmán, 2004).

Esta técnica permite cosechas en períodos más cortos que la siembra tradicional, mejor sabor y calidad del producto, mayor homogeneidad y producción; también favorece un ahorro considerable en el uso del agua de riego en la época seca y es una técnica económica, eficiente y racional en cuanto a la aplicación de los nutrimentos minerales (sales minerales o fertilizantes), además de disminuir los problemas relacionados con enfermedades de la raíz, esto genera una menor aplicación de plaguicidas (Guzmán, 2004).

### **2.2.2. Forraje verde hidropónico (FVH)**

El FVH es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. La producción de biomasa vegetal es de alta sanidad y calidad nutricional, el FVH se produce

en un periodo de 9 a 25 días en cualquier época del año y en cualquier lugar siempre que se establezca las condiciones mínimas necesarias para ello como humedad, periodos de oscuridad y de luz tenue (FAO 2001).

El FVH sirve para la alimentación de animales como cuyes, vacunos, ovinos y otros herbívoros, su producción es el resultado de un proceso de germinación de granos sobre bandejas, las semillas utilizadas para obtener forraje hidropónico pueden ser: sorgo, maíz, cebada, avena, trigo, vicia, entre otras (Álvarez, 2012).

El FVH no posee problemas de plagas y enfermedades significativos, el principal problema que se puede presentar en el proceso de producción es la aparición de hongos. (Espíritu y Herrera, 2012).

#### **2.2.2.1. Importancia del FVH**

El FVH es un forraje de alta calidad superior a otros forrajes (PT. 19.4%, NDT. 75%, Grasa. 3.15% y una Digestibilidad 90%), el cual se suministra al ganado en forma completa (hojas, tallos, semillas y raíces) constituyendo una completa formula de carbohidratos, azúcares, proteínas, minerales y vitaminas. Su aspecto, sabor, color y textura le confieren gran palatabilidad a la vez que aumenta la asimilación de otros alimentos (Tarrillo, 2008).

El FVH es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (12 a 16 días) captando energía del sol, dependiendo las especies a la que queramos alimentar en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas (Chumbes y Espinoza, 2005).

#### **2.2.2.2. Ventajas de FVH**

Ahorro de agua: en el sistema de producción del 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

(Rodríguez, 2000). 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 (Sánchez, 2000).  
Eficiencia en el uso del espacio: el sistema de producción del 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 del FVH 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 (Hidalgo, 1985).

### **2.2.3. La Cebada**

La cebada, al igual que el resto de los cereales es un alimento que proporciona una gran energía (354 kcal/100g), el poder energético de la cebada procede principalmente de su riqueza en hidratos de carbono (76,38 %). (PDLA, 2005)  
La raíz de la planta es fasciculada y en ella se pueden identificar raíces primarias y secundarias, el tallo de la cebada es una cañahueca que presenta de siete a ocho entre nudos, separados por diafragmas nudos los entrenudos son más largos a medida que el tallo crece desde la región basal. Las hojas están conformadas por la vaina basal y la lámina, las cuales están unidas por la lígula y presentan dos prolongaciones membranosas llamadas aurículas. Las hojas se encuentran insertadas a los nudos del tallo por un collar o pulvinus, que es un abultamiento en la base de la hoja. Su espiga es la inflorescencia de la planta; se considera una prolongación del tallo, la cual es similar a la de las demás plantas gramíneas, y presenta reducción del periantio. (PDLA, 2005)

#### **2.2.4. Humus de lombriz**

El humus de lombriz es una fuente de abono utilizada en la producción de cultivos. Resulta de la recolección de deyecciones de lombrices, las cuales son mantenidas en criaderos acondicionados para tales fines, denominados camas lombriceras, es un sustrato estabilizado de gran uniformidad, contenido nutricional y con una excelente estructura física, porosidad, aireación, drenaje y capacidad de retención de humedad (Pérez *et al.*, 2008).

Humus es la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos. En consecuencia, se encuentra químicamente estabilizada como coloide; regula la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo. Esto puede ocurrir en forma natural en los bosques en un periodo de 5 años promedio o en un lapso de un año en el cual la materia defecada es comida por otras lombrices y así sucesivamente miles de veces (Capistrán *et al.*, 2004).

##### **2.2.4.1. Composición del humus de lombriz**

El abono producido por las lombrices no tiene restricciones para su uso y contribuye a lograr resultados positivos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Es un material natural que no es tóxico para los humanos, los animales, las plantas o el ambiente a diferencia de los fertilizantes químicos, este puede ser utilizado puro, sin riesgo de afectar a las plantas, además de mejorar la producción de ellas, también conserva e incrementa la fertilidad de los suelos, mejora su estructura, retiene de manera óptima el agua y el aire, reduce la contaminación y tiene sustancias activas que favorecen las condiciones del suelo y de las plantas que crecen sobre él (Capistrán *et al.*, 2004).

La composición y calidad de la lombricomposta está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz. Un manejo adecuado de los desechos, una mezcla bien balanceada, permite obtener un material de excelente calidad (Martinez, 1996).

Sin embargo, se puede mencionar que esta contiene altas tasas de microorganismos como bacterias, actinomicetos, y hongos. También

contiene niveles medios de fitohormonas como citoquininas, giberelinas, y auxinas. Así mismo se ha consignado que tiene un alto nivel de actividad enzimática de los grupos deshidrogenasa, fosfatasa y ureasa. (Corlay *et al.*, 1999).

Es sobresaliente su contenido de materia orgánica (55-70%), humina, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos su pH generalmente oscila entre 6.7 y 7.2, contiene la mayoría de los nutrientes esenciales requeridos por las plantas (macro y micronutrientes) (Capistrán, *et.al*, 2004).

#### **2.2.4.2. Té de humus**

El té de humus es una difusión líquida de una rica composta siendo un abono muy potente para la alimentación de cualquier tipo de planta, con el proceso de “extraer” los minerales y microorganismos que están en el humus sólido, se produce un líquido de manera 100% natural, orgánico y además rico en minerales y así se hacen disponibles para las plantas (Capistrán *et al.*, 2004).

El humus de lombriz sólido puede ser tratado con agua y obtener soluciones acuosas que contienen la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en el mismo a lo que se denomina comúnmente como “humus líquido” que al ser aplicado foliarmente actúa como estimulador del crecimiento, además de proveer al cultivo de algunos de los principales nutrientes solubles en el mismo (Almaguer *et al.*, 2012).

El té de humus de lombriz está compuesta principalmente por 84 mg/l de nitrógeno total, Fosforo total 27 mg/l y Potasio 700 mg/l, dentro de sus propiedades químicas (Guarachi, 2018)

#### **2.2.5. Composición química**

Se refiere a la cantidad de nutrientes orgánicos y minerales presentes, así como la existencia de factores o constituyentes que influyen sobre la calidad de los pastos y forrajes (Gonzales *et al.*, 2001).

Composición química se refiere a qué sustancias están presentes en una determinada muestra y en qué cantidades, las cuales corresponden al contenido

de proteínas, grasa, humedad, cenizas, minerales y vitaminas (Farre *et al.*, 2001).

**Materia seca:**

Es igual al 100% menos el porcentaje de humedad o agua que contiene la muestra y representa a todos los nutrientes presentes en la muestra como la proteína, fibra, grasa, minerales, etc (Melendez, 2015).

Materia seca (MS) expresa el contenido de materia seca de un alimento y se obtiene secando la muestra en una estufa con circulación forzada de aire a 60°C hasta peso constante, para eliminar el contenido de agua; su valor es importante, pues los resultados de todas las demás determinaciones se expresan en base seca (Bondi, 1988).

La composición de la materia seca depende de las proporciones relativas de las paredes celulares y contenido celular. Las paredes celulares constan de celulosa y hemicelulosa reforzada con lignina; las concentraciones de ambos componentes polisacáridos aumentan con la madurez, al igual que la lignina, lo que reduce la digestibilidad de los polisacáridos. El contenido celular incluye los hidratos de carbono solubles incluyen fructanos y los azúcares de glucosa, fructosa, sacarosa, rafinosa y estaquirosa (Mc Donald *et al.*, 2011).

**Proteína cruda (PC):**

Este análisis tiene como principio la determinación del contenido de nitrógeno de un alimento. La proteína cruda consiste en proteína verdadera (amino ácidos contenidos en cadenas polipeptídicas) y nitrógeno no proteico (amidas, nitratos, ciertas vitaminas, urea, amino ácidos individuales, etc.); este contenido es multiplicado por el factor 6.25 para convertir el valor de nitrógeno a PC (McDonald, 2002).

La relación entre el contenido de nitrógeno y el peso total de una proteína es muy constante, 16% de nitrógeno o un valor de 6.25; por eso, se puede estimar el peso de la proteína conociendo el peso del N que contiene (p. ej. por el método Kjeldahl) y multiplicándolo por 6,25 (Barreto, 2010).

La proteína cruda está conformada por dos fracciones: la Proteína Verdadera que son las cadenas de aminoácidos y el Nitrógeno no Proteico compuesto de

aminas, aminoácidos libres, pigmentos, sales de amonio, alcaloides, glucósidos, etc. (Alcázar, 1997).

#### **Materia inorgánica (MI):**

La determinación del contenido en cenizas consiste en la oxidación de toda la materia orgánica contenida en la muestra, sometiendo a ésta a una combustión en un horno a 600 °C durante 2 horas, hasta conseguir una ceniza blanquecina (AOAC, 1990).

Las cenizas se obtienen luego que el material combustible se ha quemado en un horno a una temperatura de 500 y 600 °C; algunos elementos minerales, como el yodo y el selenio, podrían ser volátiles y se pierden al convertir la sustancia en ceniza. Normalmente, estos elementos representan solo un porcentaje muy pequeño del total, de manera que el error es muy pequeño (Church, 2009).

Corresponden a los elementos minerales de los alimentos o tejidos biológicos, determinados quemando (convirtiendo en cenizas) la materia orgánica y pesando el residuo (que son las cenizas). Durante la incineración, la materia orgánica del material en estudio se oxida, y los minerales que se encuentran en combinaciones orgánicas pasan a forma inorgánica; la determinación no proporciona información sobre los elementos específicos presentes, ya que las cenizas pueden incluir tanto el carbono precedente de la materia orgánica como los carbonatos, si existe un exceso de los minerales en forma de bases (Fuller, 2004).

#### **Materia orgánica (MO):**

El alimento es incinerado a 600°C para quemar todo el material orgánico, el material inorgánico no destruido se llama ceniza y el destruido es la materia orgánica (Barreto, 2010).

Cualquier material en el que el carbono puede recuperarse en forma de dióxido de carbono como resultado del proceso de oxidación. Con respecto a una ración, la materia orgánica es igual a la pérdida de peso que experimenta una muestra seca como consecuencia de la combustión (materia seca, menos cenizas). En los animales, la materia orgánica es la fuente de (energía) durante

el proceso de combustión en el que se producen H<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> y otros productos finales hidrosolubles (Fuller, 2004).

#### **2.2.6. Valor nutricional de FVH de cebada**

El forraje forraje verde hidropónico, posee composiciones químicas de fibra cruda 16 %, proteína cruda 19.4%, digestibilidad 85%, grasa 3.2 %, carbohidratos 58.4% (Gómez, 2007).

#### **2.2.7. Tiempos de cosecha**

Se refiere a la importancia óptima de la utilización de la cebada como forraje y el criterio de uso como alimento en forraje (Gaggiotti,1996).

Moreno (2000), menciona que para saber cuándo realizar la cosecha se debe hacer cuando la plántula ha alcanzado una altura promedio de 25 cm. Este desarrollo demora de 8 a 12 días, dependiendo de la temperatura, las condiciones ambientales y las frecuencias del riego.

Según la FAO (2002), En términos generales, entre los días 12 a 14 se realiza la cosecha del cultivo hidropónico.

Bonner y Galston, (1961); Koper, (1962); Simón y Meany, (1965); Fordham *et al*,(1975), 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. Citados todos ellos por (Hidalgo, 1985).

### **2.3. Hipótesis**

#### **2.3.1. Hipótesis general:**

**Ha:** Existe efecto del té de humus de lombriz y tiempos de cosecha en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*)

**Ho:** No existe efecto del té de humus de lombriz y tiempos de cosecha en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*)

#### **2.3.2. Hipótesis específico:**

**Ha:** Existe efecto del té de humus respecto los parámetros de producción en tenores de producción de forraje en verde (kg/m<sup>2</sup>) y producción de forraje seco

(kg/m<sup>2</sup>), altura de planta (cm) en las diferentes dosis de té de humus de lombriz y tiempos de cosecha.

**Ho:** No Existe efecto del té de humus respecto los parámetros de producción en tenores de producción de forraje en verde (kg/m<sup>2</sup>) y producción de forraje seco (kg/m<sup>2</sup>), altura de planta (cm) en las diferentes dosis de té de humus de lombriz y tiempos de cosecha.

**Ha:** Existe efecto del té de humus respecto a la composición química en términos de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), materia inorgánica (MI) y proteína cruda (PC) del forraje verde hidropónico de cebada respecto a las diferentes dosis de té de humus de lombriz y tiempos de cosecha.

**Ho:** Existe efecto del té de humus respecto a la composición química en términos de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), materia inorgánica (MI) y proteína cruda (PC) del forraje verde hidropónico de cebada respecto a las diferentes dosis de té de humus de lombriz y tiempos de cosecha.

## 2.4. Definición de términos

**Forraje verde hidropónico:** Es un desarrollo tecnológico que viene a complementar las características productivas naturales de la tierra, que permite mejorar la competitividad de la producción ganadera ante el inminente avance de la agricultura, siendo un método utilizado para cultivar plantas usando disoluciones minerales en vez de suelo agrícola (Tapia, 2018)

**Cebada:** Es una planta monocotiledónea anual perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas); a su vez, es un cereal de gran importancia tanto para animales como para humanos y es el quinto cereal más cultivado en el mundo (Huiza, 2015)

**Humus:** es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos descomponedores como hongos, bacterias y lombrices. Se caracteriza por su color negruzco debido a la gran cantidad de carbono que contiene (Jimenez, 2013)

**Té de Humus:** Es un producto líquido, derivado del humus de lombriz, elaborado con formulación propia y exclusiva (Guarachi, 2018)

## 2.5. Identificación de variables

### 2.5.1. Variable Dependiente:

#### Parámetros productivos:

- Producción de forraje en verde (Kg/m<sup>2</sup>)
- Producción de forra en seco (Kg/m<sup>2</sup>)
- Altura de planta (cm)

#### Composición química:

- Materia seca (%MS)
- Proteína cruda (%PC)
- Materia orgánica (%MO)
- Materia inorgánica (%MI)

### 2.5.2. Variables Independientes:

Tiempo de cosecha (12, 15, 18 y 21 días)

Concentración de té de humus (0%, 25%, 50%, 75% y 100%)

## 2.6. Definición operativa de variables e indicadores

Variable		Indicador	Escala
Dependiente	Parámetros productivos	Producción de forraje en verde (Kg/m <sup>2</sup> ) Producción de forraje en seco (Kg/m <sup>2</sup> ) Altura de planta en (cm)	Razón
	Composición química	MS % PC % MO % MI%	Razón

Independiente	Tiempos de cosecha	12 días 15 días 18 días 21 días	Intervalo
	Dosis de té de humus	0% 25% 50% 75% 100%	Razón

\*MS= materia seca, PC= proteína cruda, MO= materia orgánica, MI= materia inorgánica.

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Ámbito temporal y espacial**

##### **3.1.1. Ámbito temporal**

El análisis de muestras y procesamientos de datos del presente trabajo de investigación se realizaron entre los meses de enero a julio del año 2022

##### **3.1.2. Ámbito espacial**

El presente trabajo de investigación se realizó en el fitotoldo , ubicado en el Jr. Amazonas N° 304 del Distrito de Ascensión Provincia, Departamento y Región de Huancavelica. El procesamiento y análisis de muestras se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos LUNEA, de la Escuela Profesional de Zootecnia, Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Nacional de Huancavelica.

#### **3.2. Tipo de investigación:**

Aplicada, ya que tiene por objeto resolver problemas prácticos y de interés social, fundamentado en la investigación básica y busca nuevos conocimientos de aplicaciones prácticas (Lozano, 2011)

#### **3.3. Nivel de investigación:**

Explicativa, porque el efecto es la variable dependiente ya que depende de lo que ocurra en el tratamiento. El investigador no manipula la variable independiente (tratamiento) que ha ocurrido en el transcurso natural de los eventos (Lozano. 2011)

### 3.4. Método de investigación:

Método Científico, es un proceso sistemático por medio del cual se obtiene el conocimiento científico basándose en la observación y la experimentación (Cupani 2006).

### 3.5. Diseño de investigación:

Para evaluar la composición química se utilizó un arreglo factorial de 5 x 4 conducido en un el diseño completamente al azar, donde el factor A, corresponde al nivel te de humus y el factor B, corresponde a los tiempos de cosecha, cuyos tratamientos será de 20 tratamientos con 5 repeticiones, haciendo un total de 100 unidades experimentales, de acuerdo al siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = u + A_i + B_j + (A*B)_{K} + E_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$ = Variable dependiente estudiada (composición química y producción de forraje en verde, seco kg/m<sup>2</sup> y altura de planta)

$u$  = Media general;

$A_i$ = Efecto del factor A concentración de té de humus, para  $j$  (0%, 25%, 50%, 75%, 100%)

$B_j$ = Efecto del factor B tiempos de cosecha, para  $i$  (12, 15, 18, 21 días)

$A*B$ = Efecto de la interacción del factor A y B.

$E_{ijk}$ =Error experimental. Se asume que están normalmente e independientemente distribuidos con una media 0 y variancia  $\sigma^2_e$ .

### 3.6. Población, muestra y muestreo

#### 3.6.1. Población

Se utilizó 25 Kg de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*).

### **3.6.2. Muestra**

Se manejó 20 tratamientos (tiempos de cosecha) con 05 repeticiones equivalentes a 100 bandejas de 17cm x 21 cm con una densidad de siembra de 7 Kg/m<sup>2</sup>

### **3.6.3. Muestreo**

Se realizó un muestreo no probabilístico del tipo intencional porque seleccionamos directa e intencionadamente los individuos de la población (Lagares y Puerto 2001).

## **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.7.1. Técnica para determinar la composición química**

**Association of official analytical chemists:** para determinar materia seca MS, materia orgánica MO, materia inorgánica MI, y proteína cruda PC (AOAC, 1990).

### **3.7.2. Instrumentos para la composición química**

- Ficha de análisis de la materia seca.
- Ficha de análisis de proteína bruta.
- Ficha de análisis de materia orgánica.
- Ficha de análisis de materia inorgánica.

## **3.8. Procedimientos de recolección de datos**

### **3.8.1. A nivel de campo:**

Cosecha día 12, 15, 18, 21 : se realizó con la recolección directa del FVH de cebada de las bandejas y respectivo pesaje de cada una de ellas.

Se registró el peso de cada una de las bandejas cosechadas.

Se relizo la medida de altura del FVH

### **3.8.2. A nivel de laboratorio:**

#### **3.8.2.1. Composición química**

- Determinación de materia seca: se realizó con la estufa donde se registró los datos de los pesos de la muestra del FVH de cebada después

de se sometió a altas temperaturas hasta que mantenga un peso constante. Cada muestra llevada pasó por un tratamiento en el cual el pasto es convertido en harina donde, posterior a su pesaje en fresco, se coloca en un horno a una temperatura de 60 °C durante 48 horas. Es aquí donde el agua se evapora y el alimento seco restante se denomina materia seca a 60°C. En este proceso, se llevó el forraje hasta una temperatura en la cual, si se hubiese mantenido por más tiempo dentro del horno, no hubiese perdido mayor cantidad de agua. El mismo procedimiento se repitió, pero para una temperatura mayor, la cual provee el dato porcentual de materia seca a 105 °C (Chacón, 2008).

- **Determinación de proteína:** Previamente a la medición la muestra se homogenizó, se molió y secó en una estufa. Mediante el análisis de N<sub>2</sub>/proteína por el método de combustión directa DUMAS con un equipo FP-528. Se pesó para el análisis, 100 mg de la muestra seca. El ciclo de análisis incluyó tres etapas: Purga, combustión y análisis; el resultado final, es expresado como % en peso de N<sub>2</sub> o N<sub>2</sub>/proteína (AOAC, 1995).
- **Determinación materia orgánica:** Se analizó de la siguiente manera: Se incinero la muestra a 600°C para quemar todo el material orgánico, el material inorgánico no destruido se llama ceniza y el destruido es la materia orgánica (Barreto, 2010).

Con respecto a una ración, la materia orgánica es igual a la pérdida de peso que experimenta una muestra seca como consecuencia de la combustión (materia seca, menos cenizas). En los animales, la materia orgánica es la fuente de (energía) durante el proceso de combustión en el que se producen H<sub>2</sub>O Y CO<sub>2</sub> y otros productos finales hidrosolubles (Fuller, 2004).

- **Determinación de materia inorgánica:** Se analizó de la siguiente manera: se pesó con precisión 1,5 gramos de muestra seca en un crisol previamente pesado. Para ello se utilizó la muestra seca obtenida de la determinación de humedad por secado en estufa, luego se colocó el

crisol con la muestra en la mufla precalentada a 550 °C durante 1 hora y se transfirió el crisol al desecador. Se dejó enfriar, se pesó inmediatamente y se calculó el porcentaje de cenizas (A.O.A.C, 1995.)

**Expresión de resultados:**

El contenido de cenizas en la muestra seca expresada en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ Cenizas} = 100 \times (P3 - P1) / (P2 - P1)$$

Donde:

P1: Peso del crisol vacío en gramos.

P2: Peso del crisol más la muestra seca en gramos.

P3: Peso del crisol + las cenizas en gramos.

### **3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Los datos obtenidos de cada bandeja se ordenaron y clasificaron usando el programa Microsoft Excel 2010, se utilizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 10 repeticiones; y el software estadístico utilizado fue *Statistical Analysys System (SAS)* versión 9.

## CAPITULO IV

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Resultados.

**Evaluar la producción de forraje en verde y seco, altura de planta en las diferentes dosis de té de humus de lombriz y tiempos de cosecha**

Los diferentes dosis de humus de lombriz y tiempos de cosecha influyen significativamente ( $p < 0.05$ ), sobre la producción de materia verde ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ) mostrado en la Tabla N° 01.

**Tabla N° 01**

Anava de producción de materia verde ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Días de cosecha (C)	3	1817.483227	605.827742	19.64	<.0001
Dosis de humus (H)	4	1174.797186	293.699297	9.52	<.0001
C*H	12	912.223478	76.018623	2.46	0.0086
Error	80	2468.319560	30.853994		
Total corregido	99	6372.823451			
R2		0.612680			
C.V. (%)		14.92207			

Resultando que a los 12 días de las dosis de té de humus de lombriz no tienen ningún efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la producción de materia verde ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). A los 15, 18 y 21 días de cosecha la adición de dosis de té de humus de lombriz tuvo un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) mejorando la producción de materia verde ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), tal como se muestra en la Tabla N° 02.

**Tabla N° 02**Comparación de medias de rendimiento de materia verde (kg/m<sup>2</sup>)

Tiempos de cosecha (días)	Niveles de té de humos					C.V. (%)	Prob.
	0%	25%	50%	75%	100%		
12	28.18 Ca	32.56a	34.73a	31.87a	28.28a	13.31093	0.0882
15	30.56 Bb	36.112ab	40.12 a	37.23ab	33.20 ab	13.34418	0.0416
18	28.338Cb	41.118a	39.696a	44.610a	46.666a	10.16229	<.0001
21	33.412Ab	42.062ab	38.172ab	46.516ab	50.242a	17.69047	0.0155

**C.V. (%)****Probabilidad**<sup>a,b</sup> medias con superíndices diferentes entre columnas son significativamente diferentes (P<0,05).<sup>A,B</sup> medias con superíndices diferentes entre filas son significativamente diferentes (P<0,05).

La producción de materia seca (kg/m<sup>2</sup>) es influenciada significativamente (p<0.05) por los tiempos de cosecha, mostrado en la Tabla N° 03

**Tabla N° 03**Anava de producción de materia seca (kg/m<sup>2</sup>)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Días de cosecha (C)	3	15.53840300	5.17946767	15.97	<.0001
Dosis de humus (H)	4	0.89816600	0.22454150	0.69	0.5994
C*H	12	4.58212200	0.38184350	1.18	0.3135
Error	80	25.94360000	0.32429500		
Total corregido	99	46.96229100			
<b>R2</b>		<b>0.447565</b>			
<b>C.V (%)</b>		<b>17.15423</b>			

La producción de materia seca (kg/m<sup>2</sup>), cosechados a los 12 y 15 días son superiores significativamente (p<0.05) frente a los 18 y 21 días de cosecha del forraje verde hidropónico de la cebada, detallando que mientras incrementa los días de cosecha disminuye la producción de forraje en materia seca (kg/m<sup>2</sup>)

**Tabla N° 04**Comparación de medias de producción de materia seca (kg/m<sup>2</sup>)

Tiempos de cosecha (días)	Niveles de té de humos					C.V. (%)	Prob.
	0%	25%	50%	75%	100%		
12	3.7840Aa	3.9960Aa	4.2240A <sup>a</sup>	3.9080A <sup>a</sup>	3.6160A <sup>a</sup>	9.630674	0.1608
15	3.3660A <sup>a</sup>	3.222B <sup>a</sup>	3.7680B <sup>a</sup>	3.6680A <sup>a</sup>	3.1300C <sup>a</sup>	17.62842	0.4050
18	2.6440Ba	2.9060C <sup>a</sup>	2.8260C <sup>a</sup>	2.9920B <sup>a</sup>	3.0380C <sup>a</sup>	9.053072	0.1728
21	2.8880Ba	3.0960Ba	2.5080Ca	3.0600B <sup>a</sup>	3.3820Ba	17.91412	0.1683
C.V. (%)	2.345	3.2324	4.323	2.534	2.4123		
Probabilidad	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		

<sup>a,b</sup> medias con superíndices diferentes entre columnas son significativamente diferentes (P<0,05).<sup>A,B</sup> medias con superíndices diferentes entre filas son significativamente diferentes (P<0,05).

Los días de cosecha y las dosis de té de humus de lombriz influyen e significativamente (p<0.05), sobre la altura media de la hoja (cm) en forraje verde hidropónico de la cebada. Mostrado en la Tabla N° 05

**Tabla N° 05**

Anava altura media de la hoja (cm)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Días de cosecha (C)	3	586.2675000	195.4225000	264.53	<.0001
Dosis de humus (H)	4	115.6850000	28.9212500	39.15	<.0001
C*H	12	22.3950000	1.8662500	2.53	0.0071
Error	80	59.1000000	0.7387500		
Total corregido	99	783.4475000			
R2		0.924564			
C.V. (%)		7.048017			

Mientras se incrementa los días de cosecha (12, 15, 18 y 21) se observa en incremento de altura de planta (cm) de 7.40cm a 12.30cm (0% de humus), 7.80cm a 14.50cm (25% de humus), 8.80cm a 14.60cm (50% de humus), 8.70cm a 15.60cm (75% de humus) 9.30cm a 16.90cm (100% de humus), como se muestra en la tabla N° 06.

**Tabla N° 06**

Comparación de media de la altura media de la hoja (cm)

Tiempos de cosecha (días)	Niveles de té de humos de lombriz					C.V. (%)	Prob.
	0%	25%	50%	75%	100%		
12	7.40Cc	7.80Cbc	8.80Cab	8.70Cab	9.30C <sup>a</sup>	6.465941	<.0001
15	10.80Bc	11.1B0b	11.80Bb	12.50Bb	13.30Ba	3.253722	<.0001
18	10.80Bb	13.70Aa	14.50Aa	14.40Aa	14.70Ba	4.952547	<.0001
21	12.30Ac	14.50Abc	14.60Aabc	15.60Aab	16.90Aa	8.272679	0.0002
C.V. (%)							
Probabilidad							

<sup>a,b</sup> medias con superíndices diferentes entre columnas son significativamente diferentes (P<0,05).<sup>A,B</sup> medias con superíndices diferentes entre filas son significativamente diferentes (P<0,05).

4.1.2. Materia seca (MS), materia orgánica (MO), materia inorgánica (MI) y proteína cruda (PC) del forraje verde hidropónico de cebada respecto a las diferentes dosis de té de humus de lombriz y tiempos de cosecha.

El tiempo de cosecha y las dosis de té de humus de lombriz, afecta significativamente (p<0.05) en porcentaje de materia en la producción de forraje verde hidropónico de la cebada, presentado en la Tabla N° 07

**Tabla N° 07**

Anava de promedio de materia seca (%)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Días de cosecha (C)	3	491.9219080	163.9739693	109.85	<.0001
Dosis de humus (H)	4	41.8057760	10.4514440	7.00	<.0001
C*H	12	6.8676320	0.5723027	0.38	0.9659
Error	80	119.4141200	1.4926765		
Total corregido	99	660.0094360			
R2		0.819072			
C.V. (%)		13.17366			

El porcentaje de materia seca (%MS) se observó de 14.13% (0% de Humus), 12.56 (25% de humus), 12.56 (75% de humus) y 12.496% (100% de humus) a los 12 días de

cosecha, siendo los mejores datos significativamente ( $p < 0.05$ ) en %MS en el forraje verde hidropónico del presente trabajo, presentado en la Tabla N° 08.

**Tabla N° 08**

Comparación de media de la materia seca (%)

Tiempos de cosecha (días)	Niveles de té de humos					C.V. (%)	Prob.
	0%	25%	50%	75%	100%		
12	14.1300Aa	12.5600Aab	12.1880Ab	12.5620Aab	12.4960Aba	7.015721	0.0218
15	12.0480Ba	10.4080Bb	9.4460Bb	9.7420Bb	9.4620Bb	6.924071	<.0001
18	8.7660Ca	7.5560Cab	7.0240Cb	6.5240Cb	6.8760Cb	8.808105	0.0002
21	8.6700Ca	7.3520Cab	6.5640Cb	6.6680Cb	6.7440Cb	9.868992	0.0007
C.V. (%)	1.684	6.141	1.435	2.34354	1.334		
Probabilidad	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		

<sup>a,b</sup> medias con superíndices diferentes entre columnas son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

<sup>A,B</sup> medias con superíndices diferentes entre filas son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

El porcentaje de materia mineral (%MM), es influenciado significativamente ( $p < 0.05$ ) por los días de cosecha en la producción de forraje verde hidropónico de la cebada, ver Tabla N° 09.

**Tabla N° 09**

Anava de promedio de materia mineral (%)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Días de cosecha (C)	3	1.10273100	0.36757700	170.29	<.0001
Dosis de humus (H)	4	0.01350600	0.00337650	1.56	0.1919
C*H	12	0.02793400	0.00232783	1.08	0.3893
Error	80	0.17268000	0.00215850		
<b>Total corregido</b>	<b>99</b>	<b>1.31685100</b>			
<b>R2</b>		<b>0.868869</b>			
<b>C.V. (%)</b>		<b>1.095928</b>			

Los tiempos de cosecha influye significativamente en el % de materia mineral, incrementando significativamente ( $p < 0.05$ ) al incrementar los días de cosecha. Tal como se muestra en la Tabla N° 10

**Tabla N° 10**

Comparación de media de la materia mineral (%)

Tiempos de cosecha (días)	Niveles de té de humos					C.V. (%)	Prob.
	0%	25%	50%	75%	100%		
12	4.07000	4.12600	4.09400	4.08800	4.09600	0.784526	0.1361
15	4.23200	4.23400	4.18800	4.18200	4.19600	0.824903	0.0708
18	4.27400	4.35400	4.21800	4.30600	4.30600	2.092973	0.2249
21	4.38400	4.37600	4.39200	4.39800	4.38800	1.110487	0.9632
C.V. (%)	<b>1.684</b>	<b>6.141</b>					
Probabilidad	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>					

<sup>a,b</sup> medias con superíndices diferentes entre columnas son significativamente diferentes (P<0,05).

<sup>A,B</sup> medias con superíndices diferentes entre filas son significativamente diferentes (P<0,05).

A nivel de la materia orgánica (%), los días cosecha tuvo efectos significativos en el forraje verde hidropónico de la cebada, de lo contrario no fue influenciado por las distintas dosis de té de humus de lombriz ver tabla N° 11.

**Tabla N° 11**

Anava de promedio de materia orgánica (%)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Días de cosecha (C)	3	1.10273100	0.36757700	170.29	<.0001
Dosis de humus (H)	4	0.01350600	0.00337650	1.56	0.1919
C*H	12	0.02793400	0.00232783	1.08	0.3893
Error	80	0.17268000	0.00215850		
Total corregido	99	1.31685100			
R2		0.868869			
C.V. (%)		0.048516			

Al incrementar los días de cosecha (12,15,18 y 21 días), la materia orgánica disminuye significativamente (p<0.05) sin importar las diferentes dosis de té de humus de lombriz en el forraje verde hidropónico de la cebada, según Tabla N° 12.

**Tabla N° 12**

Comparación de media de la materia orgánica (%)

Tiempos de cosecha (días)	Niveles de té de humos					C.V. (%)	Prob.
	0%	25%	50%	75%	100%		
12	95.93000	95.87400	95.90600	95.91200	95.90400	0.033496	0.1361
15	95.76800	95.76600	95.81200	95.81800	95.80400	0.036222	0.0708
18	95.72600	95.65600	95.78200	95.69400	95.69400	0.097106	0.3098
21	95.61600	95.62400	95.60800	95.60200	95.61200	0.050960	0.9632
<b>C.V. (%)</b>	1.684	6.141					
<b>Probabilidad</b>	<.0001	<.0001					

<sup>a,b</sup> medias con superíndices diferentes entre columnas son significativamente diferentes (P<0,05).

<sup>A,B</sup> medias con superíndices diferentes entre filas son significativamente diferentes (P<0,05).

El porcentaje de proteína (%) el influenciado (p<0.05) por los días de cosecha y las dosis de té de humus de lombriz en la producción de forraje verde hidropónico de la cebada, ver Tabla N° 13.

**Tabla N° 13**

Anava de promedio de proteína cruda (%)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Días de cosecha (C)	3	26.41757200	8.80585733	72.10	<.0001
Dosis de humus (H)	4	1.79778600	0.44944650	3.68	0.0084
C*H	12	10.21967800	0.85163983	6.97	<.0001
Error	80	9.77112000	0.12213900		
Total corregido	99	48.20615600			
<b>R2</b>		<b>0.797306</b>			
<b>C.V (%)</b>		<b>2.033799</b>			

Al producir el forraje verde hidropónico con 25% de dosis de te de humus de lombriz, se observó un mayor %PC con 18.418% al cosechar tan solo a los 12 dias, ver Tabla N° 14.

**Tabla N° 14**

Comparación de media de la proteína cruda (%)

Tiempos de cosecha (días)	Niveles de té de humos					C.V. (%)	Prob.
	0%	25%	50%	75%	100%		
12	18.1820ab	18.4180a	17.8520c	17.9440bc	17.9260bc	1.038025	<.0001
15	17.1660a	17.0420a	17.1000a	17.1220a	16.5200b	1.567816	0.0058
18	17.0020ab	16.8820ab	16.2760b	16.7400ab	17.1100a	2.320038	0.0262
21	16.0580c	16.9900b	16.5320bc	17.0240b	17.6360a	1.792360	<.0001
C.V. (%)	1.684	6.141					
Probabilidad	<.0001	<.0001					

<sup>a,b</sup> medias con superíndices diferentes entre columnas son significativamente diferentes (P<0,05).<sup>A,B</sup> medias con superíndices diferentes entre filas son significativamente diferentes (P<0,05).**4.2. Discusiones.**

Los valores máximos de rendimiento de materia verde (kg/m<sup>2</sup>) se expresaron en el día 21 con 100% de humus de lombriz 50.242(Kg/m<sup>2</sup>) datos inferiores a los que obtuvo Jiménez, (2013) 52.08 (Kg/m<sup>2</sup>) con periodo de cosecha de 25 días con abonamiento de solución nutritiva.

Los valores máximos de producción de materia seca (kg/m<sup>2</sup>) se expresaron en el día 12 con 50% de humus de lombriz 4.2240(Kg/m<sup>2</sup>) 12.16% datos superiores a los que obtuvo Candia, (2014) 8.09% de MS (Kg/m<sup>2</sup>) con periodo de cosecha de 11 días con abonamiento de guano de cuy.

Los valores máximos de altura media de la hoja (cm) se expresaron en el día 21 con 100% de humus de lombriz 16.90 cm. datos superiores a los que obtuvo Huiza, (2015) 22.33 cm con abonamiento de té de humus

Los valores máximos de materia seca en (%) se expresaron en el día 12 con 0% de humus de lombriz 14.1% datos superiores a los que obtuvo Candia, (2014) 8.09% con periodo de cosecha de 11 días con abonamiento de guano de cuy

El porcentaje de materia mineral (%MM) encontrado en presente trabajo de 4.39% al cosechar a los 21 días con 50% de dosis de te de humus de lombriz, es similar a lo reportado por Jimenez y Sanchez (2013).

El porcentaje de materia mineral (%MM) encontrado en presente trabajo de 4.39% al cosechar a los 21 días con 50% de dosis de te de humus de lombriz, es similar a lo reportado por Jimenez y Sanchez (2013).

Los valores máximos de proteína cruda (%) se expresaron el día 12 con 25% de dosis de humus es 18.4180% superior a lo mencionado por Jimenez y Sanchez (2013) 11.08%(PC) e inferior a 26.12%PC reportado por Huiza, et. Al., (2015).

## CONCLUSIONES

Las dosis del té de humus de lombriz incrementan el rendimiento de materia verde (kg/m<sup>2</sup>), rendimiento de materia seca (kg/m<sup>2</sup>) y altura de la hoja (cm), siendo mejor al adicionar 50% de dosis. Además de tener influencia en los tiempos de cosecha a los 21 días se obtiene mejores resultados de rendimiento de materia verde (kg/m<sup>2</sup>) y altura de hojas (cm), y a los 12 días de cosecha en el rendimiento de materia verde (kg/m<sup>2</sup>).

En la composición de Materia seca (%MS), materia orgánica (%MO) y proteína cruda (%PC) se obtiene al cosechar a los 12 días de cosecha y 25% de dosis de té de humus de lombriz. De lo contrario la materia mineral (%MM), se obtiene a los 21 días de cosecha y con los 50% de dosis de té de humus de lombriz.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar trabajos con te de humus de lombriz en otras especies de semillas como el maíz, trigo, avena entre otros. Hacer pruebas de degradabilidad en forraje verde hidropónico de cebada y otras especies.

Realizar las pruebas de composición química completa incluyendo fibra detergente neutra, fibra detergente acida, extracto etéreo, carbohidratos solubles, minerales como Ca, Hierro, Foforo, etc.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcázar, J. (1997). Bases para la alimentación animal y la formulación manual de raciones. La Paz, BO. 158 p.
- Almaguer I., Reyes J., Reyes V., Villa A, y Oniel P. (2012). ” Evaluación del efecto del humus líquido obtenido por tres métodos, en condiciones de maceta y de campo, utilizando maíz (*zea mays.l.*) y remolacha azucarera (*beta vulgaris, l*) respectivamente” revista científica DELOS. Desarrollo Local Sostenible Vol 5, N° 15 Universidad de Sancti Spiritus. p. 35.
- Álvarez, F. (2012). Producción de forraje verde hidropónico: una alternativa para alimentación de animales en periodos de carencia de pastos. Ed. P Forsyth. S.L. PE. Servicios generales. p. 13-19.
- Alvarez, N. (2018). Respuesta del forraje verde hidropónico a la aplicación de dos soluciones nutritivas en avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) en carpa solar. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía La Paz – Bolivia.
- Arango, S., (2019). Evaluación agronómica y valor nutritivo de avena (*Avena sativa*) bajo condiciones de restricción de lluvia, en la sierra central del Perú. Tesis Para optar el grado de maestro en nutrición. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima - Perú.
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. Décima Edición. Washington: Association of Official Agricultural Chemists.
- AOAC. (1995). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.
- Barreto, E. (2010). Nutricion y alimentacion animal. Bogota.
- Bondi, A. (1988). Nutrición Animal. 41a edición. Editorial Acribia Zaragoza-España.

- Cantunta, R. (2015). Efecto del abono orgánico líquido de humus, en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en condiciones de invernadero. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía La Paz – Bolivia.
- Calles, D. (2005). Evaluación de la producción y calidad de forraje verde hidropónico (F.V.H) de cebada con la utilización de diferentes niveles de azufre y su respuesta en ganado lechero. Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
- Calsamiglia, S. (1997). Nuevas bases para utilización de la fibra en dietas de rumiantes. Madrid, España.
- Candia, L. (2014). Evaluación de la Calidad Nutritiva de Forraje Verde de Cebada *Hordeum vulgare* Hidropónico, fertilizado con soluciones de guano de *Cavia porcellus* dos concentraciones. *Salud tecnol. vet.* (2), p. 55-62.
- Capistrán, F., Aranda, D. y Romero, J.C. (2004). Manual de Reciclaje, Compostaje, y Lombricompostaje. Instituto de ecología, A.C. Xalapa., Ver. México. p.155.
- Carhuapoma, W., Curi, G., Chávez, E., Contreras, J.L. (2014). Producción de Forraje Verde Hidropónico de Cebada (*Hordeum vulgare*) Usando Efluente de Piscigranja de Truchas Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería. Ciudad Universitaria de Paturpampa, Huancavelica, Perú. Laboratorio de Biotecnología Molecular -Facultad de Ciencias de Ingeniería UNH.
- Ccente, F., y Cornejo N.F. (2016). Influencia de diferentes concentraciones de biol y tiempo de cosecha en la composición química y producción de cebada hidropónica. Tesis Ing. Zootecnista, Universidad Nacional de Huancavelica – Perú.
- Cerrillo, M., Juárez, S., Rivera, A., Guerrero, M., Ramírez, L., 2012. Producción de biomasa y valor nutricional del forraje verde hidropónico de trigo y

avenaCaracas, Venezuela Interciencia, vol. 37, núm. pp. 906-913 Asociación Interciencia.

- Chumbes, F. y Espinoza, G. (2005). Forraje verde hidropónico para cuyes de exportación. Junín- Perú.
- Church, D.C., (2009). Fundamentos de nutrición y alimentación de animales, 2ª ed. México: Limusa, Pág. 29.
- Contreras, J., Cordero, A. Castro, P., Ccencho, E. (2008). Influencia de dos soluciones nutritivas en la composición química y producción de la cebada hidropónica. Quintaesencia 1(2). p. 63-67.
- Coaquira, G. (2018). Evaluación de soluciones nutritivas y tiempos de cosecha, en cebada forrajera cv. nacional (*Hordeum vulgare L.*) producida como forraje verde hidropónico, en la región Arequipa. Tesis Ingeniero Agrónomo y Agrícola, Universidad Católica Santa María, Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas. Arequipa - Perú.
- Corlay Ch., Ferrera, C.R., Etchevers, J., Echegaray, A.A. y Santizo, R. (1999). Cinética de grupos microbianos en el proceso de producción de compostas y Vermicompostas, Agro ciencia p.33 - 375-380.
- Diccionario de la Lengua Española (2005). Espasa – Calpe
- Dulanto M. (2001). Producción de Forraje verde por hidroponía. Curso Producción de cuyes. 21 y 22 junio. Cajamarca. INIA. 20p.
- Espíritu, R.Z. y Herrera, E. (2012). Crianza de cuy (*Cavia porcellus L.*): manejo tecnificado. Lima, PE. s.e. p. 22 -42.
- FAO, (2001). Forraje Verde Hidropónico. Manual técnico. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- FAO. (2002). Forraje Verde Hidropónico, Manual Técnico. Oficina Regional para América Latina y El Caribe. Santiago, Chile.79 pag.

- Farre Rovira, R., y Frasset Pons, L. (2001). Nutrición animal en carnes y embutidos. Madrid: sociedad española de nutrición .
- Fuller, M.F. (2004). The encyclopedia of farm animal nutrition, Editorial Acribia, S.A., Zaragoza (España). Pág. 136-139.
- González, J., Parra, R., y Combellas, J. (2001). Composición de valor nutritivo de los forrajes producidos en el trópico. Instituto de producción animal, facultad de agronomía.
- Gómez, M. (2007). Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L), con diferentes tiempos de cosecha y dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.). Tesis Ing. Zoot. Riobamba, EC. Escuela superior politécnica de Chimborazo. IX, 76 p.
- Guarachi, M.A. 2018. Evaluación del efecto de biol y té de humus de lombriz como fertilizante en el desarrollo del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*), bajo ambiente atemperado en el Centro Experimental Cota Cota. Tesis de grado UMSA. La Paz – Bolivia.
- Guzmán, G. (2004). Hidroponía en casa: Una actividad familiar. Ed. O Castillo. CR. s.e. 25 p.
- Herrera, E., Cerrillo, M., Juárez, A., Murillo, M., Ríos, F., Reyes, O., Bernal, H. (2010). Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo. *Interciencia* apr. Venezuela. vol. 35 (4). p. 284-289.
- Hidalgo LR. (1985). Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía. Evaluaciones Preliminares en Avena y Triticale. Universidad de Concepción. Chillán. Chile. 64 pp.
- Huiza, M. (2015). Evaluación de la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*) bajo tres niveles de

abonamiento con té de humus de lombriz. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía La Paz – Bolivia.

- Jiménez, J. (2013). Producción de forraje verde hidropónico de trigo y cebada, en diferentes épocas de cosecha en la quinta experimental Punzara. Tesis Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional de Loja – Ecuador, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables
- Lagares, P., y Puerto, J. (2001). Poblacion y muestra: tecnicas de muestreo. Europa: Management.
- Less, P. (1983). Ganadería hidropónica. Agricultura de las Américas. 32(10):16-2039-41.
- Lozano, H., (2011). Como Desarrollar El Proyecto De Investigación En Carreras De Ingeniería. Primera edición.
- Martínez, C. (1996). Potencial de la Lombricultura. México. Lombricultura Técnica Mexicana.
- McDonald L. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to the rate of passage. J. Agric. Sci. 92: 499-503.
- McDonald, P., Edwards, R., y Greenhalgh, J. (2002). Animal Nutrition. Pearson Education Ltd, Essex, UK.
- Mc Donald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2011). Animal Nutrition (SEPTIMA). England: PEARSON.
- Melendez, P. (2015). Las bases para entender un analisis nutricional de alimentos y su nomenclatura. Santiago de Chile.
- P.D.L.A. (2005). Producción de Forrajes Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano. Editorial Grafica Offset “VELOZ” Oruro – Bolivia. Pp. 80 – 95

- Paquiyaury; Z. y Quispe, A. (2013). Influencia de niveles de azufre en la producción, composición química bromatológica y la digestibilidad del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum Vulgare*). Tesis. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Pérez, A., Céspedes C. y Núñez P. (2008). Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en república dominicana Investigadores, Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Avenida Imbert #5, Las Carolinas, La Vega, República Dominicana.
- Rodríguez, A. 2000. Manual Práctico de Hidroponía. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Lima, Perú.
- Rodríguez A, Chang M, Hoyos M, Falcón F. (2004). Manual Práctico de Hidroponía. Centro de Investigación de Hidroponía y nutrición mineral. UNALM.
- Sánchez, A. 2000. Una experiencia de forraje verde hidropónico en el Uruguay. En Boletín Informativo No. 7
- Silva, D. (2017). Producción de forraje hidropónico de cebada (*Hordeumvulgare* l.) y maíz (*Zeamays* l.) con la aplicación de tres hormonas. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de Loja Ecuador Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables.
- Tapia, D. (2018). Evaluación del efecto de tres tipos de bioinsumos en el cultivo hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en el centro experimental de Cota Cota. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía La Paz – Bolivia.
- Tarrillo, H. (2008). Forraje Verde Hidropónico: Manual de Producción. Lima, PE. Editorial Forraje Hidropónico E.I.R.L. 41 p.
- Urresta, A. (2019). Evaluación de tres soluciones nutritivas con diferentes niveles de biol en la producción de forraje verde hidropónico de cebada

(*Hordeum vulgare*). Tesis Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra – Ecuador

- Valdivia, B. E. (1997). Producción de Forraje Verde Hidropónico. En: Rodríguez, D. A. (editor) Hidroponía Comercial. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Vargas, A. (2015). Rendimiento De Sorgo (*Sorghumbicolor*) y cebada (*Hordeumvulgare*) bajo tres densidades de siembra como forraje verde hidropónico. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia
- Verhulst N., François I., Grahmann K. y Govaerts, B. (2015). Eficiencia del uso de nitrógeno y optimización de la fertilización nitrogenada en la agricultura de conservación. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). México.

## APÉNDICE

### APÉNDICE A: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGIA	INSTRUMENTO
<p>¿Cuál es el efecto del té de humus de lombriz y tiempos de cosecha en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)?</p>	<p><b>Objetivo general</b>                      Evaluar el efecto del té de humus de lombriz y tiempos de cosecha en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)</p> <p><b>Objetivos específicos</b>                      Evaluar los parámetros de producción en tenores de producción de forraje en verde (kg/m<sup>2</sup>) y producción de forraje seco (kg/m<sup>2</sup>), altura de planta (cm) en las diferentes dosis de té de humus de lombriz y tiempos de cosecha.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempos de cosecha</li> </ul> <p><b>Indicador:</b>                      TC<sub>1</sub> = 12 días                      TC<sub>2</sub> = 15 días                      TC<sub>3</sub> = 18 días                      TC<sub>4</sub> = 21 días</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentración de té de humus                      0%                      25%                      50%                      75%                      100%</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación:</b>                      Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación:</b>                      Explicativa</p> <p><b>Método de investigación:</b>                      Método Científico</p> <p><b>Diseño de investigación:</b>                      Para evaluar la composición química se utilizará el diseño arreglo factorial de 5 x 4</p>	<p>Ficha de control de siembra del cultivo hasta la cosecha en días.</p>

	<p>Determinar la composición química en términos de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), materia inorgánica (MI) y proteína cruda (PC) del forraje verde hidropónico de cebada respecto a las diferentes dosis de té de humus de lombriz y tiempos de cosecha.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Composición química</li> </ul> <p><b>Indicador:</b></p> <p>MS % ,PC % ,MO % , MI%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parametros productivos</li> </ul> <p>Producción de forraje en verde (Kg/m2)  Producción de forraje en seco (Kg/m2)  Altura de planta en (cm)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leco-Dumas para determinar proteína cruda (PC)</li> <li>• Método de la bolsa de Nylon</li> </ul>
--	--	--	--	---

APÉNDICE B: Instrumento de recolección de datos

DÍAS DE COSECHA	NIVELES DE Humos	Rend. M. V. (KG) / m <sup>2</sup>	Rend. M.S. (KG) / m <sup>2</sup>	ALTURA DE HOJAS (cm)	%MS	%MM	%MO	%PC (MS)
12	000%	30.70	3.35	6.50	13.89	4.07	95.93	18.06
12	025%	26.95	3.64	8.50	11.37	4.10	95.90	18.20
12	050%	36.11	3.80	8.50	10.52	4.12	95.88	17.56
12	075%	33.25	3.96	8.50	11.90	4.06	95.94	17.91
12	100%	27.48	3.49	8.50	12.69	4.11	95.89	17.90
12	000%	29.72	4.08	7.50	13.72	4.10	95.90	18.42
12	025%	35.29	4.14	7.50	11.74	4.08	95.92	18.14
12	050%	33.45	3.82	9.50	11.41	4.09	95.91	17.65
12	075%	27.14	3.73	9.00	12.97	4.12	95.88	17.83
12	100%	27.93	3.91	9.50	12.46	4.09	95.91	17.95
12	000%	31.06	4.25	8.00	13.68	4.10	95.90	18.31
12	025%	34.79	4.22	7.50	12.13	4.15	95.85	18.16
12	050%	37.79	4.56	9.00	12.06	4.12	95.88	17.83
12	075%	37.09	4.02	9.00	12.55	4.06	95.94	18.00
12	100%	24.57	3.13	10.00	12.73	4.07	95.93	17.93
12	000%	27.56	3.95	8.00	14.34	4.02	95.98	17.97
12	025%	39.52	4.20	8.50	13.16	4.15	95.85	18.73
12	050%	32.75	4.30	8.50	13.14	4.05	95.95	17.83
12	075%	29.13	3.91	8.50	13.42	4.14	95.86	17.96
12	100%	35.69	4.37	9.50	12.23	4.13	95.87	17.93
12	000%	21.88	3.29	7.00	15.02	4.06	95.94	18.15
12	025%	26.25	3.78	7.00	14.40	4.15	95.85	18.86
12	050%	33.56	4.64	8.50	13.81	4.09	95.91	17.65
12	075%	32.75	3.92	8.50	11.97	4.06	95.94	18.02
12	100%	25.71	3.18	9.00	12.37	4.08	95.92	17.92
15	000%	31.33	4.58	11.00	12.60	4.21	95.79	16.67
15	025%	32.66	3.52	11.50	10.79	4.23	95.77	16.76
15	050%	41.37	3.88	12.00	9.63	4.22	95.78	17.05
15	075%	38.04	3.61	12.50	9.48	4.23	95.77	17.28
15	100%	35.85	3.13	13.00	10.13	4.16	95.84	16.51
15	000%	31.09	3.42	11.00	10.99	4.24	95.76	16.54
15	025%	45.80	2.05	12.50	9.87	4.21	95.79	16.97
15	050%	38.66	3.52	11.00	9.12	4.19	95.81	17.10
15	075%	32.49	3.59	12.50	11.04	4.16	95.84	17.34
15	100%	30.73	3.12	13.50	10.15	4.14	95.86	16.53
15	000%	31.82	3.91	10.50	12.29	4.22	95.78	17.41
15	025%	38.01	3.61	12.00	9.50	4.21	95.79	17.22
15	050%	40.76	3.98	12.00	9.77	4.17	95.83	17.08
15	075%	43.56	3.69	12.50	8.48	4.23	95.77	16.93

15	100%	30.81	3.13	13.50	9.26	4.24	95.76	16.51
15	000%	29.27	1.98	10.00	11.75	4.24	95.76	17.77
15	025%	41.26	4.34	12.00	10.53	4.27	95.73	17.18
15	050%	40.08	3.85	12.00	9.61	4.17	95.83	17.14
15	075%	31.68	3.69	12.50	10.39	4.15	95.85	17.11
15	100%	34.27	3.20	13.00	8.83	4.26	95.74	16.53
15	000%	29.33	2.94	11.50	12.61	4.25	95.75	17.44
15	025%	22.83	2.59	12.50	11.35	4.25	95.75	17.08
15	050%	39.72	3.61	12.00	9.10	4.19	95.81	17.13
15	075%	40.39	3.76	12.50	9.32	4.14	95.86	16.95
15	100%	34.34	3.07	13.50	8.94	4.18	95.82	16.52
18	000%	29.22	2.73	10.50	9.34	4.29	95.71	17.38
18	025%	48.82	2.99	14.50	7.21	4.26	95.79	16.91
18	050%	38.60	2.92	14.50	7.58	4.16	95.84	16.49
18	075%	40.76	2.78	14.00	6.82	4.31	95.69	16.96
18	100%	46.79	3.24	15.50	6.26	4.33	95.67	17.23
18	000%	27.28	2.59	11.00	9.50	4.28	95.72	17.28
18	025%	33.47	2.53	13.50	7.56	4.28	95.72	16.59
18	050%	38.79	2.92	14.50	5.80	4.16	95.84	16.59
18	075%	48.85	2.98	15.00	6.10	4.30	95.70	16.49
18	100%	47.14	3.26	13.50	8.18	4.30	95.70	17.37
18	000%	30.17	2.49	11.00	8.25	4.27	95.73	16.83
18	025%	38.32	2.87	12.50	7.49	4.26	95.74	16.96
18	050%	40.03	2.73	14.50	6.82	4.31	95.69	16.51
18	075%	43.78	3.40	13.50	6.77	4.33	95.67	16.99
18	100%	44.57	2.79	15.00	6.27	4.32	95.68	16.68
18	000%	27.51	2.42	10.50	8.78	4.25	95.75	17.03
18	025%	38.82	2.98	13.50	7.67	4.28	95.72	17.37
18	050%	41.54	2.84	14.50	8.03	4.23	95.77	15.75
18	075%	52.66	3.40	15.50	6.45	4.28	95.72	16.17
18	100%	48.25	2.99	14.00	7.43	4.27	95.73	17.72
18	000%	27.51	2.99	11.00	7.96	4.28	95.72	16.49
18	025%	46.16	3.16	14.50	7.85	4.69	95.31	16.58
18	050%	39.52	2.72	14.50	6.89	4.23	95.77	16.04
18	075%	37.00	2.40	14.00	6.48	4.31	95.69	17.09
18	100%	46.58	2.91	15.50	6.24	4.31	95.69	16.55
21	000%	33.67	3.20	11.50	9.51	4.39	95.61	16.47
21	025%	52.10	4.17	15.50	8.00	4.49	95.51	17.04
21	050%	41.06	2.87	14.50	6.99	4.45	95.55	16.33
21	075%	35.69	2.41	13.00	6.74	4.42	95.58	17.01
21	100%	60.98	4.05	17.50	6.65	4.39	95.61	17.59
21	000%	27.76	2.54	12.50	9.14	4.45	95.55	15.98
21	025%	34.76	2.53	14.00	7.29	4.32	95.68	16.93

21	050%	37.39	1.70	14.50	4.55	4.36	95.64	16.19
21	075%	56.25	3.70	15.50	6.59	4.39	95.61	17.23
21	100%	52.55	3.64	17.50	6.93	4.38	95.62	17.56
21	000%	32.66	2.68	12.50	8.20	4.36	95.64	15.89
21	025%	36.08	2.59	13.00	7.18	4.35	95.65	16.93
21	050%	37.34	2.78	15.50	7.45	4.33	95.67	16.37
21	075%	47.56	2.94	16.50	6.19	4.32	95.68	17.65
21	100%	46.78	3.10	16.50	6.63	4.44	95.56	17.72
21	000%	31.29	2.59	10.50	8.27	4.38	95.62	15.98
21	025%	35.63	2.68	13.50	7.51	4.35	95.65	17.02
21	050%	37.87	2.57	13.50	6.79	4.39	95.61	16.85
21	075%	55.29	3.26	16.50	5.90	4.45	95.55	17.01
21	100%	37.62	2.59	16.50	6.89	4.36	95.64	17.48
21	000%	41.68	3.43	14.50	8.23	4.34	95.66	15.97
21	025%	51.74	3.51	16.50	6.78	4.37	95.63	17.03
21	050%	37.20	2.62	15.00	7.04	4.43	95.57	16.92
21	075%	37.79	2.99	16.50	7.92	4.41	95.59	16.22
21	100%	53.28	3.53	16.50	6.62	4.37	95.63	17.83

APÉNDICE C: Panel fotográfico

FOTO N° 01 Construcción de fitotoldo



FOTO N° 02 Siembra de cebada



FOTO N° 03 Preparación de té de humus de lombriz



FOTO N° 04 Riego de forraje verde hidropónico



FOTO N° 05 Riego de forraje verde hidropónico con té de humus



FOTO N° 06 Revisión de estado sanitario del forraje verde hidropónico



FOTO N° 07 Cosecha de forraje verde hidropónico a los 12 días



FOTO N° 08 Control de peso de las muestras



FOTO N° 09 Embalaje de muestras



FOTO N° 10 Recepción de muestras en el laboratorio



FOTO N° 11 Molido de muestras



FOTO N° 12 Análisis de muestras – determinación de materia seca

