

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Comparativo de producción en hidroponía y obtención de dos gramíneas, en cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*)**

**Para optar el título profesional de**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autores:**

**Bach. David Hermes CAJAVILCA VICUÑA**

**Bach. Edith VICTORIO BARZOLA**

**Asesor:**

**MSc. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA**

**Cerro de Pasco - Perú - 2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Comparativo de producción en hidroponía y obtención de dos  
gramíneas, en cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*)**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

MSc. Elmer Amadeo MANYARI LEIVA  
PRESIDENTE

---

Ing. Gina Elsi Asunción CASTRO BERMUDEZ  
MIEMBRO

---

Mg. Moisés TONGO PIZARRO  
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 038-2024/UIFCCAA/V**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por

**CAJAVILCA VICUÑA David Hermes  
VICTORIO BARZOLA Edith**

Escuela de Formación Profesional

**Agronomía - Pasco**

Tipo de trabajo

**Tesis**

**Comparativo de producción en hidroponía y obtención de dos gramíneas,  
en cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*)**

Asesor

**MSc. DE LA CRUZ MERA, Carlos Adolfo**

Índice de similitud

**19%**

Calificativo

**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 05 de marzo de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

*Dr. Luis A. Huanes Tovar*  
Director

## DEDICATORIA

A Dios quien nos ha dado la sabiduría y fuerza para siempre salir adelante, a nuestras madres y padres quienes siempre me han apoyado incondicionalmente en todas las decisiones de nuestra vida, ayudarnos a cumplir todas las metas, por brindarme amor, comprensión y buen ejemplo a seguir en nuestra formación como profesional

A nuestros hermanos y hermanas que siempre nos han apoyado incondicionalmente y moralmente a académicamente en todas las decisiones que hemos compartido de nuestra vida, ayudarnos a cumplir los objetivos propuestos, y por brindarme amor, comprensión a tener que dar ejemplo a los demás que una familia unida siempre sale adelante estando siempre agradecido a Dios por sus múltiples bendiciones

A nuestra hija por ser la bendición más hermosa que Dios nos ha dado en nuestra vida estando siempre agradecido a Dios por sus múltiples bendiciones.

## **AGRADECIMIENTO**

En el presente trabajo de tesis expresamos nuestro agradecimiento Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por haber forjado en nuestras vidas en la formación de nuestra carrera profesional.

Docentes de reconocida casa superior de estudios de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía por sus sabias enseñanzas.

Al MSc. Carlos Adolfo de la Cruz Mera por la asesoramiento y apoyo incondicional invaluable en la orientación y desarrollo del presente trabajo de investigación de tesis

A los miembros de jurado. MSc. Elmer A Manyari Leiva, Ing. Gina E Castro Bermúdez, MSc. Moisés Tongo Pizarro.

A nuestros padres que siempre están como nuestros amigos apoyándonos en cada faceta de nuestras vidas a podernos desarrollarnos ahora como profesionales.

A mis hermanos Daniel Hermes Cajavilca Vicuña, Jorge Luis Cajavilca Vicuña.

A Dios por permitir que nuestras vidas sean de éxito y salud, al poder desarrollar el presente trabajo de tesis.

## RESUMEN

Realizado la prueba de Duncan a los niveles 5% y 1%, en el cuadro N° 14 corresponde al porcentaje de germinación de T1 con el promedio de 85.50 % de germinación la variedad de avena Mantaro 15 INIA en la prueba de rango múltiple ocupa el primer lugar de mérito, en cuanto al tratamiento T4 con el promedio 69.50 %, la cebada común ocupando el cuarto, **Cuadro N° 16** corresponde al primer par de hojas de T4 con el promedio de 3.5 % de días de presencia del primer par de hojas la cebada común ocupa el primer lugar, T4 con el promedio 2 %, la avena Mantaro 15 INIA ocupando el cuarto lugar a días de presencia del primer par de hojas. **Cuadro N° 18** corresponde a presencia de tallo los tratamientos T4, T3, T2, T1 con el promedio de cebada común 4.50%, cebada INIA 3.75%, avena común 4.25% y avena Mantaro15 INIA 3.50 % ocupa el primer segundo, tercer y cuarto lugar a días de presencia de tallo. T4 cebada común muestra diferencia entre sus promedios, siendo similar alcanza el mayor promedio de las variedades con 4.50 promedio de días de tallo, diferencia de porcentaje y promedio. **Cuadro N° 20** corresponde a presencia de macollo de T4 con el promedio de 7.25 % de días de presencia de macollo la cebada común, ocupa el primer lugar, (mayor tiempo) T1 con el promedio 5.50 %, la avena Mantaro 15 INIA ocupando el cuarto lugar a días de presencia de macollo (menor tiempo). **Cuadro N° 22** corresponde a longitud foliar de cosecha en cm de T1 con el promedio de 24.50 % la avena Mantaro 15 INIA ocupa el primer lugar (menor tiempo). T4 con el

Promedio 19 %, la cebada común ocupando el cuarto lugar (mayor tiempo). **Cuadro N° 24** corresponde al número de hojas de T1 con el promedio de 4 % la avena Mantaro 15 INIA en la prueba de rango múltiple, ocupa el primer lugar (mayor cantidad). T3 y T4 con el promedio de 3% de igualdad de promedio la longitud foliar en centímetros que representan las variedades de cebadas INIA y cebada común ocupando el tercer y

cuarto lugar (mayor tiempo). **cuadro N° 22** corresponde a la cosecha de T4 y T3 con el promedio de 16% y 14% de días a la cosecha (mayor tiempo).T1 con el promedio de 36.215% de peso de forraje verde hidropónico en kg la avena Mantaro 15 INIA, ocupa el primer lugar (mayor peso).T4 con el promedio de 22.700% peso de forraje verde hidropónico en kg la cebada común en el cuarto orden de mérito (menor peso).**cuadro N° 20** corresponde peso de materia seca en gr de T4, T2, T1 y T3 con el promedio de 87.005%,85.075 %, 80.530 y 77.660 en peso de materia seca en gr de forraje verde hidropónico (FVH) las variedad de cebada común, avena común, avena Mantaro 15 INIA y cebada INIA ocupando de acuerdo al orden demerito primero ,segundo, tercer y cuarto lugar, T4 con el promedio más alto de 22.700% peso de materia seca la cebada común. Ocupando en primer lugar. T3 con el promedio más alto de 77.660 % en peso de materia seca la variedad de cebada INIA. Ocupando en cuarto lugar.

**Palabra clave:** Forraje hidropónico, Gramineas, Cebada, Avena

## ABSTRACT

Performed the Duncan test at levels 5% and 1%, in table N °14 corresponds to the percentage of germination of T1 with the average of 85.50% germination the variety of oats Mantaro 15INIA in the multiple range test occupies the First place of merit, regarding the T4 treatment with the average 69.50%, the common barley occupying the fourth, Table No. 16 corresponds to the first pair of T4 sheets with the average of 3.5% of days of presence of the first pair of leaves the common barley occupies the first place, T4 with the average 2%, the oats Mantaro 15 INIA occupying the fourth place to days of presence of the first pair of leaves. Table N ° 18 corresponds to the presence of stem treatments T4, T3, T2, T1 with the average common barley 4.50%, barley INIA 3.75%, common oats 4.25% and oats Mantaro15 INIA 3.50% occupies the first second, third and fourth place to days of stem presence. T4 common barley shows difference between its averages; being similar, it reaches the highest average of the varieties with 4.50 average of days of stem, percentage difference and average. Table N ° 20 corresponds to the presence of T4 macollo with the average of 7.25% of days of presence of macollo common barley, occupies the first place (longer) T1 with the average 5.50%, Mantaro 15 INIA oats occupying the fourth place to days of presence of macollo (less time). Table N ° 22 corresponds to foliar length of harvest in cm of T1 with the average of 24.50% Mantaro 15 INIA oats occupies the first place (shortest time). T4 with the average 19%, common barley occupying the fourth place.

(major weather). Table N ° 24 corresponds to the number of T1 sheets with the average of 4% the Mantaro 15 INIA oats in the multiple range test, occupies the first place (most). T3 and T4 with the average of 3% equality of average leaf length in centimeters representing the INIA barley and common barley varieties occupying the third and fourth place (longest). Table N ° 22 corresponds to the harvest of T4 and T3

with the average of 16% and 14% of days to the harvest (longer). T1 with the average of 36.215% of weight of hydroponic green forage in kg the Mantaro 15 oats INIA, occupies the first place (greater weight). T4 with the average of 22,700% weight of hydroponic green fodder in kg the common barley in the fourth order of merit (lower weight). Table N ° 20 corresponds to dry matter weight in gr of T4, T2, T1 and T3 with the average of 87.005%, 85.075%, 80.530 and 77.660 in weight of dry matter in gr of hydroponic green fodder (FVH) the barley variety common, common oats, Mantaro 15 INIA oats and INIA barley occupying according to the first, second, third and fourth place demerit order, T4 with the highest average of 22,700% dry matter weight common barley. Occupying first. T3 with the highest average of 77.660% by weight dry matter barley variety INIA. In fourth place.

**Keyword:** Hydroponic fodder, Grasses, Barley, Oats

## INTRODUCCIÓN

La Avena (*Avena sativa*), y Cebada (*Hordeum vulgare*) son dos gramíneas herbáceas anual, son plantas autógenas.

La Avena (*Avena sativa*), ocupa un lugar importante en la producción mundial de cereales, siendo muy resistente en climas fríos.

El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de semillas viables.

El forraje verde hidropónico (FVH), de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apta para la alimentación animal.

En la práctica, el Forraje verde hidropónico (FVH) consiste en la germinación de granos (semillas de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas de invernadero (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo.

En el proceso de germinación de una semilla, el germen del embrión es capaz de transformarse en pocos días en una plántula con capacidad para captar energía del sol y absorber elementos minerales de una solución nutritiva

En este estado, tanto la parte aérea de la planta como la zona radicular se encuentran en un crecimiento acelerado, adquiriendo poco contenido de fibra y un alto contenido en proteína permitiendo que se obtenga un producto de alta digestibilidad, buena calidad nutricional y apto para la alimentación animal

Existe una gran diversidad de procesos para producción de forraje verde hidropónico, lo que origina diferentes rendimientos, diferentes periodos de cosecha y diferente calidad del forraje.

Además, los resultados son variados y se han comprobado en los estudios determinando la aplicación de nutrientes en la producción de forraje hidropónico durante el crecimiento de la planta y no puede haber restricciones climatológicas ya que son controladas las variaciones en el proceso productivo en condiciones de invernadero, ya que se puede sembrar en cualquier época del año.

**Los autores**

## ÍNDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCIÓN**

**ÍNDICE**

### **CAPÍTULO I**

#### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.3. Formulación del problema .....	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas específicos .....	3
1.4. Formulación de objetivo .....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Justificación de la investigación .....	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

### **CAPÍTULO II**

#### **MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes de estudio.....	6
2.2. Bases teóricas - científicas .....	8
2.3. Definición de términos básicos .....	28
2.4. Formulación de hipótesis .....	31
2.4.1 Hipótesis general .....	31
2.4.2 Hipótesis específicas.....	31
2.5. Identificación de variables .....	31
2.6. Definición operacional de variables e indicadores .....	33

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de investigación .....	34
3.2. Nivel de investigación.....	34

3.3. Métodos de investigación.....	34
3.4. Diseño de investigación .....	39
3.5. Población y muestra .....	41
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	43
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	43
3.9. Tratamiento estadístico .....	44
3.10. Orientación ética filosófica y epistemica .....	44

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	45
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	48
4.3. Prueba de hipótesis.....	61
4.4. Discusión de resultados.....	62

### **CONCLUSIONES**

### **RECOMENDACIONES**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 .....	2
Gráfico 2 .....	3
Gráfico 3 .....	36
Gráfico 4 .....	37
Gráfico 5 .....	38
Gráfico 6 .....	39
Gráfico 7 .....	46
Gráfico 8 Gráfico de barras de porcentaje de germinación de especies forrajeras .....	49
Gráfico 9 Gráfico de barras de días de presencia del primer par de hojas de especies forrajeras.....	50
Gráfico 10 Gráfico de barras de días de presencia de tallos de especies forrajeras .....	52
Gráfico 11 Gráfico de barras de días de presencia de macollo de especies forrajeras ...	53
Gráfico 12 Gráfico de barras de longitud foliar a la cosecha en cm de especies forrajeras .....	55
Gráfico 13 Gráfico de barras de número de hojas a la cosecha de especies forrajeras ..	56
Gráfico 14 Gráfico de barras de días a la cosecha de especies forrajeras .....	58
Gráfico 15 Gráfico de barras de peso de forraje verde hidropónico en kg de especies forrajeras.....	59
Gráfico 16 Gráficos de barras de peso de materia seca en gr de especies forrajeras .....	61

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Importancia económica mundial.....	10
Cuadro 2 Producción Nacional.....	10
Cuadro 3 Valor Nutricional.....	15
Cuadro 4 Nutrientes de la avena.....	16
Cuadro 5 Producción de avena en los siguientes países.....	17
Cuadro 6 Composición del grano de cebada.....	21
Cuadro 7 Composición de cebada verde.....	21
Cuadro 8 Costos de producción.....	28
Cuadro 9.....	31
Cuadro 10.....	33
Cuadro 11.....	40
Cuadro 12.....	41
Cuadro 13 Análisis de varianza de porcentaje de germinación de especies forrajeras ..	48
Cuadro 14 Prueba de rango múltiple de Duncan para porcentaje de germinación de especies forrajeras.....	48
Cuadro 15 Análisis de varianza de días de presencia del primer par de hojas de especies forrajeras.....	49
Cuadro 16 Prueba de rango múltiple de Duncan para días de presencia del primer par de hojas de especies forrajeras.....	50
Cuadro 17 Análisis de varianza de días de presencia de tallos de especies forrajeras...51	
Cuadro 18 Prueba de rango múltiple de Duncan para días de presencia de tallos de especies forrajeras.....	51
Cuadro 19 Análisis de varianza de días de presencia de macollo de especies forrajeras.....	52

Cuadro 20 Prueba de rango múltiple de Duncan para días de presencia de macollo de especies forrajeras .....	53
Cuadro 21 Análisis de varianza de longitud foliar a la cosecha en cm de especies forrajeras.....	54
Cuadro 22 Prueba de rango múltiple de Duncan para longitud foliar a la cosecha en cm de especies forrajeras.....	54
Cuadro 23 Análisis de varianza de número de hojas a la cosecha de especies forrajeras .....	55
Cuadro 24 Prueba de rango múltiple de Duncan para número de hojas a la cosecha de especies forrajeras .....	56
Cuadro 25 Análisis de varianza de días a la cosecha de especies forrajeras .....	57
Cuadro 26 Prueba de rango múltiple de Duncan para días a la cosecha de especies forrajeras.....	57
Cuadro 27 Análisis de varianza de peso de forraje verde hidropónico en kg de especies forrajeras.....	58
Cuadro 28 Prueba de rango múltiple de Duncan para peso de forraje verde hidropónico en kg de especies forrajeras .....	59
Cuadro 29 Análisis de varianza de peso de materia seca en g de especies forrajeras ....	60
Cuadro 30 Prueba de rango múltiple de Duncan para peso de materia seca en gr de especies forrajeras .....	60

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

En el Perú, en el ámbito Regional y local una de las preocupaciones diarias para los ganaderos y productores de crianza de animales menores es la escases de alimentos , la falta de agua en épocas de estiaje, periodo vegetativo demasiado muy extenso al ser sembrado en suelos, contratar personal como jornal, soportar las inclemencias del clima, incidencia de plagas, enfermedades costos de mercado muy elevados, invertir en productos de pesticidas, funguicidas, abonos orgánicos, foliares, fertilizantes, y sumando a todo esto el costo de flete de traslado de sus producto.

En la Provincia de Pasco la demanda diaria del mercado la venta de forraje verde para la alimentación de animales menores es costosa (alfalfa “Medicado sativa”, avena “Avena sativa”) y muy poco rentable para los productores menores y no puede alcanzar la expectativa esperada ya que lo que invirtieron les dará muy poca ganancia y pueda sustentar la canasta familiar y gastos adicionales de salud.

## 1.2. Delimitación de la investigación

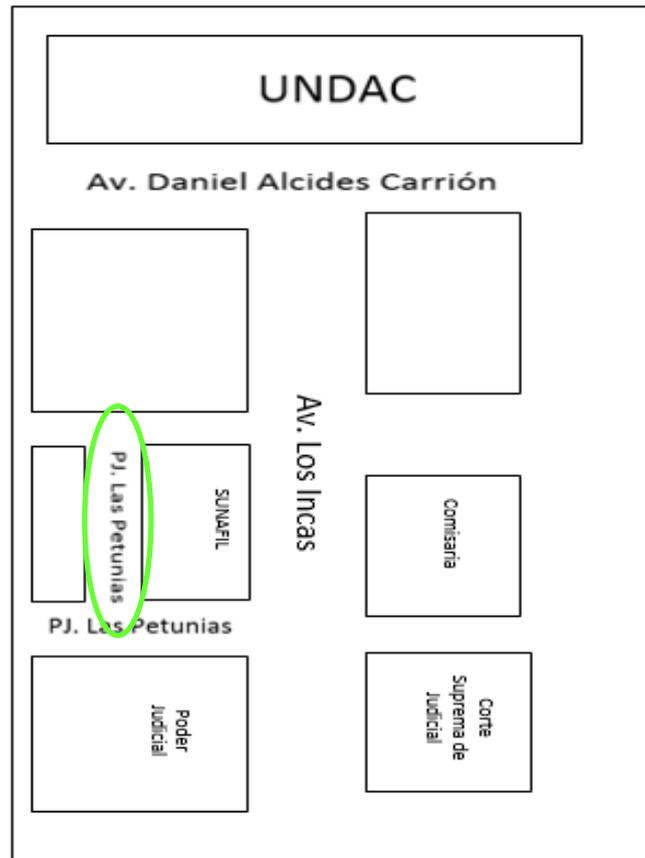
El presente trabajo experimental se desarrolló en el lugar denominado San Juan Pampa – Yanacancha- Pasco durante los meses de agosto del 2019. El lugar se encuentra en Av. los Incas Pje. Las petunias cuya ubicación es la siguiente

- **Región** : Pasco
- **Provincia** : Pasco
- **Distrito** : Yanacancha
- **Lugar** : San Juan Pampa
- **Coordenadas U.T.M.** : 8818438N, 363060E
- **Altitud** : 4350 m.s.n.m.
- **presupuesto: S/.** : 2,302.50

*Gráfico 1*



Gráfico 2



### 1.3. Formulación del problema

#### 1.3.1. Problema general

¿Cuál de las 4 variedades de gramíneas de forraje verde hidropónico tiene una mayor obtención en comparativo de producción? Avena Mantaro 15 INIA, avena común (*Avena sativa*) y variedades cebadas INIA, cebada INIA, cebada común (*Hordeum vulgare*)?

#### 1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el comparativo de producción de forraje verde hidropónico de las 2 variedades de avena (*avena sativa*) y 2 variedades de cebada (*Hordeum vulgare*)?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Generar información sobre la variedad de forrajera con el propósito de brindar una alternativa de producción rentable y económica en forraje verde hidropónico en el Distrito de Yanacancha Pasco.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- ✓ Evaluación de desarrollo y rendimiento de forraje verde hidropónico.
- ✓ Determinar la viabilidad económica y rentable para recomendar producción en el Distrito de Yanacancha y anexados de su entorno
- ✓ Informar los resultados a los agricultores productores de forraje como producir en cualquier época del año bajo cubierta de invernadero forraje verde hidropónico.

## **1.5. Justificación de la investigación**

Es el trabajo de investigación que se ha realizado y está sujeta a tener alimento fresco de forraje en poco tiempo y en cualquier época del año y de tener que ocupar poco espacio de instalación.

Un trabajo que induzca al cultivo hidropónico y ser algo nuevo de alta relevancia y a razón de concientizar a la planificación de la población del Distrito Yanacancha y sus anexados de su entorno a la siembra en condiciones de invernadero durante todo el año.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

El experimento se desarrollado en condiciones de invernadero

Se tuvo que acondicionar la siembra de semillas en fuentes de plástico y no con bandejas ya que nuestro mercado no hay

La solución nutritiva A (macro nutrientes) y B (micronutrientes) se tuvo que viajar a la ciudad de Lima Distrito la Molina Universidad Agraria la Molina.

Riegos periódicos cada dos horas por el factor clima que es variado en nuestro entorno de nuestra serranía,

Falta de equipo de reguladores de temperatura que no hay en nuestro mercado hay que conseguirlos fuera del departamento y del país.

Promover la venta de forraje verde hidropónico (FVH) en el mercado y entornos del Distrito

Difundir el producto como alimento de consumo de animales menores en crecimiento.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

Vicuña (2018), menciona que una de las demandas diarias de los consumidores de productos cárnicos en los mercados que requieren un producto de calidad para poder optar los criadores de animales que requieren alimentos sanos en forrajes verdes y con costos más económicos en producción de forraje que no sean afectados por plagas, enfermedades, factores climáticos, topografía accidentada, falta de áreas de siembra, suelos erosionados, falta de riego y jornales. Debido a esto las universidades que se encuentran en distintos departamentos en las escuelas o facultades de agronomía y zootecnia de nuestro país han realizado estudios de tesis de como poder tener forraje libre de todos estos factores ya mencionados y con costos muy rentables de acuerdo a la necesidad de la zona dando parte a los estudios realizados de investigación.

Darcy (2018), menciona en su tesis desarrollada en el distrito de Abancay – Apurímac. (UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA).

El forraje verde hidropónico es logrado mediante una tecnología que contempla la producción de alimento a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano (FAO, 2001). La hidroponía en la crianza de cuyes, es una tecnología que presenta ventajas técnicas y económicas, relacionadas con el uso eficiente del espacio dedicado a la producción de forraje (Bungarín et al., 1998). El forraje verde hidropónico es un alimento limpio, de alta calidad, y de producción continua que nos permite mejores ganancias de peso vivo en lugares donde los cultivos forrajeros tradicionales no se pueden desarrollar debido al limitado espacio de terreno, deficiente calidad de suelo o falta de agua. Lo que es mejor es que asegura la disponibilidad de forraje los 365 días del año, independientemente de cualquier condición climática

Izquierdo (2001), afirma la evaluó y rendimiento del forraje verde hidropónico (FVH) logrado con tres variedades de cebada (*Hordeum vulgare*) y su influencia en la ganancia de peso vivo, índice de conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y rentabilidad en cuyes (*Cavia porcellus*).

Celito (2014), menciona en su tesis desarrollada en el departamento de Trujillo (UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA) El forraje hidropónico (FH) consiste en la germinación de granos (usualmente semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo (FAO, 2001). Según Müller y otros (2006) el cultivo de forraje hidropónico necesita de nutrientes que las plantas encuentran en el suelo, por lo que es necesario el uso de soluciones nutritivas, ya

sea orgánica o inorgánica, 7 donde parcialmente corrigen la reducción del contenido de materia seca con el avance de los días a la cosecha, siendo ligeramente los valores de las soluciones nutritivas orgánicas superiores a las inorgánicas.

Salas (2010), determina que la fertilización con una concentración suficiente de nitrógeno (N) satisface los requerimientos del forraje dando lugar a las diferencias de resultados a los días de cosecha, donde a medida que avanza el tiempo de cosecha, el rendimiento de forraje hidropónico (FH) y la producción de materia seca (MS) aumentan significativamente con el paso de los días. Por otra parte, Müller y otros (2006) observaron mayor contenido de proteína bruta (PB) en las etapas iniciales que a los 16 días. La disminución de PB en FH, es debido a la maduración de la planta, ya que, durante el desarrollo de órganos estructurales, como tallos y pecíolos, el N se desplaza a las partes más jóvenes. Esto disminuye la fracción de biomasa activa y promueve una dilución del N en la planta. Los porcentajes de celulosa también aumentarían ligeramente con el avance de los días de cosecha, limitando su consumo de la materia seca. Por lo tanto, sugieren que la cosecha del forraje hidropónico se realice entre 8 a 12 días para poder usar el contenido proteico sin reducirse la materia seca y su digestibilidad.

Bonifacio (2010), manifiesta en su tesis, que el cultivo hidropónico como fuente de rentabilidad de ingresos económicos a los productores agrarios que tan solo necesita pequeños área donde puedan desarrollar forraje verde para el consumo de animales menores.

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

Tarrillo (2008), manifiesta que el resultado del proceso de germinación de granos de cereales que se realiza durante un periodo de 8 a 15 días, captando energía del sol y utilizando los nutrientes contenidos en la propia semilla. La

producción de germinados está considerado como un sistema hidropónico, debido a que éste se realiza sin suelo, lo que permite producir a partir de semillas colocadas en bandejas, una masa forrajera de alto valor nutritivo, consumible al 100 %, con una digestibilidad de hasta 90 %, limpio y libre de contaminaciones.

Calderón (1973), menciona que la avena cultivada tiene su origen en Asia Central, la historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que antes de ser cultivada la avena fue una mala hierba de estos cereales. Los primeros restos arqueológicos se hallaron en Egipto, y se supone que eran semillas de malas hierbas, los restos más antiguos encontrados de cultivos de avena se localizan en Europa Central, y están datadas de la Edad del Bronce.

### **2.2.1. Importancia Económica y Distribución Geográfica**

Izquierdo (2011), menciona que la producción mundial de cereales la avena ocupa el quinto lugar, siendo el cereal de invierno de mayor importancia en los climas fríos del hemisferio norte en el mundo. Y también en nuestro territorio peruano está orientado así el mismo hemisferio. En nuestra región de Pasco es de poco interés la siembra de avena a diferencia del departamento que está al hemisferio norte

**Cuadro 1 Importancia económica mundial**

<b>Principales países productores de avena</b>	<b>Producción año 2001 (en millones de toneladas)</b>
Canadá	2.838.300
Estados Unidos	1.918.150
China	1.050.000
España	749.700
Argentina	642.360
Chile	344.527
Brasil	317.342
Suiza	117.000
México	90.000

Fuente FAO (2001)

**Cuadro 2 Producción Nacional**

<b>Principales departamentos productores de avena</b>	<b>Producción año 2017 (toneladas)</b>
Huancavelica	1.380.30
Tumbes	918.150
Piura	120.000
Cajamarca	349.100
Trujillo	242.360
La Libertad	144.527
Anchas	112.50
Ucayali	105. 11

Fuente INIA (2017)

### **2.2.2. Clasificación Taxonómica**

Tapia (1974), se refiere a la clasificación de la avena de la siguiente manera:

Reino : Plantae

División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Subfamilia	: Pooideae
Tribu	: Aveneae
Especie	: sativa
Género: Avena	: avena
Nombre científico	: avena sativa
Nombre común	: avena
N° de cromosomas	: Número de cromosomas: se reportan avenas diploides (2n=14), tetraploides

### 2.2.3. Requerimientos agroecológicos

Pulgar (1938), se refiere a los requerimientos agroecológicos de la avena de la siguiente manera:

#### a) Altitud

El cultivo de la avena se realiza en los siguientes lugares:

- a) Zona alto andina (jalca) de 3000 a 4000 m.s.n.m.
- b) Zona de ladera de 2500 a 3000 m.s.n.m.
- c) Zona de valle de 2300 a 2500 m.s.n.m.

#### b) Clima

Este cultivo mayormente crece en climas templados y fríos la avena se adapta en la sierra del país hasta 3800 – 4200 m.s.n.m. Soportando a la adversos de lluvias de 700 mm

#### c) Temperatura

La temperatura oscila para la avena de 4° a 38° C y es tolerante a la sequía, helada y es resistente a los cambios bruscos de temperatura en muestra serranía.

La temperatura para germinar necesita una temperatura mínima de 6°C. Florece a los 16 ° C y madura a los 20 ° C. tolera muy bien a las bajas temperaturas ya que puede llegar a soportar hasta menos 10° C. en climas donde las heladas invernales son muy fuertes

**d) Humedad**

Porcentaje de 30 a 40% de humedad para la germinación hasta la formación de espigas etapa de floración inflorescencia.

**e) Suelo**

Prefiere los suelos profundos y arcillo-arenosos, ricos en cal, pero sin exceso y que retengan humedad, pero sin que quede el agua estancada.

**f) Luz**

La avena requiere un 67% de luz por 9 horas diarias de para que pueda realizar la fotosíntesis.

**pH.**

La avena está más adaptada que los demás cereales a los suelos ácidos, cuyo pH esté comprendido entre 5 y 7, por tanto, suele sembrarse en tierras recién roturadas ricas en materias orgánicas.

**2.2.4 Descripción Botánica**

García (2007), INIA (2005), demuestra que la avena Mantaro 15 tiene las siguientes características.

**a) Raíz**

La raíz es fasciculada, numerosa, y llega a bastante profundidad, un metro y medio más o menos, a diferencia de otras gramíneas.

**b) Tallo**

El tallo, tiene la propiedad de reproducirlos desde su pie o macollo en número de 3 a 6, son gruesos, huecos, con nudos pronunciados y entrenudos cortos. Su período vegetativo total demanda entre cuatro y cinco meses, aunque en las variedades de otoño éste puede extenderse a seis meses.

**c) Hojas**

Las hojas son lanceoladas mide 4 cm de longitud son planas y alargadas con un limbo estrecho en la base envainan el tallo, es gruesas y consistentes, de un color verde oscuro y ásperas al tacto. Las flores se reúnen en una inflorescencia tipo panícula con 3 o 5 flores por espiga.

**d) Flores**

La flor y su tamaño varían entre los 25 y 45 mm. De diámetro por unos de 1 a 2 cm. de largo. El problema de estos granos es que no maduran todos al mismo tiempo y esto dificulta su recolección.

**e) Inflorescencia y espiga**

Inflorescencia tipo panícula con 3 o 5 flores por espiga y cada espiga contiene los granos de avena. La carióspside, con las glumillas adheridas.

**2.2.5. Labores agrícolas**

**a) Siembra**

Por término medio, se usan entre 80 y 150 kilos de semilla por hectárea, se siembra al boleó, golpe y por hileras de acuerdo al tipo de terreno. Para lo cual hay que prepara el terreno muyéndolo para una buena oxigenación y pueda ser permeable para la germinación de las semillas.

### b) **Abonado**

La avena responde muy bien al abonado nitrogenado, aunque es sensible al encamado cuando se aplica a altas dosis. La extracción media de avena por hectárea y tonelada es de 27,5 kg de N, 12,5 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 30 kg de K<sub>2</sub>O. Para una producción de 3.000 kg por hectárea habría que pensar en un abonado de unas 100 unidades de N, 50 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 90 unidades de K<sub>2</sub>O.

### c) **Cosecha, Siega y Almacenado**

Puedes cosechar la avena unos cinco meses después que haya germinado o en época de verano. Córdala con un cuchillo para más fácil. Luego elige **las semillas** maduras de las que aún están verdes.

Guárdalas en **un contenedor hermético** y **no lo** expongas al sol ni a la humedad para evitar atraer plagas al almacenar.

## 2.2.6. **Plagas y Enfermedades**

**Ricardo M** (2011), menciona las plagas más importantes: como fitopatología que las plagas y enfermedades en las gramíneas las principales son.

*Tarsonemus apirifex*, se trata de un ácaro, que, durante el espigado, endurece la vaina con sus picaduras e impide la salida de la panícula.

**Gorgojos** (*Tychius sp.*), la avena sufre en el granero los ataques de gorgojos.

### **Enfermedades más importantes:**

- Carbón vestido (*Ustilago levis*), el interior del grano está completamente lleno de polvo negruzco.

- Carbón desnudo (*Ustilago avenae*), destruye toda la panícula, dejando sólo el eje central.
- Roya anaranjada (*Puccinia coronifera*), es específica de la avena.
- Oídio (*Erysiphe graminis*), Presenta unas manchas grises sobre las hojas, vainas y tallos, y también sobre las espiguillas, en las que después se ven pequeños puntos negros.
- Roya negra, fusariosis, pie negro, nematodos (*Heterodera avenae*) y septoriosis.

### 2.2.7. Valor Nutricional

Zarate (1994), menciona las propiedades nutritivas de la avena en granos y a mayor ventaja en hojuelas para el consumo de una buena dieta. Propiedades nutricionales de la avena. En ellas se incluyen sus principales nutrientes, así como como la proporción de cada uno.

*Cuadro 3 Valor Nutricional*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidades</b>
Calorías	353 kcal.
Grasa	7,09 g.
Colesterol	0 mg.
Sodio	8,40 mg.
Carbohidratos	55,70 g
Fibra	9,67 g.
Azúcares	0,00 g.
Proteínas	11,72 g.
Vitamina A	0 ug
Vitamina B12	0 ug
Vitamina C	0 mg.
Calcio	80 mg
Hierro	5,80 mg
Vitamina B3	3,37 mg

#### a) Nutrientes de la avena

La siguiente tabla muestra una lista de la cantidad de los **principales nutrientes de la avena**:

*Cuadro 4 Nutrientes de la avena*

<b>Nutriente</b>	<b>Cantida d</b>	<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad</b>
Ácido fólico	0 g.	Fosfocolina	0 mg.
Grasas saturadas	1,45 g.	Grasas Mono insaturadas	2,55 g.
Adenina	36 mg.	Grasas poliinsaturadas	2,86 g.
Agua	15,80 g.	Guanina	45 mg.
Alcohol	0 g.	Licopeno	0 ug.
Cafeína	0 mg.	Grasa	7,09 g.
Calorías	353 kcal.	Luteína	0 ug.
Carbohidratos	55,70 g.	Proteínas	11,72 g.
Colesterol	0 mg.	Purinas	94 mg.
Fibra insoluble	4,90 g.	Queretana	0 mg.
Fibra soluble	4,76 g.	Teobromina	0 mg.

#### **2.2.8. Importancia económica y geográfica de la cebada**

Pulgar Vidal (1938), menciona que el cultivo se conoce desde muy tiempos remotos y se supone que procede de dos centros de origen situados en el Sudeste de Asia y África septentrional. Se cree que fue una de las primeras plantas domesticadas al comienzo de la agricultura.

En excavaciones arqueológicas realizadas en el valle del Nilo se descubrieron restos de cebada, en torno a los 15.000 años de antigüedad, además los descubrimientos también indican el uso muy temprano del grano de cebada molido.

La cebada ocupa el cuarto lugar en importancia entre los cereales, después del trigo, maíz y arroz. La razón de su importancia se debe a su amplia adaptación ecológica y a su diversidad de aplicaciones. A continuación, se muestran los principales países productores a nivel mundial

**Cuadro 5 Producción de avena en los siguientes países**

<b>Países</b>	<b>Producción 2001 (millones de toneladas)</b>
Alemania	13.589.000
República Checa	1.850.000
China	4.000.000
España	6.944.500
E.E.U.U.	5.737.510
Francia	9.851.000
Reino Unido	6.690.000
Uruguay	225.200

Fuente: F.A.O. (2001)

### **2.2.9. Clasificación Taxonómica**

Tapia (1974), se refiere a la clasificación de la cebada de la siguiente manera:

<b>Reino</b>	: Plantae
<b>División</b>	: Magnoliophyta
<b>Clase</b>	: Liliopsida
<b>Orden</b>	: <b>Poales</b>
<b>Familia</b>	: Poaceae
<b>Sub familia</b>	: Pooideae
<b>Género</b>	: Hordeum
<b>Especie</b>	: <i>Hordeumvulgare</i> L.
<b>Nombre común</b>	: cebada

### **2.2.10. Requerimientos agroecológicos**

#### **a) Clima y temperatura**

Los climas frescos y moderadamente secos. La cebada requiere menos unidades de calor para alcanzar la madurez fisiológica, por ello alcanza altas latitudes y altitudes. En Europa llega a los 70° de latitud Norte, no sobrepasando en Rusia los 66°, y en América los 64°. En cuanto a la altitud, alcanza desde los 1.800 m. en Suiza a 3.000 m. en Perú, ya que es entre los cereales, el que se adapta mejor a las latitudes más elevadas. Para germinar necesita una temperatura mínima de 6°C. Florece a los 16°C y madura a los 20°C. Tolera muy bien las bajas temperaturas, puede llegar a soportar hasta -10°C. Heladas invernales son muy fuertes.

**b) Suelo y pH.**

Suelos francos que no sean pobres en materia orgánica, pero que su contenido en potasa y cal sea elevado. La cebada es el cereal de mayor tolerancia a la salinidad, el rango de pH de suelo adecuado para cultivos, es 6.0 a 6.5

**2.2.11. Descripción Botánica**

**a) Raíz**

El sistema radicular es fasciculado, fibroso y alcanza poca profundidad en comparación con el de otros cereales. Se estima que un 60% del peso de las raíces se encuentra en los primeros 245 cm del suelo y que las raíces apenas alcanzan 1.20 m de profundidad.

**b) Tallo**

El tallo es erecto grueso formado por unos 6 y 8 entrenudos, los cuales son más anchos en la parte central que en los extremos junto a los

nudos. La altura de los tallos depende de las variedades y oscila desde 0.50 a un metro.

**c) Hojas**

La cebada es una planta de hojas acicular o un inervada que abraza al tallo estrechas y color verde claro. La planta de cebada suele tener un color verde más claro que del trigo en los primeros estadios de su desarrollo de la planta del trigo el trigo suele ser más erguida.

**d) Flores**

Las flores tienen tres estambres y un pistilo de 2 estigmas. Es autógena. Las flores abren después de haberse realizado la fecundación lo que tiene importancia para la conservación de los caracteres de una variedad determinada.

**e) Inflorescencia**

Espiga de **cebada** correspondiente a la especie *Hordeum distichon* L. (**cebada** cervecera). La espiga, que corresponde a la prolongación del último internudo del tallo, presenta un raquis central que está compuesto por 10 a 30 nudos; su color, en tanto, puede variar desde verde rojizo a negruzco.

**2.2.12. Labores agrícolas**

**a) Siembra y abonado**

Para la siembra requiere un suelo bien labrado y mullido, por ello va bien colocada en la rotación después de un barbecho. La producción de las cebadas de invierno es más homogénea que las de primavera, y su exigencia en abonos minerales de estas últimas es menor, pues su sistema radicular está más desarrollado y aprovecha

mejor todos los nutrientes del terreno. La cantidad de semilla depende del tipo de cebada (de invierno o de primavera). En la cebada de invierno sembrada a voleo se emplean de 150-180 kg/ha, y si se realiza en líneas esta cantidad disminuye de 120 a 125 kg/ha.

La cantidad de semilla a emplear es muy variable. Normalmente la cantidad empleada oscila entre 120 y 160 kg/ha. La fertilización es de nitrógeno 80-120 %, potasio 40-60 %, 60-100

#### **b) Cosecha o recolección**

El sistema de recolección tradicional comprendía las siguientes labores: siega, acarreo de la mies a la era, trilla, operación de aventar y recogida del grano y paja. Sin embargo, en la actualidad la recolección se realiza en casi su totalidad con máquinas cosechadora.

#### **2.2.13. Plagas y enfermedades**

Ricardo M (2011), manifiesta que las plagas de mayor interés pulgones (*Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae*, *Schizapis graminum*), -larva del insecto (*Lema melanopa*), se alimenta del parénquima de las hojas de cebada produciendo aparentes pérdidas de masa fotosintética. **Nematodos** (*Heterodera avenae*), barrena las raíces.

**Las enfermedades de mayor interés, roya parda** (*Puccinia anomala*), produce pequeñas pústulas sobre las hojas de color pardo anaranjado y después de color negro, de donde se desprende polvillo del mismo color. **Roya amarilla** (*Puccinia glumarium*), sobre las hojas y vainas produce pústulas amarillentas dispuestas en líneas paralelas. A continuación, aparecen pústulas negras. **Carbón desnudo** (*Ustilago nuda*), invasión en las espigas, quedando reducidas al raquis, cubierto de polvo negro, que se disemina por el aire, propagándose así la

enfermedad.- carbón vestido (*Ustilago hordei*), a las espigas atacadas presentan un aspecto externo normal, pero tienen los granos llenos de polvo negro, **helmintosporiosis de la cebada** (*Helminthosporium gramineus*), a finales de la primavera aparecen en la cebada manchas alargadas en las hojas, en sentido longitudinal, que se transforman más adelante en estrías de color pardo violáceo. **rincosporiosis** (*Rhynchosporium secalis*), produce lesiones características sobre las hojas y las vainas: manchas ovales o rómbicas al principio acuoso. **Virus del enanismo amarillo (BYDV)**.

Los síntomas se manifiestan en las hojas, pues estas se tornan amarillentas, engrosadas y rígidas. Se produce un retraso en la formación de las espigas.

#### 2.2.14. Valor Nutricional

Zarate (1994), menciona que la **cebada** posee vitaminas del grupo B, ácido fólico, colina y vitamina K, es buena fuente de potasio, magnesio y fósforo, pero su mayor virtud es la riqueza en oligoelementos: hierro, azufre, cobre, cinc, manganeso, cromo, selenio, yodo, molibdeno.

*Cuadro 6 Composición del grano de cebada*

<b>Composición del grano de cebada por 100 Gr de sustancia</b>	
Proteínas	10%
Materia grasa	1.8%
Hidratos de carbono	66.5%
Celulosa	5.2 %
Materias minerales	2.6%
Agua	14%

*Cuadro 7 Composición de cebada verde*

<b>Composición de cebada verde por 100 gr de sustancia</b>	
Proteína	2.5
Materia grasa	0.5
Materia no nitrogenada	8.8
Celulosa	5.6
Cenizas	1.7
agua	80.9

### **2.2.15. Hidroponía**

Tarrillo (2005), menciona a la palabra hidroponía deriva del griego HIDRO (agua) y PONOS (labor o trabajo) lo que se traduce literalmente como trabajo en agua. La hidroponía es una técnica que permite el cultivo de plantas sin suelo, es decir sin tierra. Los elementos minerales esenciales son aportados por una solución nutritiva que se añade al agua. Con esta técnica de cultivo sin tierra es posible obtener hortalizas y plantas más saludables y de excelente calidad, permitiendo un uso más eficiente del agua y los nutrientes. El desarrollo actual de esta técnica está basado en la utilización de mínimo espacio, mínimo consumo de agua y máxima producción y calidad.

#### **Forraje verde hidropónico**

Orihuela (1994), menciona que la producción de forraje verde hidropónico como alternativa de cultivo en los departamentos de Cajamarca, Piura, Cuzco, Arequipa, Huaral, Huancayo, la Molina y entre otros de nuestro Perú dando importancia al forraje como alimento.

### **2.2.16. Historia de la hidroponía**

Las soluciones minerales para el aporte de nutrientes requeridas para cultivos hidropónicos no fueron desarrolladas hasta el siglo XIX. Los jardines por descubrimiento de partes de lagos de los aztecas (chinampas) utilizaban tierra. Los Jardines Colgantes de Babilonia eran jardines supuestamente irrigados desde la azotea, pero no hay evidencias de que utilizaran hidroponía.

La idea del cultivo de plantas en áreas ambientalmente controladas también existía en Roma. El emperador romano Tiberio introdujo el cultivo del pepino mediante técnicas hidropónicas.

El estudio de la hidroponía data desde hace 382 a. C. pero la primera información escrita es de 1600, cuando el belga Jan Van Helmont documentó su experiencia acerca de que las plantas obtienen sustancias nutritivas a partir del agua. El primer trabajo publicado sobre crecimiento de plantas terrestres sin suelo fue, *Sylva Sylvarum* (1627) de Francis Bacon. Después de eso, la técnica del agua se popularizó en la investigación.

#### **2.2.17. Características del forraje verde hidropónico (FVH)**

##### **a) Densidad de siembra**

La FAO (2001), recomienda una densidad de siembra de 2,4 a 3,4 kg de semillas/m<sup>2</sup>, 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 kg de forraje por cada kilo de semilla.

##### **b) Solución nutritiva**

Para cultivos de forraje hidropónico se utiliza la concentración 1,25 c.c. de solución A y 0,5 c.c. de solución B por litro de agua, empezando a regar un día después de que haya ocurrido la germinación del 50 por ciento de las semillas sembradas en el contenedor.

Volumen de solución nutritiva por metro cuadrado. Según sea el caso, de cada una de estas concentraciones preparadas se aplican entre 2,0 y 3,5 litros de solución nutritiva por cada metro cuadrado de cultivo.

El volumen menor de solución nutritiva se utiliza cuando las plantas están pequeñas y en climas frescos o fríos, y las mayores cuando las plantas están

preparando la floración o la formación de sus partes aprovechables (raíces, bulbos, tubérculos) o en climas calientes.

## **SOLUCIÓN NUTRITIVA DE FAO**

### **Solución A**

Fosfato de Amonio	492 g
Nitrato de Calcio	2.100 kg
Nitrato de Potasio	1.100 kg

### **Solución B**

Sulfato de Magnesio	492 g
Sulfato de Cobre	0.48 g (1/2 g)
Sulfato de Manganeso	2.5 g
Sulfato de Zinc	1.2 g
Ácido Bórico	6.2 g
Molibdato de Amonio	0.02 g
Nitrato de Magnesio	920 cc
Quelato Hierro	8.5 g

### **Reacción de fertilizante:**

**Nitrógeno** Ventajas: - Es el fertilizante que más influye en el crecimiento y rendimiento de las plantas. - Es el elemento plástico más importante (Proteínas, albuminoides, etc.). - Las plantas bien surtidas de nitrógeno crecen rápidamente y toman un color verde oscuro, señal de gran actividad fotosintética. Desventajas: - Alarga la vegetación y los frutos tardan más en madurar

**Fósforo:** Ventajas: - Da consistencia al tejido, mejora el desarrollo de las yemas. - influye en la cantidad, peso y sanidad de: Frutas, semillas, forrajes y verduras. - Hace a las plantas más resistentes a plagas y enfermedades.

**Potasio:** Ventajas: - Otorga mayor resistencia a plagas, heladas y enfermedades. - Disminuye la transpiración. (Menor consumo de agua).

### **2.2.18. Desarrollo o instalación del forraje verde hidropónico (FVH)**

El forraje verde hidropónico se instalará bajo la cubierta de un invernadero donde ocupar poco espacio.

Se sembrará en bandejas que estarán en taquilleros especiales y se realizará el manejo del cultivo de forraje de acuerdo a cada una de las etapas y estas son:

#### **a) Semillas**

Escoger una semilla que se adapte a las condiciones tanto climáticas como de altitud del lugar, al seleccionar debe tener buen aspecto general, no deben poseer enfermedades visibles como hongos, manchas, etc. La semilla tampoco debe estar partida; esta selección de semillas se realiza con el objetivo de garantizar mayor porcentaje de germinación de las semillas sembradas para la producción de FVH.

#### **b) Lavado de semillas y desinfección**

La semilla para la siembra del FVH debe lavarse y desinfectarse en una solución de hipoclorito de sodio al 1% (10 ml de hipoclorito de sodio por cada litro de agua.) el lavado tiene como objeto eliminar todo tipo de hongos y bacterias contaminantes que puedan traer enfermedades al forraje, el tiempo de lavado de semillas no debe ser menor de 30 segundos ni mayor a 3 minutos. Luego de terminado el lavado se enjuagan las semillas con agua limpia o desclorada. Luego de un adecuado lavado se procede a realizar un remojo de las semillas en agua desclorada, con el fin de activar las semillas y estimular la germinación, este proceso dura 24 horas que se dividen en dos remojos de

12 horas, separados por un periodo de 1 hora para escurrirlas y orearlas. Los procesos de pre-germinación y germinación aseguran un crecimiento inicial vigoroso del forraje verde hidropónico (FVH). La germinación, de las semillas se deposita en las bandejas de cultivo, para determinar la densidad de siembra.

**c) Siembra**

La siembra se realizó en bandeja seleccionada, se esparcen uniformemente las semillas sobre la bandeja de cultivo de forma que se obtuvo una capa de semillas con espesor de entre 1 y 1.5 cm. Otra forma de determinar la densidad de las semillas es tener en cuenta que las dosis óptimas de siembra de semilla de FVH se encuentran entre 2.2 a 3.4  $kg/m^2$ .

Se recomienda que las bandejas de cultivo se deben mantener en oscuridad para estimular la germinación del FVH, aunque este proceso no es obligatorio hará que se acelere el proceso de germinación, durante este periodo las semillas deben ser regadas con agua descolorada, teniendo en cuenta que no deben aplicarse más de 0.5  $L/m^2$  al día, esta cantidad de riego irá aumentando a medida que los requerimientos del cultivo vayan a su vez aumentando.

**d) Riego**

El riego de las bandejas debe realizarse a través de micro aspersores, o con regaderas que tengan orificios finos o pulverizadores de mano. El riego por inundación no es recomendado puesto que generalmente conlleva a problemas de excesos de agua que pueden causar asfixia radicular, ataques de hongos o hasta la pérdida total del cultivo.

**e) Fertilización**

Para la fertilización se emplea 2 tipos de soluciones que se combinarán, solución A (macro nutrientes) solución B (micronutrientes)

**f) Luminosidad**

La semilla de FVH necesita estar en obscuridad para germinar después requiere un mínimo de luz 2,800 y hasta 40,000 luxes.

Utilizar plástico negro o papel periódico el cual estará recubierto la bandeja o recipiente como una tapa y que impida la radiación de la luz y donde se encuentra la semilla de esta manera germinará, cuando haya germinado y haya desarrollado tendrá un porcentaje de luz del 65 %

**g) Temperatura**

Rodríguez (2006) FAO (2001). Durante el proceso de producción de FVH la temperatura juega un importante papel, ya que los cultivos tienen un rango de temperatura óptima para la germinación y crecimiento; para el caso de avena y cebada se requieren de 18 ° C a 21 ° C;

**h) Humedad**

La humedad que necesita la planta 70 % se le proporciona mediante el riego y las medidas ya indicadas en zonas de temperaturas altas y zonas de temperaturas bajas y lo ideal para este cultivo es trabajar dentro de un Fito toldo o invernadero para óptimo desarrollo y una humedad adecuada donde no se reproduzca hongos. La altura del cultivo FVH es de 0.20 cm a 0.25 cm de alto apto para el consumo de los animales

**2.2.19. Costos de producción e impacto económico**

**Rendimiento de la semilla de cebada 1.6.a 1.8.**

**Costo de semilla                      Cebada 0.7 a 0.9 soles kilo**

**Ejemplo                                      rendimiento 1:6**

**Costo de semilla                      0.8 soles kilo**

**Costo FVH  $0.8 / 6 = 0.133$  soles kilo**

**Cuadro 8 Costos de producción**

<b>insumos</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo</b>
Semilla (k)	80	0.8	64.00
Agua (m <sup>3</sup> )	1	1.5	1.50
Solución nutritiva (L)	1	3.50	3.50
Desinfectante (L)	1	200	2.00
Mano de obra horas	2	2.0	4.00
<b>Total (S/.)</b>			<b>75.00</b>

**Fuente: INIA –Huaral**

**Rendimiento 1:6**  
**Semilla 0.8 soles/kilo**  
**FVH: 75/480 = 0.156 soles/kilo**

**Rendimiento 1:8**  
**Semilla 0.8 soles/kilo**  
**FVH: 75/640 = 0.117 soles/kilo**

### **2.2.20. Método de Producción**

Palacios (1995), refiere que los métodos de producción de forraje verde hidropónico (FVH) cubren un amplio espectro de posibilidades y en casos muy simples en que la producción se realiza en franjas de semillas pregerminadas colocadas directamente en las bandeja de plásticos en el invernaderos en los cuales se han establecido bandejas en pisos múltiples obteniéndose varios pisos de plantación por metro cuadrado; galpones agrícolas (por ejemplo; hasta métodos sofisticados conocido como: “Fábricas de forraje” donde, en estructuras “fierro, madera y tubos ” cerradas, totalmente automatizadas y climatizadas, el forraje verde hidropónico (FVH) se produce a partir del trabajo de un operario que sólo se remite a sembrar y cosechar mientras que todos los demás procesos y controles son realizados en forma automática. El cultivo puede estar instalado en bandejas de plástico provenientes del corte longitudinal de envases descartables y materiales reciclables, etc.

### **2.3. Definición de términos básicos**

**Ácido fólico:** es una vitamina hidrosoluble del complejo Necesaria para la maduración de proteínas estructurales.

**Arqueológicos:** perteneciente o relativo a la arqueología antigua, ciencia que estudia a los restos de las civilizaciones.

**Autógama:** facultativo obligado de auto polinización y auto fecundación.

**Cariópside:** fruto seco que tiene una sola semilla con el pericarpio adherido al mismo grano de cebada.

**Cultivadas:** es un grupo de plantas seleccionadas artificial mente por diversos métodos a partir de un cultivo más variable.

**Digestibilidad:** facilidad de un alimento para ser digerido.

**Enfermedad:** alteración leve o grave del funcionamiento de un organismo.

**Erosión:** desgaste y modelación de la corteza terrestre causado por la acción del viento la lluvia los procesos pluviales y por acción de los seres vivos.

**Espiguilla:** forma parte de una espiga principal en algunas plantas y tipo de inflorescencia racimosa de raquis alargado.

**Estambres:** órgano sexual masculino de las plantas fanerógamas.

**Fasciculada:** está formado por elementos agrupados es pequeñas ases.

**Fisiología:** parte de la biología que estudia los órganos y sus funciones.

**Fotosintética:** es adjetivo de la fotosíntesis o que tiene relación de este proceso químico de las plantas.

**Germinación:** condiciones favorables se desarrolla para originar una planta.

**Inflorescencia:** sistema de ramificaciones donde aparece colocada las flores al brotar de las yemas axilares.

**Inorgánica:** es parte especialmente de los minerales rama de la química que estudia los metales.

**Limbo foliar:** a la lámina que común mente forma parte de la anatomía de una hoja.

**atitud:** toda la extensión de un territorio de distancia eclíptica cualquier punto considerado hace uno de sus polos.

**Macollo:** botánica de cada uno de los brotes de un pie vegetal.

**Materia seca:** parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible atreves de un calentamiento hecho a condiciones de un laboratorio.

**Nutrientes:** toda sustancia esencial para la conservación y crecimiento de las plantas.

**Nitrogenado:** que contiene nitrógeno y nitrato de las plantas y micro organismos su incorporación al material celular de las plantas.

**Órgano estructural:** órgano que forma una unidad estructural del cumplimiento de una función de una planta.

**Orgánica:** las sustancias que forman los cuerpos orgánicos cuyo componente principal es el carbono.

**Parénquima:** tejido vegetal esponjoso de las células vivas que rellena los intersticios dejados por los vasos y que puede tener funciones diversas según su ubicación.

**Panícula:** panoja espiga de flores capa subcutánea formada por tejido adiposo.

**Plaga:** infortunio contratiempo enfermedad epidémica o endémica de la agricultura.

**Pre germinado:** germinar antes de la siembra.

**Proteína:** compuesto orgánico compuesto por aminoácidos que son moléculas a bases de carbono, hidrogeno, oxígeno y nitrógeno.

**Proteína bruta:** multiplicar la cantidad de nitrógeno por el factor empírico.

**Rentabilidad:** relación existente entre los beneficios que proporciona una determinada operación o cosa.

**Tallo:** órgano de la planta que se prolonga en sentido contrario al de la raíz sirve de vinculación entre esta y las hojas y de sostén en las hojas flores y frutos y además es la circulación de la savia.

**Topografía:** técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o relieve de un terreno.

## 2.4. Formulación de hipótesis

### 2.4.1 Hipótesis general

Las especies forrajeras de avena Mantaro 15 (**Avena sativa**), avena común (**Avena sativa**), cebada INIA (**Hordeum vulgare**) y cebada común (**Hordeum vulgare**) presentan diferencias significativas y estadísticas en la producción de forraje verde hidropónico en condiciones de invernadero.

### 2.4.2 Hipótesis específicas

Las características físicas y químicas de las especies forrajeras presentan diferencias estadísticas en la producción de forraje verde hidropónico en condiciones de invernadero.

La evaluación de las especies forrajeras permite identificar la alternativa tecnológica que genera mayor beneficio en la producción de forraje verde hidropónico con la aplicación de solución nutritiva A y B esto determinado a condiciones de invernadero

## 2.5. Identificación de variables

### a) Variable independiente

*Cuadro 9*

<b>Especies forrajeras</b>	<b>Tratamiento</b>
Avena Mantaro 15 INIA	solución nutritiva A y B
Avena común	
Cebada INIA	
Cebada común	

**b) Variable dependiente**

- Porcentaje de germinación
- Presencia de hojas
- Longitud tallo
- Número de macollo
- Longitud foliar
- Número de hojas
- Día de cosecha
- Peso de forraje
- Análisis de peso

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

*Cuadro 10*

Operación de variables					
Indicador	Definición conceptual	Definición operacional			Instrumentos
		Definición operacional	Indicador	Valores escalares	
Independiente: Especies forrajeras	En cualquier medio que se utilice para el cultivo de forraje verde hidropónico	Propiedades físicas y químicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Calidad de semilla</li> <li>➤ Desarrollo</li> <li>➤ Cantidad de macollo</li> <li>➤ Tamaño</li> <li>➤ Volumen de masa</li> <li>➤ Producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ %</li> <li>➤ mm</li> <li>➤ %</li> <li>➤ mm</li> <li>➤ kg</li> <li>➤ S/.</li> </ul>	Materiales de investigación tesis
Dependiente: Evaluación de forraje verde hidropónico producción.	Material genético producción en invernadero	Características del cultivo en estudio	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Germinación</li> <li>➤ Presencia de hojas</li> <li>➤ Macolla miento de plantas</li> <li>➤ Longitud foliar</li> <li>➤ Hojas</li> <li>➤ Peso</li> <li>➤ Cosecha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ %</li> <li>➤ %</li> <li>➤ %</li> <li>➤ mm</li> <li>➤ %</li> <li>➤ Kg</li> <li>➤ S/.</li> </ul>	Desarrollo de tesis Producción de forraje verde hidropónico

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación por las características de la conducción de trabajo

Experimental

#### **3.2. Nivel de investigación**

Experimental de tratamiento de los datos usados de las variables

#### **3.3. Métodos de investigación**

El método de investigación, diseño experimental, con dos variedades de gramíneas, avena y cebada para observar el rendimiento de producción de las dos especies en estudio, con la aplicación de solución nutritiva A y B en fuentes de plástico de dimensiones de 50 X 35 y con 180 gr de semilla ya mencionada a condiciones de invernadero con recubierta de plástico, producción de 12 a 15 días a la cosecha de forraje verde hidropónico.

##### **a) Característica dimensión del invernadero**

Las dimensiones del invernadero corresponden el poco espacio a ocupar y no a tener que extenderse, las medidas son:

<b>Descripción</b>	<b>dimensión</b>	<b>valor escalar</b>	
Alto	2.50	m	techo
Alto	2.00	m	techo
Ancho	1.50	m	pared
Largo	3.00	m	pared

<b>Materiales</b>	<b>Herramientas</b>
- Listones	- Serrucho
- Clavos	- Martillo
- Plástico color cristal	- Cúter
- Chinche	- Wincha
- Cinta de embalaje	- Alicata
- Bisagra	- Nivel de mano
- Aldaba	
- Candado	
- Malla	

#### **b) Plataforma del invernadero**

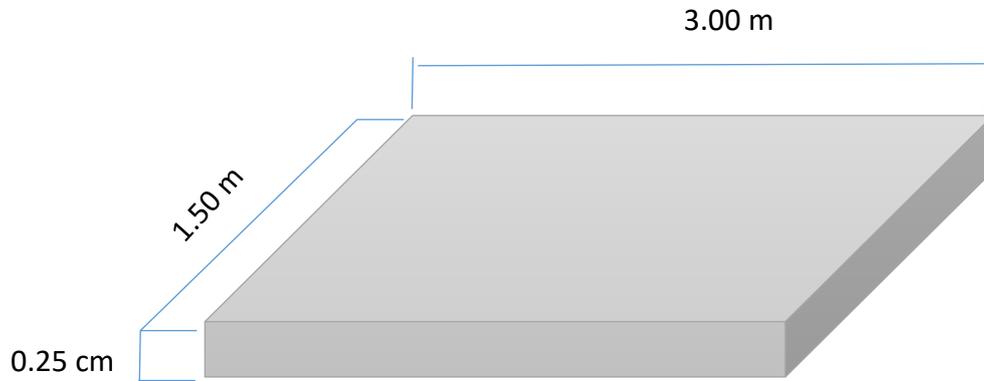
La plataforma del invernadero fue vaciado de concreto

<b>Descripción</b>	<b>dimensión</b>	<b>valor escalar</b>
Alto	0.25	cm
Ancho	1.50	m
Largo	3.00	m

<b>Descripción</b>	<b>Material</b>	<b>Herramientas</b>
- 1 bolsa	- Cemento	- Badilejo
- 4 sacos	- Arena	- Lampa
-		

## Esquema de la plataforma

*Gráfico 3*



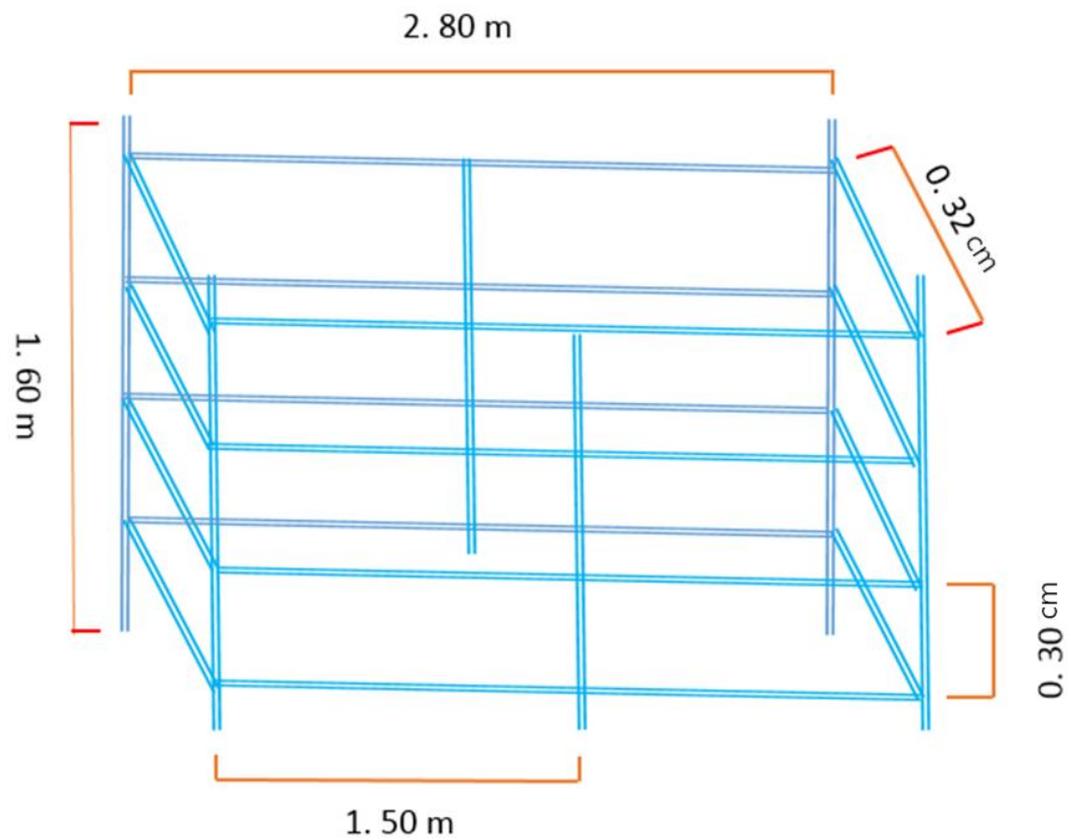
### c) Dimensión del taquillero

Las dimensiones del taquillero, de acuerdo a la cantidad de fuentes y tamaño de fuente.

<b>Descripción</b>	<b>dimensión</b>	<b>valor escalar</b>
Alto	1.60	m
Ancho	0.32	cm
Largo	2.80	m

## Esquema del taquillero

*Gráfico 4*

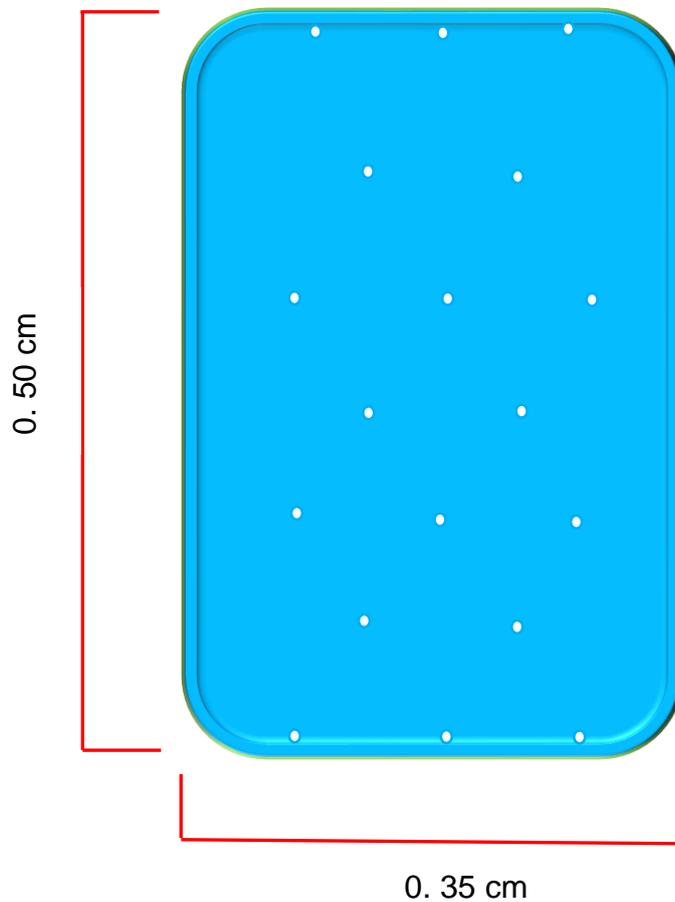


### d) Dimensión de la bandeja

Descripción	dimensión	valor escalar
Alto	0.1	cm
Ancho	0.35	cm
Largo	0.50	cm

## Esquema de la bandeja

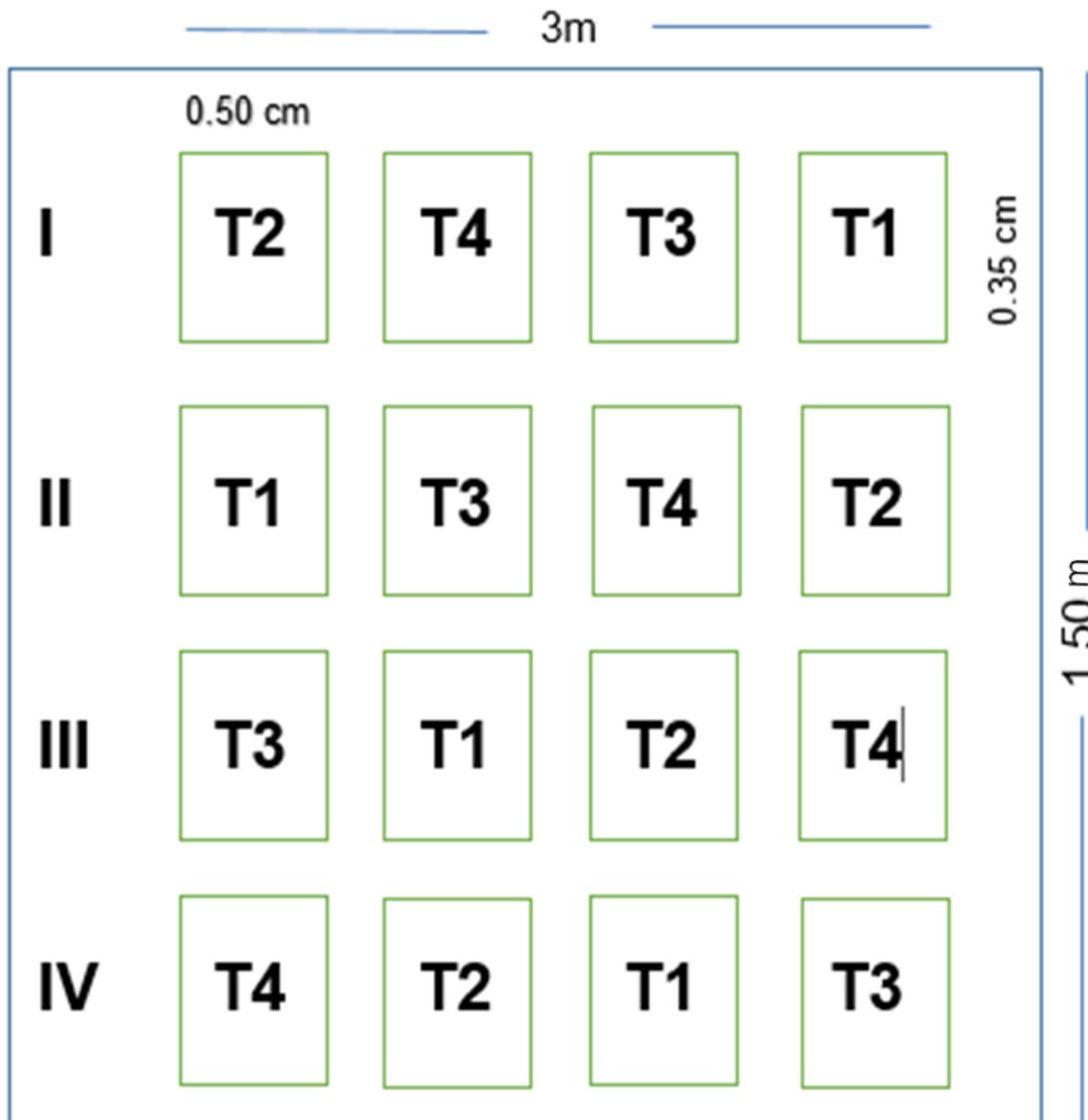
*Gráfico 5*



La fuente de material de plástico es perforada en la toda la parte central en forma intercalada a la distancia de 4 cm entré cada agujero, por donde podrá discurrir el agua que será regada para que pueda pasar de fuente en fuente, después que se hayan colocado las semillas en la fuente de plástico, donde crecerá el tapete o forraje verde hidropónico.

**Detalles del área experimental (invernadero) y distribución de bandejas.**

*Gráfico 6*



- Número de boques 4
- Cantidad de bandejas 16
- Tratamiento solución A y B

**3.4. Diseño de investigación**

**a) Diseño experimental**

Diseño de bloque completamente al azar (DBCA) con dos variedades de avena (Avena sativa) y dos de cebada (Hordeum vulgare), que son gramíneas.

**b) Modelo matemático**

**Modelo Estadístico Lineal**

**Modelo:**  $Y_{ijk} = U + T_i + B_j + E_k$

**Donde:**

**U** = Media general del rendimiento del forraje hidropónico

**T<sub>i</sub>** = Efecto del tratamiento (i = 1,2 (Tratamientos))

**B<sub>j</sub>** = Efectos del bloque (i = 1,2...4 bloques)

**E<sub>k</sub> (ij)** = Efecto del error experimental

**ANOVA**

*Cuadro 11*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
Bloques	(i-1)=3	SC <sub>b</sub>	CM <sub>b</sub>	CM <sub>b</sub> /CME
Tratamientos	(t-1)=3	SC <sub>t</sub>	CM <sub>t</sub>	CMT/CME
Error Experimental	(t-1)(r-1)=9	SCE	CME	
Total	Tr-1=15	SCTO		

**Prueba Estadística**

Para el siguiente trabajo de investigación se utilizó la Prueba de Significación (Student) al nivel de 0.05 y 0.01 de probabilidad, para los diferentes parámetros.

**Prueba de Student**

$ALS(t) \leq AET(0.05) \times S_x$

**Donde:**

**ALS** = Amplitud de Limite Significativo de Student

**AES (t) 0.05** = Valor significativo de Student

**S<sub>x</sub>** = Error Estándar de la media

### 3.5. Población y muestra

#### a) Población

La población está dada por cuatro variedades de gramíneas.

- Avena Mantaro 15 INIA
- Avena común
- Cebada INIA
- Cebada común

En las cuatro repeticiones del área experimental del invernadero conformadas en total de 16 fuentes como unidad experimental, en cada fuente se empleó 180 gr de semilla distribuidos uniformemente.

#### b) Muestra

**La muestra estuvo representada por:**

*Cuadro 12*

N° de orden	Tratamiento	clave
1	Avena Mantaro 15 INIA	T <sub>1</sub>
2	Avena común	T <sub>2</sub>
3	Cebada INIA	T <sub>3</sub>
4	Cebada común	T <sub>4</sub>

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### a) Técnica

- Observación y conteo de plantas del porcentaje de germinación en placa Petri.
- Crecimiento o tamaño de planta
- Determinación de primeras hojas
- Presencia de tallo
- Presencia de macollo
- Longitud foliar

- Numero de hojas
- Cosecha del forraje verde hidropónico
- Peso del forraje
- Peso de materia seca

**b) Labor técnica**

- Soluciones nutritivas: A y B
- Hipoclorito de sodio

**c) Instrumento**

**Laboratorio:** materiales que se emplearon.

- Placa Petri
- Termómetro de temperatura
- Termómetro de humedad
- Cinta pH.
- Balanza de reloj
- Balanza
- Pipeta
- Pulverizador de mano
- Jeringa
- Detergente
- Lejía 90° % Jarra con medida ml
- Formato de evaluación
- Tablero
- Folder

**d) materiales**

- Plástico (cristal)

- Plástico (negro)
- Listones
- Clavos
- Listones
- Chinchas
- Bandejas de plástico
- Malla

### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

Para la selección, validación se han utilizado formatos de cuadros estadísticos para el diseño de investigación bloques completamente al azar en condiciones de invernadero, las fuentes representadas en cuadros de varianza, donde se tiene como fuente de variación a los tratamientos, representados por los cuadros de fertilización de solución A y B recomendados para los trabajos de investigación en campo; teniendo como fuente de variación los tratamientos, bloques y error experimental; los grados de libertad para tratamientos, bloques y error experimental; y los valores calculados de F calculada, para tratamiento de bloques tabulados también tratamientos y bloques al nivel de 0.05 % y 0.01 % para determinar el nivel de significación correspondiente nos permita expresar la validez y confiabilidad de los instrumentos utilizados en el experimento de trabajo de tesis.

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

Habiendo realizado, los registros de prueba de germinación, y datos las primeras hojas diámetro o tamaño del tallo y macolla miento, y haber alcanzado el tamaño óptimo a los 12 días desde la germinación y tres días después a la cosecha, se procedió a tabular y realizar el análisis de varianza de significación de Duncan

con la ayuda del programa SAS (Staistical Anaysis Sisten), la misma que corresponde al diseño completamente al azar, para forraje verde hidropónico.

### **3.9. Tratamiento estadístico**

Se evaluaron 2 Variedades de avena y dos variedades de cebada con la finalidad de tener el rendimiento y mayor producción a condiciones de invernadero en el distrito de Yanacancha y cuyas variedades se menciona a continuación.

<b>CLAVES</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>
T1	Avena Mantaro 15
T2	Avena común
T3	Cebada INIA
T4	Cebada común

### **3.10. Orientación ética filosófica y epistemica**

La producción de forraje verde hidropónico verde a condiciones de invernadero, está orientado para que para todo aquel que esté dispuesto a obtener mejor producción y más rentabilidad con poca inversión y mayor ganancia económica a implementar una nueva alternativa tecnológica en producción e incorporación de este cultivo forrajero de esta manera mejorara su nivel de vida como calidad de vida.

Se evaluó 4 variedades de gramíneas y se determinó el rendimiento de la producción de la mejor variedad en condiciones del invernadero

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

El trabajo de investigación tuvo la siguiente secuencia en el invernadero.

##### **4.1.1. Ubicación del campo experimental**

###### **a) Ámbito de estudio**

El ámbito de estudio del experimento de tesis se desarrolló en las instalaciones de un invernadero construido.

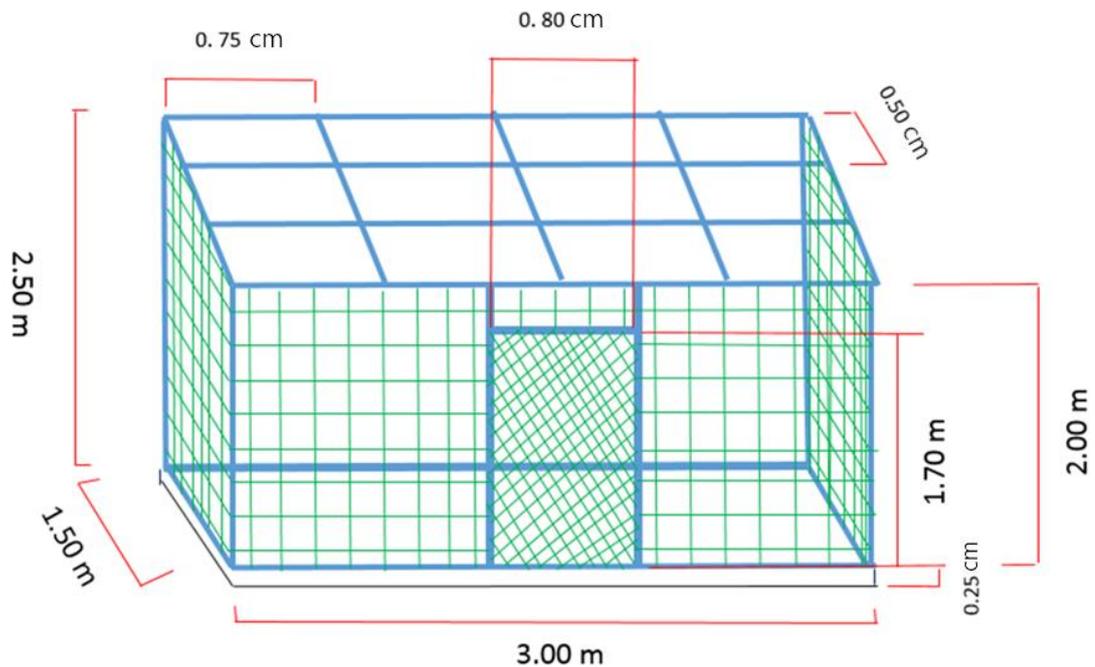
**Dato referencial:** Av. Los Incas, Pje. Las Petunias sin N° - San Juan Pampa - Distrito de Yanacancha – Cerro de Pasco – Perú.

Entre el mes de agosto del año 2019.

###### **b) Construcción del invernadero**

Gráfico 7

### Esquema invernadero



La construcción del invernadero fue entre el mes de junio del año 2019, para el desarrollo de tesis “**comparativo de producción en hidroponía y obtención de forraje de dos gramíneas, en cebada (*hordeum vulgare*), avena (*avena sativa*)**”.

#### c) **Desarrollo del forraje verde hidropónico y evaluación:**

##### **Obtención de semillas:**

Las semillas se obtuvieron en el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Huancayo, y en el mercado del mismo lugar.

##### **Porcentaje de germinación de semillas:**

Se obtuvo el porcentaje de germinación en cuatro placas Petri de acuerdo a cada variedad.

##### **Lavado de semillas:**

La semilla es lavada tres veces para que esté libre de impurezas, y desinfectada con hipoclorito de sodio (NaClO) "lejía" con un promedio de 20 ml, para que no afecte la semilla y el cultivo.

**Pre germinación:**

Después del lavado se deja remojar las semillas para inducirla a la geminación por espacio de 24 horas posteriormente es oreado por un espacio de 3 horas, donde será sembrado o colocado en las bandejas o fuentes de plástico con un plástico negro por el espacio de 12 horas antes de ir al taquillero donde desarrollo el forraje.

**Siembra de semillas:**

La siembra será en bandejas o fuentes de plástico con una cantidad de 280 gramos en cada una de dimensión de 0.50 cm de largo X 0.35 cm de ancho, esperando obtener un promedio de 2.50 kg a 3 kg, a más.

**Riego de semilla con agua:**

Al ser llevadas las bandejas o fuentes de plástico al taquillero se rego por el espacio de 2 días, solamente agua y dos días antes de la cosecha solamente con agua sin la solución A y B.

**Riego con solución A y B:**

Después de los dos días de riego con agua se rego con la solución A y B 200ml por unidad de bandeja o fuente por un periodo solo de 10 días.

**Evaluación de tamaño del forraje:**

El tamaño del forraje fue evaluado desde la aparición de las primeras hojas hasta el un día antes de la cosecha.

**Pesado del forraje:**

El pesado del forraje es en cosecha o extracción del forraje de las unidades de bandejas o fuentes de plástico, para su disposición final.

#### **Cosecha de forraje:**

El día de la cosecha o extracción de forraje se determinó cual es el que mejor en comparativo rindió en calidad para la producción de este.

#### **Pesado de materia de forraje:**

Se determina cuál de las variedades contiene mayor cantidad de unidad y materia seca en peso.

### **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

**Cuadro 13 Análisis de varianza de porcentaje de germinación de especies forrajeras**

FV	GL	SC	CM	F Cal	F <sub>(0.05)</sub>	F <sub>(0.01)</sub>	Sig.
Tratamientos	3	413.19	137.729	12.640	3.863	6.992	**
Bloques	3	440.69	146.896	13.482	3.863	6.992	**
Error	9	98.06	10.896				
Total	15						

CV: 4.32 %; Media: 76.43

De los resultados del cuadro 13 de análisis de varianza se observa que existe altamente significativa para la fuente de tratamientos y bloques. El coeficiente de varianza es 4.32%

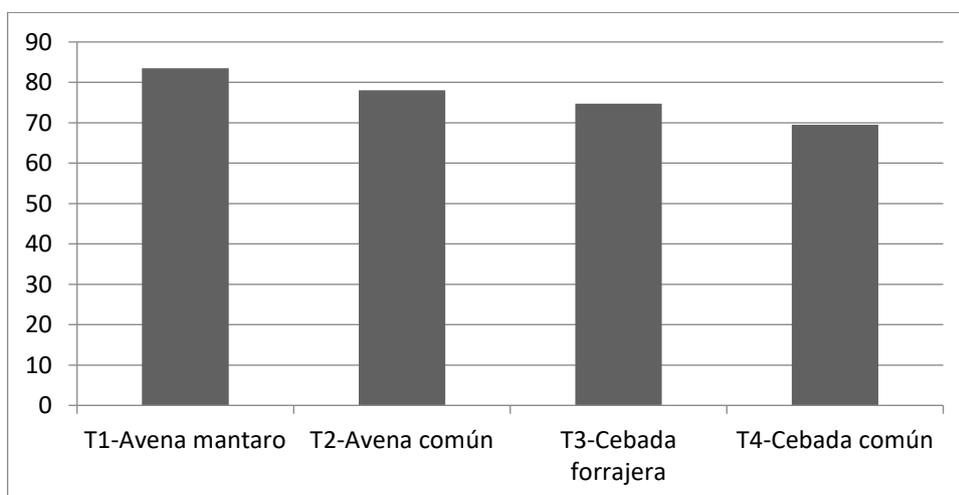
**Cuadro 14 Prueba de rango múltiple de Duncan para porcentaje de germinación de especies forrajeras**

Orden de merito	Tratamiento	Promedio	Grupo Duncan	
			0.05	0.01
1	T1	83.50	a	a
2	T2	78.00	b	a b
3	T3	74.75	b c	b c
4	T4	69.50	c	c

Realizado la prueba de Duncan a los niveles 5% y 1%, en el cuadro N° 14 nos muestra que el tratamiento T1 con el promedio de 85.50 % de germinación que representa la variedad de avena Mantaro 15 INIA en la prueba de rango múltiple

para porcentaje de germinación, ocupa el primer lugar en el orden de mérito, en cuanto al tratamiento T2 y T3 con el promedio de 78 y 74,75 % de germinación que representan las variedades, avena común y cebada INIA, ocupando en el segundo y tercer orden de mérito, de esta manera T4 con el promedio 69.50 %, representando a la cebada común ocupando el cuarto lugar en el orden de mérito.

**Gráfico 8 Gráfico de barras de porcentaje de germinación de especies forrajeras**



En el grafico N° 08, se muestra las barras de porcentaje de germinación; correspondiente 83.5 % del tratamiento T1 a la avena Mantaro (*Avena sativa*), 78 % al tratamiento T2 a la avena común (*avena sativa*), 74.75 % al tratamiento T3 a la cebada INIA (*Hordeum vulgare*), 69.5 % al tratamiento T4 a la cebada común (*Hordeum vulgare*).

**Cuadro 15 Análisis de varianza de días de presencia del primer par de hojas de especies forrajeras**

FV	GL	SC	CM	F Cal	F <sub>(0.05)</sub>	F <sub>(0.01)</sub>	Sig.
Tratamientos	3	4.75	1.58333	8.1429	3.863	6.992	**
Bloques	3	1.25	0.41667	2.1429	3.863	6.992	NS
Error	9	1.75	0.19444				
Total	15	7.15					

CV: 16.79 %; Media: 2.625

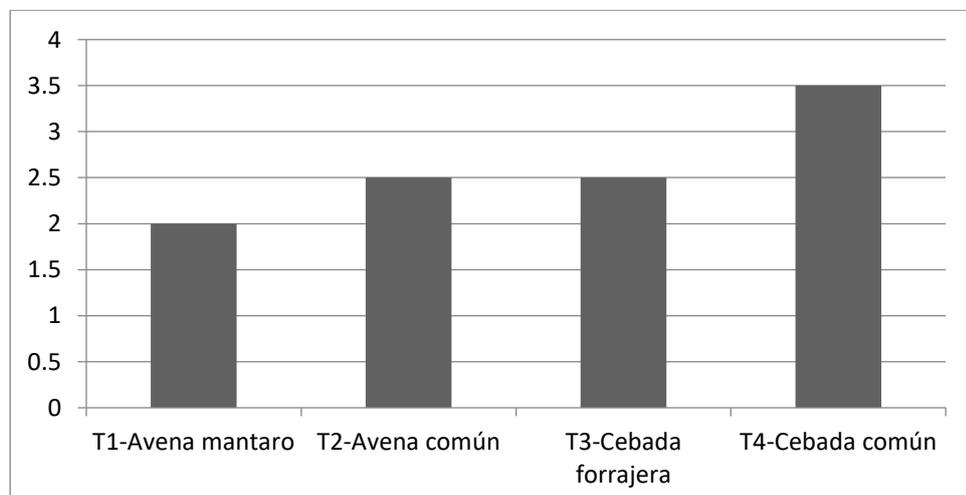
De los resultados del cuadro 15 de análisis de varianza se observa que existe diferencia estadística altamente significativamente para la fuente de tratamientos, no existiendo diferencia para bloques, El coeficiente de varianza es 16.79 %

**Cuadro 16 Prueba de rango múltiple de Duncan para días de presencia del primer par de hojas de especies forrajeras**

Orden de merito	Tratamiento	Promedio	Grupo Duncan	
			0.05	0.01
1	T4	3.5	a	a
2	T2	2.5	b	a b
3	T3	2.5	b	a b
4	T1	2.0	b	b

Realizado la prueba de Duncan a los niveles 5% y 1%, en el cuadro N° 16 nos muestra que el tratamiento T4 con el promedio de 3.5 % de días de presencia del primer par de hojas que representa la variedad de cebada común en la prueba de rango múltiple, ocupa el primer lugar en el orden demerito, en cuanto al tratamiento T2 y T3 con el promedio de 2.5% de igual de días de presencia del primer par de hojas que representan las variedades, avena común y cebada INIA, ocupando en el segundo y tercer orden de mérito de igualdad , de esta manera el T4 con el promedio 2 %, representando a la avena Mantaro 15 INIA ocupando el cuarto lugar en el orden de mérito a días de presencia del primer par de hojas.

**Gráfico 9 Gráfico de barras de días de presencia del primer par de hojas de especies forrajeras**



En el grafico N° 09, se muestra en las barras días de presencia del primer par de hojas correspondiente 3.5 días del tratamiento T4 cebada común (*Hordeum vulgare*), 2.5 días al tratamiento T3 y T2 a la cebada INIA (*Hordeum vulgare*) Y avena común (*Avena sativa*), 2 días al tratamiento T1 a la avena Mantaro (*Avena sativa*).

**Cuadro 17 Análisis de varianza de días de presencia de tallos de especies forrajeras**

FV	GL	SC	CM	F Cal	F <sub>(0.05)</sub>	F <sub>(0.01)</sub>	Sig.
Tratamientos	3	2.5	0.83333	0.8333	3.863	6.992	NS
Bloques	3	2.5	0.83333	0.8333	3.863	6.992	NS
Error	9	9.0	1				
total	15						

CV: 25 %; Media: 4

De los resultados del cuadro N°17 de análisis de varianza se observa que no existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos y bloques.

El coeficiente de varianza es 4.32%.

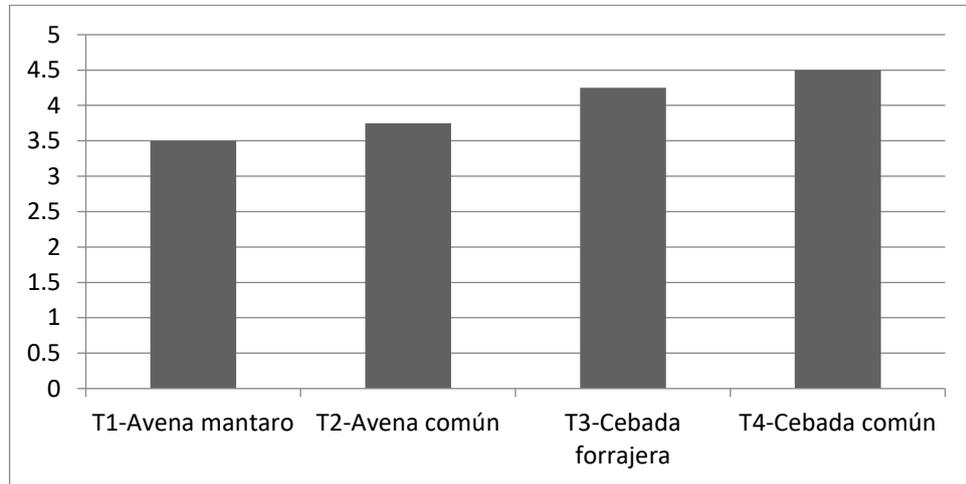
**Cuadro 18 Prueba de rango múltiple de Duncan para días de presencia de tallos de especies forrajeras**

Orden de merito	Tratamiento	Promedio	Grupo Duncan	
			0.05	0.01
1	T4	4.50	a	a
2	T3	4.25	a	a
3	T2	3.75	a	a
4	T1	3.50	a	a

Realizado la prueba de Duncan a los niveles 5% y 1%, en el cuadro N° 18 nos muestra que el tratamiento T4, T3, T2, T1 con el promedio de cebada común 4.50%, cebada INIA 3.75%, avena común 4.25% y avena Mantaro 3.50 % de días de presencia de tallo que representa las variedades en la prueba de rango múltiple, ocupa el primer segundo, tercer y cuarto lugar en el orden de mérito a días de presencia de tallo. T4 cebada común muestra diferencia entre su promedio,

siendo similar alcanza el mayor promedio de las variedades con 4.50 promedio de días de tallo, se determina que guardan diferencia de porcentaje de promedio entre sí en las cuatro variedades.

**Gráfico 10 Gráfico de barras de días de presencia de tallos de especies forrajeras**



En el gráfico N° 10, se muestra en las barras días de presencia del tallo de las especies forrajeras correspondiente 4.5 días del tratamiento T4 cebada común (*Hordeum vulgare*), 4.25 días al tratamiento T3 cebada INIA (*Hordeum vulgare*), 3.75 días al tratamiento T2 a la avena común (*Avena sativa*), 3.5 días al tratamiento T1 a la avena Mantaro (*Avena sativa*).

**Cuadro 19 Análisis de varianza de días de presencia de macollo de especies forrajeras**

FV	GL	SC	CM	F Cal	F <sub>(0.05)</sub>	F <sub>(0.01)</sub>	Sig.
Tratamientos	3	7.1875	2.39583	13.80	3.863	6.992	**
Bloques	3	5.1875	1.72917	9.96	3.863	6.992	**
Error	9	1.5625	0.17361				
Total	15						

CV: 6.35 %; Media: 6.56

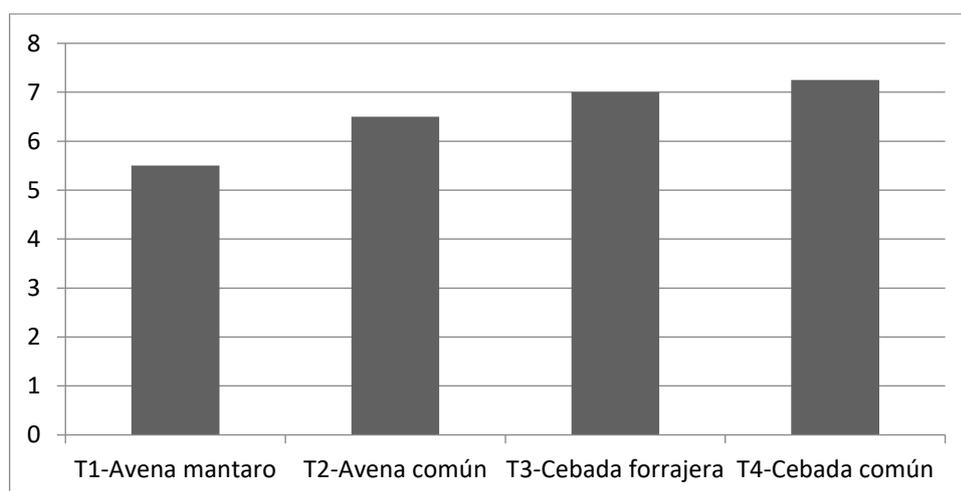
De los resultados del cuadro 19 de análisis de varianza se observa que existe altamente significativa para la fuente de tratamientos y bloques. El coeficiente de varianza es 6.35%

**Cuadro 20 Prueba de rango múltiple de Duncan para días de presencia de macollo de especies forrajeras**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Grupo Duncan	
			0.05	0.01
1	T4	7.25	a	a
2	T3	7.00	a b	a
3	T2	6.50	b	a
4	T1	5.50	c	b

Realizado la prueba de Duncan a los niveles 5% y 1%, en el cuadro N° 20 nos muestra que el tratamiento T4 con el promedio de 7.25 % de días de presencia de macollo que representa la variedad de cebada común en la prueba de rango múltiple, ocupa el primer lugar en el orden de mérito, en cuanto al tratamiento (mayor tiempo) T3 y T2 con el promedio de 7% y 6.50 % de días de macolló que representan las variedades, cebada INIA y avena común, ocupando en el segundo y tercer orden de mérito de esta manera el T1 con el promedio 5.50 %, representando a la avena Mantaro 15 INIA ocupando el cuarto lugar en el orden de mérito a días de presencia de macollo (menor tiempo).

**Gráfico 11 Gráfico de barras de días de presencia de macollo de especies forrajeras**



En el grafico N° 11, se muestra en las barras días de presencia del macollo de las especies forrajeras correspondiente 7.25 días del tratamiento T4 cebada común (*Hordeum vulgare*), 7 días al tratamiento T3 cebada INIA (*Hordeum*

*vulgare*), 6.65 días al tratamiento T2 a la avena común (*Avena sativa*), 5.5 días al tratamiento T1 a la avena Mantaro (*Avena sativa*).

**Cuadro 21 Análisis de varianza de longitud foliar a la cosecha en cm de especies forrajeras**

FV	GL	SC	CM	F Cal	F <sub>(0.05)</sub>	F <sub>(0.01)</sub>	Sig.
Tratamientos	3	64.188	21.3958	10.1016	3.863	6.992	**
Bloques	3	29.688	9.8958	4.6721	3.863	6.992	*
Error	9	19.062	2.1181				
Total	15						

CV: 6.63 %; Media: 21.93

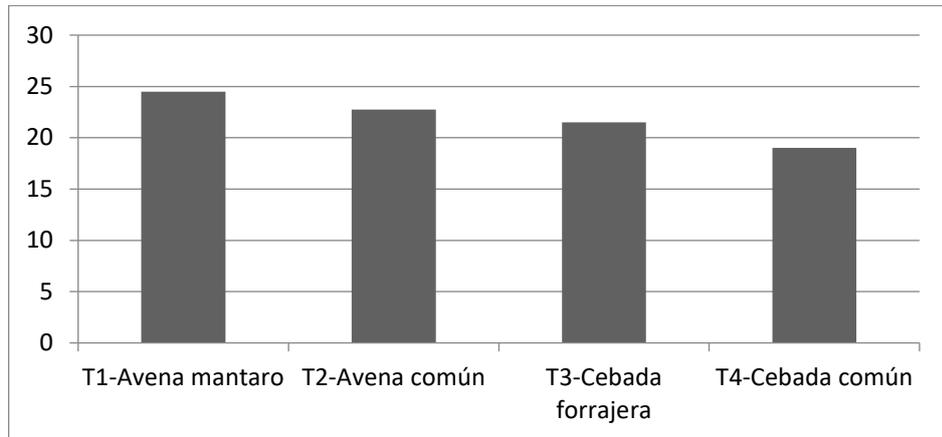
De los resultados del cuadro 13 de análisis de varianza se observa que existe altamente significativa y diferencia estadística para la fuente de tratamientos y bloques. El coeficiente de varianza es 6.63%.

**Cuadro 22 Prueba de rango múltiple de Duncan para longitud foliar a la cosecha en cm de especies forrajeras**

Orden de merito	Tratamiento	Promedio	Grupo Duncan	
			0.05	0.01
1	T1	24.50	a	a
2	T2	22.75	a b	a
3	T3	21.50	b	a b
4	T4	19.00	c	b

Realizado la prueba de Duncan a los niveles 5% y 1%, en el cuadro N° 22 nos muestra que el tratamiento T1 con el promedio de 24.50 % de longitud foliar en centímetros representa la variedad de avena Mantaro 15 INIA en la prueba de rango múltiple, ocupa el primer lugar en el orden de mérito (menor tiempo), en cuanto al tratamiento T2 y T3 con el promedio de 22.75% y 21.50 % de longitud foliar en centímetros que representan las variedades, avena común y cebada INIA, ocupando en el segundo y tercer orden de mérito de esta manera el T4 con el promedio 19 %, representando a la cebada común ocupando el cuarto lugar en el orden de mérito la longitud foliar (mayor tiempo).

**Gráfico 12 Gráfico de barras de longitud foliar a la cosecha en cm de especies forrajeras**



En el gráfico N° 12, se muestra la longitud foliar a la cosecha de las especies forrajeras correspondiente 24.5 longitud foliar al tratamiento T1 a la avena Mantaro (*Avena sativa*), 22.75 longitud foliar al tratamiento T2 avena común (*Avena sativa*), 21.15 longitud foliar al tratamiento al tratamiento T3 cebada INIA (*Hordeum vulgare*), 19 longitud foliar al tratamiento al tratamiento T4 cebada común (*Hordeum vulgare*).

**Cuadro 23 Análisis de varianza de número de hojas a la cosecha de especies forrajeras**

FV	GL	SC	CM	F Cal	F (0.05)	F (0.01)	Sig.
Tratamientos	3	2.75	0.91667	3.6667	3.863	6.992	NS
Bloques	3	0.75	0.25000	1	3.863	6.992	NS
Error	9	2.25	0.25000				
Total	15						

CV: 14.81 %; Media: 3.375

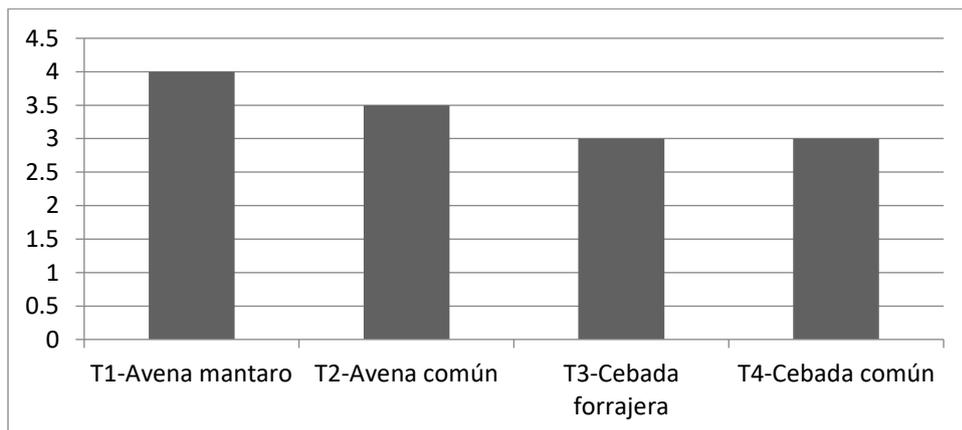
De los resultados del cuadro 23 de análisis de varianza se observa que no existe diferencia significativa para la fuente de tratamientos y bloques. El coeficiente de varianza es 4.32%.

**Cuadro 24 Prueba de rango múltiple de Duncan para número de hojas a la cosecha de especies forrajeras**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Grupo Duncan	
			0.05	0.01
1	T1	4.0	a	a
2	T2	3.5	a b	a
3	T3	3.0	b	a
4	T4	3.0	b	a

Realizado la prueba de Duncan a los niveles 5% y 1%, en el cuadro N° 24 nos muestra que el tratamiento T1 con el promedio de 4 % de número de hojas representa la variedad de avena Mantaro 15 INIA en la prueba de rango múltiple, ocupa el primer lugar en el orden de mérito (mayor cantidad), en cuanto al tratamiento T2 con el promedio de 3.5% de número de hojas representa la variedad de avena común en el segundo lugar en el orden de mérito. T3 y T4 con el promedio de 3% de igualdad de promedio la longitud foliar en centímetros que representan las variedades de cebadas INIA y cebada común ocupando el tercer y cuarto en el orden de mérito la longitud foliar (mayor tiempo).

**Gráfico 13 Gráfico de barras de número de hojas a la cosecha de especies forrajeras**



En el gráfico N° 13, se muestra en las barras el número de hojas a la cosecha de las especies forrajeras correspondiente 4 de número de hojas al tratamiento T1 a la avena Mantaro (Avena sativa). 3.5 de número de hojas al tratamiento T2 avena común (Avena sativa), 3 de número de hojas al tratamiento T3 cebada INIA

(*Hordeum vulgare*) ,3 de número de hojas al tratamiento T4 cebada común (*Hordeum vulgare*).

**Cuadro 25 Análisis de varianza de días a la cosecha de especies forrajeras**

FV	GL	SC	CM	F Cal	F (0.05)	F (0.01)	Sig.
Tratamientos	3	24	8	2,23E+35	3.863	6.992	
Bloques	3	0	0	1,00E+04	3.863	6.992	
Error	9	0	0				
Total	15						

CV: 4.280035e -15 %; Media: 14

De los resultados del cuadro 25 de análisis de varianza se observa que no existe diferencia significativa para la fuente de tratamientos y bloques. El coeficiente de varianza es 4.28%.

El análisis de varianza obtenido, del momento de la siembra hasta el día de cosecha transcurrido un periodo de 12 días y alcanzando la altura optima de 25 cm para la cosecha de las variedades forrajeras se dio en un día y un día después encantando diferencia significativa.

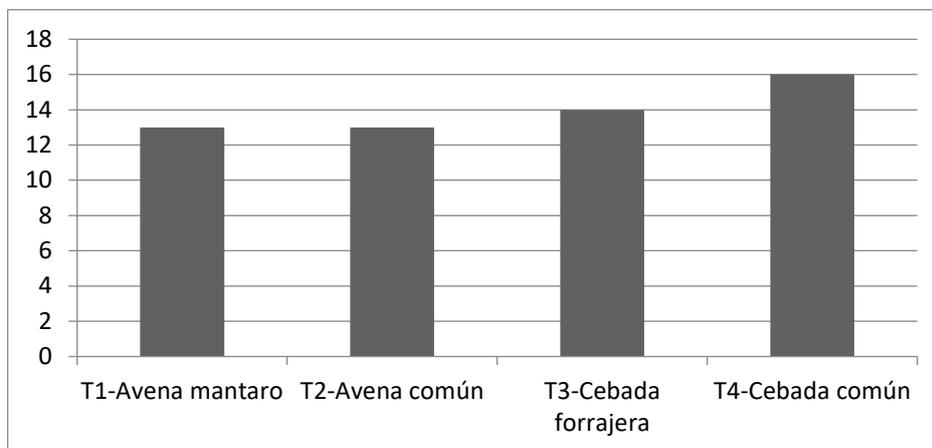
**Cuadro 26 Prueba de rango múltiple de Duncan para días a la cosecha de especies forrajeras**

Orden de merito	Tratamiento	Promedio	Grupo Duncan	
			0.05	0.01
1	T4	16	a	a
2	T3	14	b	b
3	T1	13	c	c
4	T2	13	c	c

Realizado la prueba de Duncan a los niveles 5% y 1%, en el cuadro N° 22 nos muestra que el tratamiento T4 y T3 con el promedio de 16% y 14% de días a la cosecha (mayor tiempo) representa la variedad de cebada común y cebada INIA en la prueba de rango múltiple, ocupa el primer y segundo lugar en el orden de mérito. T1 y T2 con el promedio de 13% de igualdad de promedio a días de la cosecha (menor tiempo) representan las variedades avena Mantaro 15 INIA y avena

común en la prueba de rango múltiple, ocupa el tercer y cuarto lugar en el orden de mérito.

**Gráfico 14 Gráfico de barras de días a la cosecha de especies forrajeras**



En el gráfico N° 14, se muestra en las barras de días a la cosecha de las especies forrajeras correspondiente. Al día 12.5 a 16 días del tratamiento T4 cebada común (*Hordeum vulgare*), 14 días al tratamiento T3 y T2 días de tratamiento cebada INIA (*Hordeum vulgare*), avena común (*Avena sativa*) y avena mantaro 15 (*Avena sativa*).

**Cuadro 27 Análisis de varianza de peso de forraje verde hidropónico en kg de especies forrajeras**

FV	GL	SC	CM	F Cal	F <sub>(0.05)</sub>	F <sub>(0.01)</sub>	Sig.
Tratamientos	3	4.0739	1.35798	6.2235	3.863	6.992	*
Bloques	3	0.4478	0.14925	0.6840	3.863	6.992	NS
Error	9	19.638	0.21820				

CV: 16.33 %; Media: 2.86

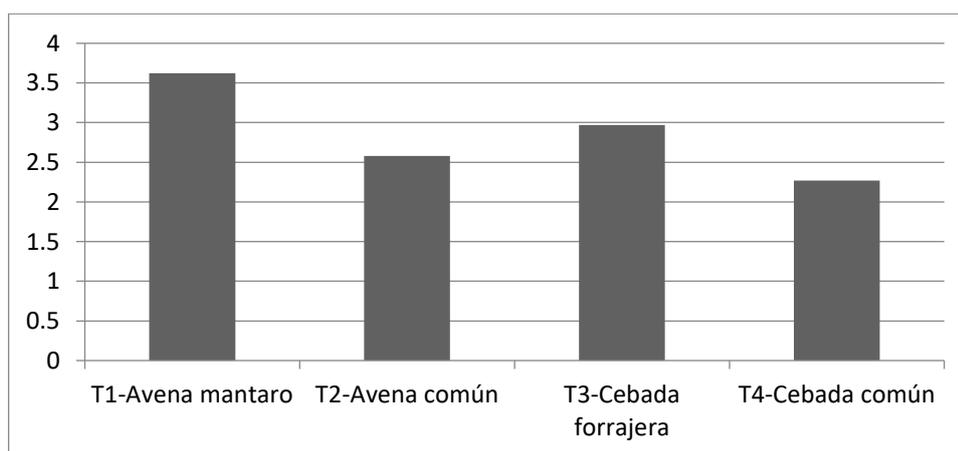
De los resultados del cuadro 27 de análisis de varianza se observa que existe diferencia significativa y la diferencia estadística no significativo para la fuente de tratamientos y bloques. El coeficiente de varianza es 16.33 %.

**Cuadro 28 Prueba de rango múltiple de Duncan para peso de forraje verde hidropónico en kg de especies forrajeras**

Orden de merito	Tratamiento	Promedio	Grupo Duncan	
			0.05	0.01
1	T1	36.215	a	a
2	T3	29.700	a b	a b
3	T2	25.800	b	a b
4	T4	22.700	b	b

Realizado la prueba de Duncan a los niveles 5% y 1%, en el cuadro N° 28 nos muestra que el tratamiento T1 con el promedio de 36.215% de peso de forraje verde hidropónico en kg representa la variedad de avena Mantaro 15 INIA en la prueba de rango múltiple, ocupa el primer lugar en el orden de mérito (mayor peso), en cuanto al tratamiento T3 y T2 con el promedio de 29.700% y 25.800 % peso de forraje verde hidropónico en kg representa la variedad de cebada INIA y avena común ocupando en el segundo y tercer orden de mérito. T4 con el promedio de 22.700% peso de forraje verde hidropónico en kg representa la variedad de cebada común ocupando en el cuarto orden de mérito (menor peso).

**Gráfico 15 Gráfico de barras de peso de forraje verde hidropónico en kg de especies forrajeras**



En el grafico N° 15, se muestra en las barras el peso de forraje verde hidropónico en Kg de las especies forrajeras correspondiente 3,6215 peso de forraje al tratamiento T1 a la avena Mantaro (Avena sativa) 2.97 peso de forraje al

tratamiento T3 cebada INIA (*Hordeum vulgare*), 2.58 peso de forraje al tratamiento T2 avena común (*Avena sativa*) ,2.27 peso de forraje al tratamiento T4 cebada común (*Hordeum vulgare*).

**Cuadro 29 Análisis de varianza de peso de materia seca en g de especies forrajeras**

FV	GL	SC	CM	F Cal	F <sub>(0.05)</sub>	F <sub>(0.01)</sub>	Sig.
Tratamientos	3	216.86	72.285	0.6094	3.863	6.992	NS
Bloques	3	257.81	85.938	0.7246	3.863	6.992	NS
Error	9	1067.47	118.608				
Total	15						

CV: 13.19 %; Media: 82.56

De los resultados del cuadro 29 de análisis de varianza se observa que no existe diferencia significativa y estadísticamente significativa para la fuente de tratamientos y bloques. El coeficiente de varianza es 13.19 %.

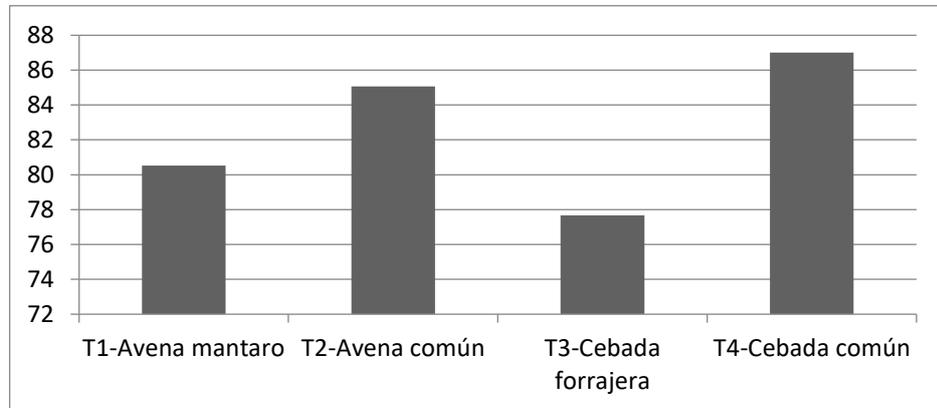
**Cuadro 30 Prueba de rango múltiple de Duncan para peso de materia seca en gr de especies forrajeras**

Orden de merito	Tratamiento	Promedio	Grupo Duncan	
			0.05	0.01
1	T4	87.005	a	a
2	T2	85.075	a	a
3	T1	80.530	a	a
4	T3	77.660	a	a

Realizado la prueba de Duncan a los niveles 5% y 1%, en el cuadro N° 20 nos muestra que el tratamientos T4, T2, T1 y T3 con el promedio de 87.005%, 85.075 %, 80.530 y 77.660 en peso de materia seca en gr de forraje verde hidropónico (FVH) representa la variedad de cebada común, avena común, avena Mantaro 15 INIA y cebada INIA ocupando de acuerdo al orden demerito primero ,segundo, tercer y cuarto lugar orden de mérito, T4 con el promedio más alto de 22.700% peso de materia seca en forraje verde hidropónico (FVH) en gr representa la variedad de cebada común. Ocupando en primer lugar. T3 con el promedio más

alto de 77.660 % en peso de materia seca de forraje verde hidropónico (FVH) en gr representa la variedad de cebada INIA. Ocupando en cuarto lugar.

**Gráfico 16 Gráficos de barras de peso de materia seca en gr de especies forrajeras**



En el gráfico N° 16, se muestra en las barras el peso de materia seca en gr de las especies forrajeras correspondiente 87.005 gr peso de materia seca al tratamiento T4 cebada común (*Hordeum vulgare*), 85.075 gr peso de materia seca al tratamiento T2 avena común (*Avena sativa*), 80.53 gr peso de materia seca al tratamiento T1 a la avena Mantaro (*Avena sativa*), 77.66 gr peso de materia seca al tratamiento T3 cebada INIA (*Hordeum vulgare*).

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

Durante la conducción del presente trabajo se planteó la hipótesis para la evaluación de las variedades de gramíneas hipótesis general y específica, que consiste que todos los promedios de los tratamientos en estudio presentan diferencia significativa entre sí, que la hipótesis específica menciona que al menos uno de los promedios de tratamientos es significativo.

Se obtuvo un valor (F tabular al 95 y 99%) que se encuentra en las tablas estadísticas las cuales indican la probabilidad, en rendimiento de producción de forraje verde en menor tiempo y mayor tamaño alcanzado a los doce días de mayor

concentración de vitaminas, minerales y proteínas de forraje verde hidropónico (FVH).

Realizada el comparativo de producción de los valores podemos decir que la hipótesis general se acepta para todas las evaluaciones realizadas; luego se procedió a realizar la prueba de Duncan para poder establecer las diferencias estadísticas altamente significativas y por consiguiente el orden de mérito, la gramínea de mayor producción en menor tiempo de germinación y mayor desarrollo a los 12 días para la alimentación de los animales como forraje verde hidropónico (FVH) la variedad avena Mantaro 15 INIA.

#### **4.4. Discusión de resultados**

En la presente investigación para determinar el porcentaje de germinación de las semillas de las gramíneas los conteos se realizaron a partir del primer día hasta el tercer día de haber sido puesto en las placas Petri de esta manera se pudo obtener el mayor porcentaje de germinación al 83 %, 78%, 79% y 69% la misma que se corrobora con lo mencionado por la INIA en el 2000, Tarrillo 2008, Orihuela 1994 y Salas 2010 cuyo porcentaje oscila entre 70% a 95% con respecto a las observaciones no se encontraron diferencia a esto en el trabajo de tesis.

## CONCLUSIONES

A la culminación del proyecto de investigación, “comparativo de producción en hidroponía y obtención de dos gramíneas, en cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*avena sativa*). forraje, en el distrito de Yanacancha del Departamento de Cerro de Pasco. Se llegó a la siguiente conclusión.

De las cuatro variedades de gramíneas de forraje verde hidropónico (FVH), se obtuvo en menor tiempo de días de germinación en 83.5%, mayor cantidad de días al par de hojas, días de presencia de tallo a los 3.5% de días, mayor cantidad de macollamiento mayor a los 5.5 días, longitud foliar a los 24.5 % de día a la cosecha, día de cosecha a los 12.5 días, peso en materia seca 87.005 %. Variedad avena Mantaro 15 INIA.

Las variedades de gramíneas avena común, cebada INIA y cebada común se tardaron en cantidad de días.

Teniendo los resultados la más óptima en uniformidad, desarrollo y características deseables la variedad avena Mantaro 15 INIA.

## **RECOMENDACIONES**

Bajo las condiciones técnicas de siembra en invernadero para producción de forraje verde hidropónico (FVH) que se efectuó el trabajo de tesis.

Realizar trabajos de investigación relacionados en el manejo orgánico a condiciones de invernadero el forraje hidropónico con nuevas variedades ya sean nativas o domesticadas a la producción de este y sea alternativa de alimentación para los productores y criadores de animales.

Debido a la diversidad de cambios climatológicos y el efecto ambiental de nuestro entorno que afecta no solo el forraje como alimento para nuestros animales, sino que nos perjudica también en otros tipos de cultivos optemos por una nueva tecnología donde podemos controlar la temperatura, humedad, cambios climáticos, escases de agua, suelos infértiles por falta de nutrientes y minerales, perdida de nuestros productos por plagas, enfermedades, topografía accidentada y pisos ecológicos. Optemos por una nueva tecnología en producción de cultivos sembrados bajo condiciones técnicas de invernaderos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonifacio (2010)** tesis experimental de forraje verde hidropónico en variedad avena rica y avena mantaro
- Calderón (1973)** revista agraria Bolivia en publicación el agricultor de la nueva tecnología.
- Calzada (1970)** métodos estadísticos para la investigación tercera edición S.A Lima Perú
- Celito (2014)** tesis desarrollada en el departamento de Trujillo (UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA)
- Darcy (2018).** Tesis desarrollada en el distrito de Abancay – Apurímac. (UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA).
- (FAO, 2001)** publicación de manejo hidropónico huertos urbanos Latino América y el Caribe
- Tarrillo (2008)** utilización del forraje en alfalfa y cebada en alimentación de terneros y vacunos Holtens (manual de producción)
- Salas (2010)** edición de fertilización hidropónica de hortalizas
- Izquierdo (2011)** la empresa hidropónica de media escala Santiago de Chile sexta edición fuente FAO
- INIA (2005) García (2007)** descripción botánica y bromatológicas edición libro para productores
- Orihuela (1994)** Producción de forraje hidropónico en alimentación de cuyes revista – agro enfoque – Lima Perú

**Palacios (1995)** producción de forraje hidropónico – facultad de ciencias agrarias –  
departamento de biología- fisiología vegetal – Universidad Agraria la Molina

**Pulgar Vidal (1938)** geógrafo humano general y del Perú – ensayos geográficos – la  
sabiduría ecológica tradicional – las ocho eco regiones naturales del Perú

**Ricardo M (2011)** primer nobel Fito patólogo - Fitopatología en el Perú: Lima,  
diciembre del 2011

**Tapia (1974)** investigación y descripción de clasificación taxonómica

**Vicuña (2018).** Informe de remediación de suelos degradados con comparativo  
hidropónico de siembra

**Zarate (1994)** cultivo de pastos forrajeros en el Perú y propiedades nutricionales en  
animales

## **ANEXOS**

### **Instrumentos de recolección de datos**

- Placa Petri
- Termómetro de temperatura
- Termómetro de humedad
- Cinta pH.
- Balanza de reloj
- Balanza
- Pipeta
- Pulverizador de mano
- Jeringa
- Detergente
- Lejía 90° % Jarra con medida ml
- Formato de evaluación
- Tablero
- Folder

## Anexo: 01

### Cuadros tabulados de evaluación del forraje verde hidropónico.

Cuadro N° 1 Porcentaje de germinación de especies forrajeras

Tratamientos	Bloques				Media
	I	II	III	IV	
T1	86	84	79	85	83,5
T2	84	79	72	77	78
T3	87	74	62	76	74,75
T4	76	72	61	69	69,5

Cuadro N° 2 Datos de días de presencia del primer par de hojas de especies

#### Forrajeras

Tratamientos	Bloques				Media
	I	II	III	IV	
T1	2	2	2	2	2
T2	2	3	3	2	2,5
T3	2	3	2	3	2,5
T4	3	4	4	3	3,5

Cuadro N° 3 Datos de días de presencia de tallos de especies forrajeras

Tratamientos	Bloques				Media
	I	II	III	IV	
T1	4	3	3	4	3,5
T2	3	3	4	5	3,75
T3	4	3	5	5	4,25
T4	6	5	3	4	4,5

Cuadro N° 4 Datos de días de presencia de macollo de especies forrajeras

Tratamientos	Bloques				Media
	I	II	III	IV	
T1	5	5	6	6	5,5
T2	6	6	7	7	6,5
T3	6	7	7	8	7
T4	7	6	8	8	7,25

Cuadro N° 5 Datos de longitud foliar a la cosecha en cm de especies forrajeras

Tratamientos	Bloques				Media
	I	II	III	IV	
T1	24	25	25	24	24,5
T2	24	25	23	19	22,75
T3	23	24	20	19	21,5
T4	18	20	21	17	19

Cuadro N° 6 **Datos de número de hojas a la cosecha de especies forrajeras**

Tratamientos	Bloques				Media
	I	II	III	IV	
T1	4	4	4	4	4
T2	4	3	3	4	3,5
T3	4	3	3	2	3
T4	3	3	3	3	3

Cuadro N° 7 Datos de días a la cosecha de especies forrajeras

Tratamientos	Bloques				Media
	I	II	III	IV	
T1	13	13	13	13	13
T2	13	13	13	13	13
T3	14	14	14	14	14
T4	16	16	16	16	16

Cuadro N° 8 **Datos de peso de forraje verde hidropónico en kg de especies**

Forrajeras

Tratamientos	Bloques				Media
	I	II	III	IV	
T1	3,856	3,886	2,899	3,845	3,6215
T2	2,470	2,780	2,860	2,210	2,58
T3	3,800	2,570	3,180	2,330	2,97
T4	2,255	2,130	2,585	2,110	2,27

Cuadro N° 10 Datos de peso de materia seca en g de especies forrajeras

Tratamientos	Bloques				Media
	I	II	III	IV	
T1	86,74	84,6	89,88	60,9	80,53
T2	82,68	85,9	86,78	84,94	85,075
T3	86,76	53,38	85,56	84,94	77,66
T4	86,76	87,02	86,78	87,46	87,005

## Anexo 2

### Costos de forraje verde hidropónico.

Cuadro 31

Averna en 1Kg 12.00S/ 280 gr 4.50 S/	1 bandeja	Costo de forraje 1Kg	1 bandeja pesa 3 kg Medida 50X35	Sub total	Total
16.50	280 gr	3.00	9.00	9.00	36.00

19,50 de ganancia por bandeja

Cuadro 32

Un cuy	30% de su peso vivo	1 bandeja	Precio de cuy	Total
500 gr	150 gr	18 cuyes	25.00	450.00
800 gr	240 gr	12 cuyes	30.00	360.00

**ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA  
Y LA ALIMENTACION, FAO**

**Roma, 2000**

### Anexo 03

#### Presupuesto de tesis

Requerimiento	unidad de medida	Cantidad	Costo ut	Sub total
<b>Producto</b>	Kg	<b>5</b>	12.00	60.00
Semilla avena INIA	Kg	<b>5</b>	8.00	40.00
Semilla de avena común	Kg	<b>5</b>	14.00	70.00
Semilla cebada INIA	Kg	<b>5</b>	7.00	35.00
Semilla cebada común	500 ml	<b>1</b>	60.00	60.00
Solución A	500 ml	<b>1</b>	60.00	60.00
Solución B	200 ml	<b>1</b>	2.50	2.5.00
				327.50

Requerimiento	Unidad de medida	Cantidad	Costo ut	Sub total
<b>c) Material de laboratorio</b>				
Pipeta de 10 ml	Vidrio	1	40.00	40.00
Cinta de pH SIGMA	Cajetilla	1	55.00	55.00
Termómetro ambiental	Vidrio	1	35.00	35.00
Pulverizador	Plástico	2	5.00	10.00
Mochila fumigadora	Plástico	1	120.00	120.00
Jeringa	Plástico	1	6.00	6.00
Detergente	Kg	1	1.00	1.00
Balde	Plástico	4	8.00	32.00
Wincha de 8 m	Metálico	1	6.00	6.00
Balanza	Metálico	1	40.00	40.00
Guantes	Descartable	30	1.00	30.00
Total				375.00

Requerimiento	Trabajador	Cantidad	costo ut	sub total
<b>D) MANO DE OBRA</b>				
Construcción de invernadero	Obrero	2	150.00	150.00
Alquiler del área experimental	meses	3	50.00	150.00
Total				300.00

Requerimiento	Descripción	Cantidad	Costo ut	Sub total
<b>f) gastos indirectos</b>				
Pasaje	Pasaje	2	500.00	500.00
imprevistos			800.00	800.00
Total				<b>1300.00</b>

**Inversión de proyecto de tesis hace un total de 2,302.50**

## Anexo 04

### Fotos del desarrollo de tesis



Construcción del invernadero



Construcción del invernadero



Pintado del invernadero



Estructura pintada del invernadero



Forrado del invernadero con plástico  
trasparente



Armado del taquillero



Peso de semilla para porcentaje  
de germinación



Placas donde se muestra el poder germinativo de las semillas de avena y cebada



avado de semillas con hipoclorito



Lavado de semillas en la fuente



Oreado de semilla



Oreado de semilla



Bandeja para forrajes hidropónicos



Semillas pre germinadas al segundo día



Sembrado de semillas en bandeja



Bandejas en el invernadero



Riego de forraje agua



Riego de forraje con solución A y B



Evaluación de tapete de forraje



Evaluación de tapete de forraje



Evaluación del tallo



Evaluación de tallo



Evaluación de tallo



Pesado de forraje



Pesado de forraje



Evaluación de forraje para la cosecha



Evaluación de forraje para la cosecha



Solución nutritiva



Cartel de tesis



Cartel de bloques



Muestras de forraje verde hidropónico



Horno de secado de humedad



Muestra de forrajes en laboratorio



secado de muestras en el horno



Secado de muestras en el horno



Muestras de forraje secado por el horno

### **Instrumento de recolección de datos**

- a) **Placas Petri:** Determinar el porcentaje de germinación en 3 días.
- b) **Termómetro:** Determinar la humedad y la temperatura del invernadero.
- c) **Medida:** Medir diariamente con una regla el tamaño del forraje.
- d) **Peso:** El peso del forraje fresco y una balanza analítica de laboratorio para determinar el peso de materia seca.
- e) **Construcción del invernadero:** Se empleó listones de madera, plástico para ser que sea hermético, se forro con maya para evitar que causen robo de las bandejas.
- f) **Referencia o antecedente:** Se empleó referencias de estudios anteriores acerca de forraje hidropónico y antecedentes de trabajos de tesis referente al tema.

**Cuadros o gráficos:** Se empleó cuadros estadísticos que se demostraba mediante el grafico de barras de los cálculos obtenidos en la investigación.