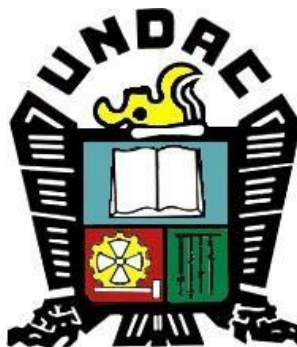


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Efecto comparativo de tres dosis de sustrato A - B en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare.*) bajo las condiciones de Chamayog UNDAC -Yanahuanca - 2021.

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autor:

Bach. Emilio Franklin DIAZ RIVERA

Asesor:

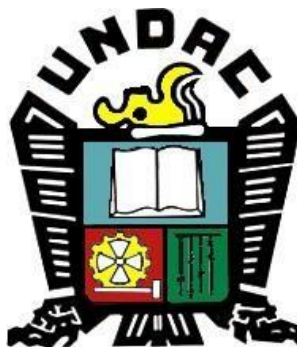
Mg. Alfredo Exaltación CONDOR PEREZ

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Efecto comparativo de tres dosis de sustrato A - B en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare.*) bajo las condiciones de Chamayog UNDAC -Yanahuanca - 2021.

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Manuel LLANOS ZEVALLOS
PRESIDENTE

Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO
MIEMBRO

MSc. Josué Hernán INGA ORTIZ
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 054-2024/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

DIAZ RIVERA, Emilio Franklin

Escuela de Formación Profesional

Agronomía – Yanahuanca

Tipo de trabajo

Tesis

Efecto comparativo de tres dosis de sustrato A - B en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare.*) bajo las condiciones de Chamayog UNDAC -Yanahuanca -2021

Asesor

Mag. CONDOR PEREZ, Alfredo Exaltación

Índice de similitud

5%

Calificativo

APROBADO

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

Cerro de Pasco, 30 de mayo de 2024



Firmado digitalmente por HJANES TOVAR Lola Antonia FALU 20154802040.pdf
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30.05.2024 11:32:44 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

Con mucho aprecio y una consideración muy especial en mi vida dedico esta Tesis a mis queridos Padres, Mg. Emilio Díaz Mallqui, y Elizabeth, Rivera Loyola, por sus sabios consejos en cada momento incentivaba, para lograr el propósito de ser un profesional, mi gratitud eterna, así como a mis hermanos que motivaron este logro

AGRADECIMIENTO

De manera especial y gratitud dejo constancia de mi noble agradecimiento leal al Mg. Alfredo Exaltación Córdor Pérez, asesor de la presente tesis, quien guío y orientó en el proceso de la planificación, desarrollo y culminación de esta tesis de título profesional. Así mismo un sincero agradecimiento a mi alma mater la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía, Filial Yanahuanca por darme esta gran oportunidad de ser parte de ella, porque gracias a los docentes y personal administrativo, quienes me dieron apoyo, paciencia, y su experiencia profesional he logrado terminar mis estudios que constituyen el regalo más grande de mi vida.

RESUMEN

EL presente trabajo de investigación fue realizado en el Taller de hidroponía de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía Filial Yanahuanca. El objetivo principal del trabajo de la investigación fue: Determinar el efecto comparativo de tres dosis de sustrato A - B en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare L*) bajo las condiciones de Chamayog Yanahuanca, UNDAC - 2021. El diseño aplicado en el trabajo fue diseño completamente al azar (DCA), con 4 tratamientos, 3 tratamientos con sustrato A – B con una dosis de: T2: A – 2 cm y B-1 cm, T3: A – 2.5 cm y B 1.5 cm, T4: A – 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo absoluto solo con agua: 10 repeticiones por tratamiento. Para determinar las diferencias entre los promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de Duncan a una probabilidad de 0.05 %, y el programa estadístico de Infostat, se realizó el análisis físico y químico del agua en el laboratorio de la UNDAC – Pasco. Los resultados de la investigación del sustrato hidropónico A y B en la aplicación de varias dosis surgió efectos positivos como: En altura de planta evaluado a los 21 días, obteniendo en el T4 de 20,03 cm, seguido de T3 con 19.73 cm, y el de menor tamaño el T 1 con 18.42 cm. Al rendimiento de masa foliar de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en el T4, calculando el mayor volumen de 129,000 kilos, T2 114,000 kilos por hectárea en una cosecha de un tiempo de 23 días y con mínimo rendimiento el T1 104,000 kilos/ha. La mayor concentración de proteína cruda se logró en el T2 con 14.35 %, T4 con 13.52 %, esto demuestra que, si hubo efecto del sustrato, y la mínima concentración en T1: 11.87 % testigo sin sustrato hidropónico. La palatabilidad del forraje verde hidropónico, se obtuvo que el T4 por modulo 718. 5 y por unidad de 143.7 gramos, seguido por el T2 por módulo de 694.34 gramos y el de menor consumo el T3: 625.0 gramos por modulo y por unidad de 125.0 gramos.

Palabras claves: Dosis A-B, rendimiento, proteína y palatabilidad.

ABSTRACT

This research work was carried out in the Hydroponics Workshop of the Agronomy vocational training school. The main objective of the research work was: Determine the comparative effect of three doses of substrate A - B on the production of hydroponic green forage of barley (*Hordeum vulgare*) under the conditions of Chamayog UNDAC – Yanahuanca

- 2021. The design applied in the work was a completely randomized design (DCA), with 4 treatments, 3 treatments with substrate A – B with a dose of: T2: A – 2 cm and B-1 cm, T3: A

– 2.5 cm and B 1.5 cm, T4: A – 5cm and B- 2cm and the absolute control treatment T1 only with water: 10 repetitions per treatment. To determine the differences between the averages of the treatments, the Duncan test was used at a probability of 0.05%, and the Infostat statistical program, the physical and chemical analysis of the water was carried out in the UNDAC - Pasco laboratory. The results of the investigation of the hydroponic substrate A and B in the application of various doses emerged positive effects such as: In plant height evaluated at 21 days, obtaining in T4 of 20.03 cm, followed by T3 with 19.73 cm, and the smallest size is T 1 with 18.42 cm. To the leaf mass yield of hydroponic green forage of barley (*Hordeum vulgare*) in T4, calculating the highest volume of 129,000 kilos, T2 114,000 kilos per hectare in a harvest time of 23 days and with minimum yield in T1 104,000 kilos/hectare. ha. The highest concentration of crude protein was achieved in T2 with 14.35%, T4 with 13.52%, this shows that there was an effect of the substrate, and the minimum concentration in T1: 11.87% control without hydroponic substrate. The palatability of the hydroponic green forage, It was obtained that T4 per module was 718.5 and per unit of 143.7 grams, followed by T2 per module of

694.34 grams and the lowest consumption T3: 625.0 grams per module and per unit of 125.0 grams. The key word: A-B dosage, performance, protein and palatability.

Keyword: A-B dosage, yield, protein and palatability.

INTRODUCCIÓN

La producción de forraje verde hidropónico, actualmente es una actividad industrial, que se desarrolla a escalas comerciales, en las ciudades urbanas, para la producción de leche, carne y huevos, ello nos permite disponer de alimento para las diversas actividades pecuarias que se realizan como una actividad doméstica en las familias que radican en las ciudades.

A nivel de los distritos de la provincia Daniel Alcides Carrión, el 90 % de 110 comunidades, constituidos geo-políticamente por ocho distritos dedicados todos ellos a la actividad agropecuaria, con diferentes pisos ecológicos y diversos microclimas que comprenden desde lo frígido, templado y cálido, donde se cultiva una diversidad de plantas forestales, frutícolas, hortalizas, pastos y forrajes. se dedican a la actividad agropecuaria de diversos tipos de producción agrícola y animales domésticos, siendo la base fundamental de la alimentación los pastos y pastizales con mayor producción la alfalfa, rey Grass, chala de maíz, avena forrajera y todos residuos de hortalizas y restos de la cosecha, aun así existe demanda insatisfecha. Esta deficiencia de alimentación, para los animales domésticos de las zonas urbanas, nos motivó generar nuevas técnicas de producir forraje, en este contexto, para cubrir la brecha de falta de alimentos de los cuyes, conejos, gallinas, ovinos de las familias urbanas, que tienen ocupación doméstica, en esta actividad.

El presente trabajo de Tesis del forraje verde hidropónico en el cultivo de cebada, técnica no practicada y desarrollado como alternativa de nuevo modelo de producir alimento para los animales en forma permanente en los espacios libres de las viviendas como en sus patios, azoteas, jardines en las zonas periurbanas dentro de la ciudad de Yanahuanca.

Como alternativa el proyecto generó esta nueva propuesta de forma fácil y de

costo bajo, de un espacio reducido para la producción de forraje verde hidropónico, mediante el uso de agua doméstico con un uso eficiente que está al alcance de las familias que optan esta

técnica, logrando satisfacer la necesidad de demanda de materia verde para las mascotas o crianzas familiares.

La historia de la agricultura hidropónica se remonta por los años 80, generada por el país de Japón, donde instalan cultivos en el mar diversas variedades de hortalizas, por no contar con terrenos suficientes, para una agricultura sostenible.

Esta experiencia de los cultivos hidropónicos en hortalizas y forraje verde, mayormente tiene mayor oferta y demanda a escala comercial en la ciudad de Lima, donde se desarrolla una ganadería estabulada, para la producción de leche y carne como parte de la seguridad alimentaria.

En tal sentido se estableció el presente experimento intitulado: Efecto comparativo de tres dosis de sustrato A - B en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) bajo las condiciones de Chamayog Yanahaunca UNDAC – 2021.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación	3
1.2.1.	Delimitación Espacial.....	3
1.2.2.	Delimitación Temporal	3
1.2.3.	Delimitación social.....	4
1.3.	Formulación del problema.....	4
1.3.1.	Problema general	4
1.3.2.	Problema específico	4
1.4.	Formulación de objetivos	4
1.4.1.	Objetivo general	4
1.4.2.	Objetivos específicos.....	5
1.5.	Justificación de la investigación	5

1.6.	Limitaciones de la investigación	6
------	----------------------------------------	---

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes del estudio	8
2.2.	Bases teóricas - científicas	15
2.3.	Definición de términos básicos	36
2.4.	Formulación de Hipótesis	38
2.4.1.	Hipótesis general	38
2.4.2.	Hipótesis específica	39
2.5.	Identificación de Variables	39
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	40

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	41
3.2.	Nivel de investigación.	41
3.3.	Métodos de la investigación.	41
3.4.	Diseño de investigación.....	41
3.4.1.	Modelo experimental.....	41
3.4.2.	Prueba de Duncan.....	42
3.5.	Población y muestra.....	43
3.5.1.	Población	43
3.5.2.	Muestra	43
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	43

3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	43
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.	44
3.9.	Tratamiento estadístico.	44
3.9.1.	Características del campo experimental.	45
3.9.2.	Densidad de semillas por bandeja.	46
3.9.3.	Croquis de los bloques a instalar del experimento	46
3.10.	Orientación Ética filosófica y epistémica.	47
3.10.1.	Autoría	47
3.10.2.	Originalidad	47
3.10.3.	Reconocimiento de fuentes	47

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	48
4.1.1.	Ubicación del campo experimental.	48
4.1.2.	Ubicación Geo -Política	48
4.1.3.	Ubicación Geográfica.	48
4.1.4.	Análisis del agua de riego, para el cultivo hidropónico de FV	49
4.1.5.	Elementos químicos de los sustratos A y B, en la aplicación del cultivo.	50
4.1.6.	Datos climatológicos del distrito de Yanahuanca -2022 según Senamhi – Yanahuanca	51
4.1.7.	Conducción del experimento	52
4.1.8.	Registro de datos de laboratorio.	59
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	59
4.2.1.	Evaluación del poder germinativo de la semilla.	60

4.2.2.	Altura de planta a los 12 días en el proceso de crecimiento de la planta..	61
4.2.3.	Altura de planta a los 21 días en el proceso de crecimiento de la planta..	64
4.2.4.	Días de maduración fenológica a la cosecha y altura de planta.....	67
4.2.5.	Madurez fenológica a la cosecha y Altura de planta.....	70
4.2.6.	Consumo de agua por bandejas y tratamientos del cultivo forraje verde hidropónico.....	73
4.2.7.	Presencia de plagas y enfermedades del forraje verde hidropónico por tratamiento	77
4.2.8.	Rendimiento por kilos de masa foliar/bandeja/m ² /Ha del cultivo forraje verde hidropónico.....	80
4.2.9.	Datos de temperatura en el interior del taller evaluados durante los días de evaluación.....	85
4.2.10.	Palatabilidad del forraje verde hidropónico a la alimentación de los cuyes	87
4.2.11.	Análisis del porcentaje (%) de proteína cruda por cantidad de dosis del cultivo hidropónico A y B en el cultivo de cebada	91
4.3.	Prueba de Hipótesis.....	93
4.4.	Discusiones de los resultados	93
4.4.1.	Porcentaje de germinación en (n°).....	93
4.4.2.	Altura de planta a los 12 días (cm)	93
4.4.3.	Días de maduración fenológica a la cosecha y altura de planta (cm).	94
4.4.4.	Consumo de agua por bandeja y tratamiento (litros).	95
4.4.5.	Presencia de plagas o enfermedades	95
4.4.6.	Rendimiento de bio-masa foliar/bandeja/m ² /kilos/ha.....	96
4.4.7.	Porcentaje (%) de proteína cruda/dosis	97

4.4.8. Palatabilidad del forraje verde hidropónico en cuyes (<i>Cavia cobayo</i>)	
recrías, sexos machos	98

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIOGRÁFICAS

ANEXO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dosis recomendadas de FVH en función de la especie animal	17
Tabla 2 Solución nutritiva A y B, (FAO ,1997)	30
Tabla 3 Gasto de agua para producción de forraje en condiciones de campo (Garduño 2011).....	31
Tabla 4 Eficiencia de la aplicación del agua (Carrazón 2007; citado en Alania 2013).	33
Tabla 5 Operacionalización de variables e indicadores.....	40
Tabla 6 Esquema del análisis de varianza.	42
Tabla 7 Cuadro de Amplitud de Limite.....	42
Tabla 8 Aplicación de tres dosis de sustrato nutritivo A – B en el cultivo hidropónico de forraje verde, variedad de cebada mejorada.	45
Tabla 9 Resultados del análisis de agua.	49
Tabla 10 Elementos químicos del sustraído A y B, para el cultivo de forraje verde hidropónico.....	50
Tabla 11 Datos meteorológicos durante el desarrollo del experimento.	51
Tabla 12 Programación de riego manual.....	56
Tabla 13 Análisis del porcentaje de germinación de la cebada en 4 muestras en días.	60
Tabla 14 Análisis de varianza altura de planta (cm) a los 12 días, prueba de Duncan.	61
Tabla 15 Prueba de Duncan altura de planta (cm) a los 12 días.....	62
Tabla 16 . Análisis de varianza altura de planta (cm) a los 21 días, prueba de Duncan.	64
Tabla 17 Prueba de Duncan altura de planta (cm) a los 21 días.....	65
Tabla 18 Análisis de varianza a la madurez fenológica y altura de planta (cm) a los 22 días, prueba de Duncan.....	67
Tabla 19 Prueba de Duncan madurez fenológico, cosecha y altura de planta (cm) a los	

22 días.....	68
Tabla 20 Análisis de varianza a la maduración fenológico, cosecha y altura de planta a los 23 días, prueba de Duncan.	70
Tabla 21 Prueba de Duncan días a la madurez fenológico, cosecha y altura de planta (cm) a los 23 días.....	71
Tabla 22 Análisis de consumo de agua/bandeja en el riego de forraje verde hidropónico (l) por día.	73
Tabla 23 Análisis de consumo de agua total/tratamiento en litros por 23 días.	76
Tabla 24 Análisis de varianza de la presencia de plagas en el forraje verde hidropónico/tratamientos	77
Tabla 25 Prueba de Duncan a la presencia de plagas por tratamiento en su etapa de crecimiento del FVH.	78
Tabla 26 Análisis de varianza peso de FVH/bandeja/kilos a los 23 días, prueba de Duncan.....	80
Tabla 27 Prueba de Duncan peso de forraje verde hidropónico/bandeja/kilos a los 23 días.....	81
Tabla 28 Peso y rendimiento de forraje verde hidropónico por M2/ha en kilos a los 23 días de instalado el cultivo.	83
Tabla 29 Peso y rendimiento de forraje verde hidropónico por m2/ha en kilos a los 23 días de instalado el cultivo del tratamiento (T1).	84
Tabla 30 Peso y rendimiento de forraje verde hidropónico por m2/ha en kilos a los 23 días de instalado el cultivo del tratamiento (T4).	84
Tabla 31 Datos obtenidos de Temperatura del taller en grados centígrados durante los 23 días de la investigación.....	85
Tabla 32 Peso de ingreso y salida de los cuyes al taller, para evaluar la palatabilidad	

del consumo del forraje verde hidropónico.	87
Tabla 33 Peso individual de ingreso total del módulo de cuyes y salida al término de la evaluación alimentados con Forraje verde hidropónico (FVH).	88
Tabla 34 Consumo y remanente del forraje verde hidropónico por tratamiento y modulo	90
Tabla 35 Resultados del análisis de proteína cruda del forraje verde hidropónico de cebada por tratamiento.	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estantería para producir Forraje Verde Hidropónico (Acrobat 2019).	21
Figura 2 Bandejas para producir Forraje Verde Hidropónico. (Maruplast, 2019)	21
Figura 3 Bandejas para producir Forraje Verde Hidropónico. (Maruplast, 2019)	22
Figura 4 Sistema de riego para producir FVH. (Jacome & Armando 2019)	29
Figura 5 Análisis del porcentaje de germinación de la cebada en 4 muestras en días .	61
Figura 6 Altura de planta a los 12 días de la instalación, prueba de Duncan	63
Figura 7 Análisis de varianza altura de planta (cm) a los 21 días, prueba de Duncan. 66	
Figura 8 Análisis de varianza a la madurez fenológico, cosecha y altura de planta (cm) a los 22 días, prueba de Duncan	69
Figura 9 Análisis de varianza días a la maduración fenológica, cosecha y altura de planta (cm) a los 23 días, prueba de Duncan	72
Figura 10 Análisis estadístico del consumo de agua/bandeja en el riego del FVH	74
Figura 11 Consumo de agua por	75
Figura 12 Prueba de Duncan a la presencia de plagas por tratamiento etapa de crecimiento del FVH.	79
Figura 13 Peso de fvh/bandejas (kg) a los 23 días de la instalación, prueba de Duncan.	82
Figura 14 Datos obtenidos de Temperatura del taller en grados centígrados durante los 23 días de la investigación	86
Figura 15 Consumo de forraje verde hidropónico pos cada unidad de cuy, evaluados por tratamientos.	88
Figura 16 Ganancia de peso por unidad de cuy, luego de consumido el forraje verde hidropónico de cebada	89
Figura 17 Consumo y remanente del forraje verde hidropónico por tratamiento y	

modulo.....90

Figura 18 Resultados del análisis de proteína cruda del forraje verde hidropónico de
cebada por tratamiento. % de proteína del FVH de cebada92

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Nuestra Provincia Daniel Alcides Carrión, está constituido geopolíticamente por ochodistritos dedicados todos ellos a la actividad agropecuaria, con diferentes pisos ecológicos y diversos microclimas que comprende desde lo frígido, templado y cálido, donde se cultiva una diversidad de plantas forestales, frutícolas, hortalizas, pastos y forrajes. Es así que muchos pobladores crían familiarmente animales menores como cuy, gallinas y mascotas como ovinos y vacunos en forma artesanal, dentro de su contexto en la ciudad de Yanahuanca. Estos pobladores que mayormente habitan en la ciudad donde no cuentan con terrenos de cultivos, pero se dedican como parte de su actividad a la crianza de algunos animales domésticos y que para la instalación de pastos y forrajes no disponen espacios de suelos, para poder sembrar y alimentar a sus animales domésticos.

Actualmente existe una tecnología innovadora en la producción de forraje verde hidropónico o biomasa, para producción se utiliza soluciones químicas

nutritivas, lo cual deber ser aplicado desde la germinación y en todo el proceso de producción, generalmente se trabaja con cereales como maíz, trigo cebado entre otros, siendo su periodo vegetativo alrededor de veinte días, y son usados para la alimentación de animales menores. El forraje verde hidropónico es de alta digestibilidad, alto valor nutricional, palatable y apto para la alimentación de animales; además se diferencia de otros alimentos porque el animal consume hojas, parte de las semillas y las raíces (Chávez, 1999; Dulanto, 2001; FAO, 2001). El cultivo hidropónico es una tecnología que se conoce desde épocas antiguas para producir pastos para la alimentación del ganado, independientemente de los factores naturales como sol, lluvia y suelo (Estrada, 2002).

En todos los distritos de la provincia Daniel Alcides Carrión, el 90 % de 110 comunidades se dedican a la actividad agropecuaria de diversos tipos de producción agrícola y animales domésticos, siendo la base fundamental de la alimentación los pastos cultivados y naturales y con preferencia la alfalfa, rey Grass, chala de maíz, avena forrajera y todos los residuos de hortalizas y restos de la cosecha. Esta deficiencia de alimentación, para los animales domésticos de las zonas urbanas urge generar nuevas técnicas de producir forraje y cubrir la brecha de falta de alimentar los cuyes y conejos, ovinos de las familias del área urbana.

Esta necesidad visualizada nos ha facultado, generar el presente trabajo de investigación del forraje verde hidropónico en el cultivo de cebada a fin de disponer la técnica y tecnología de este nuevo modelo de producir alimento para los animales en forma permanente en los espacios libres de las viviendas como en sus patios, azoteas, jardines en las zonas periurbanas dentro de la ciudad de

Yanahuanca.

En consecuencia, el proyecto se caracteriza por generar esta nueva propuesta de formafácil y de costo bajo, espacio reducido para la producción de forraje verde, satisfaciendo la necesidad de demanda que muchas veces no es cubierto por la mayoría de las familias que tienen esta actividad productiva.

La historia de la agricultura hidropónica se remonta por los años 80, generada por el país de Japón, donde instalaron cultivos en el mar por lo que no cuentan con espacios de cultivo con tierra.

Esta experiencia de los cultivos hidropónicos en hortalizas y forraje, mayormente tiene demanda a escala comercial en la ciudad de Lima, donde se desarrolla una ganadería estabulada, para la producción de leche y carne comercial.

En tal sentido se establece el presente experimento sobre el efecto en la aplicación de tres dosis del sustrato A –B hidropónico en el cultivo de forraje verde de cebada en el rendimiento de masa foliar, para la alimentación de los animales en la crianza familiar urbana.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación Espacial

La investigación se realizó en el distrito de Yanahuanca, Provincia de Daniel Alcides Carrión, Región Pasco, a una distancia de 2 kilómetros de la plaza de armas a la ciudad universitaria de Chamayog, específicamente en el taller de hidroponía de la EFP-Agronomía Filial Yanahuanca

1.2.2. Delimitación Temporal

El trabajo de investigación de campo y escritorio se realizó durante los meses de enero 2022 a junio del 2022

1.2.3. Delimitación social

En este trabajo tesis, se tuvo la participación del tesista, asesor de tesis y algunos estudiantes de la escuela de Agronomía de forma desinteresada, quienes contribuyeron de manera práctica con el interés de aprender a recoger datos de las variables evaluadas.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál será el efecto comparativo de tres dosis del sustrato A - ¿B en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*, L) bajo las condiciones de Chamayog Yanahuanca UNDAC – 2021?

1.3.2. Problema específico

¿Cuál será el efecto comparativo de tres dosis del sustrato A - ¿B en el comportamiento agronómico del cultivo de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*, L) bajo las condiciones de Chamayog Yanahuanca UNDAC– 2021?

¿Cuál de las tres dosis del sustrato A - ¿B dará mayor efecto en las características morfológicas en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*, L) bajo las condiciones de Chamayog Yanahuanca UNDAC – 2021?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto comparativo de tres dosis de sustrato A - B en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*, L) bajo las condiciones de Chamayog Yanahuanca UNDAC – 2021.

1.4.2. Objetivos específicos

Obtener cuál de las tres dosis del sustrato A - B es mejor en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*, L) es lo más conveniente, para su aplicación bajo las condiciones de Chamayog Yanahuanca UNDAC – 2021.

Determinar el efecto en la aplicación de tres dosis de sustrato A – B, en las características morfológicas en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*, L) bajo las condiciones de Chamayog Yanahuanca UNDAC – 2021.

1.5. Justificación de la investigación

El trabajo de investigación se justifica por los siguientes logros obtenidos:

a. Científica

Logramos identificar el desarrollo fenológico de la planta en el sistema hidropónico con tres dosis de aplicación del cultivo A y B en las condiciones ambientales del distrito de Yanahuanca con implementos y estructura artesanales, así como disponer conocimiento y experiencia en la producción del forraje verde hidropónico, en referencia a las condiciones ambientales del taller sobre la altura de planta, rendimiento por m², consumo de agua, proteína, palatabilidad, entre otros.

b. Técnico.

Mejoramos y consolidamos los trabajos técnicos y culturales en el cultivo hidropónico de forraje verde en todo el proceso vegetativo de la planta en todo el manejo productivo, óptimos para la cosecha, con el apoyo bibliográfico de otras experiencias, manipulando las herramientas e instrumentos que se disponía en el trabajo de investigación.

c. Económico.

Logramos obtener y comparamos el rendimiento de biomasa foliar por bandeja y por m² de biomasa, para determinar la cantidad de producción disponibles para la venta de alimento de los animales domésticos, mediante el efecto de las tres dosis de sustrato A y B en el cultivo del forraje verde hidropónico.

d. Social.

De los resultados obtenidos serán de propuesta económico y social, que beneficiará a los productores familiares, amas de casa y comerciantes de animales domésticos menores o mayores, dispondrán una nueva tecnología de producir forraje verde y oportunidad de replicar y conocer la información de las potencialidades del cultivo hidropónico, para saciar las necesidades proteicas de sus animales. Fomentará fuentes de ocupación laboral, para su producción y mantenimiento en forma permanente, mejorando las condiciones de vida del productor.

e. Ambiental.

Permite el aprovechamiento óptimo del recurso hídrico, se obtiene un cultivo sin contaminaciones y no se hace uso de pesticidas y fungicidas, por ello permite mantener un medio ambiente sano, saludable conservando el espacio natural, para la vida y salud tanto de las personas como de los animales.

1.6. Limitaciones de la investigación

Dentro del trabajo de investigación se presenta muchas limitaciones como podemos indicar:

- Limitado disponibilidad de los equipos, para su manejo a nivel artesanal e

industrial dentro de la localidad de Yanahuanca.

- Condiciones de recurso hídrico limitado por trabajos de mejora de la ciudad universitaria.
- Limitada economía de parte del investigador, para afrontar los gastos de equipos y materiales, para realizar una producción a escala industrial.
- Poca disponibilidad de material científico en el cultivo hidropónico en este contexto, para hacer su comparación.
- Sistema de energía eléctrica, limitado.
- Trabajo difícil en la atención en la investigación, por la distancia al lugar de la instalación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

En la Provincia Daniel Alcides Carrión a la fecha no se han realizado trabajos de investigación hortícolas de hidroponía en forraje verde, como un nuevo medio de disponer alimentos, con la finalidad de alimentar a los animales domésticos en distintos lugaresperiurbanas, sin embargo, en otras regiones del Perú es una actividad familiar, sobre todo en lacosta del Perú a niveles semi - industriales e industriales.

Según Gómez, A (2007) en su tesis intitulada: “Análisis del forraje hidropónico de cebada y maíz como alimento para animales menores tales como el cuy para su desarrollo y ganancia de peso, variando las cantidades de siembra.”.

Cuyas variables fueron: poder germinativo de semillas, altura de dichas plantas a períodos de los 5 días, 10 días, y 15 días, rendimiento de FVH, por concentración de semilla sembrada, cantidad porcentual de proteína, materia seca y engorde de cuyes en el cual los resultados fueron: Donde probar densidad de siembra de 0.5,0.75 y 1 kilo/ bandeja con cultivohidropónico A y B a una dosis de

5 y 2 cm³/litro de agua.

Porcentaje de poder germinativo: Al usar unos mil gramos de semilla de forraje de cebada en cada bandeja, el porcentaje de germinación alcanzó el 91,5%. Las tasas de tratamiento para los tratamientos con 0,75 kilogramos de semilla por bandeja y 0,50 kg de semilla por bandeja fueron del 90,5% y del 89,5%, respectivamente. Esto indica que la tasa de germinación fue influenciada por la densidad de siembra, ya que una menor densidad estaba relacionada con posibles pérdidas de relente.

Según Gutiérrez, I (2000) Concluye que mantener una humedad cercana al 100% es esencial para garantizar el desarrollo radicular adecuado. Las plantas jóvenes no logran desarrollarse bien en ambientes secos, especialmente cuando se cultiva forraje verde de raíz desnuda. Por lo tanto, el sustrato debe estar en un ambiente superior al 85 % en humedad relativa, esto se consigue con irrigación y baja evapotranspiración del cultivo, justificando mayor densidad de semilla mayor humedad y por ende mayor germinación.

Según Gómez, A (2007) en su tesis obtenido: La altura de planta a los 13 días a una probabilidad de 0.01 %, con una densidad de 1 kilo de simiente, con una altura relativa de 13,60 cm/bandeja, seguido de 12.75, y 11.10 cm de las densidades 0.75 y 0.50.

Alpi, A (1986) presenta resultados en el proceso de producción y evaluados a los 10 y 15 días encuentra plantas con una altitud de 12.50 cm en promedio, considerando resultados óptimos.

Según Gonzales, M (2007) indica que encontró el rendimiento con densidad de semillade 1 kilo por bandeja una producción por m² de 32 kilos, seguido de las densidades de 0.75,0.50por bandeja de una producción de 25.05 y

17.98 kilogramos de forraje verde/m² respectivamente.

Según Gonzales, M (2007) Manifiesta al hacer el análisis de proteína cruda obtuvo en el la dosificación una densidad de siembra de 0.75/ bandeja una concentración de proteína cruda de 13.38 % seguidos por las densidades de siembra de 0,50,1,0 de semilla 13.44 y 13.29 respectivamente.

Calle, D (2005) al analizar el Forraje Verde Hidropónico en el cultivo de cebada condistintas dosis de azufre, encontró resultados que son de 15.58 % a 17.83 % de proteína.

Chan, (2001); citado por calles (2005) al hacer un examen bromatológico del cultivo hidropónico de forraje verde de cebada obtuvo un resultado de 17.14 % de proteína cruda a los

12 días de crecimiento a la cosecha de la planta, disminuyendo sustancialmente esta concentración de proteína de la planta a los 15 días de cosecha con una concentración de 13.4%. Sotelo, J (2019) Durante el año 2019, en donde se cultivó el FVH de la variedad Centenario de cebada (*Hordeum vulgare*, L) en un ambiente adecuado en Departamento de Huaraz, utilizando tres niveles de riego mediante microaspersión. Se utilizaron tres volúmenes de agua diferentes para evaluar las variables como: 3.3 l/m² /día ,2.2 l/m² /día y 1.1 l/m²/día, donde evaluó altura de planta a los 5,10 y 15 días, rendimiento y materia seca evaluados la altura de planta obtuvo los siguientes resultados: a los 10 días Volumen 3.3 litros de agua/m²/día de 11.18 cm, Volumen 2.2 litros de agua/m²/día de 10.25 cm y Volumen 1.1 litros de agua/m²/día de 9.15 cm, altura final o a la cosecha de planta a los 15 días, con el volumen 3.3 litros de agua/m²/día con 16.63 cm, volumen 2.2 litros de agua/m²/día de 14.40 cm y volumen 1.1litros de agua/m²/a 14.03 cm.

Según Elizondo (2005), quien encontró en su ensayo e indica que la recolección del forraje verde hidropónico debe realizarse cuando la planta haya crecido hasta alcanzar una altitud relativa de 20 a 25 centímetros.

Rodríguez (2003); Se dice que la recolección debe comenzar cuando la planta alcance una altura de 14 a 18 centímetros, teniendo en cuenta el colchón de raíces. Es importante destacar que las condiciones del estudio no consideran el colchón de la raíz. Además, se sugiere que la cosecha se lleve a ya cuando se alcanza 16 centímetros de forraje, ya que es cuando la cebada alcance su nivel más alto de proteínas. Utilizando un volumen V3 en este experimento, la máxima altura alcanzada del forraje fue de 16,63 centímetros.

"En el ensayo con el volumen V3 (3.3 litros por metro cuadrado por día), se obtuvo un rendimiento de 16.92 kilogramos por metro cuadrado después de la cosecha. Por otro lado, con el volumen V2 (2.2 litros por metro cuadrado por día), se logró un rendimiento de 15.09 kilogramos por metro cuadrado, mientras que con el volumen V1 (1.1 litros por metro cuadrado por día), se alcanzó un rendimiento de 10.70 kilogramos por metro cuadrado."

El porcentaje de materia seca mostró que con el volumen V1 (1.1 l/m²/día), se registró un nivel de materia seca del 18.8%; el volumen V2 (2,2 l/m²/día) tenía un contenido de materia seca del 15%; y el volumen V3 tenía un contenido de materia seca del 11,9%. Este patrón muestra que la cantidad de materia seca disminuye a medida que se agrega más agua al forraje.

Los volúmenes de riego V1 son de 1,1 litros por metro cuadrado/día, V2 son de 2,2 litros por metro cuadrado al día y V3 son de 3,3 litros por metro cuadrado al día, respectivamente. Con un volumen de riego de 3,3 litros/m²/día, se logró un rendimiento máximo de 16,92 kg/m².

Romero J. (2016); menciona que en la poyata oscura como en la poyata expuesta a luz natural, se utilizó un volumen de riego de 2.55 litros/m²/día. El rendimiento alcanzado en este estudio fue de 10,38 kg/m², a medir el peso de que este volumen es menor que el volumen 3 utilizado en otros experimentos.

Señalado por Herrera & Nuñez (2007); quienes afirman que se requieren un promedio de 2 litros de agua destilada sin impurezas por cada kilo de forraje verde producido.

Además, es crucial resaltar que el volumen de riego 2 se encuentra dentro de las dilataciones recomendado por Garduño (2011). Según este autor, se necesitan entre 15 y 20 litros de agua por cada kilogramo de materia seca producida en 14 días.

En la tesis de Curi, G y Carhuapoma, W (2014) En el Asilo de Ancianos Santa Teresa Jornet en Huancavelica, se utiliza el cultivo hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare, L*) para producir forraje verde con efluentes de piscigranjas.

Variables evaluadas: Altura de planta a los 4,8,12 y 16 días de crecimiento de la planta, en una muestra de 10 bandejas con un anillo de diámetro de 0.5 cm

Cantidad de nitrógeno: En un área de 100 cm² de FVH/unidad experimental, de 10 bandejas muestreadas realizados a los 4,8,12 y 16 días de crecimiento de la planta.

Peso de la biomasa: En 10 unidades experimentales/tratamiento (10 Bandejas de las medidas de 51.5 cm x 37 cm a una altura de 2.0 cm).

Las alturas de las plantas se registraron a los 12 días de evaluación con un coeficiente de variación del 19,3% y una altura media de 8,53 cm. Las alturas específicas de T2 fueron 9,58 cm, T1 9,04 cm y T0 6,98 cm. A los 12 días, se cuenta que el tratamiento T2 presenta la mayor altura, según la prueba de Tukey

con un 5% de probabilidad.

En la evaluación realizada a los 16 días, las plantas tuvieron las siguientes alturas: un coeficiente de variación del 15,8% y una altura media de 9,76 cm. Para el T2, las alturas específicas fueron de 10,85 cm, para el T1, 10,18 cm y para el T0, las alturas específicas fueron de 8,25 cm. Según la prueba de Tukey, con una probabilidad del 5.

Según Amaya (1998) manifiesta que encontró la planta a una altura de 20-25 cm en un periodo de 9 a 12 días, Así mismo Tarrillo (2002) sugiere un período de crecimiento de 10 a 14 días para alcanzar un forraje con una altura promedio de 20 a 25 centímetros.

Por otro lado, Contreras y Tunque (2004) indican que Después de 20 días de producción, alcanzará una altura de 16,78 cm en su parcela exclusivamente sembrada con cebada.

Según Castro y Ccencho (2008) comentan que el día 16 después de la siembra, se registró una altura de 17.19 cm con la solución nutritiva de la UNH y una altura de 15.75 cm con la solución nutritiva de la UNA-La Molina. Estos resultados son superiores a los del estudio actual, que encontraron una altura media de 10,85 cm. Es importante señalar que este valor es más alto que el de Ruiz y Ramos (1999), quienes registraron una altura de 10,12 cm después de 15 días de crecimiento.

Los resultados obtenidos al rendimiento de biomasa foliar a los 16 días de realizada la cosecha obtuvo el tesista los siguientes resultados. La tasa de variación fue de un aproximado de 7.47% y una media general de 7.51 kg/m². A una probabilidad de 0.01 %, obteniendo los siguientes resultados T2 8.7075 kilogramos/m², T2 7.6205 kilogramos/m² y T0 6.1943 kilogramos/m², según la

prueba realizada de Tukey al 5 % de probabilidad.

Según Tarrillo (2008) se pueden obtener entre 6 y 8 kg de forraje verde hidropónico (FVH) a partir de 1 kg de semillas. Por otro lado, la FAO (2001) indica que se pueden producir en un margen de 12 y 18 kg de FVH por 1 kg de semillas.

En una revista Latino Americana de ciencias agrarias por Vilcara, E.& Pampa, P. (2023). Viabilidad técnica en producción de forraje verde hidropónico en base a cebada (*Hordeum vulgare*,L) costa central -Perú. En los resultados de su trabajo comenta lo siguiente: Sobre el rendimiento. Indica que al sembrar 30 kg. De semilla de cebada, logro obtener

214.8 kg de forraje verde en una cantidad de 38 bandejas de 39 x 56 cm con una densidad de 600 a 800 gramos/bandeja en semilla seca, lo que indica un incremento de 1 a 7.16 veces su masa consistente en raíces, tallos y restos de semilla.

Espacio empleado en este sistema de investigación menciona fue un área de 300 m² con una capacidad para producir de 0.9 mg de FVH/día, en este estudio se trabajó en una extensión de 150 m² logrando producir 400 kg diario, en estos tipos de producción se realiza una siembra escalonada en un tiempo de 14 a 15 días. 300 m² es equivalente a producir en suelo a 10,000 m².

En referencia a la sanidad En el cultivo de FVH no se utilizaron tipo de insecticida, pesticida, u abonos foliares por lo que en este sistema de cultivo y con un invernadero eficientemente adecuado la presencia de enfermedades y plagas es totalmente nulo, pero es necesario mantener que las condiciones sean lo más asépticos, inocuo y limpieza durante el proceso de crecimiento fenológico de la planta y evitar riesgos de contaminación y presencia de hongos e insectos,

obteniendo un forraje limpio.

Palatabilidad. Por su corta producción en menos de 15 días es tierno succulento y no contiene lignina y celulosa lo que presenta un sabor palatable, suave, dulce muy aceptable para alimentar los animales que mejora la digestibilidad de un 30 % a 95 %, frente a otros tipos de forrajes.

Ruiz (1996) analiza la composición nutricional del forraje verde hidropónico (FVH) de la cebada, enfatizando su buena palatabilidad y alta asimilación, lo que lo convierte en una opción nutricional atractiva para los cobayos.

Taboada, V (2022), en su trabajo de investigación de pregrado titulado "Análisis del forraje hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare, L*) en sistemas de alimentación para el crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*)", descubrió que el método utilizado generó un rendimiento promedio de 8.19 kg de forraje por kg de semilla sembrada en un período de doce días de producción, sin requerir el uso de otras soluciones nutritivas. Se encontró que los valores nutricionales de este forraje eran convencionales y adecuados para la alimentación de animales. Además, se observó que el rendimiento de los cuyes en crecimiento fue efectivo tanto en los sistemas de alimentación mixta como integral, sin diferencias significativas en cuanto al peso final y la ganancia de peso entre ellos. Sin embargo, durante el período de siete o nueve semanas de evaluación, el uso exclusivo de FVH o chala de maíz no permitió alcanzar los pesos comerciales deseados.

2.2. Bases teóricas - científicas

Hidroponía

El término "hidropónico" proviene de dos términos griegos: "hidro", que

significa agua, y "ponos", que significa trabajo o cultivo. Esto implica trabajar o cultivar en agua (Douglas, 1987 e Izquierdo, 2000; citados por Delgado, 2016).

Juárez, P (2013); establece que el forraje verde hidropónico (FVH) representa una técnica destinada a generar biomasa vegetal mediante el proceso de germinación y crecimiento de semillas de cereales. Este forraje es adecuado para la alimentación animal porque es altamente digerible y tiene una alta calidad nutricional. Se produce sin suelo y en condiciones controladas donde las variables ambientales como la luz, la temperatura y la humedad están controladas. Las semillas de maíz, avena, cebada, trigo y sorgo se utilizan con frecuencia para este propósito.

El forraje verde hidropónico tiene una calidad excepcional. Los animales disfrutan mucho de este succulento alimento que, dependiendo del período de crecimiento, alcanza una altura de 20 a 30 cm. La germinación de las semillas aumenta su valor nutricional. El FVH tiene una concentración de carotenoides de 250 a 350 mg por kg de materia seca (MS), y es rico en vitaminas, especialmente en vitamina A y vitamina E. Además, tiene una alta cantidad de hierro, calcio y fósforo, y debido a la escasez de lignina y celulosa, es muy digerible.

Un kilogramo de semilla por cada siete kilogramos de forraje producido se convierte en forraje. Por su valor nutricional, un kg de FVH puede reemplazar entre 3,1 y 3,4 kg de alfalfa verde.

Tabla 1 *Dosis recomendadas de FVH en función de la especie animal*

Especie animal	Dosis de FVH (kg por cada 100 kg de peso)	Observaciones
Vaca lechera	1.0-2.0	Suplementar con paga de cebada y otras fibras
Vacunos de carne	0.5-2.0	Suplementar con fibra normal
Cerdos	2.0	Crecen más rápido y se reproducen mejor
Aves	25 kg de FVH por cada 100 kilos de alimento seco.	Mejorar el factor de conversión.
Caballos	1.0	Agregar fibra y comida completa
Ovejos	1.0-2.0	Agregar fibra
Conejos	Conejos en engorde, de 180 a 300 g de FVH por día	Suplementar con fibra balanceados

Fuente: FAO (2001).

Delgado y Howard 1987, citado por Delgado, 2016); Fundamente que ciencia del cultivo y desarrollo de las plantas, sin la necesidad de utilizar los suelos, para ello se debe utilizar soluciones nutritivas que contenga todos los elementos químicos necesarios, para que la planta pueda desarrollar en forma normal durante su periodo vegetativo, cualquiera sea el cultivo.

Según Beltrano y Giménez (2015), se puede lograr la producción en sistemas de hidroponía con una amplia gama de materiales y estructuras, desde los más básicos hasta los más complejos. Estos sistemas permiten principalmente la cría de plantas herbáceas en una variedad de lugares, como azoteas, suelos infértiles, terrenos escabrosos, invernaderos climatizados o no, entre otros. En estos sistemas, se proporcionan soluciones de nutrientes al agua de forma estática o circulante en entornos confinados, asegurando al mismo tiempo el suministro adecuado de elementos ambientales esenciales como temperatura, humedad, agua y nutrientes para el óptimo crecimiento de las plantas.

Cebada

Según Cajamarca & Montenegro (2015), Rimache (2008) y Santoyo et al. (2004), la cebada (*Hordeum vulgare*, L) fue una de las primeras especies domesticadas y cultivadas por el ser humano en el continente africano durante los inicios de la agricultura doméstica.

Según Herrera y Nuñez (2007), la cebada de seca suele cultivarse en tierras más ligeras con una menor capacidad de retención de agua.

Nestares (2014) afirma que el cultivo de la cebada tiene su origen en zonas como Etiopía y África del Norte, donde se han encontrado numerosas variedades con barbas o aristas largas. Al principio, la cebada se consumía en Perú únicamente como alimento para el ganado, pero más tarde se comenzó a utilizar con un valor adicional e industrial.

Según Cajamarca y Montenegro (2015), citando a Mateo (2005), la cebada pertenece a la subfamilia Polideae de la familia Poaceae, que incluye plantas cultivadas y espontáneas. Todas las variedades cultivadas pertenecen a una especie polimorfa llamada *Hordeum vulgare*.

Cajamarca & Montenegro (2015), citando a Pérez (2010), la cebada se clasifica de la siguiente manera:

- Reino : Plantae
- División : Magnoliophyta
- Clase : Liliopsida
- Orden : Poales
- Familia : Poaceae
- Género : *Hordeum*
- Especie : *Vulgare* L.

Forraje verde hidropónico

Delgado (2016) cita la FAO (2001) para decir que el forraje verde hidropónico (FVH) es un método para cultivar una biomasa vegetal nutricionalmente superior y saludable. Siempre y cuando se cumplan las condiciones mínimas necesarias para su cultivo, se puede producir en un corto período de tiempo, generalmente entre 9 a 15 días, durante cualquier época del año y en diferentes lugares.

Romero (2011), citando a la FAO (2001), define el FVH como una tecnología que utiliza semillas viables para producir biomasa vegetal desde el inicio del crecimiento de las plántulas hasta las etapas tempranas de su desarrollo. El producto final es un forraje muy digestible que tiene una alta calidad nutricional y es adecuado para alimentar a una variedad de animales domésticos y ganado.

Según Garduño (2011); Según él, el forraje verde hidropónico requiere la germinación de granos (semillas de cereales o leguminosas) y su posterior crecimiento en condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad), sin tener en cuenta el suelo. Las semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo son comunes.

Ventajas del forraje verde hidropónico

Ahorro de agua: En contraste con los métodos convencionales de producción de forraje, el sistema de cultivo de forraje verde hidropónico (FVH) minimiza las pérdidas de agua debido a la evapotranspiración, el escurrimiento superficial y la infiltración. Estas pérdidas suelen situarse entre 270 y 635 litros de agua por kilogramo de materia seca producida. Por otro lado, se estima que se requieren entre 2 y 3 litros de agua para generar 1 kilogramo de FVH, con un contenido de materia seca que varía entre el 12 % y el 18 % según la especie

forrajera. Esto se traduce en un consumo total de agua de 15 a 20 litros por kilogramo de materia seca producida en un período de 14 días.

Eficiencia en el tiempo de producción

La producción de forraje verde hidropónico (FVH) normalmente tiene un ciclo de 10 a 12 días. Sin embargo, debido a técnicas de manejo interno en los establecimientos, a veces se cosecha a los 14 o 15 días, a pesar de que los estudios mostraron y establecieron que el óptimo no debería extenderse más allá del día 12. A partir de aproximadamente ese día, se observa un marcado descenso en el valor nutricional del FVH. El valor nutricional del FVH disminuyó significativamente a partir de ese día.

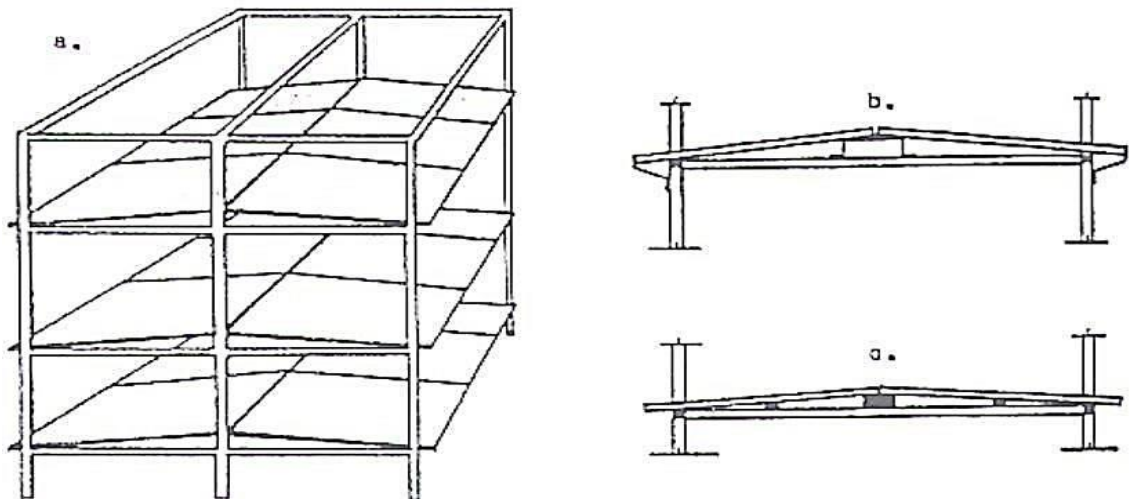
Calidad del forraje para los animales

El forraje verde hidropónico (FVH) es un tipo de forraje fresco y jugoso que, dependiendo del período de crecimiento, alcanza una altura de 20 a 30 cm. Este forraje es completamente seguro para que nuestros animales lo coman.

Estanterías

Las bandejas donde se cultiva el forraje se pueden sostener con un estante hecho de madera, metal o PVC. Para facilitar el cultivo, su altura debe ser adecuada. Para garantizar un drenaje efectivo de la solución nutritiva en todas las direcciones, cada módulo de la estantería debe tener pendientes tanto longitudinales como transversales (Gutiérrez, 2002; citado en Gómez, 2007).

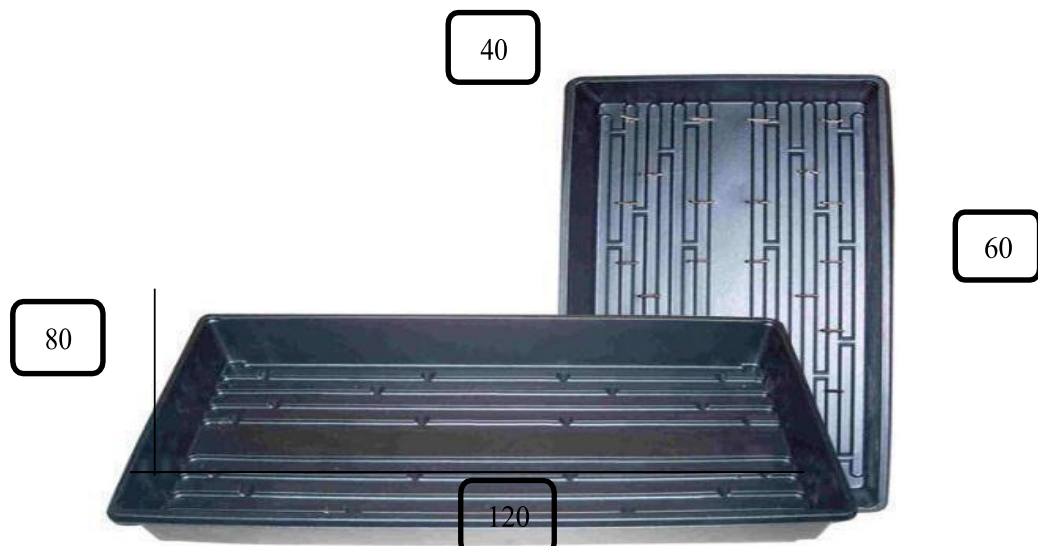
Figura 1 Estantería para producir Forraje Verde Hidropónico (Acrobat 2019).



Bandejas

Se conocen como recipientes utilizados para albergar la semilla durante el desarrollo del cultivo. Pueden estar hechos de una variedad de materiales, como lámina galvanizada, fibra de vidrio, plástico o formaletas de madera recubiertas de polietileno. La medida típica de estos contenedores es de 40 a 60 cm de ancho y 80 a 120 cm de largo, con una sima de 2 a 5 cm (Gutiérrez, 2002; citado en Gómez, 2007).

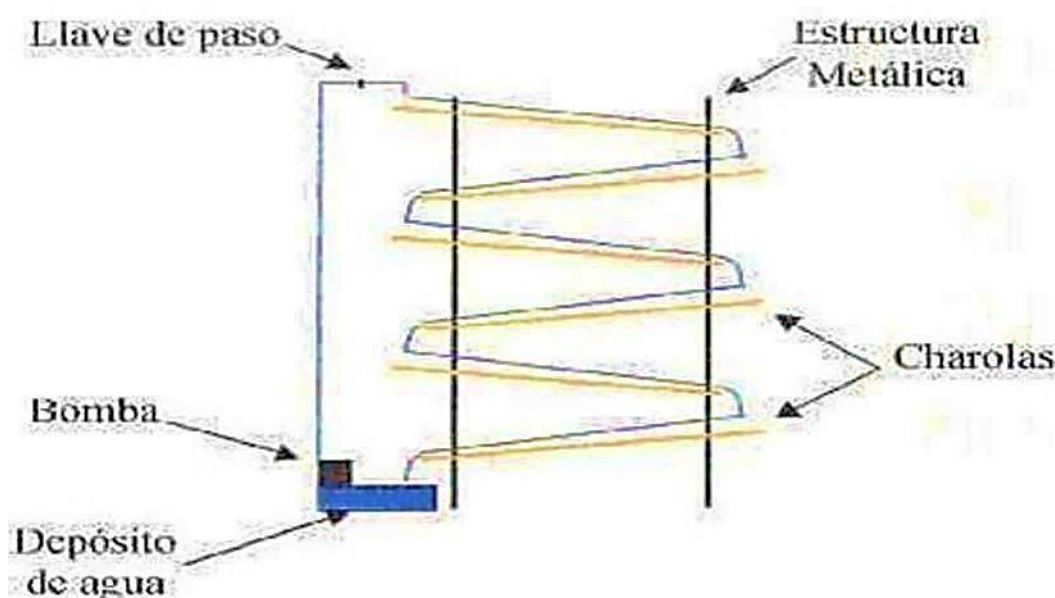
Figura 2 Bandejas para producir Forraje Verde Hidropónico. (Maruplast, 2019)



Sistema de riego

Se menciona que hay una variedad de métodos disponibles para brindar a las plantas la humedad y los nutrientes que necesitan para producir lo mejor posible. Las técnicas de cultivo hidropónico se describirán como las más fáciles, comunes y económicas.

Figura 3 Bandejas para producir Forraje Verde Hidropónico. (Maruplast, 2019)



Dosis de siembra

Según Delgado (2016), basado en Izquierdo (2001), señala que las cantidades adecuadas de semillas para sembrar por metro cuadrado varían entre 2 a 3,4 kilos, teniendo en cuenta que la disposición de las semillas, o "siembra", no debe exceder los 1,5 centímetros de altura en la bandeja. Por lo tanto, se recomienda esparcir una capa delgada de semillas pregerminadas.

La FAO (2002); sostiene que la densidad de siembra óptima para lograr el máximo rendimiento de forraje hidropónico es de 5 kilogramos de semilla por metro cuadrado. Se recomienda tener la temperatura de 16–20 grados Centígrados y una humedad relativa del 85 %.

Calidad de la semilla

Según López y colaboradores (2013), enfatizan que el éxito del forraje verde hidropónico comienza con la selección de una semilla de alta calidad, tanto en términos genéticos como fisiológicos, ya que la calidad de la semilla no debe descuidarse. Es crucial que la semilla tenga al menos un 90% de capacidad de germinación.

Según Meza (2005), según la FAO (2002), la semilla para el cultivo hidropónico debe estar limpia y tratada con un baño de inmersión con una solución de hipoclorito de sodio al 1%. Este procedimiento no debe durar más de 3 minutos. Además, se enfatiza que el lote de semillas no debe incluir semillas partidas ni semillas de otros cultivares comerciales.

Delgado (2016) afirma que la semilla que se quiere utilizar en el cultivo hidropónico debe cumplir con ciertos requisitos. Debe ser bueno, de una fuente conocida y adaptada a las condiciones locales. Además, debe estar fácilmente accesible y haber demostrado buen rendimiento y germinación en condiciones comparables. Debido a que las impurezas como piedras, paja, tierra o semillas partidas pueden servir como fuente de contaminación, es esencial que las semillas seleccionadas para la producción de forraje estén libres de impurezas. La presencia de semillas de otras especies de plantas que puedan competir con el cultivo principal también debe evitarse.

Germinación

Delgado (2016), citando a Matilla (2003), explica que la germinación se refiere al conjunto de procesos metabólicos y morfogenéticos que llevan a la transformación de un embrión en una plántula capaz de subsistir de forma independiente y convertirse en una planta con capacidad fotosintética. La

germinación de una semilla es un evento fundamental en el ciclo de vida de una planta, ya que su éxito es crucial para el desarrollo de una nueva generación.

Las semillas se hinchan y rompen su cubierta protectora durante la absorción de agua por remojo, según Delgado (2016). La germinación sigue, marcada por la activación de los enzimas y el metabolismo respiratorio de la semilla. Este proceso permite que la semilla comience a utilizar sus reservas, lo que facilita la emergencia y el crecimiento del embrión. Con el tiempo, la raíz y luego el tallo aparecen.

Iluminación

Según Palomino (2008), citado en Delgado (2016); manifiesta que en inicio del proceso vegetativo o durante el ciclo de producción de FVH, no es deseable exponer las semillas a la luz durante la germinación. Por lo tanto, durante los primeros tres o cuatro días después de la siembra, las bandejas deben mantenerse en un lugar con una luminosidad muy opaca, y teniendo un riego oportuno para fomentar la emergencia de los brotes y el posterior desarrollo de las raíces.

Señalado por López y colaboradores (2013), se resalta que la fotosíntesis sufre un impacto negativo cuando no hay luz, lo cual subraya la importancia fundamental de la radiación solar para el desarrollo vegetal y, por ende, para el rendimiento final. En líneas generales, se menciona que un invernadero que ofrece un 50 % de sombreado mediante una cubierta plástica es adecuado para el cultivo de FVH.

Temperatura

Parsons (1981), como referido en Delgado (2016), señala que la cebada se adapta principalmente a climas templados, pero también puede prosperar en

áreas con altas temperaturas y baja humedad. La temperatura óptima para su cultivo varía entre 3 y 4 °C como mínima, y entre 25 y 35 °C como máxima.

Por otro lado, Meza (2005), basado en Wilson & Ford (1973), sostiene que las plantas responden de manera distinta a las condiciones climáticas en las que se encuentran, lo que resalta la importancia de un control adecuado sobre su regulación. En el caso de la producción de forraje verde hidropónico, el rango óptimo de temperatura se sitúa generalmente entre los 18°C y 26°C.

Humedad

López et al. (2013) enfatizan la necesidad de mantener una humedad relativa adecuada en el invernadero, que no debe ser menos del 70%. Sin ventilación adecuada, los niveles de humedades superiores al 90% pueden causar problemas fitosanitarios graves debido a enfermedades fungosas difíciles de controlar y aumentar los costos operativos. Por otro lado, una ventilación excesiva y una baja humedad relativa pueden causar un ambiente seco y una disminución significativa en la producción debido a la deshidratación del forraje.

Sánchez (2013) señala que la humedad juega un papel crucial porque afecta directamente la apertura de las estomas. La absorción de CO₂ podría verse afectada en condiciones de baja humedad en el ambiente, lo que afectaría la asimilación de nutrientes por parte de las plantas.

Calidad del agua de riego

López et al. (2013) destacan la importancia de la calidad del agua de riego en la producción de FVH. La potabilidad del agua destinada a sistemas hidropónicos es un requisito fundamental. Es posible que esta agua provenga de un pozo, de la lluvia o directamente del grifo. Se recomienda realizar un análisis microbiológico para garantizar su seguridad y confiabilidad en el uso en caso de

que el agua disponible no sea potable. Asimismo, es recomendable realizar un análisis químico del agua para crear la solución nutritiva adecuada y considerar la implementación de tratamientos adicionales para garantizar su calidad.

El pH del agua riego

García (2015) cita la FAO (2001) y afirma que el pH del agua de riego debe estar entre 5,2 y 7. Aunque hay algunas excepciones, como en el caso de las leguminosas, que pueden desarrollarse adecuadamente incluso con un pH cercano a 7.5, la mayoría de las semillas utilizadas en la producción de FVH, principalmente cereales, generalmente no prosperan eficientemente cuando el pH del agua supera el valor de 7.

Conductividad eléctrica del agua de riego

La conductividad eléctrica del agua (CE) muestra la concentración de sales en una solución, particularmente en la solución nutritiva utilizada para el cultivo, según Meza (2005).

El valor se mide en miliSiemens por centímetro (mS/cm) y se obtiene utilizando un conductímetro calibrado. Desde un punto de vista físico-químico, el CE de una solución representa la velocidad a la que fluye la corriente eléctrica a través del agua. Se cree que el rango CE ideal para soluciones nutritivas es de 1,5 a 2,0 mS/cm. Por lo tanto, las aguas con CE inferior a 1.0 son las más adecuadas para preparar la solución de riego.

Tipo de bandejas

En el cultivo hidropónico, se recomienda utilizar bandejas de plástico o fibra de vidrio, evitando el uso de bandejas de metal porque pueden reaccionar con la solución nutritiva. Para permitir el drenaje del agua, un lado de estas bandejas debe tener orificios (Tarrillo, 2008; citado en Delgado, 2016).

Según la FAO (2001), el cultivo hidropónico puede instalarse en bandejas de plástico obtenidas del corte longitudinal de envases desechables, bandejas de fibra de vidrio, estantes de muebles viejos revestidos con plástico, bandejas de madera pintadas o forradas con plástico, que a veces se fabrican especialmente para este propósito.

Proceso de producción

Delgado (2016) afirma que se debe seguir el procedimiento sugerido por el método de cultivo de La Molina (2005):

El centro de investigación de hidroponía y nutrición mineral de la Universidad Agraria La Molina establece una serie de pasos para lograr una buena producción de forraje verde hidropónico. Estos procedimientos incluyen:

- Pesar las semillas.
- Selecciónelas para eliminar cualquier impureza como semillas partidas, de otras plantas, piedras o pajas.
- Lavar las semillas con agua para asegurar su limpieza.
- Previamente, desinfectar las semillas utilizando una solución de lejía al 1% (10 ml de lejía por cada litro de agua), dejándolas en remojo en esta solución durante una hora y luego enjuagarlas con agua.
- Remojar las semillas durante 24 horas, asegurándose de sumergirlas completamente en agua. Se recomienda cambiar el agua si se enturbia para mejorar la oxigenación de las semillas.
- Después del tiempo establecido, escurrir el agua y lavar las semillas. Luego, nivelarlas en la bandeja para sembrarlas y proceder con el riego para mantenerlas húmedas. La profundidad de la capa de semillas no debe exceder los 1,5 cm.

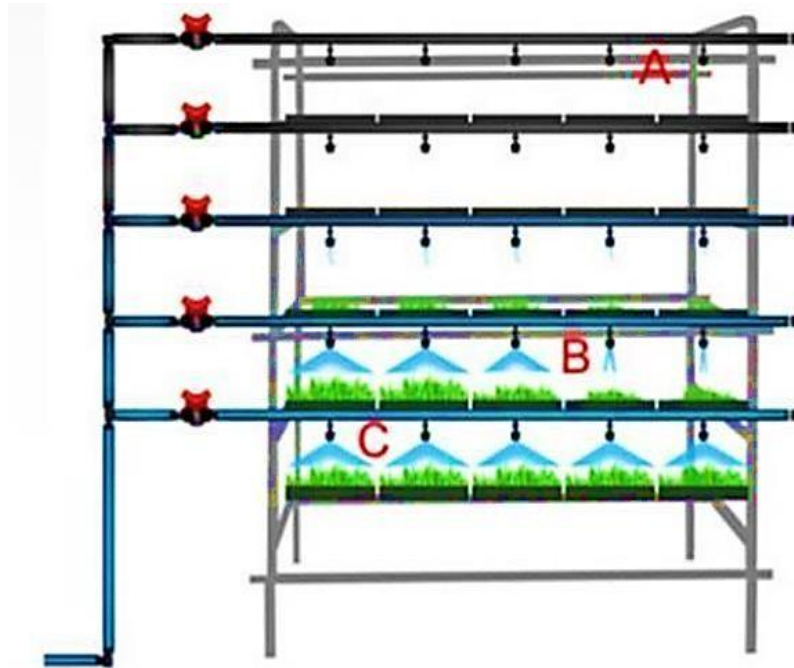
- Una vez que las primeras hojas comienzan a aparecer, aproximadamente al cuarto día, se continúa con el proceso.
- La cosecha se lleva a cabo entre los 10 y 15 días posteriores a la siembra, cuando las plantas alcanzan una altura promedio de 20 a 25 cm. Se obtienen alrededor de 1800 g de forraje por cada 300 g de semillas de avena, lo que equivale a una proporción aproximada de 1:6.

Riego del forraje verde hidropónico

Tarrillo (2008), mencionado en Delgado (2016), afirma que en un sistema de producción de FV, así también el agua se recomienda reciclarse, lo que reduce las pérdidas porque los cultivos se cultivan en invernaderos que no están expuestos al sol directo. Para el riego hidropónico del forraje, se recomienda usar agua potable o subterránea, pero en la práctica, se ha observado que incluso con agua de riego con un cierto grado de salinidad, el cultivo puede crecer sin problemas.

Por otro lado, Rodríguez (2004) sostiene que el sistema hidropónico requiere la automatización de la gestión del riego porque, debido a la escasa cantidad de agua disponible en el sustrato, es necesario regar con frecuencia. El horticultor debe proporcionar al sistema la información necesaria para este control automático, incluida la cantidad de agua a aplicar y los criterios para medir con las repeticiones adecuadas.

Figura 4 Sistema de riego para producir FVH. (Jacome & Armando 2019)



Riego con solución nutritiva

Orellana (2015) afirma que la preparación de una Solución Concentrada implica la creación de dos soluciones madre concentradas. Estas soluciones se denominan Solución Concentrada A y Solución Concentrada B.

Sin embargo, Hidalgo (1985) y Morales (1987), mencionados en García (2015), indican que los riegos solo deben realizarse con agua hasta que los brotes alcancen una longitud de 3 a 4 cm. A partir de ese momento, se deben seguir riegos con una solución nutritiva para proporcionar los químicos necesarios para el crecimiento óptimo del forraje.

Tabla 2 Solución nutritiva A y B, (FAO ,1997)

Nombre	F. Quimica	Cantidad (gr)
Fosfato Mono Amonico	(NH ₄)H ₂ PO ₄	340
Nitrato de Ca	Ca(NO ₃) ₂	2080
Nitrat de K	KNO ₃	1100

Nombre	F. Quimica	Cantidad (gr)
Sulfato de Mg	MgSO ₄	4.92
Sulfato de Cu	CuSO ₄	0.48
Sulfato de Mn	MnSO ₄	2.48
Sulfato de Zn	ZnSO ₄	1.2
Acido borico	H ₃ BO ₃	6.2
Molibdato amonico	(NH ₄) ₂ MoO ₄	0.02
Quelato de Fe		50

Nota: Por cada litro de agua se le agregan 1.25cc de solucion A y 0.5cc de solucion B

Consumo de agua en la producción de forraje verde hidropónico

Se recomienda utilizar aproximadamente 2 litros de agua con nutrientes por cada kilogramo de semillas, según Gómez (2007). Además, para mejorar el sabor del forraje, se debe regar solo con agua natural tres días antes de la cosecha.

En un invernadero con 480 bandejas, se necesitan alrededor de 1000 litros de agua al día para tareas como el riego, el lavado y la desinfección de semillas, según Delgado (2016). Pero este módulo produce 500 kg de forraje al día, lo que significa que se necesitan alrededor de 2 litros de agua por cada kg de forraje producido.

Según la FAO (2002), al principio del cultivo (primeros 4 días), se debe aplicar no más de 0,5 litros por metro cuadrado por día. Luego, dependiendo de las necesidades del cultivo y las condiciones ambientales del ambiente, se debe aumentar a un promedio de 0,9 a 1,5 litros por metro cuadrado por día.

Según Romero J. (2016), cada bandeja de 28 x 55 cm usa aproximadamente

0.392 litros de agua por día tanto en el anaquel oscuro como en el anaquel con luz natural, y el riego requiere en promedio 4.312 litros de agua.

Según Garduño (2011), citando a Lomelli (2000), se requieren entre 270 y 635 litros de agua por kilogramo de materia seca. La producción de 1 kg de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua, con un contenido de materia seca del 12 al 18 %. Esto resulta en un consumo total de entre 15 y 20 litros de agua por kilogramo de materia seca producida en 14 días.

Tabla 3 *Gasto de agua para producción de forraje en condiciones de campo (Garduño 2011)*

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

Frecuencia de aplicación de riego en la producción del FVH

La FAO (2002) afirma que es crucial dividir la cantidad de agua utilizada para el riego en diferentes aplicaciones diarias. La mayoría de las veces, el volumen diario se divide en 6 o 9 veces a lo largo del día y cada riego dura no más de 2 minutos.

Garduño (2011) menciona que la frecuencia del riego generalmente se determina observando, evitando encharcamientos en las bandejas y calculando en el aspecto y la humedad del grano. El mejor método para determinar la frecuencia de riego es observar las plantas, especialmente en condiciones locales como clima seco, árido y frío durante las tardes y noches.

Jimenes (2013) afirma que el clima local afecta la frecuencia del riego. Puede ser más común en climas cálidos y secos que en climas frescos y húmedos.

Se recomienda de 0 a 6 aplicaciones diarias o de 2 a 3 aplicaciones por semana.

Según García (2015), durante los primeros cuatro días de establecimiento del cultivo en la cámara, se llevaron a cabo cuatro riegos diarios con agua pura, cada uno con un medio litro por bandeja, a las 8:00 am, 12:00 pm, 16:00 y 18:00 horas.

Se agregaron 0,5 litros de agua por bandeja al día y luego aumentaron gradualmente hasta alcanzar un promedio de 2 litros por bandeja al día, según Delgado (2016). Se dividió el volumen total de agua de riego en tres aplicaciones diferentes por día: 8:00, 13:30 y 18:00.

Tipos de riego del forraje verde hidropónico

Jimenes (2013) destaca que el sistema de riego es esencial para los cultivos hidropónicos para suministrar agua y nutrientes. Los sistemas de riego van desde los manuales con regadera hasta los automatizados con programadores de riego, controladores de dosificación de nutrientes y pH.

Por otro lado, la FAO (2002) desaconseja el riego por inundación debido a que puede provocar asfixia radicular, ataques de hongos y pudriciones, e incluso la pérdida total del cultivo.

Según la recomendación de la FAO (2002), las bandejas de crecimiento de FVH solo deben regarse con micro aspersores a sí mismos también los nebulizadores o incluso una simple pulverizadora o "mochila" de mano. Es esencial que el agua esté oxigenada adecuadamente, ya que pulverizar o rociar el cultivo produce mejores resultados. Para garantizar la oxigenación del agua cuando se usa riego por goteo, se debe instalar un sistema de burbujeo en el estanque.

Sistemas de riego

Samperio (1997), según lo citado en Gómez (2007), menciona que los sistemas de riego más utilizados en la producción de forraje verde hidropónico son:

- Riego por aspersión superficial.
- Riego por goteo.
- Riego por sub-irrigación.
- Riego por capilaridad.

Tabla 4 Eficiencia de la aplicación del agua (Carrazón 2007; citado en Alania 2013)

Sistema de riego	Eficiencia de aplicación (EA)
Goteo	95%
Microaspersión	90%
Aspersión	75%
Superficie	50%

Riego por aspersión

Debido a que se adapta mejor a las finanzas de cada productor, Jimenes (2013) afirma que este tipo de riego es posiblemente el más utilizado. Hay sistemas muy simples con una bomba de aspersión manual o una bomba de aspersión a motor de gasolina.

Riego por micro aspersión

Según Fernández et al. (2010), citados en Ramírez (2018), los microaspersores se clasifican como emisores de riego localizados porque distribuyen el agua al suelo en forma de fina lluvia sin mojar toda la superficie del

cultivo. Los microaspersores y otros instrumentos similares mojan una superficie circular con una radio generalmente de 3 o 4 metros o menos. Los elementos móviles que realizan un movimiento de rotación suelen estar presentes en los microaspersores.

Según Chávez, Dueñas, Rodríguez y Vera (2011), en referencia a Matallana y Montero(2001), el riego por microaspersión se refiere a la aplicación de agua en forma de gotas pequeñas a través de dispositivos denominados microaspersores, y su distribución circular de no más de 3 metros de radio.

Valverde (2007) define el riego por microaspersión como un sistema que utiliza emisores llamados microaspersores para aplicar agua en el suelo o en un lugar específico en forma de gotas finas o lluvia. Estas emisoras generalmente tienen un radio de alcance de 3 metros. El riego por microaspersión tiene dos tipos de emisores:

- Difusores: Emisores con todos los componentes fijos.
- Micro aspersores: Emisores con algún mecanismo de rotación.

El riego por nebulización, según Villafáfila y Wyss (2009), citado por Ramírez (2018), es un sistema que se distingue por aplicar el agua en un punto específico en forma de lluvia o niebla fina, lo que permite lograr una alta uniformidad en el riego. En este sistema, las gotas de agua se desplazan a través del aire.

Automatización de sistemas de riego

Berrocal (2013), citado en Takaazu (2017), afirma que la automatización implica la transferencia de tareas de producción a una serie de componentes tecnológicos. Estas tareas se realizan con una precisión exacta y frecuente con poca intervención humana, y se registran las acciones para controlar la ejecución.

La automatización tiene como objetivo proporcionar información en tiempo real necesaria para tomar decisiones de riego precisas. El control, la recopilación, la consolidación y la transmisión de esta información son posibles gracias a los equipos automatizados.

Rendimiento de forraje verde hidropónico

Según Delgado (2016); en condiciones climáticas favorables, se manejan cosechas con una altura promedio de 30 cm y una productividad de 12 a 18 kg de FVH por cada kg de semilla utilizada a los 15 días.

Según Lomeli (2000); citado en Romero J. (2011), se ha observado una conversión de semilla a FVH en una proporción de 1 kg de semilla a 9 a 10 kg de pasto en un lapso de 8 a 17 días, dependiendo del objetivo y las condiciones ambientales.

Según Herrera & Nuñez (2007); la producción de granos germinados para uso forrajero puede alcanzar un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla en un período de 7 a 10 días bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y calidad de la semilla.

De acuerdo con Sanches (1982), mencionado por Gómez (2007), se indica que se producen entre 9 y 12 kilogramos de biomasa forrajera por cada kilogramo de semilla.

Según Gómez (2007), en referencia a Charles (1995), la relación de producción de FVH típica es de 1 a 9, lo que significa que se obtienen 9 kg de FVH por cada kilogramo de semilla de cebada. No es común encontrar relaciones de 1 a 12 o 1 a 15.

Chiribola (2001), citado por Gómez (2007), afirma que se produce entre 18 y 24 kg de forraje hidropónico por cada kg de semilla. Tiene un contenido de

materia seca del 18 % y más del 16 % de proteína.

Correcto, en condiciones de 2,900 metros sobre el nivel del mar, se pueden obtener entre 9 y 12 kg de forraje verde hidropónico por cada kilogramo de semilla de cebada, como lo indica Sanchez, J (1982).

2.3. Definición de términos básicos

Hidroponía: La definición proporcionada describe la hidroponía como un método de cultivo industrial de plantas que utiliza soluciones acuosas con nutrientes disueltos o sustratos estériles para soportar las raíces de las plantas. En términos prácticos, la hidroponía se refiere a la agricultura sin suelo, donde se cultivan las plantas con soluciones minerales en lugar de tierra. (google.com).

Forraje Verde: El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología agrícola que utiliza semillas viables para producir biomasa vegetal a partir del crecimiento inicial de las plantas, desde la germinación hasta las etapas tempranas de desarrollo de las plántulas. Este cultivo se lleva a cabo sin suelo utilizando soluciones acuosas con nutrientes disueltos o sustratos estériles como soporte para las raíces de las plantas.

Sustratos: En pocas palabras, un sustrato es cualquier material sólido que se utiliza para el crecimiento de las plantas y se coloca en un contenedor para permitir que el sistema radicular se ancle. Puede ser mineral u orgánico, y puede ser natural, sintético o residual.

Además de brindar soporte físico a las raíces de las plantas, el sustrato retiene y proporciona agua, nutrientes y oxígeno.

Cebada: La cebada (*Hordeum vulgare*), una planta cereal forrajera muy similar al trigo, es la descripción que se ha proporcionado. Las semillas son alargadas y puntiagudas, y sus espigas son prolongadas, flexibles y ligeramente

arqueadas. La cebada es ampliamente cultivada para la producción de granos para la alimentación humana y la elaboración de cerveza, así como como forraje para animales.

Dosis de siembra: El tratamiento de siembra se refiere a la cantidad de semillas aplicadas por metro cuadrado de suelo o superficie de cultivo. Esta cantidad se calcula teniendo en cuenta varios factores, incluyendo las pérdidas esperadas de plantas durante el proceso de germinación y establecimiento.

Bandejas: Un recipiente de escasa profundidad, con una base plana y bordes de baja altura, destinado a transportar, servir o mostrar objetos, especialmente alimentos. Cultivo se refiere a la práctica o acción de cultivar algo.

Iluminación: Conjunto de luces que iluminan un lugar.

Plástico: La plasticidad se refiere a la capacidad de adaptación de un objeto o material para cambiar de forma. Por lo tanto, este término puede utilizarse como un adjetivo para describir algo que muestra facilidad para adoptar diversas formas.

Rendimiento: La precocidad se refiere a la anticipación o naturaleza temprana de una etapa o edad, mientras que el rendimiento se refiere a la ganancia o total derivado de una inversión, proceso, tarea u operación financiera.

Remojo: Proceso de sumergir alimentos, como legumbres, en agua durante un período determinado antes de su consumo o cocción.

Producción: El conjunto de recursos producidos por la tierra naturalmente o producidos por procesos industriales.

Oreo: Acción de orear u oreearse.

Aspersor: Los aspersores emiten agua a través de un mecanismo hidráulico proyectando el líquido pulverizado al aire a través de un brazo equipado

con una o dos salidas, conocidas como boquillas, en su extremo y a una distancia determinada. Su función es distribuir el agua sobre el suelo mediante un chorro que puede ajustarse entre dos ubicaciones o girar completamente en un ángulo de 360 grados. (Nolasco & Ramírez, 2011).

Riego: El riego es el proceso de proporcionar agua a las plantas a través del suelo para satisfacer sus necesidades de agua cuando la precipitación es insuficiente. Este método se utiliza en jardinería y agricultura.

FAO: La FAO es una entidad centrada de las Naciones Unidas dedicada a liderar los esfuerzos internacionales para eliminar el hambre global y mejorar la seguridad alimentaria.

Hidrómetro: Un higrómetro, también conocido como higrógrafo, es un aparato que mide la humedad de gases como el aire. En meteorología, se utiliza principalmente para medir la cantidad de humedad presente en la atmósfera.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Hipótesis alterna.

Si aplicamos tres dosis de sustrato A – B, en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*, L) al menos uno de las aplicaciones será de mayor altura de planta, rendimiento de masa foliar, % de proteína y mayor palatabilidad al consumo del cuy, bajo las condiciones de Chamayog Yanahuanca UNDAC – 2021.

Hipótesis nula (H₀).

Si aplicamos tres dosis de sustratos A – B, en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*, L) ninguno de ellos presenta mejores niveles de producción en altura de planta,

rendimiento de masa foliar, % de proteína y palatabilidad al consumo del
cuy, bajo las condiciones de Chamayog Yanahuanca UNDAC – 2021.

2.4.2. Hipótesis específica

Si evaluamos el efecto comparativo de tres dosis de sustratos A – B, en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*, L) se tendrá efectos significativos de mayor poder germinativo, altura de planta, rendimiento de masa foliar, % de proteína, palatabilidad, bajo las condiciones de Chamayog Yanahuanca UNDAC – 2021.

2.5. Identificación de Variables

Variables Independientes:

Sustrato hidropónico A - B.

Variables dependientes:

Altura de planta., Rendimiento de masa foliar, Precocidad, Palatabilidad,
% de proteína.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 5 Operacionalización de variables e indicadores.

Objetivo general	VARIABLES	Dimensión	Indicadores
<p>Evaluar el efecto comparativo de tres dosis de sustrato A - B en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.) bajo las condiciones de Chamayog Yanahuanca UNDAC – 2021.</p>	<p>Independientes: Sustrato: A - B.</p> <p>Dependiente: -Altura de planta. Rendimiento de masa foliar/bandeja. -% de proteína -Precocidad. -Palatabilidad.</p>	<p>Efecto del sustrato A y B.</p>	<p>Evaluación del % de germinación de la semilla.</p> <p>Días de germinación de la semilla en la bandeja.</p> <p>Altura de la planta a los 12 y 18 días.</p> <p>Consumo de gua/bandeja y bloques.</p> <p>Precocidad/efecto de dosis.</p>

Nota. Variables a evaluar del proyecto.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación es: Experimental aplicada.

3.2. Nivel de investigación.

El nivel de investigación de la tesis es descriptivo y exploratorio, por lo que nos permitió explicar los fenómenos obtenidos en campo como parte de la investigación.

3.3. Métodos de la investigación.

Se realizó de modo deductivo e inductivo y experimental y explicando, técnicas de observación, de los fenómenos ocurridos en el proceso del experimento, para incrementar los niveles de producción, que será de gran utilidad a las organizaciones dedicado a este rubro.

3.4. Diseño de investigación

El diseño experimental que se utilizó para el presente trabajo es el Diseño

3.4.1. Modelo experimental

$$(a) \quad Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

- (b) $i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$ Tratamiento / repeticiones
- (c) $j = 1, 2, 3, 10$, Repeticiones / Experimentos
- (d) $e =$ Observación / Experimento
- (e) $u =$ Efecto de la media
- (f) $T_i =$ Efecto de tratamiento (i - esimo)

Tabla 6 Esquema del análisis de varianza.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado
Tratamientos	$t-1$	$\sum_i X_{i2} T.C. r$	$\frac{SC_{Tratam}}{G.L_{Tratam}}$	$\frac{C.M._{Tratam}}{C.M._{Error}}$
Error Experimental	$(r-1)(t-1)$	Por Diferencia	$\frac{SC_{Error}}{G.L_{Error}}$	
Total	$r t - 1$	$\sum_{ij} X_{ij}^2 T.C.$		

3.4.2. Prueba de Duncan

Desviación estándar:

$$S_x = \sqrt{\frac{CMe}{Rept.}}$$

Amplitud de Limite de Significancia “ALS”

Tabla 7 Cuadro de Amplitud de Limite

Valor	2	3	4	5
AES	Tabla	Tabla	Tabla	Tabla
ALS	Tab. * S_x	Tab. * S_x	Tab. * S_x	Tab. * S_x

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Se ha constituido el total de plantas existentes de los 4 tratamientos de cultivo hidropónico de forraje verde de cebada que son 40 bandejas de las medidas de 42 cm de largo, 30 cm de ancho y 2 cm de alto y 26 kilos de cebada variedad mejorada, es decir, 4 tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento, según la dosis de sustrato A y B sugerido.

3.5.2. Muestra

La muestra evaluada fue de 6 bandejas que hace el 13 % de 46, según el interés de la información requerida, en algunos casos en forma total, para algunas variables investigadas, que corresponde un 100 de muestreo requerido de la población.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

- La recolección de datos se realizó en fichas o cuadros elaboradas y anotados en el cuaderno de campo según los días indicados y las variables evaluadas con fechas planificadas, organización, disciplina y puntualidad de acuerdo al cronograma programado.
- Análisis documental, de la información obtenida.

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

Los instrumentos y equipos utilizados durante la investigación como: balanza analítica de 200 gramos, balanza tipo reloj de 10 kilos, flexómetro y materiales de laboratorio de vidrio, módulos de cultivo hidropónico han sido comprobados y calibrados según las recomendaciones de los fabricantes, así mismo las fichas y formatos de evaluación de las variables fueron recopilados de investigaciones o antecedentes anteriores, los cuales fueron citados según

corresponde, para la confiabilidad se utilizó el coeficiente de variabilidad (CV) de Duncan, expresado en % y la significancia de la prueba de F realizado en el análisis de varianza 0.05 de confiabilidad. Lo que según Calzada (2003), son aceptables C.V. para este tipo de trabajo valores menores a 30% en campo. Además, se realizó la prueba de Duncan para la comparación de los promedios según la información requerido.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Los datos obtenidos se analizaron utilizando el programa Office Excel, programa estadístico de Infotat, para el análisis de varianza (ANVA), y para las comparaciones de medias se empleará la prueba de Duncan con un valor de alfa de 0.05:

- Obtención de datos muestrales.
- Sumatoria de datos y sus promedios.
- Análisis de varianza.
- Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$.
- Diseño completamente al azar

3.9. Tratamiento estadístico.

El presente trabajo de investigación realizado mediante la aplicación de los sustratos nutritivos A y B en dosis diferentes y un testigo sin sustrato o dosis, para comparar la efectividad cualitativa y cuantitativa o no del sustrato nutritivo hidropónico.

Tabla 8 Aplicación de tres dosis de sustrato nutritivo A – B en el cultivo hidropónico de forraje verde, variedad de cebada mejorada.

O.M.	CLAVE Solución Nutritivo	Variedad de cebada	Gramos/tratamiento	
			Kls/ban 0.60	Repeticiones Por tratamiento.
1	B1 : A : 0 B : 0	Cebada Mejorada.	6.0 kilos	10 repeticiones
2	B2 : A : 2cm ³ B : 1 cm ³	Cebada Mejorada.	6.0 kilos	10 repeticiones
3	B3 : A : 3.5 cm ³ B : 1.5 cm ³	Cebada Mejorada.	6.0 kilos	10 repeticiones
4	B4 : A: 5.0 cm ³ B : 2.0 cm ³	Cebada Mejorada.	6.0 kilos	10 repeticiones
Total	A : 10.5 cm ³ B : 4.5 cm ³	Cebada Mejorada	24 kilos	40 repeticiones

B: bandeja, solución nutritiva A y B

3.9.1. Características del campo experimental.

A. Del taller de trabajo

- Largo	: 7.0 m
- Ancho	: 2.0 m
- Área total	: 14.00 m ²
- Área experimental	: 10.00 m ²
- Área de caminos	: 4.00 m ²

B. Del área/tratamiento

- Largo	: 2.00 m
---------	----------

- Ancho : 1.5 m

- Área neta : 3.5 m²

- Área neta experimental : 10.00 m²

C. TRATAMIENTOS

- Largo : 4.00 m

- Ancho : 2.50 m

- Total : 10.00 m²

- N° de bandejas por tratamientos : 10

- N° total de bandejas del experimento: 40.

3.9.2. Densidad de semillas por bandeja

Semilla por bandeja 0.6 kilos con pureza de 97% poder germinativo de 98 % y una altura de siembra 1.5 cm, en bandejas de 34 x 44 cm en un total de 40 bandejas del experimento instalado y de semilla de cebada mejorada fue de: 24 kilogramos.

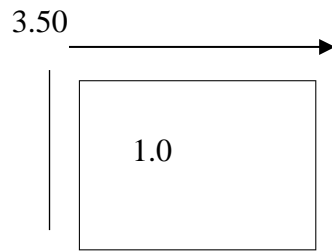
3.9.3. Croquis de los bloques a instalar del experimento

B1 _{T1}	B2	B3	B4	B10
------------------	----	----	----	-----

B1 ^{T2}	B2	B3	B4	B10
------------------	----	----	----	-----

B1 T3	B2	B3	B4	B10
----------	----	----	----	-----

B1 T4	B2	B3	B4	B10
----------	----	----	----	-----



3.10. Orientación Ética filosófica y epistémica

3.10.1. Autoría

Se indica con veracidad de los hechos que el Bach: Emilio Franklin, DIAZ RIVERA, es el autor del mencionado trabajo de investigación.

3.10.2. Originalidad

Las citas de los textos, revistas, artículos y otros materiales bibliográficos, de los autores que se consultaron como antecedentes, marco teórico en el presente trabajo de investigación han sido considerados con su nombre de los autores según corresponda, sin alterar su contenido de origen de cada fuente de información. Bibliográfico intangible.

3.10.3. Reconocimiento de fuentes

Las fuentes de información de los diversos autores fueron citadas en la bibliografía sin alterar el contenido tal como se encuentra en esta tesis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el taller de cultivos hidropónicos de la ciudad universitaria, fundo Chamayog, en la ciudad de Yanahuanca de la Escuela Profesional de Agronomía, ubicado en el barrio Primavera a una distancia de su plazoleta de 1kilómetro.

4.1.2. Ubicación Geo -Política

Región	: Pasco
Provincia	: Daniel Alcides Carrión Distrito Yanahuanca.
Barrio	:Primavera.
Fundo	:Chamayog - Ciudad Universitaria.

4.1.3. Ubicación Geográfica

Región Geográfica	: Marañón- Amazonas
Sub-cuenca	: Alto Huallaga
Altitud	: 3,200 m.s.n.m.

Temperatura	: 8 – 22° C.
Humedad relativa.	: 40 a 70 %.
anual	: 400 ml
Coordenadas	: Latitud sur 10° 19 3''
UTM	: Longitud Oeste 76°
	: Este 334411.61
	: Norte 8840050.04

4.1.4. Análisis del agua de riego, para el cultivo hidropónico de FV

Para iniciar el cultivo hidropónico de forraje verde , se obtuvo la muestra de agua ,la fuente microcuenca que abastece a la universidad del lugar wishca, para su análisis físico – Químico y concentración de materia orgánica, temperatura, oxígeno, PH (potencial de hidrogeno), conductibilidad, dureza, salinidad y otros elementos necesarios, Así mismo se obtuvo información meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e hidrología SENAMHI a fin de disponer y discutir y comparar datos climatológicos.

Tabla 9 Resultados del análisis de agua.

Temperatura	15.6 grados centígrados
pH	6.55
Salinidad.	0.26 ds/m -
Conductibilidad eléctrica	520 mhos/cm 2.5 a 1.2 mcms/cm
Alcalinidad	90 ml/l Ca CO3
Fosfatos	700 mg/l
Mercurio	0.05 mg/l
Nitrógeno amoniacal	No mayor de 0.012 mg/l
Oxígeno.	5.8 ppm.

Fuente: Laboratorio UNDAC – Pasco.

Según el resultado del análisis del agua utilizado, para el riego del cultivo

hidropónico de forraje verde, podemos observar en la tabla que: El pH tiene de 6.55, lo cual está dentro del parámetro permisible ya que ello indica de 5.5 a 6.8, así mismo la salinidad del agua es de 0.26 ds/m, se considera dentro del parámetro favorable, la conductibilidad eléctrica muestra el cuadro 520 mhos/cm, es un dato que está dentro del margen de 500 a 800, así mismo la concentración de oxígeno los parámetros son desde 0 a 14 y se encuentra 5.8 ppm, muy aceptable, considera lo más interesante estos elementos, por lo que los otros componentes, al tener un PH del rango de 6.5 es favorable las otras sales del agua son complementarios.

4.1.5. Elementos químicos de los sustratos A y B, en la aplicación del cultivo

Tabla 10 Elementos químicos del sustrato A y B, para el cultivo de forraje verde hidropónico

Sustrato o cultivo	Elementos químicos	Cantidad de agua/ litros	Cantidad de sustrato/gramos
A	Nitrato de amonio NH ₄ NO ₃ -36 % N Superfosfato triple 5 (P ₂ O ₅)- 45 % P ₂ O ₅ -20% CuO Nitrato de potasio (KNO ₃) 13.5% N – 45 % K ₂ O		800
B	Quelatos de hierro 6 % Fe 2 Boro (B) Manganeso (Mn) Zinc (,Zn) Cobre (Cu) Molibdeno (Mo) Sulfato de magnesio 16 % - 13% azufre		200
Total			1000

Fuente: Información comercial del laboratorio Nutri del campo

4.1.6. Datos climatológicos del distrito de Yanahuanca -2022 según Senamhi
– Yanahuanca

Tabla 11 *Datos meteorológicos durante el desarrollo del experimento.*

Meses	Temperatura		Humedad Relativa	Precipitación pluvial (mensual y total)
	Máximo	Mínimo		
Enero - 2022	24.8	6.8	83.89	2.65
Febrero - 2022	22.8	6.8	84.06	4.09
Marzo - 2022	22.0	7.0	85.0	3.36
Abril - 2022	22.8	6.6	84.36	2.17
Mayo - 2022	22.8	4.4	79.52	1.17
Junio - 2022	22.8	- 0.4	74.40	0.44

Fuente: SENAMHI – Yanahuanca - 2022.

Se observa en la tabla los datos climatológicos del año 2022, período que se realizó el trabajo de investigación del 05 de enero al mes de junio del 2022.

Durante este período de los meses de investigación se observa la mayor temperatura se registró en el mes de febrero 2022 con 22.8 °C, mientras la menor temperatura se presentó durante el mismo mes de febrero con 6.8 °C. La humedad relativa oscila entre 84.06 y 85.0 % lo cual favorece al desarrollo del cultivo de forraje verde hidropónico con una buena ventilación. La mayor precipitación se registró durante el mes de febrero del 2022 con 4.09 mm, la menor precipitación se presentó en el mes de marzo del mismo año con 3.36 mm, como producto del cambio climático que sufre nuestro planeta por lo que fue una temporada de poca

lluvia en nuestra región, el total de precipitación durante todo el experimento fue de 2.49 mm. Las condiciones ambientales fueron óptimas en las condiciones del taller, para el desarrollo del cultivo.

4.1.7. Conducción del experimento

La semilla: Las semillas de cebada variedad mejorada (*Hordium vulgare, L*) fueron adquiridas un total de 30 kilos de una tienda comercial garantizadas en calidad y pureza de nuestro contexto de la casa comercial Coagrisa S.A.C.

Pesado, selección de la semilla, para observar la pureza: Esta actividad consistió en el pesado, selección de la semilla de cebada, luego de ser comprado de la casa comercial indicado, para observar el nivel de pureza y calidad de semillas en relación a los materiales inertes, pajas y semillas rotas o vacías, esto nos permitió saber la cantidad exacta de semillas buenas obteniendo, para ello se pesó con una balanza de precisión digital en gramos del laboratorio, obteniendo 3 gramos de estos elementos inertes, obteniendo entonces un 97 % de pureza.

Limpieza, mantenimiento, mejoramiento del módulo de cultivo hidropónicos: Esta actividad consistió en la limpieza general de todo el área donde se realizó el experimento, así como su mantenimiento del taller, parantes del estante metálico del módulo hidropónico que mide 1.56 m de largo , 0.76 m de ancho , 1.97m de alto , compartidos en 5 niveles a una altura de 35 cm, para 6 bandejas, espacio de cultivo una extensión de 10 m² y su mejoramiento total, antes de realizar el experimento a fin de darles la mejor condición en el momento de instalar el cultivo, así como su desinfección con cal agrícola , en este mismo momento se lavaron las bandejas de cultivo que tiene un tamaño de 34 cm de ancho , 44 cm de largo , 2.0 cm de alto, un total de 40 unidades y desinfectado con hipoclorito de sodio al 4 % de concentración.

Preparado de la semilla para el sembrado: Esta actividad consistió en el lavado de la semilla, actividad que permitió retirar la diversidad de elementos inertes, semillas partidas, vacías y pajas, se lavó tres veces con un volumen de agua de 55 cm³, para ello se utilizó dos tinas, baldes de 20 kilos, jarras milimétricas, desinfección con lejía al 4 % de 2 cm/ litro de agua por un tiempo de 20 minutos, luego se remojo la semilla, durante 24 horas en dos tiempos, primero luego de ser lavados y desinfectados se remojo por 12 horas, pasado este tiempo se escurrió y se lavó nuevamente con agua, luego se dejó orear por una hora y se volvió a remojar por otros 12 horas, de esta manera acelerando el proceso de germinación de la semilla, luego se escurrió el total de agua para luego ser llevado al espacio de pregerminado, ubicándolos en bandejas de PVC a un espesor de 1.5 cm y tapado con una plástica negra, para estimular la germinación y emergencia de las semillas en espacio oscuro, por un espacio de 4 días.

La densidad de siembra/bandeja: La densidad de siembra por bandejas es de 0.600 kilos, se utilizó un total de 40 bandejas y un total de 24 kilos.

Pre germinado de la semilla: Esta actividad consistió en orear la semilla, quitándole de forma total el agua para ello se realizó con un colador, para luego hacer el último lavado de la semilla de cebada, dejándolos en un lugar sin acceso a la luz natural, para estimular la germinación.

Manejo de las bandejas de crecimiento con fase de la luz natural: Actividad que consistió en llevar las bandejas al estante de crecimiento donde fue ubicados por tratamientos, según la dosis aplicado y cubierto con yute color blanco, para prevenir la insolación fuerte y evaporación rápido del agua de las bandejas, según la condición del tiempo que se presentaba, para ello se aplicó tres horarios de riego a las 9:0 am, 12:30 pm y 4:00 pm, con un micro aspersor casero por

un tiempo de 20 minutos por horario, según como corresponda cada tratamiento, toda esta actividad se realizó por el tiempo que duró el crecimiento del forraje verde , quiere decir hasta la cosecha del forraje verde que tuvo una duración de 23 días.

Cosecha y oreo del forraje verde hidropónico: Se realizó cuando transcurrió los 23 días ,por horas de 9:00 am a una altura del forraje entre 18 a 20 cm en promedio, ello consistió en retirar las bandejas del anaquel, para luego pasar a orear, durante el día, para el pesado del forraje por bandeja que consistió en evaluar el rendimiento de biomasa foliar en la balanza dereloy de 10 kilos, obtener la muestra por m²,asi como para su análisis de proteína y alimentara los animales menores como muestra de consumo, así como evaluar la palatabilidad del forraje, por los animales menores como son los cuyes.

Porcentaje del poder germinativo de la semilla de cebada (%):

Se realizó en un pequeño táper de Tecnopor en forma adecuado cumpliendo el orden protocolar, para este proceso de evaluación se consideró 4 muestras, para determinar la calidad de latencia de semilla, disponiendo el tiempo de atención de un máximo cuidado y observación de las semillas, los cuales fueron registrados en el cuaderno de campo y ficha de registro, obteniendo en promedio de 98 % de viabilidad.

Emergencia de las semillas en la bandeja a los 4 días.: Se realizó la observación y evaluación de la germinación y emergencia de semillas en las bandejas, obteniendo a los 4 díasel total de emergencia por tratamientos y dosis de aplicación del sustrato A y B, tiempo óptimopara ser retirado el plástico negro, para que las plantas puedan asimilar la luz solar y realizar su proceso de crecimiento, todos estos datos fueron registrados en el cuaderno de campo y ficha

de registro por bandejas seleccionados a evaluar por tratamientos.

Altura de la planta a los 12 y 21 días en cm (etapa de crecimiento y cosecha): Este proceso consistió en medir la altura de planta a los días indicados en las variables a evaluar, con una regla de 30 cm, del cuello de la planta hasta el ápice de la planta, las 6 bandejas asignados al azar de los cuatro tratamientos a fin de obtener la información veraz, sobre el crecimiento de las plantas de forraje verde de cebada, así como observar el comportamiento de los mismos a esta edad, los cuales fueron registrados en el cuaderno de campo y ficha de registro, para su posterior comparación y análisis.

El consumo de agua por bandeja y tratamientos en litros: Actividad que consistió en observar y evaluar el consumo de agua, durante todo el proceso y tiempo de crecimiento y maduración del cultivo de cebada en bandejas y por tratamientos, para ello el agua se filtró días antes juntando en baldes y bidones del taller de hidroponía, para sedimentar algunas partículas que ingresaban al momento de coger de la fuente, para facilitar el uso del sistema de riego manual mediante un aspersor artesanal, en horarios establecidos como: 9.00 am, 12:30 pm, 4:30 pm y en algunos casos dependiendo del clima, para ello se tenía preparado la aplicación de la dosis del cultivo A y B, según corresponda a cada tratamiento, así mismo el consumo diario por bandejas y total de bandejas por tratamiento y el total de consumo de agua son calculados y dichas informaciones fueron registradas en el cuaderno de campo y ficha de registros asignados, lo que se mostrará en la tabla de consumo de agua.

Tabla 12 Programación de riego manual

Numero de riegos	Hora de riego	Duración del riego.
1	9:00 am	20 minutos
2	12:30 pm	20 minutos
3	4:30 pm	20 minutos
Total		60 minutos

Fuente. Elaboración propia del tesista (2022).

Días a la maduración fenológico de la planta y altura en cm: Esta actividad nos permitió en evaluar el número de días desde la siembra en las bandejas a la cosecha, cuando la planta haya alcanzado entre 18 a 20 cm e inicia el decaimiento de las plantas como indicador que su reserva de los granos de semilla haya terminado, observando con mayor evidencia en el tratamiento sin aplicación de sustrato A y B alcanzando este tamaño a los 23 días, por las condiciones de temperatura dentro del taller y que en contraste con la teoría. diferentes por regiones y condiciones climáticas, a fin de tener una información más acertada en estas condiciones del taller de Hidroponía de Yanahuanca. Las plantas se midieron su altura desde la base a la copa del forraje con regla de 30 cm y los datos fueron registrados en el cuaderno de campo y ficha de registro.

Precocidad por efecto de dosis: Se observó y evaluó la precocidad del cultivo hidropónico de forraje verde por el efecto de dosis por tratamiento, que consistió en observar la altura y decaimiento por no tener consistencia y suficiente pigmentación por falta de presencia de rayos solares, por no tener las condiciones adecuadas el taller, por no ser construido, para este fin productivo, así mismo se podía observar la formación de colchón de las raíces totalmente enraizados, cambio de color del cultivo y otras características fenotípicas que presentaron las

planta, los cuales fueron registrados en el cuaderno de campo y ficha de registro.

Porcentaje (%) de proteína a la cosecha por tratamientos y aplicación de dosis A y B: Se realizó el análisis del contenido de proteína cruda proximal en un laboratorio particular con garantía certificada, lo cual se adjunta en el anexo, se pueda observar diferencias ligeras no significativas, para ello se explicará en la tabla y figura de esta actividad, para el análisis respectivo se hizo el siguiente proceso que consistió en coger la muestra de los tallos y raíces de la planta en materia verde una cantidad de 1 kilo por tratamiento, luego lo colocamos en una bolsa de papel para ser registrado y empacado con sus datos respectivos, lacrados con cinta de embalaje y enviarlo al laboratorio, cuyos datos luego de obtenido los resultados fueron registrados en el cuaderno de campo y ficha de registro.

Rendimiento de masa foliar/ bandejas/m² /kilos/ha.

Esta actividad se realizó a los 24 días que consistió en medir el rendimiento de materia verde/ por bandejas/m²/kilos/ha y llevados a cosecha por año, para tener un cálculo referencial de los rendimientos por hectárea por año, para ello se utilizó el apoyo de una balanza de 10 kilos para pesar la masa foliar, luego que oreo durante el día por cada tratamiento según corresponda, los cuales han sido registrados en el cuaderno de campo y ficha de registro.

Palatabilidad del forraje verde a la cosecha para el consumo de los animales.

Consistió en cosechar el forraje verde, luego de concluido el proceso de crecimiento de forraje verde a los 24 días y hacer orear o escurrir el agua del colchón verde un día antes de disponer el alimento a los cuyes, cumplido el tiempo al día siguiente por la mañana a horas 9:00 am se suministró el forraje verde a los animales menores un total de 5 cuyes en edad de recría machos, suministrando el alimento con peso requerido y por tratamiento por día, pesando

los restos sobrantes que no consumían ,para obtener el consumo y preferencia del forraje verde por tratamientos, y de este modo evaluar la palatabilidad o aceptación del forraje por tratamientos o dosis aplicado según la proporción.

Los animales en prueba fueron traídos de la comunidad de Huarautambo del galpón dela Familia Gordiano Díaz, seleccionados en grupos homogéneos de 5 cuyes del mismo tamañoy sexo, cuyos datos fueron registrados en el cuaderno de campo y ficha de registro.

Control de plagas y enfermedades en el proceso fenológico de la planta (n°): Se observó, evaluó y controló la presencia de mosca doméstica menor, cuyo nombre científico es (*Fannia cannicularis*), estas moscas aparecieron a los 11 días de instalado el cultivo

,presentándose en el T1 inicialmente 25 moscas y durante los cuatro días del 11 al 14 se obtuvoun promedio en el T1: 23.5, T2: 26.5,T3: 26.75 y T4:29, para el control de estas moscas se instalaron trampas amarillas con aceite doméstico con platos descartables y plásticos de coloramarillo, controlando de este modo estas plagas. Se puede indicar que estos insectos ingresaron por la ventana que se encuentra al costado de la rivera del rio de la construcción del taller

,porque ahí se encuentra bastante arbusto donde posiblemente anidan estos insectos y por la temporada de invierno estos insectos buscan una temperatura cálida lo cual eran favorables estos espacios, el daño que causo no fue significativo, pero de algún modo succionaron la savia de la planta posiblemente disminuyendo su capacidad energético de la planta debilitado lo cual no fue tan visible, los datos fueron registrados en el cuaderno de campo y ficha de registro.

4.1.8. Registro de datos de laboratorio

Se evaluaron las siguientes variables:

- Poder germinativo de la semilla.
- Altura de la planta a los 12 y 21 días (proceso de crecimiento)
- Días de maduración fenológico a la cosecha y altura de planta.
- Consumo de agua por bandeja y tratamientos.
- Presencia de plagas o enfermedades.
- Rendimiento de masa foliar/bandeja/m²/kilos/ha.
- Porcentaje (%) de proteína/dosis.
- Palatabilidad del forraje verde hidropónico.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para los cálculos estadísticos, se efectuaron a través del análisis de varianza (ANDEVA), y para determinar las diferencias estadísticas entre tratamientos, se utilizó la prueba de Duncan. La comparación u contraste de promedios de los diversos tratamientos, se realizaron mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan, a los niveles de confiabilidad de 0.05 de probabilidades. Para las evaluaciones se consideró la parte central de las bandejas dentro del área experimental, con el propósito de evitar los efectos de borde. Se utilizó el software Infostat y Excel.

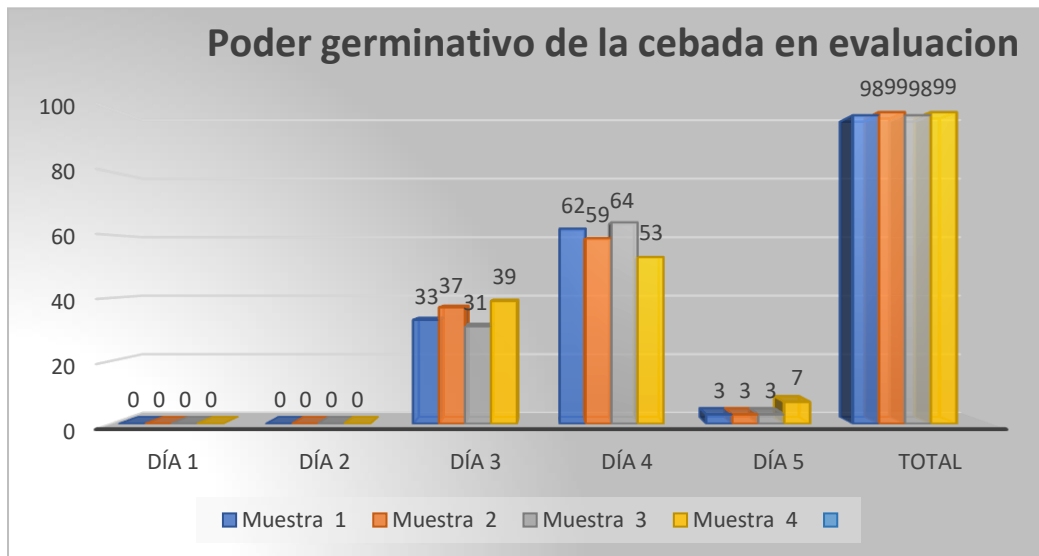
4.2.1. Evaluación del poder germinativo de la semilla

Tabla 13 *Análisis del porcentaje de germinación de la cebada en 4 muestras en días.*

Número de días	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04	Promedio	Promedio Final %
Día 1	0	0	0	0	0.00	98.50
Día 2	0	0	0	0	0.00	
Día 3	33	37	31	39	35.0	
Día 4	62	59	64	53	59.50	
Día 5	3	3	3	7	4.00	
Total	98	99	98	99	98.50	
Residuo	02	01	02	01	1.50	

Se observa en la tabla 13 sobre el poder germinativo evaluado de la semilla de cebada (*Hordium vulgare*, L), al cuarto día en la muestra 03 germinaron 64 semillas, seguido por la muestra 01 con 62 semillas germinados y en la muestra 02 y 04 germinaron 59 y 53, como se puede observar que las semillas de cebada germinaron a partir del tercer día y con mayor número % el cuarto día, culminado con algunas semillas el quinto día, obteniendo un 98.50 % de viabilidad de la semilla y mínimo % de semillas no viables de 1.5 %, esto indica que la calidad de semilla fue muy favorable por mostrar una buena viabilidad. Así mismo se indica que el proceso de germinación fue conjuntamente en el proceso de lavado con la semilla, para el cultivo del sistema hidropónico.

Figura 5 Análisis del porcentaje de germinación de la cebada en 4 muestras en días



En la figura 5 sobre el poder germinativo se puede observar que en el cuarto día germinaron el mayor número de semillas, obtenido un 98.50 % de viabilidad de semillas germinando lo que muestra una buena calidad de semillas obtenidos, para el proceso de instalación del forraje verde hidropónico lo que permitió mayores números de plantas por bandeja m² con mayor volumen de biomasa.

4.2.2. Altura de planta a los 12 días en el proceso de crecimiento de la planta

Tabla 14 Análisis de varianza altura de planta (cm) a los 12 días, prueba de Duncan.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. tabulada	Significancia $\alpha = 0.05$
Tratamientos	3	9.45	3.15	18.52	*
Error	20	3.40	0.17		n. s
Total	23	12.86			

C.V. = 4.70 %

En la tabla 14 sobre el análisis de varianza a la altura de planta a los 12

días a la aplicación de los sustratos A y B del cultivo hidropónico en la dosis de: T1: 2 cm y 1 cm, T 2:

3.5 cm y 1.5 cm, T4: 5 cm y 2 cm y el T1 grupo testigo sin sustrato se observa que no existe diferencias significativas estadísticas entre tratamientos, lo que indica que no hay efecto de los sustratos hidropónicos por ser cultivos de corto tiempo hasta esta altura y días, así como podríamos afirmar por lo que el agua no es almacenado en las bandejas por mucho tiempo por tener una pendiente de 2.5 % ,en una comparación con los cultivos de hortalizas de tipo raíz flotante o circulante el agua se encuentra almacenado por un tiempo de más días de desarrollo vegetativo, así mismo al ser oxigenado las raíces asimilarían el sustrato con mayor facilidad ,lo que no sucede en el cultivo de forraje verde ,siendo el coeficiente de variabilidad de 4.70 % , datos muy homogéneos, para la altura de planta en esta etapa y en trabajos de un taller.

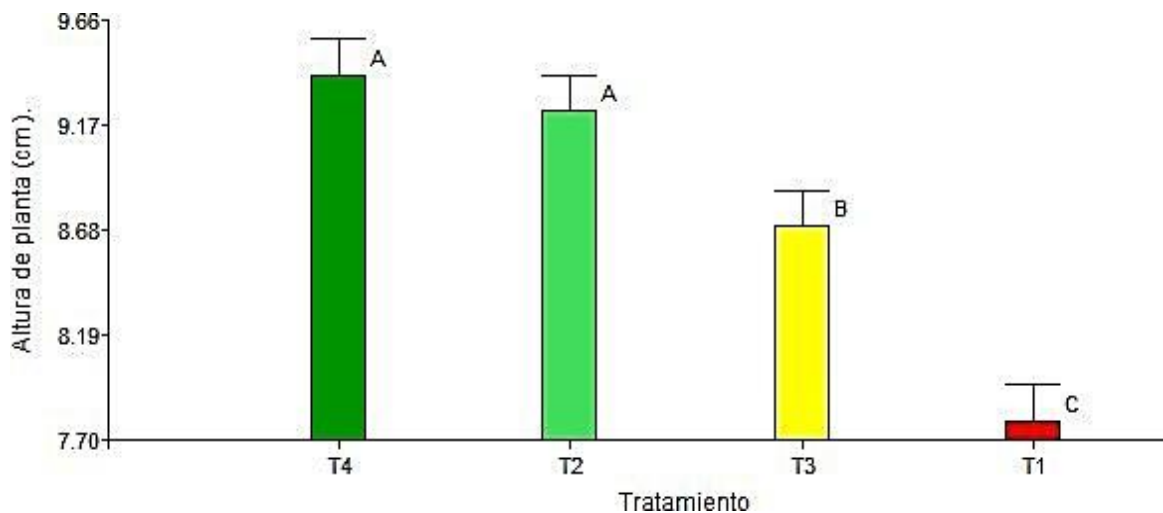
Tabla 15 Prueba de Duncan altura de planta (cm) a los 12 días.

M	Tratamiento	Dosis de Cultivo A-B	Promedio (cm)	Significancia $\alpha=0.05$
1	T4	A: 5.0 cm ³ – B 2.0 cm	9.40	A
2	T3	A: 3.5 cm ³ – B 1.5 cm	9.23	A
3	T2	A: 2.0 cm ³ – B 1.0 cm	8.69	B
4	T1	Testigo absoluto	7.79	C

Se observa en esta tabla 14 sobre la prueba de Duncan, que no existe diferencias significativas estadísticas entre la altura de planta del forraje verde hidropónico a los 12 días, mediante la aplicación del sustrato A y B en dosis diferentes, sin embargo podemos indicar que numéricamente el tratamiento T4

muestra una altura de planta de 9.40 cm, seguido por el T3: 9.23 cm ,T2: 8.69 cm y el T1 testigo sin aplicación de sustrato solo con agua con una altura de 7.79 cm y que en comparación con el tratamiento testigo se tiene: T4 : 9.40 cm y T1: 7.79 cm existe una diferencia numérica de 1.61 cm, T3: 9.23 cm y T1: 7.79 cm, difiere de 1.44 cm, T2: 8.68 cm y T1: 7.79 hay una diferencia de 0.89 cm, de alguna manera en comparación del testigo y el T4 con una dosis de A: 5 cm y B: 2 cm influye en la altura numérica.

Figura 6 *Altura de planta a los 12 días de la instalación, prueba de Duncan*



En la figura 6 se observa sobre la altura de planta a los 12 días del crecimiento fenológico a la aplicación del sustrato A y B de cultivo hidropónico en varias dosis de: T2: A –2cm y B- 1 cm, T3: A – 3.5 cm y B- 1.5 cm, T4: A – 5cm y B- 2 cm y el T1 testigo sin sustrato, no existen diferencias estadísticas a la probabilidad de 0.05 %, esto indica que el sustrato necesita mayor movimiento y oxigenación del agua para mineralizarse y ser absorbido por las plantas. Pero si diferencias numéricas como se observa el T4 y T1 con una diferencia de 1.61 cm y el T3 y T1 con 1.44 cm, esto indica que el sustrato de alguna manera influye en el crecimiento de la planta del forraje verde hidropónico.

4.2.3. Altura de planta a los 21 días en el proceso de crecimiento de la planta

Tabla 16 . Análisis de varianza altura de planta (cm) a los 21 días, prueba de Duncan.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F tabulada	Significancia a=0.05
Tratamientos	3	10.29	3.43	7.02	0.0021 *
Error	20	9.77	0.49		n. s
Total	23	20.06			

C.V. = 3.63 %

Se observa en la tabla 16 sobre la altura de planta a los 21 días al análisis de varianza que no existe diferencia significativa estadísticas a la probabilidad de 0.05 % a la aplicación del sustrato de cultivo hidropónico A y B ,mediante la aplicación de dosis : T2: A – 2 cm y B-1 cm ,T3: A – 2.5 cm y B 1.5 cm,T4: A – 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato,podemos afirmar que efectivamente la inclinación de la bandeja de 2.5 % de pendiente hace que el agua drene en menos tiempo y que requiere el agua con el sustrato mayor movimiento y oxigenación y como no sucede esta actividad no asimila la planta suficientemente y no hay efecto favorable al crecimiento o altura de la planta a esta edad a la aplicación del sustrato, al observar el coeficiente de variabilidad que es de 3.63 % que son datos muy homogéneos ,nos indica que la recolección de la información son confiables ,lo que muestra seriedad en el trabajo de investigación.

Tabla 17 Prueba de Duncan altura de planta (cm) a los 21 días.

OM	Tratamiento	Dosis de Cultivo A- B	Promedio (cm)	Significancia $\alpha=0.05$
1	T4	A: 5.0 cm ³ – B 2.0 cm	20.03	A
2	T3	A: 3.5 cm ³ – B 1.5 cm	19.73	A
3	T2	A: 2.0 cm ³ – B 1.0 cm	18.83	B
4	T1	Testigo absoluto	18.42	B

En la tabla 17 a la altura de planta a los 21 días a la prueba de Duncan, se puede observar que no existe diferencias significativas estadísticas mediante la aplicación del sustrato hidropónico A y B, a la aplicación de varias dosis en los tratamientos como: T2: A – 2 cm y B-1 cm ,T3: A – 2.5 cm y B 1.5 cm,T4: A – 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato,pero si podemos observar diferencias numéricas entre el tratamiento T4: 20.03 cm y T3: 19.73cm que existe una diferencia de 0.30 cm y el tratamiento T2: 18.83 cm y T1: 18.42 cm esde 0.41 cm, en referencia al T4: 20.03 cm y T1: 18.42 existe una diferencia de 1.61 cm ,T3:

19.73 cm y T1: 18.42 cm difiere de 1.31 cm,T2 y T1 es de 0.41 cm, muestra que la aplicación del sustrato A y B, en referencia al T1 como testigo muestra ligera diferencia numérica a la aplicación de la dosis tal como se observa en la tabla, así mismo nos indica que entre la T4 y T3, los resultados son casi similares y T2 y T1 de igual modo.

Figura 7 Análisis de varianza altura de planta (cm) a los 21 días, prueba de Duncan.

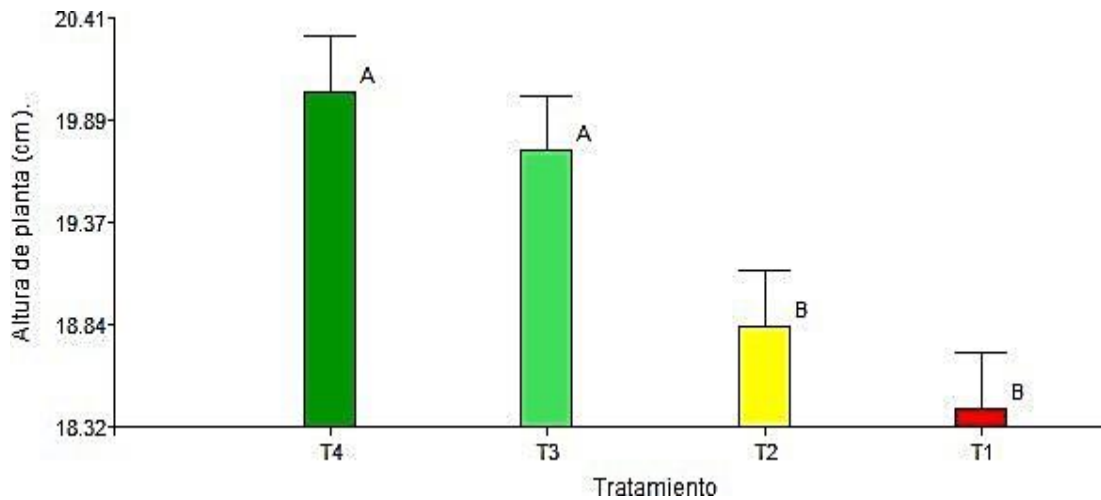


Figura 7 a la altura de planta a los 21 días a la aplicación del sustrato hidropónico A y B y en las dosis de: T2: A – 2 cm y B-1 cm , T3: A – 2.5 cm y B 1.5 cm,T4: A – 5cm y B- 2cm, el tratamiento T1 testigo sin sustrato, se puede observar que no hay efecto significativo estadística a la probabilidad de 0.05 %, pero si existe relación aproximado entre el T4 y T3 condiferencias numéricas de 0.30 cm y el T2 y T1 (testigo) hay diferencia de 0.41 cm, estas cantidades son mínimas numéricamente, lo que indicamos que el sustrato aplicado en varias dosis no surgió efecto estadístico, en comparación con el T1 como testigo podemos observar entre el tratamiento T4: 20.03 cm y T3: 19.73cm que existe una diferencia de 0.30 cm y el tratamiento T2: 18.83 cm y T1: 18.42 cm es de 0.41 cm, en referencia al T4: 20.03 cm y T1:

18.42 existe una diferencia de 1.61 cm ,T3: 19.73 cm y T1: 18.42 cm difiere de 1.31 cm,T2 y T1 es de 0.41 cm, muestra que la aplicación del sustrato A y B, en referencia al T1 como testigomuestra ligera diferencia numérica a la aplicación de la dosis tal como se observa en la figura.

4.2.4. Días de maduración fenológica a la cosecha y altura de planta

Tabla 18 *Análisis de varianza a la madurez fenológica y altura de planta (cm) a los 22 días, prueba de Duncan.*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F tabulada	Significancia $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	10.29	3.43	7.02	0.0021 n. s
Error	20	9.77	0.49		*
Total	23	20.06			

C.V. = 3.63 %

En la tabla 18 sobre la madurez fenológico, cosecha y altura de planta a los 22 días en comparación de los 21 días, al análisis de varianza que no existe diferencia significativa estadística a la probabilidad de 0.05 % a la aplicación del sustrato de cultivo hidropónico A y B ,mediante la aplicación de dosis : T2: A – 2 cm y B-1 cm ,T3: A – 2.5 cm y B 1.5 cm,T4: A

5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato, podemos afirmar que efectivamente la inclinación de la bandeja de 2.5 % de pendiente hace que el agua drene en menos tiempo y que requiere el agua con el sustrato mayor movimiento e oxigenación y como no sucede esta actividad no asimila la planta suficientemente y no hay efecto favorable al crecimiento o altura de la planta a la aplicación del sustrato, al observar el coeficiente de variabilidad que es de 3.63

% que son datos muy homogéneos ,nos indica que la recolección de la información son confiables ,lo que muestra disciplina en el trabajo de investigación, a partir de esta fecha se limitó la aplicación del sustrato, regando solo con agua, para eliminar las sales de los nutrientes.

Tabla 19 Prueba de Duncan madurez fenológico, cosecha y altura de planta (cm) a los 22 días.

OM	Tratamiento	Dosis de Cultivo A- B	Promedio (cm)	Significancia $\alpha=0.05$
1	T4	A: 5.0 cm ³ – B 2.0 cm	20.03	A
2	T3	A: 3.5 cm ³ – B 1.5 cm	19.73	A
3	T2	A: 2.0 cm ³ – B 1.0 cm	18.83	B
4	T1	Testigo absoluto	18.42	B

En la tabla 19 a la madurez fenológico ,cosecha y altura de planta a los 22 días a la prueba de Duncan en comparación con el día 21 al crecimiento de la planta, se puede observar que no existe diferencias significativas estadística mediante la aplicación del sustrato hidropónico A y B, en varias dosis en los tratamientos como: T2: A – 2 cm y B-1 cm ,T3: A –

2.5 cm y B 1.5 cm,T4: A – 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato, así mismo podemos observar que entre el T4 y T3 no hay diferencia de altura y entre T1 y T2 de igual modo, pero si tenemos diferencias numéricas entre el tratamiento T4: 20.03 cm y T3: 19.73 que existe una diferencia de 0.30 cm y el tratamiento T2: 18.83cm y T1: 18.42 cm es de 0.41 cm, en comparación con el T4: 20.03cm y T1:18.42 cm, existe una diferencia de 1.61 cm, T3:19.73 cm y T1: 18.42cm,difiere de 1.31 cm, esto muestra de alguna manera en comparación con el tratamiento testigo una variación de tamaño en cm no muy significativos, indicando que la aplicación de la dosis del sustrato en varias cantidades no surgió efecto significativo en comparación al testigo y la planta no incrementa crecimiento , indica el tiempo para la cosecha, además por presentar características

de inclinación de las plantas, a partir de esta fecha se regó solo con agua pura sin sustrato.

Figura 8 Análisis de varianza a la madurez fenológico, cosecha y altura de planta (cm) a los 22 días, prueba de Duncan

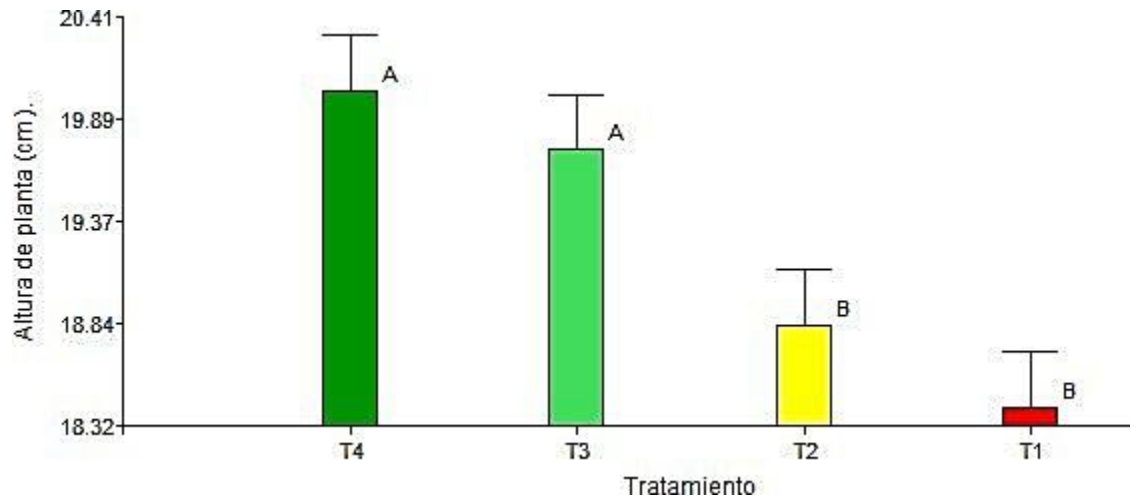


Figura 8 a la madurez fenológico, cosecha y altura de planta a los 22 días a la aplicación del sustrato hidropónico A y B y en las dosis de: T2: A – 2 cm y B- 1 cm , T3: A – 2.5 cm y B 1.5 cm, T4: A – 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato, se puede observar que no hay efecto significativo a la probabilidad de 0.05 %, pero si existe relación aproximado entre el T4 y T3 con diferencias numéricas de 0.30 cm y el T2 y T1 (testigo) hay diferencia de 0.41 cm, en comparación con el T1 como testigo tenemos en comparación con el T4: 20.03cm y T1:18.42 cm, existe una diferencia de 1.61 cm, T3:19.73 cm y T1: 18.42cm, difiere de 1.31 cm, esto muestra de alguna manera en comparación con el tratamiento testigo una variación de tamaño en cm no muy significativos, indicando que la aplicación de la dosis del sustrato en varias cantidades no surgió efecto significativo en comparación al testigo y la planta no incrementa crecimiento altamente diferenciados y no se observa crecimiento de la planta ,manifestando el tiempo para la cosecha, además por presentar

características de inclinación de las plantas.

4.2.5. Madurez fenológica a la cosecha y Altura de planta

Tabla 20 *Análisis de varianza a la maduración fenológico, cosecha y altura de planta a los 23 días, prueba de Duncan.*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F tabulada	Significancia $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	10.61	3.54	6.89	n. s *
Error	20	10.27	0.51		
Total	23	20.88			

C.V. = 3.72 %

En la tabla 20 sobre madurez fenológica, cosecha y altura de planta a los 23 días a la maduración fenológico de la planta, para la cosecha en comparación al crecimiento de los 22 días, al análisis de varianza que no existe diferencia significativa a la probabilidad de 0.05 % a la aplicación del sustrato de cultivo hidropónico A y B, mediante la aplicación de dosis: T2: A 2 cm y B-1 cm, T3: A - 2.5 cm y B 1.5 cm, T4: A - 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigosin sustrato, podemos afirmar que efectivamente las plantas dejaron de crecer esto indica que ha cumplido su proceso fenológico, lo cual nos indica que se puede realizar la cosecha, así mismo durante este día solo se regó con agua pura a todos los tratamientos, para el lavado de las sales, observado las características de las plantas en las bandejas por tratamientos mostrabandecimiento de las plantas, como si los tallos no tuvieran consistencia y amarilla miento de las hojas. Por otro lado, podemos indicar que las reservas de la semilla han sido consumidas por las raíces y tallos, más aún no se observa efecto de los sustratos que podrían mantenerlos por más días. Al observar el coeficiente de variabilidad que es de 3.72 % que son datos en el rango de muy homogéneos, nos indica que la recolección de la información es confiable, lo que muestra responsabilidad en el trabajo de

investigación.

Tabla 21 Prueba de Duncan días a la madurez fenológico, cosecha y altura de planta (cm) a los 23 días

OM	Tratamiento	Dosis de Cultivo A-B	Promedio (cm)	Significancia $\alpha=0.05$
1	T4	A: 5.0 cm ³ – B 2.0 cm	20.07	A
2	T3	A: 3.5 cm ³ – B 1.5 cm	19.73	A
3	T2	A: 2.0 cm ³ – B 1.0 cm	18.83	B
4	T1	Testigo absoluto	18.42	B

En la tabla 21 a la madurez fenológica, cosecha y altura de planta a los 23 días del crecimiento fenológica, para la cosecha y a la prueba de Duncan en comparación con el día 22, se puede observar que no existe diferencias de crecimientos de las plantas, así como no hay diferencias significativas mediante la aplicación del sustrato hidropónico A y B, mediante la aplicación de varias dosis en los tratamientos como: T2: A – 2 cm y B-1 cm ,T3 :A – 2.5 cm yB 1.5 cm,T4: A – 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato, pero si podemos observar diferencias numéricas entre el tratamiento T4 : 20.07 cm y T3 : 19.73 cm, que existe una diferencia de 0.34 cm y el tratamiento T2:18.83 y T1: 18.42,que difiere de 0.41 cm, esto muestra que la aplicación de la dosis del sustrato en varias cantidades no surgió efecto significativo en comparación al testigo y la planta no incrementa crecimiento lo que indica el tiempo oportuno para la cosecha al no observa desarrollo, además por presentar características de inclinación ,amarilla miento y encamado de las plantas.

Figura 9 Análisis de varianza días a la maduración fenológica, cosecha y altura de planta (cm) a los 23 días, prueba de Duncan.

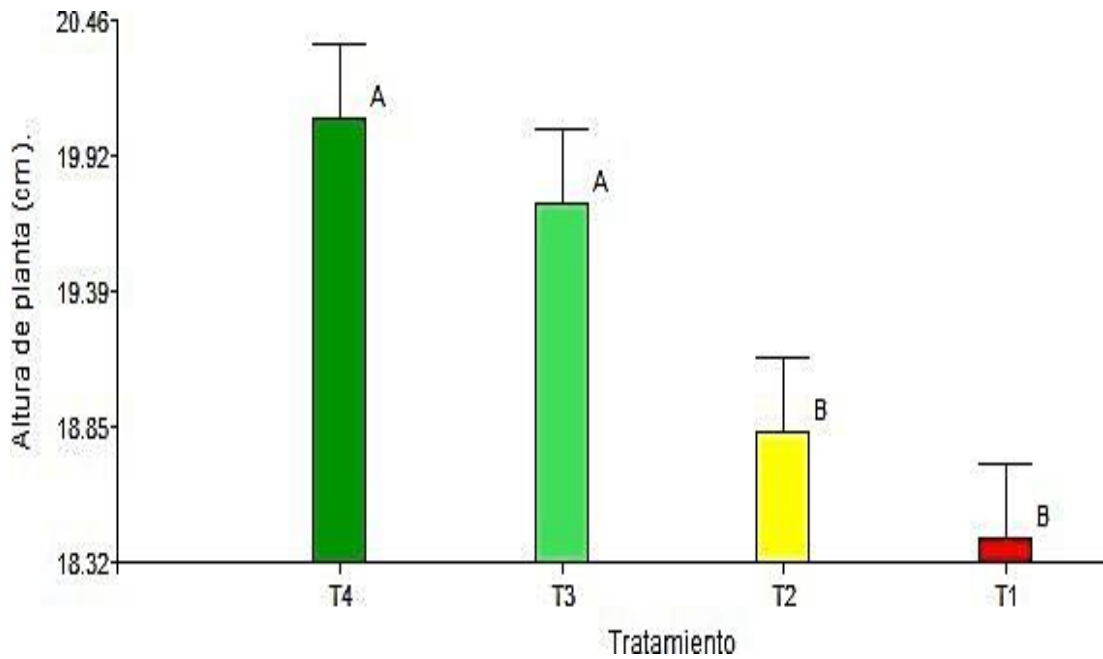


Figura 9 a la madurez fenológica, cosecha y altura de planta a los 23 días a la maduración fenológica, para la cosecha y a la aplicación del sustrato hidropónico A y B y en las dosis de: T2: A – 2 cm y B-1 cm , T3: A – 2.5 cm y B 1.5 cm, T4: A – 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato, se puede observar que no hay efecto significativo a la probabilidad de 0.05 %, pero si existe relación aproximado entre el T4: 20.07 cm y T3:19.73 con diferencias numéricas de 0.34 cm y el T2: 18.83 y T1:18.42 (testigo) hay diferencia de

0.41 cm, estas cantidades son mínimas, lo que indicamos que el sustrato aplicado en varias dosis no surtió efecto, podría ser por el periodo vegetativo corto del cultivo hidropónico, y querequiere de movimiento del agua y oxigenación, para que pueda modificar estos resultados, que las plantas ya no crecen por lo tanto nos indica que llego a su máximo crecimiento y estaría a tiempo, para la cosecha.

4.2.6. Consumo de agua por bandejas y tratamientos del cultivo forraje verde hidropónico.

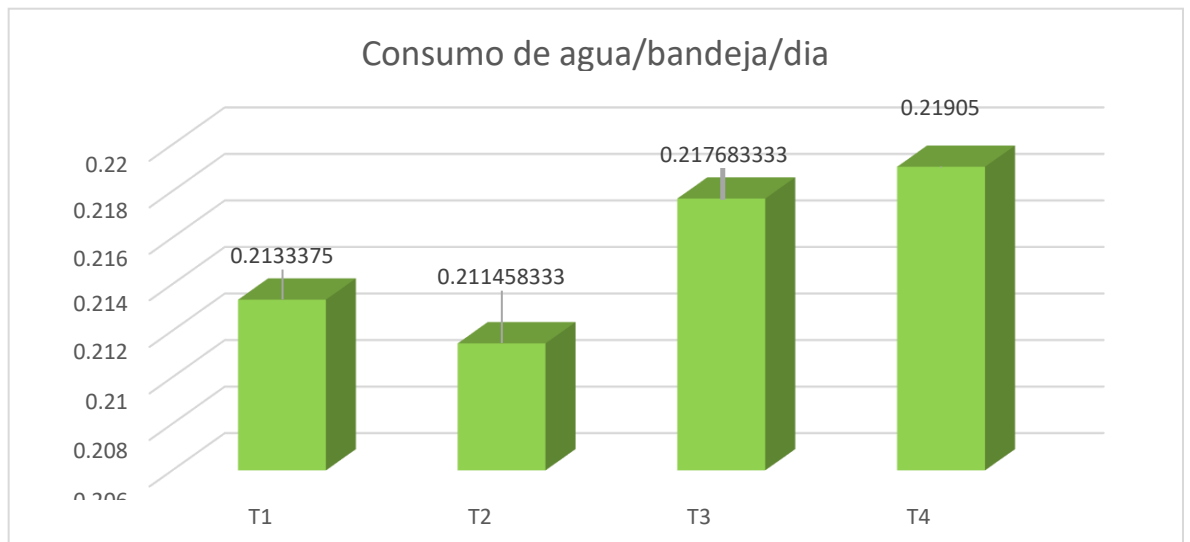
Tabla 22 *Análisis de consumo de agua/bandeja en el riego de forraje verde hidropónico (l) por día.*

O M	Tratamiento	Dosis de Cultivo A- B	Promedio (litros/bandeja/día)	Promedio (litros/tratamiento /día)	Días de Aplicación
1	T1	Testigo absoluto	0.2133	2.1333	23
2	T2	A: 2.0 cm ³ – B 1.0cm	0.2115	2.1146	23
3	T3	A: 3.5 cm ³ – B 1.5 cm	0.2177	2.1768	23
4	T4	A: 5.0 cm ³ – B 2.0cm	0.2191	2.9505	23
Total				8.5153	

En la tabla 21 al consumo de agua por bandeja por día y por tratamiento lo que puede observarse, durante el proceso fenológico de la planta y hasta el día de la cosecha que duro 23días , mediante la aplicación del sustrato hidropónico A y B a varias dosis en los tratamientos como: T2: A – 2 cm y B-1 cm ,T3 :A – 2.5 cm y B 1.5 cm,T4: A – 5cm y B- 2cm y el tratamientoT1 testigo sin sustrato solo con agua, determinando el consumo de agua por bandeja y tratamiento, tal como se indica: T1: 0.2133 l/bandeja/día- 2.1333 l/trat/día,T2: 0.2115 l/bandeja/día 2.1146 l/trat/día,T3: 0.2117 l/bandeja/día 2.1168 l/trat/día,T4: 0.2191 l/bandeja/día -2.9505 l/día ,al realizar una comparación el T1 y T4 se Tiene una diferencia de litros/tratamiento día de 0.818, T1 y T3, existe una diferencia de 0.017 l/tratamiento/día,T1 y T2 ,hay una diferencia de 0.018 l/tratamiento/día, asi mismo entre el T2 y T4 difiere de 0.835 l/tratamiento/día ,haciendo el mayor consumo el T4 con 0.818 litros/tratamiento/día, en comparación con el tratamiento testigo. Se justifica esta diferencia del consumo de agua de menos en

el T1 y T2, por estar ubicados las bandejas en el lugar donde tenía mejores condiciones en ventilación, iluminación y humedad y el de mayor consumo por la razón que el tratamiento T4 y T3 estaba ubicado frente a la ventana por donde ingresa el sol por la mañana con gran intensidad hasta casi medio día donde hay mayor insolación, el techo es de dos aguas de calamina es bajo en esa parte y ocasiona mayor calor durante el día, estos elementos determinarían que el T4 y T3 consumieron más volumen de agua /día, por no tener las condiciones favorables o adecuados de la parte interna y externo de taller, iluminación limitada,

Figura 10 Análisis estadístico del consumo de agua/bandeja en el riego del FVH

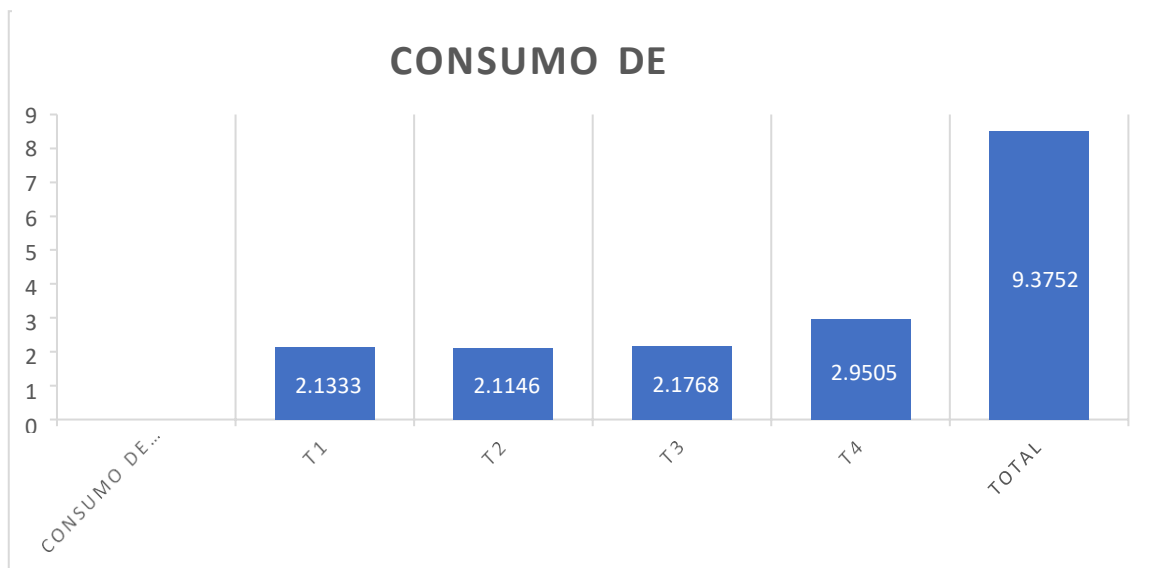


100 % del techo es de calamina y una altura de 2.20 de alto, lo que causa, desventaja en muchos aspectos, así mismo el sistema de riego fue de modo artesanal, por no contar con un sistema automatizado, se regó con aspersores manuales, según la dosis por tratamiento en horarios establecidos como: 9:00 am, 12:30 pm y 4:00 pm, considerando en algunos casos dependiendo del clima.

La Figura 10 al consumo de agua por bandeja por día lo que puede observarse, durante el proceso fenológico de la planta y hasta el día de la cosecha que tuvo una duración de 23 días, mediante la aplicación del sustrato hidropónico

A y B a varias dosis en los tratamientos como: T2: A – 2 cm y B-1 cm, T3: A – 2.5 cm y B 1.5 cm, T4: A – 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato solo con agua, determinando el consumo de agua por bandeja es tal como se indica: T1: 0.2133 l/bandeja/día, T2: 0.2115 l/bandeja/día dia, T3: 0.2117 l/bandeja/día, T4: 0.2191 l/bandeja/día, al realizar una comparación el T1 y T4 se Tiene una diferencia de litros/bandeja/día de 0.0058, T1 y T3, existe una diferencia de 0.0016 lts/bandeja/dia, T1 y T2,

Figura 11 Consumo de agua por



hay una diferencia de 0.0018 lts/bandeja/día, lo que podemos determinar que el mayor consumo de agua lo realizó el tratamiento T4 y T3 y el de menor consumo el T2, seguido del T1.

La figura 11 al consumo de agua por tratamiento/día se observa, durante el proceso fenológico de la planta y hasta el día de la cosecha que duró 23 días, mediante la aplicación del sustrato hidropónico A y B a varias dosis en los tratamientos como: T2: A – 2 cm y B-1 cm, T3 :A – 2.5 cm y B 1.5 cm, T4 :A –

5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato solo con agua, determinando el consumo de agua por tratamiento, tal como se indica: T1: 2.1333 l/trat/día, T2: 2.1146 l/trat/día, T3: 2.1768 l/trat/día, T4: 2.9505 l/día, al realizar una comparación el T1 y T4 se tiene una diferencia de litros/tratamiento día de 0.817, T1 y T3, existe una diferencia de 0.043 l/tratamiento/día, T1 y T2, hay una diferencia de 0.018 l/tratamiento/día, así mismo entre el T2 y T4 difiere de 0.835 l/tratamiento/día, haciendo el mayor consumo el T4 con 0.818 l/tratamiento/día. en relación con el testigo. Se justifica esta diferencia del consumo de agua de menos en el T1, T2 y T3 por estar ubicados las bandejas en el lugar donde existe mejores condiciones en ventilación, iluminación y humedad y el de mayor consumo, por la razón que el tratamiento T4 estaba ubicado frente a la ventana por donde ingresa el sol por la mañana con gran intensidad hasta casi medio día donde hay mayor radiación solar.

Consumo de agua total por tratamientos del cultivo FVH durante los 23 días.

Tabla 23 *Análisis de consumo de agua total/tratamiento en litros por 23 días.*

O M	Tratami ento	Dosis de Cultivo A-B	Promedio (litros/Tratamiento/ día	Promedio consumo/litros (total/tratamiento/ 22 días	Días de Aplicación
1	T1	Testigo absoluto	2.1333	51.201	23
2	T2	A: 2.0 cm ³ - B 1.0 cm	2.1146	50.750	23
3	T3	A: 3.5 cm ³ – B 1.5 cm	2.1768	52.244	23
4	T4	A: 5.0 cm ³ – B 2.0 cm	2.9505	52.572	23
Total			8.5153	206.767	

En la tabla 23 al consumo de agua total por tratamiento durante los 23

días, durante el proceso fenológico de la planta se observa mediante la aplicación del sustrato hidropónico A y B a varias dosis en los tratamientos como: T2 : A – 2 cm y B-1 cm ,T3: A – 2.5 cm y B 1.5 cm,T4: A – 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato solo con agua, determinando el consumo agua por tratamiento total durante los 23 días al inicio de la cosecha se obtiene lo siguiente: T1: 51.201 l/tratamiento/23 días,T2: 50.720 l/tratamiento/23 días,T3: 52.240 l/tratamiento/23 días,T4: 52.572 l/tratamiento/ 23 días, haciendo un total de consumo entre los 4 tratamientos que hacen un total de 40 bandejas de 206.767 litros de agua utilizado mediante un sistema de riego artesanal que se realizó con aspersores caseros de tres veces al día en los horarios de 9:00am,12:30 pm y 4:00 pm, en algunos casos dependiendo del clima, valorizando en costo soles en la ciudad de cerro de Pasco cobran por 1m³ S/ 8.00 nuevos soles y en Lima S/ 10.00 nuevos soles ,entonces el pago de agua sería según el consumo en el cultivo de S/ 2.5 nuevos soles. En comparación con los tratamientos se puede observar que el tratamiento T4 ha consumido mayor volumen de agua, seguido por el T3, T1 y T2, del T2 al T4 existe una diferencia de 1.822 litros y del T2 al T1 difiere de 0.481 litros, las diferencias no son tan distantes entre los tratamientos.

4.2.7. Presencia de plagas y enfermedades del forraje verde hidropónico por tratamiento

Tabla 24 *Análisis de varianza de la presencia de plagas en el forraje verde hidropónico/tratamientos*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F tabulada	Significancia $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	50.19	16.73	4.38	n.s *
Error	10	38.17	3.82		0.0325
Total	13	88.36			

C.V. = 7.45 %

En la tabla 24 a la presencia de plagas durante el crecimiento fenológica del forraje y ala prueba de Duncan ,durante los 23 días, se puede observar que no existe diferenciassignificativas de la presencia de plagas en los 4 tratamientos en la aplicación del sustrato hidropónico A y B, mediante el uso de varias dosis en los tratamientos como: T2: A – 2 cm y B-1 cm ,T3 :A – 2.5 cm y B 1.5 cm,T4: A – 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato, pero si podemos observar diferencias numéricas entre los, tratamientos, nos indica que en estos tipos de cultivos casi nada o nulo se presenta problemas de plagas o enfermedadespor lo que las condiciones son protegidos con mallas anti – afidos **No se encuentran elementosde tabla de ilustraciones.**, condición pulcro, en el caso nuestro, por no contar con este tipo deinfraestructura ,ingresaron por la ventana que es de materia metálico de ½ de espesor y que seencuentra en estado libre ,razón que por allí facilitaron el ingreso a estas moscas domésticas menores (*Fannia cannicularis*) en mínima cantidad, propios del arbusto o riachuelo que existe

en su contorno del taller hidropónico. Al observar el coeficiente de variabilidad que es de 7.45 % que son datos en el rango de muy homogéneos, nos indica que la recolección de la información es confiable, lo que muestra responsabilidad en el trabajo de investigación.

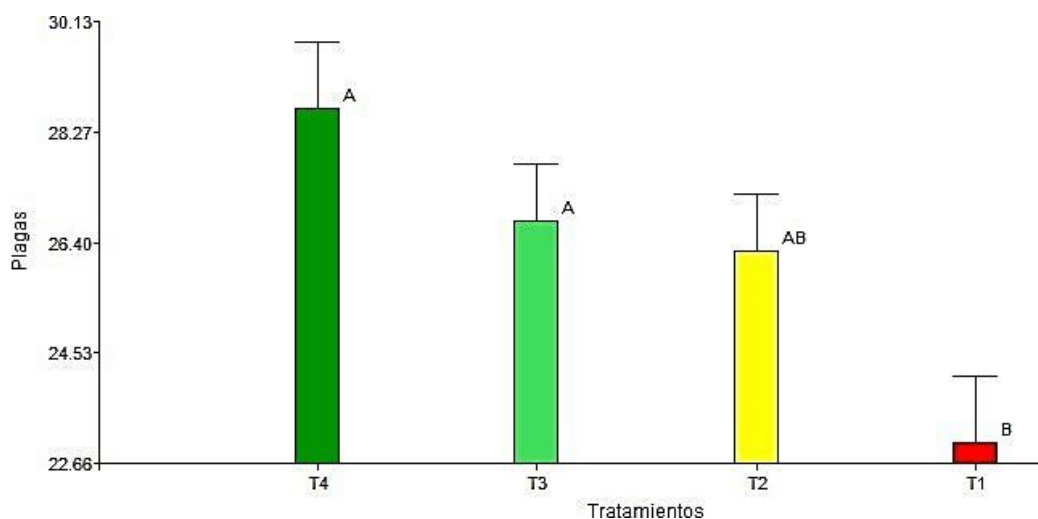
Tabla 25 Prueba de Duncan a la presencia de plagas por tratamiento en su etapa de crecimiento del FVH.

OM	Tratamiento	Dosis de ivo A-B Cult	Promedio (unid)	Significancia $\alpha=0.05$
1	T4	A: 5.0 cm ³ –B 2.0 cm	28.67	A
2	T3	A: 2.0 cm ³ –B 1.0 cm	26.75	A
3	T2	A: 3.5 cm ³ – B 1.5 cm	26.25	AB
4	T1	Testigo absoluto	23.00	B

En la tabla 24 a la presencia de plagas durante el crecimiento fenológica del forraje y ala prueba de Duncan durante los 23 días, se puede observar que no existe diferencias significativas de la presencia de plagas en los 4 tratamientos ,pero si diferencias entretratamientos entre el T4,T3,T2 y entre el T1 y T2 a la aplicación del sustrato hidropónico A yB, mediante el uso de varias dosis en los tratamientos como: T2: A – 2 cm y B-1 cm ,T3 :A –

2.5 cm y B 1.5 cm,T4: A – 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato, la diferenciasnuméricas que se observa entre los tratamientos dentro del promedio entre T4 y T3 es de: 2.12moscas y entre T2 y T1 es de : 3.25,estos datos nos indica que en estos tipos de cultivos casi nada o nulo se presenta problemas de plagas o enfermedades por lo que las condiciones son protegidos con mallas anti – áfidos, condición pulcro.

Figura 12 Prueba de Duncan a la presencia de plagas por tratamiento etapa de crecimiento del FVH.



En la Figura 12 a la presencia de plagas durante el crecimiento fenológica del forraje ya la prueba de Duncan, durante los 23 días, se puede observar que no existe diferencias significativas de la presencia de plagas como la mosca

domestica menor en los 4 tratamientos, pero si diferencias entre tratamientos en promedio como: T4: 28.67,T3: 26.75,T2: 26.25 y T1: 23.00,determinando que en T4 se tuvo más presencia de moscas domesticas menor (*Fannia cannicularis*) en el forraje, por estar ubicado en la ventana que da ingreso a la orilla del rio y presencia de arbustos y en el T1 con menos cantidad, por estar ubicado en el lado de la puertade ingreso que está libre de malezas y mayor iluminación.

4.2.8. Rendimiento por kilos de masa foliar/bandeja/m2 /Ha del cultivo forraje verde hidropónico

Tabla 26 Análisis de varianza peso de FVH/bandeja/kilos a los 23 días, prueba de Duncan.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F tabulada	Significancia $\alpha=0.05$
Tratamientos	3	0.62	0.21	2.18	n.s *
Error	20	1.88	0.09		
Total	23	2.50			

C.V. = 13.59 %

Se observa en la tabla 26 sobre el rendimiento en kilos de masa foliar a los 23 días, para la cosecha, llevados al análisis de varianza que no existe diferencia significativa estadística a la probabilidad de 0.05 % a la aplicación del sustrato de cultivo hidropónico A y B ,mediante la aplicación de dosis : T2: A – 2 cm y B-1 cm,T3: A – 2.5 cm y B 1.5 cm,T4: A – 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato, podemos afirmar que la cantidad de semillas distribuidos en las bandejas de 600 gramos germinaron casi en su totalidad, asi mismo desarrollaron en forma homogénea, formaron el colchón en el mismo espesor por lo que se sembró a 1.5 cm de altura, asi mismo todos fueron regados y en la misma hora, día, con la misma agua que se dispone, pero en diferencia de cantidad en dosis.

Podemos indicar que no surgió efecto estadístico en rendimiento de peso por bandeja y m², al observar el coeficiente de variabilidad que es de 13.59 % que son datos muy favorables considerados homogéneos, nos indica que la recolección de la información es confiable, lo que muestra seriedad en el trabajo de investigación.

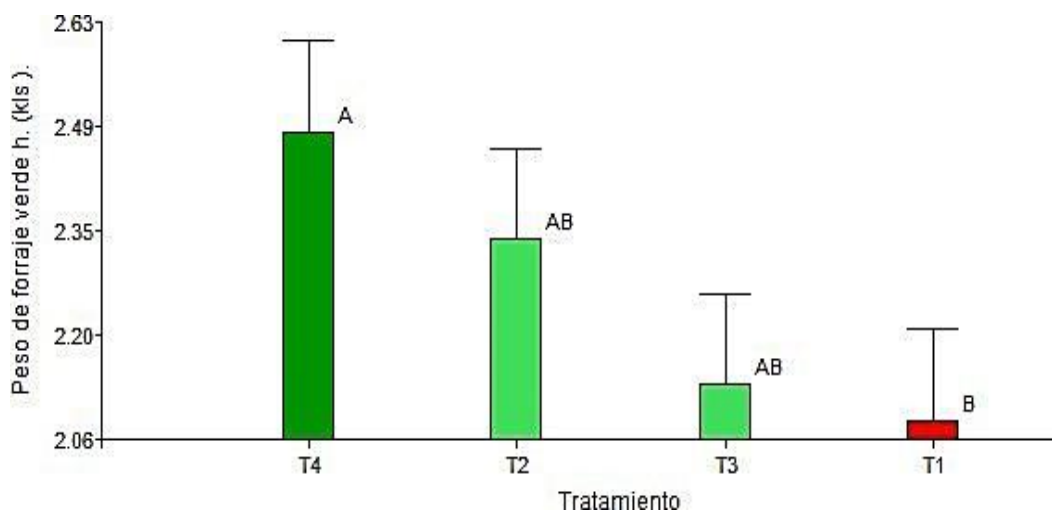
Tabla 27 Prueba de Duncan peso de forraje verde hidropónico/bandeja/kilos a los 23 días

OM	Tratamiento	Dosis de Cultivo A- B	Promedio (kls)	Significancia $\alpha=0.05$
1	T4	A: 5.0 cm ³ – B 2.0 cm	2.48	A
2	T2	A: 2.0 cm ³ – B 1.0 cm	2.33	AB
3	T3	A: 3.5 cm ³ – B 1.5 cm	2.13	AB
4	T1	Testigo absoluto	2.08	B

En la tabla 27 al rendimiento por bandeja en kilos de masa foliar a los 23 días e iniciarla cosecha a la prueba de Duncan, se puede observar que no existe diferencias significativas estadística mediante la aplicación del sustrato hidropónico A y B, mediante la aplicación de varias dosis en los tratamientos como: T2 :A – 2 cm y B-1 cm ,T3 :A – 2.5 cm y B 1.5 cm,T4:A – 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato, podemos observar que entre el T2 yT3 no hay diferencia de peso y entre T4 y T1 existe ligeras diferencias, pero si podemos diferencias numéricas entre el tratamiento T4: 2.48 kilos y T1: 2.08 kilos que existe una diferencia de 0.40 kilos y el tratamiento T4 : 2.48 kilos y T3: 2.13 kilos difiere de 0.35 kilos, en consecuencia la mayor cantidad de diferencia de peso por bandeja entre tratamientos es de T4 y T1 con 0.40 kilos/bandeja de modo que el sustrato con aplicación de T4: A -5 y B -2 a influido en algún modo y entre los tratamientos con dosis diferencias mínimas, muestra estas diferencias por las

condiciones del taller hidropónico que no cuenta con las condiciones técnicas, para estos cultivos ,por lo que fue adecuado como área de enseñanza y aprendizaje y que requiere mejorar e implementar, en referencia los 23 días de crecimiento fenológico del forraje verde hidropónico, si bien es cierto en clima tropical en promedio de 18 °C a 28 °C de T°, este cultivo es cosechado a los 12 a 15 días con una altura de 22 cm, en nuestro medio no se obtuvo a ese tiempo por lo que el cultivo de cebada a estas condiciones requiere de una T° en promedio de 15 °C a 18 °C y en el taller en mes de la investigación realizado en los meses de febrero y marzo estaba a una T° de ambiente de 14.5°C, según los datos de SENAMHI - 2022y según los datos obtenidos como parte de la investigación fue en Promedio de 12.87°C de temperatura, lo que influyo en mayor número de días y un crecimiento lento, mayor consumo de agua lo que requiere dar condiciones de calefacción para obtener esta T° en el interior del taller y mejor diseño del ambiente.

Figura 13 *Peso de fvh/bandejas (kg) a los 23 días de la instalación, prueba de Duncan.*



La figura 13 sobre el rendimiento por kilos de masa foliar/bandeja a los 23 días concluido el crecimiento fenológico e iniciado la cosecha observamos a

la aplicación del sustrato A y B de cultivo hidropónico en varias dosis de: T2: A – 2cm y B- 1 cm, T3: A – 3.5 cm y B- 1.5 cm, T4: A – 5cm y B- 2 cm y el T1 testigo sin sustrato, que el T4 : 2.48, T2: 2.33,T3: 2.13 y obteniendo mayores pesos por bandeja y el T1: 2.08 el de menor peso .Consideramos entonces que de todas maneras el sustrato A y B ha influido en el peso del forraje en mayor número de hojas y raíces lo que hayan ocasionado la diferencia de peso, o el mayor volumen de agua consumido no haya escurrido lo suficiente al momento del peso, sin embargo aplicandola dosis del T2 estaríamos obteniendo esta diferencia de peso frente al T4 y T1 con cultivo de A: 2cm y B 1cm en los cultivos hidropónicos de forraje verde.

Tabla 28 *Peso y rendimiento de forraje verde hidropónico por M2/ha en kilos a los 23 días de instalado el cultivo.*

Tratamientos Evaluados.	T1	T2	T3	T4	Sumatoria m2	Promedio m2/kilos	Rendimiento Ha/kilos
	Sin sustrato	A: 2 cm B: 1 cm	A: 2.5 cm B: 1.5 cm	A: 5 cm B: 2 cm			
Resultados en promedios/kilos	10.4	11.4	10.7	12.9	45.4	11.35	113,500

En la tabla 28 al rendimiento por m2 por kilos, que conforman 5 bandejas de una medida de 0.34 mts y 0.44 mts que es de 0.20 y una altura de 2 cm y procesados los datos matemáticamente a hectárea en general de los 4 tratamientos mediante la aplicación de la dosis de : T2 :A – 2 cm y B-1 cm ,T3 :A – 2.5 cm y B 1.5 cm,T4: A – 5cm y B- 2cm y el tratamiento T1 testigo sin sustrato , se puede observar que el rendimiento general en m2 es de 11.35 kilos de forraje verde hidropónico y procesado el rendimiento a hectáreas por cosecha es de 113,500

kilos, cada 23 días. Obteniendo el de mayor % de rendimiento el tratamiento el T4: 12.9, seguido por el T2: 11.4 y en ultimo el T1: 10.4 sin sustrato.

Tabla 29 *Peso y rendimiento de forraje verde hidropónico por m²/ha en kilos a los 23 días de instalado el cultivo del tratamiento (T1).*

Tratamientos Evaluados.	Bandeja 1	Bandeja 2	Bandeja 3	Bandeja 4	Bandeja 5	Sumatoria /M ² /kilos	Rendimiento /Ha/kilos
T1							
Resultados en promedios/kg	2.5	2.4	1.7	1.8	2.0	10.4	104,000

En la tabla 29 se puede observar el menor rendimiento por bandeja y m², así mismo podemos determinar el rendimiento del FVH por 1 kilo de semilla que sería en la proporción que por 1m² se utilizó 3 kilos de semilla que hacen 5 bandejas y por bandeja 600 gramosobteniendo una producción de 10.4/3 : 3.5 kilos de FVH.

Tabla 29. *Peso y rendimiento de forraje verde hidropónico por m²/ha en kilos a los 23 díasde instalado el cultivo del tratamiento (T4).*

Tabla 30 *Peso y rendimiento de forraje verde hidropónico por m²/ha en kilos a los 23 días de instalado el cultivo del tratamiento (T4).*

Tratamientos Evaluados. T1	Bandeja 1	Bandeja 2	Bandeja 3	Bandeja 4	Bandeja 5	Sumatoria /M ² /kg	Rendimiento /Ha/kilos
Resultados en promedios/kg	2.7	2.4	3.0	2.8	2.0	12.9	129,000

En la tabla 30 al rendimiento por m² por kilos, que conforman 5 bandejas de una medida de 0.34 mts y 0.44 mts que es de 0.20 y una altura de 3 cm y procesados los datos matemáticamente a hectárea en general de los 2 tratamientos

mediante la aplicación de la dosis de : T1 como testigo sin sustrato y T4: A – 5cm y B- 2cm , se puede observar que el rendimiento del T1 es en m²: 10.4 kilos y a Hectáreas de 104,000 kilos de forraje verde y el T4: 12.9 kilos por m² y a hectárea de 129,000 kilos, lo que muestra una diferencia de: 25,000 kilos de diferencia por cosecha, a esta cantidad es bastante significativo, quiere decir que el sustrato A y B influye en la producción y el rendimiento por kilos de semilla será de 4.3 kilos de FVH.

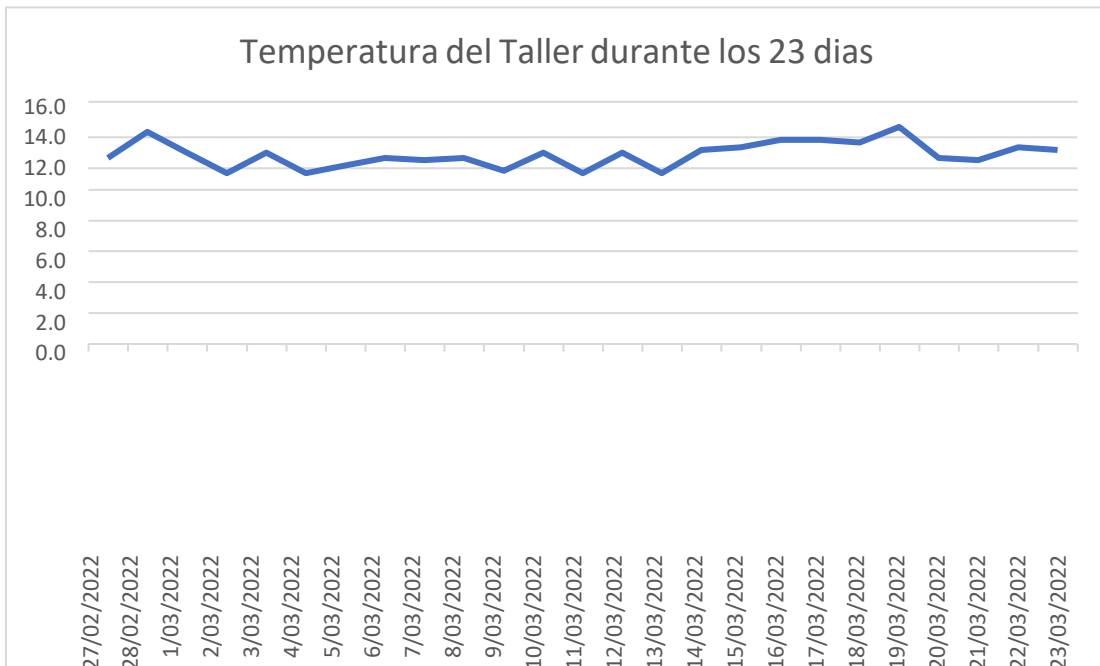
4.2.9. Datos de temperatura en el interior del taller evaluados durante los días de evaluación.

Tabla 31 *Datos obtenidos de Temperatura del taller en grados centígrados durante los 23 días de la investigación*

Horas/día de Control de T°	9:00 am	12:30 pm	2:30 pm	4:30 pm	9:30 pm	11:30 pm	Promedio general
Temperatura en el interior del taller	12.8 °C	14.48 °C	15.2 °C	15.04 °C	10.32 °C	9.36 °C	12.87 °C

En la tabla 31 podemos observar el promedio de la temperatura (T°) durante el día y noche en grados centígrados (°C) de los 23 días del trabajo de investigación que corresponde al crecimiento del forraje verde hidropónico, como muestra estos datos la mayor intensidad del calor dentro del taller durante el día es en el horario de 2:30 pm con 15.2 °C en de menor intensidad de temperatura es el la noche a horas 11.30 pm, con 9.36 °C y que en promedio es un total de 12.87 °C, esto muestra que no se obtuvo la temperatura óptimo de 15 y 18 grados centígrados que favorece el crecimiento en tiempo corto del cultivo de cebada.

Figura 14 Datos obtenidos de Temperatura del taller en grados centígrados durante los 23 días de la investigación



En la figura 14 podemos observar el promedio de la temperatura (T°) durante el día y noche en grados centígrados (°C) de los 23 días del trabajo de investigación que corresponde al crecimiento del forraje verde hidropónico, como muestra estos datos que son variables en horas de la mañana, tarde y noche que en promedio es un total de 12.87 °C, esto muestra que no se obtuvo la temperatura optimo que favorece el crecimiento en tiempo corto del cultivo dela cebada ,para forraje verde ,incrementando mayor tiempo de crecimiento de la planta.

4.2.10. Palatabilidad del forraje verde hidropónico a la alimentación de los cuyes

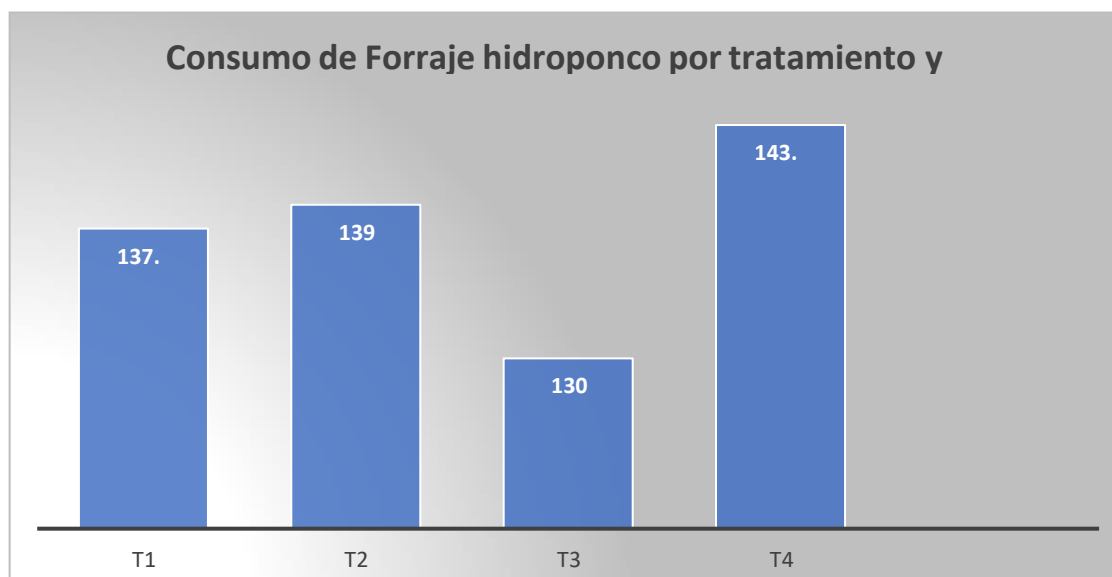
Tabla 32 *Peso de ingreso y salida de los cuyes al taller, para evaluar la palatabilidad del consumo del forraje verde hidropónico.*

Tratamientos	Dosis/tratamientos	Cantidad cuyes/unid	Sexo de animales	Edad del cuy recria	Suministro/ Animal/gr	Consumo/ animal
T1	Sin dosis	5	Macho	1.0 mes	150	137.6
T2	A: 2.0 cm B: 1.0 cm	5	Macho	1.0 mes	150	139.0
T3	A: 2.5 cm B: 1.5 cm	5	Macho	1.0 me	150	130.0
T4	A: 5.0 cm B: 2.0 cm	5	Macho	1.0 mes	150	143.7

En la tabla 32 sobre la palatabilidad del forraje verde a la alimentación de los cuyes en su etapa de recria de 1.0 mes de edad, sexo macho, módulo de 5 unidades, de acuerdo al cuadro que se registra ingresaron 5 animales de procedencia de galpón de la Familia Gordiano Díaz, de la localidad de Huarautambo, dichos animales se les suministro en base a su edad una cantidad de 150 gramos por animal, haciendo un total por modulo y tratamiento de 750 gramos de forraje verde hidropónico. Se puede observar que en T4 con sustrato A y B de 5 cm y 2 cm, fue consumido de 143.7 gramos por animal, desperdiciando solo de 6.3 gramos, de forraje verde, quiere decir que es más palatable, podría ser por lo que estaba ubicado al lado de la ventana con menos iluminación y mayor concentración jugoso, verde, favorable concentración de proteína cruda de 13.52 % más agradable ,para el consumo del animal y el de menor consumo fue el T3 con un consumo por cuy de: 130 gramos, y un desperdicio de 20 gramos, esto podría indicarse, por la concentración del sustrato A y B, calidad proteica cruda

de 12.11% poco ,jugosidad de forraje y alta concentración de agua.

Figura 15 Consumo de forraje verde hidropónico pos cada unidad de cuy, evaluados por tratamientos.



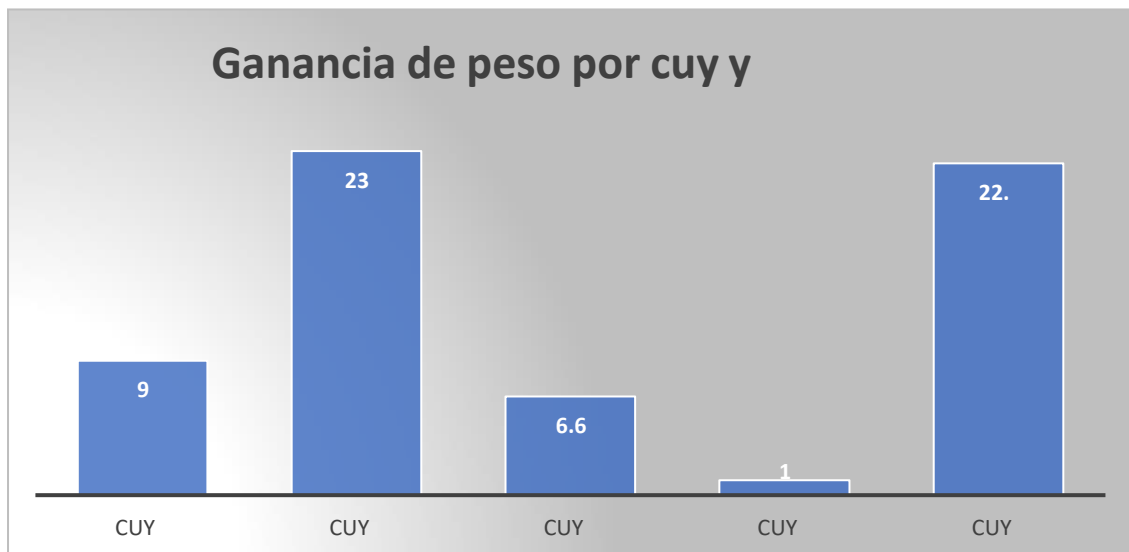
En la figura 15 se observa sobre el consumo de forraje verde hidropónico por cada unidad de cuy, evaluados por modulo y distribuidos luego de pesados los remanentes, como seaprecia el T4 fue más palatable con 143.7 gramos por cuy y el menor preferido es el T3 con: 130 gramos, seguidos por el T2 y T3.

Tabla 33 Peso individual de ingreso total del módulo de cuyes y salida al término de la evaluación alimentados con Forraje verde hidropónico (FVH).

Tratamiento	Peso de entrada	Peso de salida	Ganancia de peso en gr por cuy/4 días	Guanacia de peso/día en gramos
Cuy 1	275 gramos	320 gramos	45.0	9.0
Cuy 2	250 gramos	265 gramos	115.0	23.0
Cuy 3	350 gramos	383 gramos	33.0	6.6
Cuy 4	225 gramos	230 gramos	5.0	1.0
Cuy 5	225 gramos	336 gramos	111.0	22.2
Sumatoria	1325 gramos	1434 gramos	309.0	61.8
Promedio	265 gramos	286.8 gramos	61.8	12.36

En la tabla 33 sobre la ganancia de peso ,luego de consumido el forraje verde hidropónico de cebada ,evaluado durante los 4 días de manejo por tratamiento, se aprecia en latabla que si hubo incremento de peso en relación al ingreso de peso y salida de peso, para ellose identificó cada cuy con una cinta de color en su patita, para determinar su conversión alimenticia, obteniendo el cuy 2 que obtuvo mayor ganancia de peso por los 4 días con 23 gramos y el de menor peso el cuy 4 con ganancia de peso de 1.0 gramo, estas diferencias numéricas se debe a varios factores que pueden ser genéticos ,medioambientales, calidad de forraje, flora microbiana de los animales, entre otros.

Figura 16 *Ganancia de peso por unidad de cuy, luego de consumido el forraje verde hidropónico de cebada*



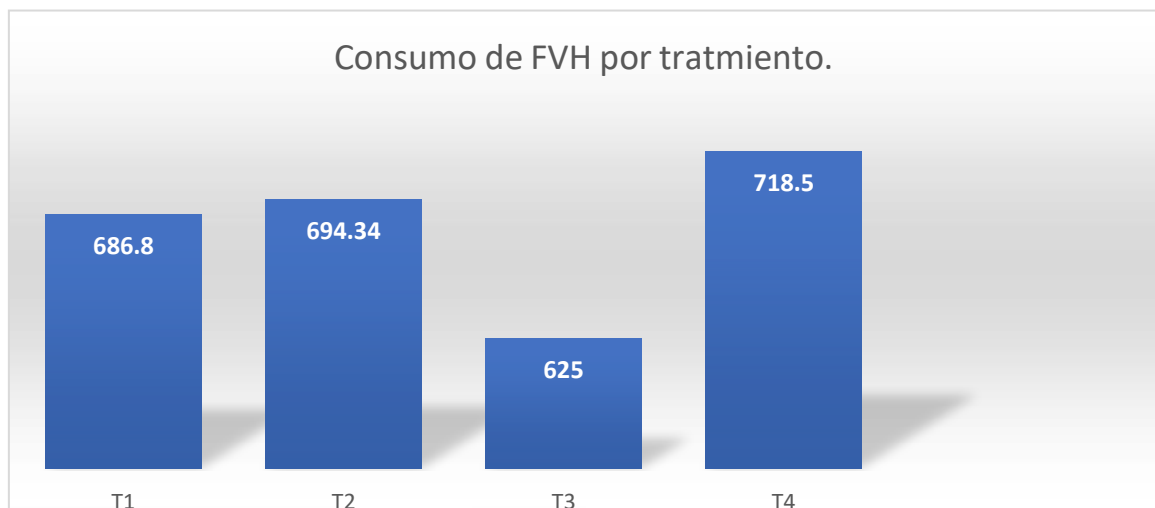
En la figura 16 sobre ganancia de peso se observa que el cuy 2 obtuvo mejor conversiónalimenticia en relación a los otros animales y el de menor ganancia de peso es el cuy 4, se considera esta diferencia por factores genéticos o medioambientales.

Tabla 34 Consumo y remanente del forraje verde hidropónico por tratamiento y modulo

Tratamiento	Fecha de suministro	Dosis/tratamientos	Consumo/animal	Cantidad Suminist/tot al de animales	Cantidad consumido	Remanente FVH	Consumo/animal
T1	24/03/22	Sin dosis	150	750	686.8	63.2	137.6
T2	25/03/22	A: 2.0 cm B: 1.0 cm	150	750	694.34	55.66	138.87
T3	26/03/22	A: 2.5 cm B: 1.5 cm	150	750	625.0	125.0	125.0
T4	27/03/22	A: 5.0 cm B: 2.0 cm	150	750	718.5	31.5	143.7

En la tabla 33 sobre consumo total y remanente por tratamiento y modulo, como se puede observar en la tabla que el módulo del T4 con 718.5 gramos fue el que consumió mayor cantidad de forraje verde y el de menor consumo el T3 de 625 gramos.

Figura 17 Consumo y remanente del forraje verde hidropónico por tratamiento y modulo



En la figura 17 se el consumo y remanentes de forraje verde hidropónico, se observa que el T4: 718.5 gramos, el T2: 694.34 gramos el T1: 686.8 gramos y T3: 625 gramos, estos indicadores muestran la preferencia o palatabilidad del forraje por tratamiento según las condiciones o calidad del alimento que muestran

en concentración de proteína cruda, jugosidad del forraje, tamaño, menor humedad concentración de agua entre otros.

4.2.11. Análisis del porcentaje (%) de proteína cruda por cantidad de dosis del cultivo hidropónico A y B en el cultivo de cebada

Tabla 35 Resultados del análisis de proteína cruda del forraje verde hidropónico de cebada por tratamiento.

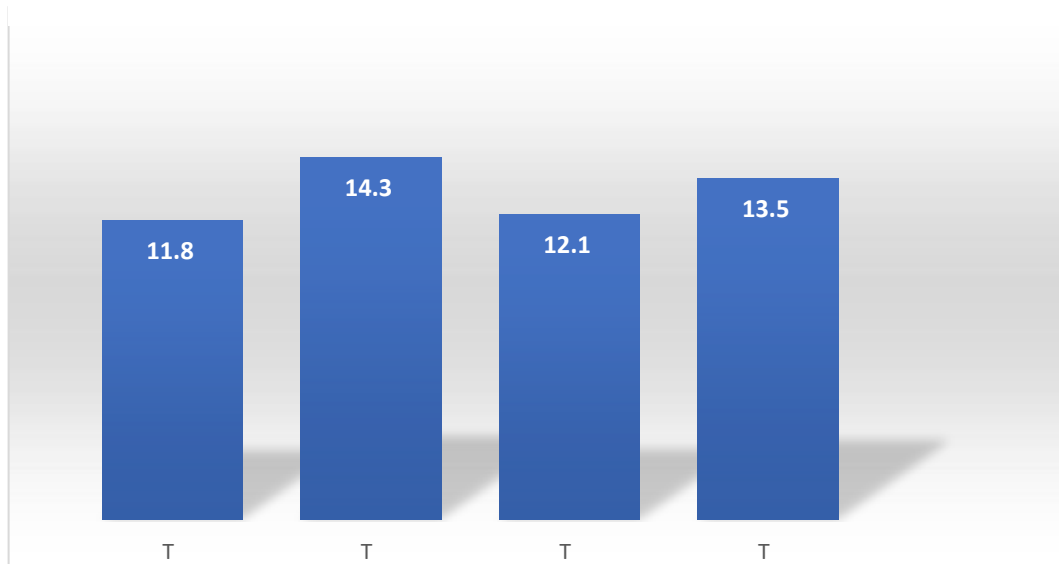
Tratamiento	Dosis de Cultivo A-B	Porcentaje de proteínas/dosis	Muestra obtenida a los 23 días
T1	Testigo absoluto	11.87	23
T2	A: 2.0 cm ³ – B 1.0 cm	14.35	23
T3	A: 3.5 cm ³ – B 1.5 cm	12.11	23
T4	A: 5 cm ³ – B 2 cm	13.52	23

Nota: ANOVA laboratorio SAC – Lima, 09 de abril de 2022.

En la tabla 34 sobre el resultado del laboratorio del análisis de proteína cruda del forraje verde hidropónico de cebada entre tallos y raíces por tratamiento se observa que el T2 obtuvo la mayor concentración con 14.35 % de proteína, esto nos indica que el T2 concentró mayor

% de aminoácidos, mejor asimilación de los nutrientes A y B, la iluminación e ingreso de rayos solares fue lo más óptimo para este módulo, tamaño de planta favorable que hizo que concentró mejor % de proteína y el de menor concentración proteica lo tiene el T1 con 11.87 %, estas diferencias numéricas se deberían a la aplicación del sustrato A y B que hubo efecto de asimilación de nutrientes la planta, alta intensidad de los rayos solares que se deshidrataba las plantas perdiendo energía y menor concentración de aminoácidos, menor tamaño de la planta y otros factores ambientales.

Figura 18 Resultados del análisis de proteína cruda del forraje verde hidropónico de cebada por tratamiento. % de proteína del FVH de cebada



En la figura 18 sobre el análisis de proteína por tratamiento se puede observar en la figura que el T2 fue el que tuvo mayor concentración con 14.35 %,seguido por el T4: 13.52,T3:

12.11 y T1: 11.87 % estos rangos numéricos se encuentran dentro de parámetro de los alimentos energéticos que oscilan por debajo del 20 % de proteína, por ser la cebada un alimento energético que proporciona a la alimentación carbohidratos, sin embargo su concentración debería estar superior a 14 % esto se debería al mayor número de días en crecimiento, que los niveles de concentración de proteína decayeron por lo que el tiempo óptimo de cosecha no sería a este tiempo de 23 días ,dentro del mercado comercial se vende 2 tipos de forraje uno de venta comercial para ganar dinero y otro de venta para alimentar a los animales con niveles de concentración proteico que beneficia las necesidades fisiológicas de los animales en el nivel óptimo de corte del forraje, en consecuencias estos aspectos no se consideró en esta investigación.

4.3. Prueba de Hipótesis

En el trabajo de tesis general planteado, se obtiene datos diferentes al testigo por lo que se incrementa la producción del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare l*) incrementando mayor masa foliar disponible y porcentaje de proteína cruda, para la alimentación de los animales domésticos con la aplicación del sustrato A y B en diferentes dosis, por lo que esta hipótesis es válida mediante la prueba estadística de Duncan y programainfostat descritas en la tesis.

4.4. Discusiones de los resultados

4.4.1. Porcentaje de germinación en (n°)

En los resultados de la investigación sobre el % de germinación de la semilla de cebada mejorada (*Hordeum vulgare l*) en las bandejas del cultivo hidropónico, así como en los platos descartables evaluados en 4 repeticiones, fueron del 98.5 % de viabilidad en promedio tal como se indica en la tabla n° 12, estos datos se obtuvieron por lo que se instalaron semillas certificadas de buena procedencia, esto concuerda con lo que indica Lopez, et al (2013) que dice que el éxito del FVH inicia con la elección de buena semilla en calidad genética y fisiológica y debe presentar como mínimo un porcentaje de germinación de 90 %. Así mismo Gómez, M (2007) reporta 91.5 % de poder germinativo/ bandeja de semilla. Por otro lado, Delgado (2016) menciona a Mantilla (2003) que la germinación de una semilla es uno de los procesos más vulnerables por lo que atraviesa el ciclo vital de una planta.

4.4.2. Altura de planta a los 12 días (cm)

En la altura de planta el T4 obtuvo 9.40 cm con la dosis de A: 5.0 cm³ – B 2.0 cm³, por lo que tuvo mayor efecto el sustrato hidropónico que dispuso

minerales disueltos y mayor disponibilidad para las plantas, así mismo el T2 obtuvo 9.23 cm, con sustrato de A: 3.5 cm³ –B 1.5 cm³ no tan distante del T4. Estos resultados aproximan con lo que reporta Curi,G y Carhuapoma, W (2014) ,siendo la altura de planta a los 12 días reporta que obtuvo en T2 de

9.58 cm y T1 9.04 cm y T0 6.98 cm. Por otro lado, Gómez, M (2007) reporta altura de planta a los 10 días de T1 9.15cm, T2 10.25cm y T3 11.18 cm. Altura de planta a los 21 días (cm)

La altura de planta durante el crecimiento fenológico del forraje verde a los 21 días obtuvo el T4 20. 03 cm con una dosis de A: 5.0 cm³ – B 2.0 cm³, seguido por el T3 19.73 cm con la dosis de A: 3.5 cm³ – B 1.5 cm y el T1 con 18.42 cm. Muestra estos resultados que el forraje verde hidropónico de la dosis del T4 realizó mejor asimilación de los minerales disueltos mostrando mayor desarrollo de las plantas .Aproxima los resultados obtenidos por Contreras y Tunque (2004) a los 20 días con una altura de 16.78 cm. Castro y Ccencho (2008) con la solución nutritiva de la UNH una altura de 17.19 cm a los 16 días. Reporta la UNALM con su solución nutritiva una altura de 15.75 cm en 16 días. Tartillo (2002) reporta que obtuvo plantas a una altura de 20 a 25 cm entre 9 a 12 días, así mismo Curi, G y Carhuapoma, W (2014) reporta plantas a los 16 días con una altura de T2 10.85 cm, T1 10.18 cm y T0 8.25 cm. Este tamaño encontrado se debería a los días de crecimiento y a la adición de sustratos hidropónicos.

4.4.3. Días de maduración fenológica a la cosecha y altura de planta (cm).

La maduración fenológico del forraje verde hidropónico de la cebada en referencia al día 21 sobre la altura de planta muestra el mismo tamaño a los días posteriores T4 20.03 cm, T3 19.73 cm, T2 18.83 cm y T1 18.42 cm se observó a partir de los 22 y 23 días del desarrollo fenológico las plantas no incrementaron

crecimiento en altura como el día 22 T4 20.03 cm, T3 19.73 cm, T2 18.83 cm y T1 18.42 cm lo que indica que la planta además de mostrar características de amarillamiento, caída de tallo y formando encamados, mostraba madures fisiológico en estas condiciones disponibles para la cosecha. Elizondo (2005) manifestó que la cosecha del cultivo de forraje verde hidropónico debe hacerse cuando la planta tenga de 20 a 25 cm de altura. Rodrigo (2003) reporta que la cosecha debe realizarse cuando la altura de planta tenga de 14 a 18 cm incluido el colchón formado por las raíces.

4.4.4. Consumo de agua por bandeja y tratamiento (litros).

El consumo de agua por bandeja y tratamiento durante el tiempo de investigación de latesis que corresponde a 23 días se obtuvo los resultados por bandejas, tratamientos y tiempo de la investigación T1: 0.2133, 2.1333, 51.201; T2: 0.2115, 2.1146, 50.750; T3 :0.2177, 2.1768, 52.244; T4: 0.2191, 2.9505, 52.572. Un total de litros de 206.767 del total de tratamientos. Sotelo, J (2019) reporta sobre el consumo de agua en tres tratamientos/volúmenes de 7,8 y 15 días en 108 bandejas de medidas de 0.28 x 0.55 m. V: 1.1 T1: 1.5, T2: 2.44, T3: 16.3 litros/m², V: 2.2 T1: 3.05, T2: 4.88, T3: 32.7 litros/m², V: 3.3 T1: 4.58, T2: 7.32, T: 49.0. un por días de 191.94 y 351.56 y total de 543.51 litros, que por el tiempo y la cantidad se aproximan a los resultados obtenidos, pero en diferentes condiciones. Romero, J (2016) indica que para estas mismas condiciones de confinamiento en Huaras que uso de 2.55 l/m²/día, FAO (2002) señala que al inicio los primeros 4 días no deben aplicar más de 0.5 litros de agua/m², hasta llegar un promedio de 0.9 a 1.5 de l/m².

4.4.5. Presencia de plagas o enfermedades

La presencia de plagas y enfermedades encontrados en la tesis durante la

investigación el T4 se obtuvo un promedio de 28.67 unidades, seguido por el T3 con 26.75 y en menor población en promedio fue el T2 26.25 y T1 con 23.00 conocidas como moscas domésticas menor (*Fannia canicularis*), quienes posiblemente hayan consumido la savia de la planta por lo que se posaron en la copa de las plantas del forraje verde hidropónico, debemos indicar que este problema de plagas en este tipo de cultivo es inédito por lo que no se encontró reportes, debido que las condiciones de infraestructura son las más adecuadas y de tecnología alta con ambientes totalmente controlados y de un manejo con exigencia de asepsia e inocua en relación a lo que se dispuso en el presente trabajo de investigación realizado por la baja condición que se tiene. Vilcara, E. & Pampa, P. (2023), reporta que en el cultivo de FVH no se necesita ningún tipo de insecticidas, pesticidas u abonos foliares, por lo que el sistema de manejo de este tipo de cultivo es en invernadero adecuado, inocuo y la presencia de plagas o enfermedades es totalmente nula. Pero es necesario mantener las condiciones de asepsia y limpieza es de prioridad, para evitar presencia de hongos e insectos.

4.4.6. Rendimiento de bio-masa foliar/bandeja/m²/kilos/ha

Los resultados en el rendimiento de FVH con los sustratos de T4 : A 5cm³ –B 2 cm³ ,T2 :A – 2 cm y B-1 cm ,T3 :A – 2.5 cm y B 1.5 cm, y el tratamiento T1 testigo sin sustrato en bandejas/m² /ha en kilos son los siguientes: T4: 2.48, 12.9 ,T2: 2.33 ,11.4 , T3: 2.13 ,10.7 , T1: 2.08 , 10.4 convertidos a hectárea el de menor producción como es el T1: es una producción de 104,000 kilos y T4 : 129,000 kilos por hectárea cada 23 días haciendo una cosecha de 15.9/ año y una producción por 1 kilo de semilla de T1 3.5 kilos y de T2 4.3 kilos. Sotelo, J (2019) reporta que encontró rendimiento de biomasa foliar con tres tipos de volumen de agua V:3.3 -16.96 kg/m², V: 2.2 - 15.09 kg/m² y V: 1.1 – 10.70

kg/m², así mismo Curi, G y Carhuapoma, W (2014) reporta que obtuvo T2: 8.7075 kilos/m², T3: 7.6265 kilos/m², T0: 6.1942 kilos/m², indica que por 1 kilo de semilla se produce 3.7 kilos de FVH. Por otro lado, Tartillo (2008) indica que por 1 kilos de semilla de cebada se logra de 6 a 8 kilos de FHV. Vilcara, E. & Pampa, P. (2023) reporta los resultados de su trabajo que de cada 1 kilos de semilla se logra 7.16 kg de FVH. Estos datos obtenidos se aproximan a lo obtenido en el trabajo, que puede diferir por las condiciones ambientales, infraestructura, contexto y otros aspectos. Taboada, V (2022) reporta sobre el rendimiento de cosecha y producción del FVH de cebada, con el protocolo empleado, logro un promedio de 8.19 kg. de forraje por kilo de semilla sembrada en un tiempo de 12 días de producción sin soluciones nutritivas.

4.4.7. Porcentaje (%) de proteína cruda/dosis

Los resultados obtenidos en el laboratorio ANOBA SAC – en la ciudad de Lima reportalo siguiente: T1: tratamiento testigo sin sustrato de 11.87 %, T2: A: 2.0 cm³ – B 1.0 cm, 14.35 %, T3: A: 3.5 cm³ – B 1.5 cm, 12.11% y T4: A: 5 cm³ – B 2 cm, 13.52 % de proteína, en promedio 12.963 %. Gonzales, M (2007) reporta según las densidades de siembra de 0.7: 13.38 % .0,5: 13.44 % y 1 kilo de semilla 13.29 %. Chan (2001) obtuvo 17.14 % de proteína a los 12 días decrecimiento del FVH y a los 15 días a la cosecha 13.4 %. López, A et al (2009) 16.8 %, Chiribola (201) reporta 16 % de proteína. Como se puede observar los diversos resultados de los investigadores existe aproximaciones de % de proteína las diferencias podrían deberse al contexto, y factores ambientales o efectos de los sustratos aplicados.

4.4.8. Palatabilidad del forraje verde hidropónico en cuyes (*Cavia cobayo*) recrías, sexos machos

Los resultados de la palatabilidad del forraje verde hidropónico en la alimentación de cuyes recrías de 15 días de nacidos, sexo macho se obtuvo los resultados por tratamientos suministro/modulo/cantidad consumido/remanente/consumo por cada cuy es el siguientes: T1: sin sustrato 750 – 686.8 – 63 – 137.6, T2 A: 2.0 cm³ B: 1.0 cm³: 750 – 694.34 – 55.6 – 138.87, T3: A: 2.5 cm³ B: 1.5 cm³ 750 – 625.0 – 125.0 – 125.0, T4: A: 5.0 cm³ B: 2.0 cm³ 750 – 718.5 – 31.5 – 143.7. Siendo el T4 más palatable por los cuyes con un consumo de 718.5 gramos por modulo y por cuy de 143.7 gramos con un remanente/ módulo de 31.5 gramos y por cuy de 6.3 gramos y el de menor consumo fue el T3: con un consumo/módulo de 625.0 granos, remanente de 125.0 y consumo por cuy de 125.0 gramos y remanente de 25 gramos. Vilcara, E.& Pampa, P.(2023) reporta que al ser producido por un corto tiempo de 15 a 20 días es tierno, dulce y contiene escasa fibra ,presentando un sabor palatable aceptando por el animal,además es altamente digestible en comparación con otros forrajes. En consecuencia en relación a los encontrados los resultados podemos afirmar que el T4 por componer posiblemente mayor sales disueltos en el forraje sea más agradable o tiempo estaba bastante frío que consumió a mayor cantidad los cuyes y el T3 posiblemente que algún elemento mineral en exceso , faltade oreo y mayor intensidad del calor no preferido consumir el cuy (*Cavia cobayo*).

Ruiz (1996) Comenta sobre la composición nutricional del FVH de cebada, así como su buena palatabilidad y alta asimilación que lo convierte en una interesante alternativa alimenticia para los cobayos.

CONCLUSIONES.

- ✓ A la evaluación al poder germinativo de la semilla de cebada (*Hordeum vulgare l*), se obtuvo un 98.5 % de viabilidad en un tiempo de 5 días, para ello se hizo 4 muestras con las especificaciones técnicas.
- ✓ La altura de planta durante el crecimiento fenológico del forraje verde, próximos a la cosecha se evaluó a los 21 días, obteniendo en el T4 de 20,03 cm a una dosis de A: 5cm³ y B: 2 cm³, seguido de T3 con 19.73 cm, observando efecto a la aplicación del sustrato hidropónico a la aplicación de varias dosis y el de menor tamaño el T1 con 18.42 cm.
- ✓ Al consumo de agua del cultivo hidropónico de cebada mediante la aplicación del sustrato A y B a varias dosis se observa el mayor consumo de T4 por tratamiento de 2.950 y durante los 23 días un total de 52.572 litros, seguido por el T3 con 2.186/tratamiento y durante los 23 días de 52.244 litros y el de menor consumo el T1 con 2.133/tratamiento y 51.201 por los 23 días.
- ✓ El efecto del sustrato hidropónico A y B en la aplicación de diversa dosis, se obtuvo resultados favorables con el mayor rendimiento de masa foliar de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare l*) en el T4 con una dosis de 5cm³ de A y 2cm³ de B calculando por Ha, kilos/m² y por bandeja: 129,000 kilos, T2 114,000 kilos por hectárea en una cosecha de un tiempo de 23 días y con mínimo rendimiento el T1 104,000/Ha 12.9,11.4,10.7 y 10.4/m² y 2.48,2.33,2.13 y 2.08/bandeja.
- ✓ A la presencia de plagas en el proceso fenológico del forraje verde hidropónico a la aplicación del sustrato hidropónico A y B a varias dosis, no fue significativo estadístico, con un coeficiente de variabilidad de 7.45 % dentro del rango homogéneo, pero numéricamente observamos que en el T4 se obtuvo un promedio de 28.67, seguido por el T3 con 26.75 y en menor población en promedio fue el T1

con 23.00 moscas domesticas menor (*Fannia cannicularis*).

- ✓ La mayor concentración de proteína cruda proximal a la aplicación de varias dosis de sustrato hidropónico A y B, se obtuvo en el tratamiento en el T2 con 14.35 % en una dosis de 2cm³ de A y 1cm³ de B, seguido del T4 con 13.52 %, esto demuestra que, si hubo efecto del sustrato, así mismo la mínima concentración en T1: 11.87 % testigo sin sustrato hidropónico.
- ✓ La palatabilidad del forraje verde hidropónico a la aplicación del sustrato A y B a varias dosis, se obtuvo que el T4 con dosis de A: 5 cm³ y B: 2cm³, fue el que consumió a mayor volumen los cuyes por tratamiento y modulo con 718. 5 gramos y remanente de 31.5 gramos, así como por unidad de 143.7 gramos, seguido por el T2 con un consumo por módulo de 694.34 gramos y remanente de 55.66 gramos y el de menor consumo fue el T3 con un consumo de 625.0 gramos por modulo y por unidad de 125.0 gramos.

RECOMENDACIONES.

En merito a los resultados y conclusiones obtenidos en la presente tesis se recomiendalas siguientes recomendaciones:

- ✓ Se recomienda la utilización del cultivo hidropónico con el sustrato A y B a una dosis de 5cm³ y 2cm³, por lo que muestra mayor altura de planta y rendimiento de masa foliar que podría alimentar mayor cantidad de animales domésticos, para asegurar la seguridad alimentaria proteico y más días.
- ✓ Disponer que el sistema de riego en la producción debe ser mecanizado, para poder homogenizar las bandejas con los forrajes y obtener cosechas a menor tiempo.
- ✓ Para estos este tipo de cultivo el taller o invernadero debe tener condiciones adecuados en ventilación y iluminación con diseños semiindustriales o industriales.
- ✓ Realizando otros trabajos de investigación, por lo que dentro del contexto de la provincia Daniel Alcides Carrión no se cuentan trabajos en este cultivo.
- ✓ Implementar el laboratorio, para el análisis de agua y proteínas, materia seca, otros.
- ✓ Difundir y promover este cultivo en las organizaciones sociales y centros educativos, para que puedan generar aprendizajes e emprendimientos productivos en animales menores.

REFERENCIAS BIOGRÁFICAS.

- Alpi, A (19986) cultivos en invernadero según edición, Madrid España, editora mundi prensa,pp 5,6,8.
- Amaya, C. (1998). Cultivos hidropónicos. Bogotá, Colombia.
- Aumassanne, C., Fontanella, D., Beget, M., Di Bella, C., & Sartor, P. (2018). Estimación de la huella hídrica de alfalfa y maíz en el área bajo riego. Comisión nacional de investigaciones científicas y técnicas.
- Beltrano, J., & Gimenez, D. (2015). Cultivo en hidroponía. Buenos Aires: EDULP.
- Cajamarca, B., & Montenegro, S. (2015). Selección de una línea promisorio de cebada (*hordeum vulgare* L) bio_fortificada, de grano descubierto y bajo contenido de fitatos, en areas vulmerables de la sierra sur ecuatoriana. Cuenca-Ecuador.
- Castro, P; Ccencho, E. (2008) . Influencia de dos soluciones nutritivas en la composición química y producción de la cebada hidropónica. Tesis Ing. Zootecnista. UNH. Huancavelica, Perú.
- Contreras ,J, Tunque , M. (2004) . Evaluación del rendimiento de la arveja, cebada y trigo en asociación, en la producción de germinados hidropónicos. Tesis Ing. Zootecnista. UNH. Huancavelica- Perú.
- Curi,G y Carhuapoma, W (2014) "Producción de forraje verde hidropónico de cebada (*hordeum vu/gare*) usando el efluente de piscigranjas en el asilo de ancianos santa teresa jonet – Huancavelica,Tesis .Universidad Nacional de Huancavelica,Facultad de ciencias de Ingeneria.
- Chavez, N., Dueñas, H., Rodriguez, R., & Vera, E. (2011). Implementación de un sistema de riego por micro aspersion para el cultivo de cacao (*theobroma cacao* L.) En la hacienda “la teodomira”. Santa Ana-Ecuador. 60
- Delgado, J. (2016). Produccion de avena (*avena sativa*) como forraje verde hidropónicocon

tres métodos de producción, en el distrito 8 de la ciudad de el alto. La Paz- Bolivia:
Universidad Mayor de San Andrés.

FAO, (2001). Forraje Verde Hidropónico. Manual técnico. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.

FAO (2002). Forraje verde hidropónico. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentacion, 55.

Garcia, A. (2015). Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento y calidad del forraje verde hidropónico. México.

Garduño, F. (2011). Modelo de producción de forraje verde mediante hidroponía. México D.F.

Gomez, M. (2007). Evaluación del forraje verde hidropónico del maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas del crecimiento y engorde de cuyes. Riobamba-Ecuador: Escuela superior politécnica de chimborazo.

Herrera, E., & Nuñez, W. (2007). Producción y uso de forraje verde hidropónico de cebada, maíz amarillo y asociados en el engorde de cuyes.”. Huacayo- Perú.

Jimenes, J. (2013). “Producción de forraje verde hidropónico de trigo y cebada, en diferentes épocas de cosecha en la quinta experimental punzara. Ecuador: Universidad Nacional de Loja.

Juárez, P., Morales, H., Sandoval, M., Gómez, A., Cruz, E., Juárez, C., & Aguirre, J. (2013). Producción de forraje verde hidropónico. Unidad académica de agricultura. Universidad autónoma de nayanit. Revista, Fuente nueva época(13), 16-26. 61

Marin, M. C. (2013). Control climático en invernaderos. Santo domingo, Republica dominicana: Marín Pons & Asociados.

Meza, Z. (2005). Evaluación de variedades de maíz y densidad de siembra en la

producción del forraje verde hidropónico. Nuevo León.

López, Aguilar, r., murillo-amador, b., & rodríguez-quezada, g. (2009). El forraje verde hidropónico (FVH): Una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Interciencia*, 34(2), 121-126

Orellana, E. (2015). Evaluación de tres niveles de fertilización en forraje verde hidropónico en cebada (*hordeum vulgare*). Cuenca.

Ramírez, I. (2018). Diseño y caracterización de micro aspersores artesanales para riego en horticultura, en el centro de investigación y experimentación cañasbamba – unasam”. Huaraz.

Rios, J., Torres, M., Castro, R., Torres, M., & Ruiz, J. (2015). Determinación de la huella hídrica en los cultivos forrajeros. Facultad de Ciencias Agrarias. Recuperado el 27 de 10 de 2019, de http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/7472/fca-47-1-007-rios-flores.pdf

Rodríguez, A. (2004). Red hidropónica. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.

Romero M, Cordova G, & Hernandez E. (2009). Forraje hidropónico y su aceptación en el ganado lechero. *Acta universitaria* 19(2), 11-19.

Romero, J. (2011). Evaluación de las algas marinas (*sargassum spp.*) Como sustrato en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*zea mays l.*). Guerrero Negro-México. 62 Romero, J. (2016). Estudio comparativo de cinco especies de gramíneas en la producción de forraje verde hidropónico bajo invernadero en la localidad de Huaraza 3070 m.s.n.m. Huaraz: UNASAM.

Ruiz, M. (1996). Evaluación del germinado de Cebada (*Hordeum vulgare*) suplementado con mezclas balanceadas simples en el crecimiento y engorde de los cuyes machos y hembras (*Cavia porcellus*). Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

- Sanchez, E. (2013). “Producción de forraje verde hidropónico de trigo y cebada, en diferentes épocas de cosecha en la quinta experimental punzara”. Loja-Ecuador.
- Sanchez, J (1982) Cultivos hidropónicos .SENA. Medellín, Colombia. Pp. 2,3
- Sotelo, J (2019) Rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada (*hordeum vulgare*.) cultivar variedad centenaria, aplicando tres volúmenes de riego por microaspersión, bajo condiciones de invernadero en Huaraz. Tesis Universidad nacional “Santiago Antunez de Mayolo” facultad de ciencias agrarias-Huaraz-Ancash.
- Taboada, V (2022) Evaluación del forraje hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en sistemas de alimentación durante el crecimiento del Cuy (*Cavia porcellus*), Tesis, Universidad nacional Agraria la Molina – Lima.
- Takaezu, D. (2017). Diseño para la implementación de un sistema de riego tecnificado en el campamento villa cuajone, southern peru copper corporation, moquegua, peru. Universidad nacional agraria, Lima - Peru .
- Tarrillo, M. (2002) Artículo. Forraje verde hidropónico, forraje de alta calidad, para la alimentación animal, disponible en: www.forrajehidroponico.com.
- Tarrillo, H. (2008) Forraje Verde Hidropónico. disponible en: www.forrajehidroponico.com.
- Valverde, J. (2007). Riego y drenaje. Universidad estatal a distancia. San José, San José-Costa Rica.
- Vilcara, E. & Pampa, P. (2023). Viabilidad técnica en producción de forraje verde hidropónico en base a cebada (*Hordeum vulgare*) costa central -Perú. Revista Latinoamericana De Ciencias Agrarias –RLCA, 1(1), 15–30. .Cita en APA.

ANEXO

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Datos meteorológicos obtenidos del SENAMHI Yanahuanca 2022.

Meses	Temperatura		Humedad Relativa	Precipitación pluvial (mensual y total)
	Máximo	Mínimo		
Enero - 2022	24.8	6.8	83.89	2.65
Febrero - 2022	22.8	6.8	84.06	4.09
Marzo - 2022	22.0	7.0	85.0	3.36
Abril - 2022	22.8	6.6	84.36	2.17
Mayo - 2022	22.8	4.4	79.52	1.17
Junio - 2022	22.8	- 0.4	74.40	0.44
Julio - 2022	23.4	0.1	69.62	0.57
Agosto - 2022	24.2	2.2	73.3	0.45
Setiembre - 2022	25.2	3.2	74.47	2.09
Octubre - 2022	28.2	3.4	76.4	0.99
Noviembre - 2022	26.8	5.2	73.75	1.27
Diciembre - 2022	25.8	2.4	76.7	2.85

Nota: SENAMHI – Huancayo - 2022.

Hoja de resumen del análisis de proteína de los forrajes verdes hidropónicos por tratamiento

del laboratorio ANOBA SAC.



INFORME DE ENSAYO IETV1679

INFORMACION GENERAL

CLIENTE	EMILIO FRANKLIN DIAZ RIVERA	LUGAR / ZONA	Departamento: Pasco Provincia: Daniel Alcides Carrión Distrito: Yanahuanca Ciudad Universitaria Chamayog - (UNDAC)
DIRECCION	Pachacutec, Callao - Lima	CULTIVO	Cebada
DNI	74225767	FECHA DE MUESTREO	1/03/2022
ENSAYOS SOLICITADOS	Análisis de Proteínas (Nitrógeno)	INICIO DE ENSAYO	2/03/2022
EMAIL	ing.fmklinrd@gmail.com	FIN DE ENSAYO	8/04/2022
PROPIETARIO	TV221679 (Proteínas en Cebada)	EMISION DEL INFORME	9/04/2022
PROYECTO:	EFECTO COMPARATIVO DE TRES DOSIS DE SUSTRATO A-B EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO DE CEBADA (<i>Hordeum vulgare</i>) BAJO CONDICIONES DE CHAMAYOG - UNDAC - YANAHUANCA - 2022.		

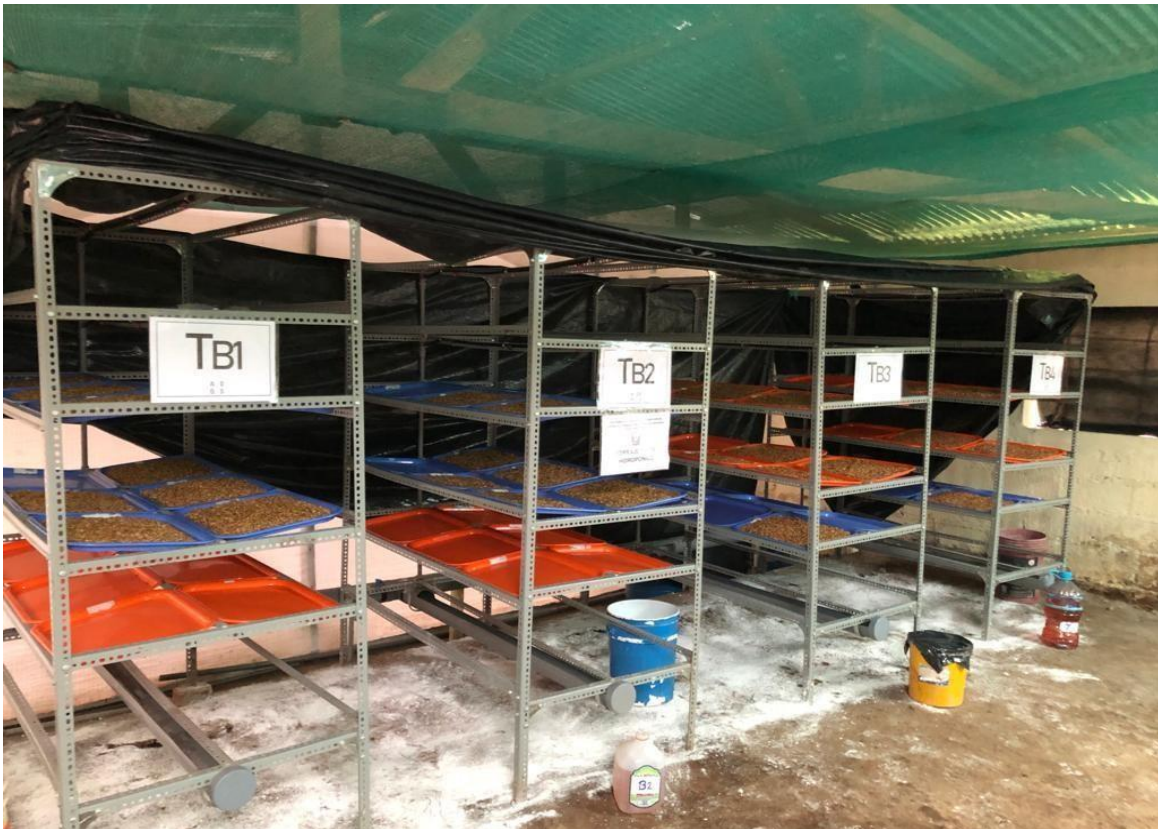
RESULTADO DE ANALISIS

	ID Anoba	TV221679	TV221680	TV221681	TV221682
	ID Cliente	T1	T2	T3	T4
PARAMETRO	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Proteínas	%	11.87	14.35	12.11	13.52

Desinfección del local con “cal” en donde se ejecutó el proyecto



Desinfección de los estantes y bandejas con agua y legía al 1 %.



Lavado y desinfección de las semillas con cloro



Proceso de selección de las semillas turgentes y semillas bacías.



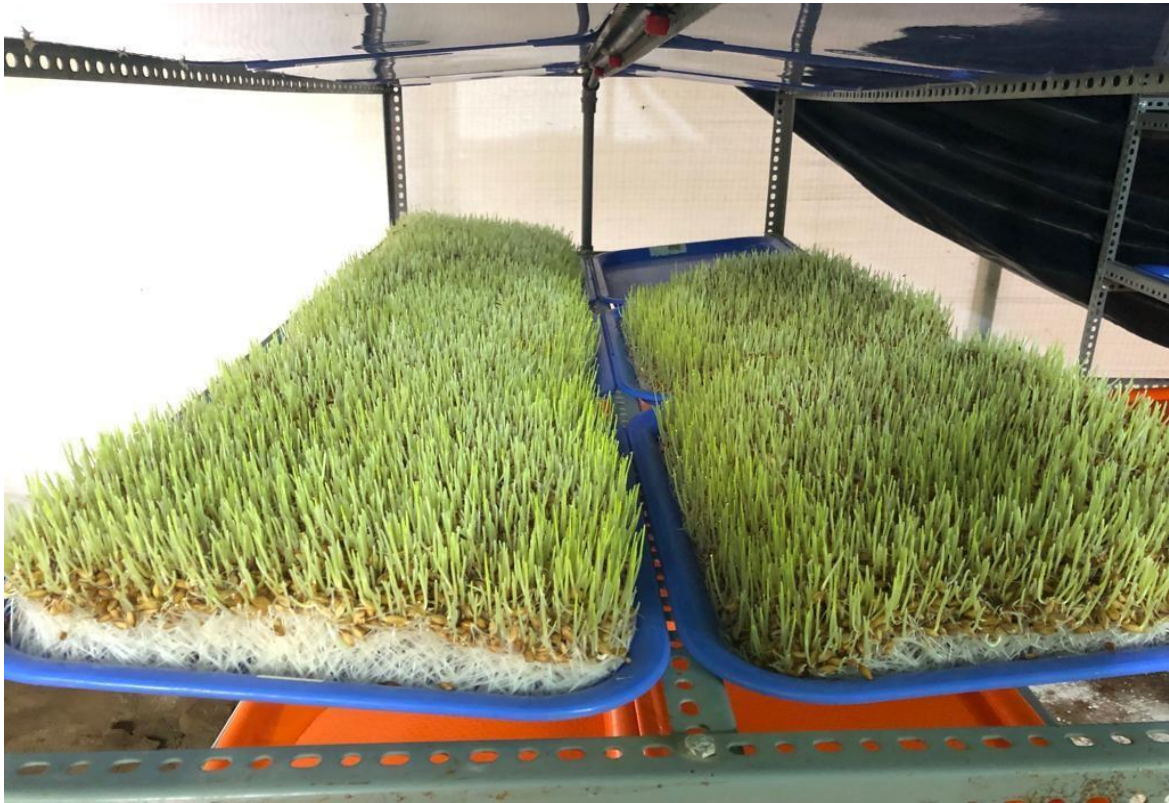
Elaboración del sustrato hidropónico (solución A y B)



Emergencia del forraje verde hidropónico a los 5 días (cebada)



Crecimiento del forraje verde hidropónico a los 8 días (cebada)



Crecimiento del forraje verde hidropónico a los 18 días (cebada)



Presencia de moscas domesticas en el cultivo.



Evaluación del rendimiento del forraje verde hidropónico.



Palatabilidad del forraje vrede hidropónico por el cuy con respuesta a la cebada.



Altura de planta a los 12 días de germinación

Altura de planta a los 12 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (HOJA)		
Tratamiento 1	8.6	5.9	8.7	9.2	8.1	8.1			
Tratamiento 1	6.6	8.7	7.8	9.3	8.1	8.1		7.79	
Tratamiento 1	5.7	7.5	9.8	9.2	8.05	8.05	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (RAIZ)		
Tratamiento 1	7.1	7.8	6.3	10.7	7.97	7.97			
Tratamiento 1	8.7	6.8	5.7	5.7	6.73	6.73		7.23	
Tratamiento 1	7.79	7.79	7.79	7.8	7.78	7.79			
Altura de planta a los 12 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 02 (HOJA)		
Tratamiento 2	8.7	12.3	8.1	7.6	9.18	9.18			
Tratamiento 2	13.2	6.7	7.7	7.2	8.7	8.7		9.2	
Tratamiento 2	10.2	14.5	6.7	7.2	9.65	9.65	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 02 (RAIZ)		
Tratamiento 2	11.7	8.3	6.9	9.7	9.15	9.15			
Tratamiento 2	9.3	11.8	8.7	8.3	9.5	9.52		6.25	
Tratamiento 2	9.1	9.3	9	9.4	9.2	9.2			
Altura de planta a los 12 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 03 (HOJA)		
Tratamiento 3	6.3	12	10.3	8.7	9.12	9.28			
Tratamiento 3	11.7	8.4	6.6	7.3	8.5	8.5		8.7	
Tratamiento 3	9.7	9.5	7.7	7.63	8.6	8.63	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 03 (RAIZ)		
Tratamiento 3	11.6	7.1	8.8	6.2	8.1	8.68			
Tratamiento 3	11.5	7.6	6.2	8.5	8.45	8.45		6.15	
Tratamiento 3	8.6	8.7	8.6	8.4	8.9	8.625			
Altura de planta a los 12 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 04 (HOJA)		
Tratamiento 4	12.6	7.7	8.2	7.8	9.1	9.1			
Tratamiento 4	8.2	12.6	7.8	9.05	7.7	9.07		9.395	
Tratamiento 4	12.7	7.3	9	9.5	9	9.5	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 04 (RAIZ)		
Tratamiento 4	12.3	7.6	8.5	8	9.1	9.1			
Tratamiento 4	10.9	9.2	9.3	11.7	10.05	10.23		6.31	
Tratamiento 4	9.39	9.4	9.38	9.28	9.4	9.3925			

Altura de planta a los 21 días de germinación

Altura de planta a los 21 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO			
Tratamiento 1	22	15	17	17	20	18.2	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (HOJA)		
Tratamiento 1	22	15.5	15	16.5	18	18.3		18.4	
Tratamiento 1	23	15	18	17	19	18.4	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (RAIZ)		
Tratamiento 1	22	18	17	15	20	18.4			
Tratamiento 1	22	18	17	16	16	17.8		8	
Tratamiento 1	23	18	17	19	20	19.4			
Altura de planta a los 21 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO			
Tratamiento 2	23	17	16	17	20	18.6	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 02 (HOJA)		
Tratamiento 2	23	17	19	17	20	19.2		18.8	
Tratamiento 2	20	18	17	19	18	18.4	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 02 (RAIZ)		
Tratamiento 2	24	21	17	17	19	19.6			
Tratamiento 2	22	17	17	17	20	18.6		9	
Tratamiento 2	22	18	17	17	19	18.6			
Altura de planta a los 21 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO			
Tratamiento 3	24	21	21	20	21	21.4	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 03 (HOJA)		
Tratamiento 3	22	18	18	18	20	19.2		19.7	
Tratamiento 3	22	18	19	18	19	19.2	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 03 (RAIZ)		
Tratamiento 3	23	18	20	17	21	19.8			
Tratamiento 3	23	18	18	17	18	18.8		8	
Tratamiento 3	24	19	19	18	20	20			
Altura de planta a los 21 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO			
Tratamiento 4	23	17	22	14	21.5	19	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 04 (HOJA)		
Tratamiento 4	23	18	18	19	19	19.4		20.0	
Tratamiento 4	23	21	21	21	20	21.2	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 04 (RAIZ)		
Tratamiento 4	23	20	19	21	19	20.4			
Tratamiento 4	23	20	18	20	20	20.2		9	
Tratamiento 4	24	19	18	19	20	20			

Altura de planta a los 22 días de germinación

Altura de planta a los 22 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO			
Tratamiento 1	22	15	17	17	20	18.2	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (HOJA)		
Tratamiento 1	22	15.5	15	16.5	18	18.3	18.4		
Tratamiento 1	23	15	18	17	19	18.4	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (RAIZ)		
Tratamiento 1	22	18	17	15	20	18.4			
Tratamiento 1	22	18	17	16	16	17.8	8		
Tratamiento 1	23	18	17	19	20	19.4			
Altura de planta a los 22 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO			
Tratamiento 2	23	17	16	17	20	18.6	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (HOJA)		
Tratamiento 2	23	17	19	17	20	19.2	18.8		
Tratamiento 2	20	18	17	19	18	18.4	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (RAIZ)		
Tratamiento 2	24	21	17	17	19	19.6			
Tratamiento 2	22	17	17	17	20	18.6	9		
Tratamiento 2	22	18	17	17	19	18.6			
Altura de planta a los 22 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO			
Tratamiento 3	24	21	21	20	21	21.4	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (HOJA)		
Tratamiento 3	22	18	18	18	20	19.2	19.7		
Tratamiento 3	22	18	19	18	19	19.2	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (RAIZ)		
Tratamiento 3	23	18	20	17	21	19.8			
Tratamiento 3	23	18	18	17	18	18.8	8		
Tratamiento 3	24	19	19	18	20	20			
Altura de planta a los 22 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO			
Tratamiento 4	23	17	22	14	21.5	19	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (HOJA)		
Tratamiento 4	23	18	18	19	19	19.4	20.0		
Tratamiento 4	23	21	21	21	20	21.2	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (RAIZ)		
Tratamiento 4	23	20	19	21	19	20.4			
Tratamiento 4	23	20	18	20	20	20.2	9		
Tratamiento 4	24	19	18	19	20	20			

Altura de planta al día de la cosecha

Altura de planta a los 23 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO			
Tratamiento 1	22	15	17	17	20	18.2	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (HOJA)		
Tratamiento 1	22	15.5	15	16.5	18	18.3	18.4		
Tratamiento 1	23	15	18	17	19	18.4	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (RAIZ)		
Tratamiento 1	22	18	17	15	20	18.4			
Tratamiento 1	22	18	17	16	16	17.8	8		
Tratamiento 1	23	18	17	19	20	19.4			
Altura de planta a los 23 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO			
Tratamiento 2	23	17	16	17	20	18.6	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 02 (HOJA)		
Tratamiento 2	23	17	19	17	20	19.2	18.8		
Tratamiento 2	20	18	17	19	18	18.4	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 02 (RAIZ)		
Tratamiento 2	24	21	17	17	19	19.6			
Tratamiento 2	22	17	17	17	20	18.6	9		
Tratamiento 2	22	18	17	17	19	18.6			
Altura de planta a los 23 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO			
Tratamiento 3	24	21	21	20	21	21.4	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 03 (HOJA)		
Tratamiento 3	22	18	18	18	20	19.2	19.7		
Tratamiento 3	22	18	19	18	19	19.2	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 03 (RAIZ)		
Tratamiento 3	23	18	20	17	21	19.8			
Tratamiento 3	23	18	18	17	18	18.8	8		
Tratamiento 3	24	19	19	18	20	20			
Altura de planta a los 23 días de germinación									
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	PROMEDIO			
Tratamiento 4	23	17	22	14	21.5	19	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 04 (HOJA)		
Tratamiento 4	23	18	18	19	19	19.4	20.1		
Tratamiento 4	23	22	21	21	20	21.4	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 04 (RAIZ)		
Tratamiento 4	23	20	19	21	19	20.4			
Tratamiento 4	23	20	18	20	20	20.2	9		
Tratamiento 4	24	19	18	19	20	20			

Peso del forraje

Peso de planta				
	Muestra 1	PROMEDIO	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 01 (PESO)	
Tratamiento 1	2.5	2.5		
Tratamiento 1	2.4	2.4	2.0	
Tratamiento 1	1.7	1.7	SUMA DE PESO TOTAL	
Tratamiento 1	1.8	1.8		
Tratamiento 1	2.0	2	14	
Tratamiento 1	2.1	2.1		
Tratamiento 1	1.6	1.6		
Peso de planta				
	Muestra 1	PROMEDIO	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 02 (PESO)	
Tratamiento 2	2.7	2.7		
Tratamiento 2	2.5	2.5	2.3	
Tratamiento 2	2.1	2.1	SUMA DE PESO TOTAL	
Tratamiento 2	2.1	2.1		
Tratamiento 2	2	2	16.4	
Tratamiento 2	2.6	2.6		
Tratamiento 2	2.4	2.4		
Peso de planta				
	Muestra 1	PROMEDIO	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 03 (PESO)	
Tratamiento 3	2.3	2.3		
Tratamiento 3	2.1	2.1	2.3	
Tratamiento 3	2.1	2.1	SUMA DE PESO TOTAL	
Tratamiento 3	2.1	2.1		
Tratamiento 3	2.1	2.1	15.8	
Tratamiento 3	2.1	2.1		
Tratamiento 3	3	3		
Peso de planta				
	Muestra 1	PROMEDIO	PROMEDIO DEL TRATAMIENTO 04 (PESO)	
Tratamiento 4	2.7	2.7		
Tratamiento 4	2.4	2.4	2.5	
Tratamiento 4	3	3	SUMA DE PESO TOTAL	
Tratamiento 4	2.8	2.8		
Tratamiento 4	2	2	17.7	
Tratamiento 4	2	2		
Tratamiento 4	2.8	2.8		

Consumo de agua.

	U	Tra.1 - A:0, B:0				Tra.2 - A:2.0, B:1.0				Tra.3 - A:3.5, B:1.5				Tra.4 - A:5.0, B:3.2			
		Aagua vertida	Residuo	Total de agua aprovechada	dia	Aagua vertida	Residuo	Total de agua aprovechada	dia	Aagua vertida	Residuo	Total de agua aprovechada	dia	Aagua vertida	Residuo	Total de agua aprovechada	dia
Domingo	Mañana			0	800			0	800			0	725			0	700
	Tarde	1000	200	800		1000	200	800		1000	275	725		1000	300	700	
lunes	Mañana	1000	200	800	1500	1000	300	700	1300	1000	350	650	1300	1000	250	750	1450
	Tarde	1000	300	700		1000	400	600		1000	350	650		1000	300	700	
Martes	Mañana	1000	500	500	1020	1000	260	740	1362	1000	500	500	1039	1000	270	730	1343
	Tarde	1000	480	520		1000	378	622		1000	461	539		1000	387	613	
miércoles	Mañana	1000	350	650	1205	1000	220	780	1400	1000	300	700	1275	1000	200	800	1540
	Tarde	1000	445	555		1000	380	620		1000	425	575		1000	260	740	
jueves	Mañana	1000	100	900	1620	1000	150	850	1595	1000	150	850	1530	1000	200	800	1500
	Tarde	1000	280	720		1000	255	745		1000	320	680		1000	300	700	
viernes	Mañana	1000	100	900	1510	1000	50	950	1725	1000	125	875	1565	1000	125	875	1520
	Tarde	1000	390	610		1000	225	775		1000	310	690		1000	355	645	
sábado	Mañana	1000	70	930	1880	1000	60	940	1840	1000	100	900	1830	1000	100	900	1750
	Tarde	1000	50	950		1000	100	900		1000	70	930		1000	150	850	
domingo	Mañana	1000	110	890	1800	1000	50	950	1840	1000	85	915	1840	1000	120	880	1750
	Tarde	1000	90	910		1000	110	890		1000	75	925		1000	130	870	
lunes	Mañana	0	0	0	920	0	0	0	975	0	0	0	970	0	0	0	970
	Tarde	1000	80	920		1000	25	975		1000	30	970		1000	30	970	
martes	Mañana	1000	30	7	1189	1000	0	1000	1935	1000	0	1000	1940	1000	0	1000	1850
	Tarde	1250	68	1182		1000	65	935		1000	60	940		1000	150	850	
Miércoles	Mañana	1250	59	1191	2394	1250	53	1197	2377	1250	30	1220	2435	1250	30	1220	2410
	Tarde	1250	47	1203		1250	70	1180		1250	35	1215		1250	60	1190	
jueves	Mañana	1250	20	1230	2393	1250	68	1182	2341	1250	47	1203	2425	1250	34	1216	2407
	Tarde	1250	87	1163		1250	91	1159		1250	28	1222		1250	59	1191	
viernes	Mañana	1250	33	1217	2400	1250	76	1174	2326	1250	40	1210	2442	1250	57	1193	2376
	Tarde	1250	67	1183		1250	98	1152		1250	18	1232		1250	67	1183	
sábado	Mañana	1250	14	1236	2476	1250	13	1237	2471	1250	15	1235	2462	1250	16	1234	2476
	Tarde	1250	10	1240		1250	16	1234		1250	23	1227		1250	8	1242	
domingo	Mañana	1250	5	1245	2491	1250	13	1237	2487	1250	20	1230	2480	1250	4	1246	2496
	Tarde	1250	4	1246		1250	0	1250		1250	0	1250		1250	0	1250	
lunes	Mañana	1500	120	1380	2740	1500	15	1485	2898	1500	5	1495	2973	1500	23	1477	2965
	Tarde	1500	140	1360		1500	87	1413		1500	22	1478		1500	12	1488	
martes	Mañana	1500	58	1442	2767	1500	15	1485	2878	1500	20	1480	2915	1500	26	1474	2904
	Tarde	1500	175	1325		1500	107	1393		1500	65	1435		1500	70	1430	
miércoles	Mañana	1500	60	1440	2760	1500	60	1440	2790	1500	30	1470	2885	1500	65	1435	2825
	Tarde	1500	180	1320		1500	150	1350		1500	85	1415		1500	110	1390	
Jueves	Mañana	1500	110	1390	2790	1500	120	1380	2815	1500	17	1483	2473	1500	40	1460	2435
	Tarde	1500	100	1400		1500	65	1435		1000	10	990		1000	25	975	
viernes	Mañana	1500	20	1480	2980	1500	50	1450	2840	1500	5	1495	2985	1500	23	1477	2970
	Tarde	1500		1500		1500	110	1390		1500	10	1490		1500	7	1493	
sábado	Mañana	1500	20	1480	2970	1500	160	1340	2750	1500	5	1495	2988	1500	5	1495	2985
	Tarde	1500	10	1490		1500	90	1410		1500	7	1493		1500	10	1490	
domingo	Mañana	1500	24	1476	2946	1500	120	1380	2760	1500	5	1495	2987	1500	0	1500	2995
	Tarde	1500	30	1470		1500	120	1380		1500	8	1492		1500	5	1495	
lunes	Mañana	2000	80	1920	1920	1500	100	1400	1400	2000	10	1990	1990	2000	10	1990	1990
	Tarde	0		0		0		0		0		0		0		0	

T1		T2		T3		T4		SUMA TOTAL	PROMEDIO TOTAL					
ml	litros	ml	litros	ml	litros	ml	litros	litros	Litros					
total	47471	47.471	total	47905	47.905	total	48454	48.454	total	48607	48.607	litros	192.437	48.10925
promedio	2063.956522	2.06396	promedio	2082.826087	2.0828	promedio	2106.695652	2.1067	promedio	2113.347826	2.11334783	litros	8.366826087	2.091706522
p.vandeja	206.3956522	0.2064	p.vandeja	208.2826087	0.2083		210.6695652	0.2107	p.vandeja	211.3347826	0.21133478			

LITROS/VANDEJA POR DIA	
T1	2.064
T2	2.083
T3	2.107
T4	2.113

Temperatura.

	Temperatura ambiental fuera del taller y tempera dentro del taller hidropónico.													
	Mañana				Tarde				Noche				Promedio	
	9.30		12.30		2.30		4.30		9.30		11.30			
	Tem. amb	Tem. Taller	Tem. amb	Tem. Taller	Tem. amb	Tem. Taller	Tem. amb	Tem. Taller	Tem. amb	Tem. Taller	Tem. amb	Tem. Taller	Tem. amb	Tem. Taller
27/02/2022	12	13	13	14	14	14	12	14	11	11	9	10	11.8	12.7
28/02/2022	13	14	14	15	15	17	15	17	11	12	10.6	11	13.1	14.3
1/03/2022	11	13	13	14	13	15	14	15	10	11	9.4	10	11.7	13.0
2/03/2022	11	12	12	13	11	13	11	12	10	10	10	10	10.8	11.7
3/03/2022	12	13	13	13	15	14	14	16	11	12	9.8	10	12.5	13.0
4/03/2022	12	13	11	12	11	12	12	13	9	10	9.6	10	10.8	11.7
5/03/2022	12	13	13	13	13	14	13	14	10	10	8.6	9	11.6	12.2
6/03/2022	11	12	13	14	14	15	12	15	10	11	8.8	9	11.5	12.7
7/03/2022	11	13	14	13	14	15	13	15	11	10	8.2	9	11.9	12.5
8/03/2022	12	12	14	15	15	16	14	15	9	9	8.8	9	12.1	12.7
9/03/2022	12	11	12	13	13	14	12	14	8	9	9.6	10	11.1	11.8
10/03/2022	12	12	14	14	15	16	15	16	9	11	8.2	9	12.2	13.0
11/03/2022	13	12	13	13	14	14	14	13	10	10	7.4	8	11.9	11.7
12/03/2022	12	13	15	14	15	15	15	16	10	11	8.8	9	12.6	13.0
13/03/2022	11	12	13	14	14	14	12	13	9	9	7.2	8	11.0	11.7
14/03/2022	12	13	15	15	15	16	15	15	10	11	8.8	9	12.6	13.2
15/03/2022	14	14	15	17	15	16	14	14	8	9	9.4	10	12.6	13.3
16/03/2022	14	14	17	18	14	15	14	15	10	11	9.8	10	13.1	13.8
17/03/2022	14	14	16	17	16	17	15	16	10	10	8	9	13.2	13.8
18/03/2022	13	13	15	16	16	17	15	17	11	10	8.4	9	13.1	13.7
19/03/2022	12	13	15	17	18	19	19	19	10	11	8.6	9	13.8	14.7
20/03/2022	11	13	14	15	15	15	14	15	10	10	7.3	8	11.9	12.7
21/03/2022	12	12	13	14	14	15	15	15	8	9	10.2	10	12.0	12.5
22/03/2022	12	13	14	14	15	16	15	17	10	11	8.2	9	12.4	13.3
23/03/2022	13	13	14	15	15	16	14	15	10	10	9	10	12.5	13.2