

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE TRIGO (*Triticum sativum*),
AVENA (*Avena sativa*) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*) BAJO EFECTO DE
INVERNADERO EN SAN MIGUEL – CAJAMARCA**

T E S I S

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado

por el bachiller:

WILDER LOZANO ROMERO

Asesor:

Ing. JESÚS HIPÓLITO DE LA CRUZ ROJAS

CAJAMARCA - PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

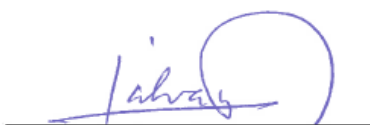
En la ciudad de Cajamarca, al primer día del mes de junio del año dos mil veintitrés, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según Resolución de Consejo de Facultad N° 190-2023-FCA-UNC, de fecha 14 de marzo del 2023, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE TRIGO (*Triticum sativum*), AVENA (*Avena sativa*) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*) BAJO EFECTO DE INVERNADERO EN SAN MIGUEL - CAJAMARCA", realizada por el Bachiller WILDER LOZANO ROMERO para optar el Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO.

A las dieciséis horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO.

A las diecisiete horas y cuarenta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.



Dr. Roy Roger Florian Lescano
PRESIDENTE



Ing. José Lizandro Silva Mego
SECRETARIO



Ing. Urias Mostacero Plasencia
VOCAL



Ing. Alonso Vela Ahumada
ASESOR

DEDICATORIA

Quiero dedicar los resultados de esta investigación a toda mi familia, ya que ellos son la razón de mi vida, son ellos que inculcaron dentro de mí el respeto, amor, responsabilidad y demás valores, para ser una persona de bien para el mañana.

También quiero dedicar este trabajo a los amores de mi vida, mi esposa Flor Udelmina y mi hijo Brayner Phoenix, son ellos quienes cada día iluminan el camino de la felicidad, paz, tranquilidad y vida en familia.

A Dios por darme la vida, salud y fuerzas de valentía de seguir adelante.

Mi madre querida Nélica, mi padre Marcial, son ellos a quien les debo la vida, dedicar estas líneas son poco, gracias por todo.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

A:

Dios por permitir realizar con éxito la presente investigación, donde he conocido excelentes personas que de una y otra manera han contribuido para hacer realizar la programación del proyecto de investigación.

A mi hijo Brayner Phoenix, es él quien motiva cada día a seguir luchando por un futuro mejor, su existencia es el regalo más lindo y hermoso que Dios me ha podido dar.

el agradecimiento a FE Y ALEGRÍA DEL PERÚ – CEFOP, actualmente denominado Institutos de Educación Superior Tecnológico Público - Fe y Alegría 57 – CEFOP Cajamarca Conformada en 4 sedes denominado Unidad operativa en especial a la Unidad Operativa San Miguel. Por brindarme sus instalaciones de hidroponía y autorizar mi permanencia dentro de sus instalaciones mientras duro el desarrollo del experimento hidropónico.

Al Ing. Jesús Hipólito de la Cruz Rojas, por impartir sus conocimientos hacia mi persona y de esa manera poder enriquecer esta investigación, como asesor con su amplia experiencia como docente universitario fue quien me oriento en el presente trabajo.

EL AUTOR

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO I	1
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema de investigación.....	2
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 Objetivos.	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.	3
1.4 Hipótesis y variables en estudio	4
CAPITULO II	5
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Antecedentes de la investigación.	5
2.2 Bases teóricas	7
2.2.1 Hidroponía.....	7
2.2.2 Forraje Hidropónico.....	7
2.2.3 Forraje verde hidropónico y factores que influyen en el desarrollo.	7
2.2.4 Tratamiento de pre-siembra del FVH.	11
2.2.5 Densidad de siembra en cultivos hidropónicos	11
2.2.6 Ventajas y desventajas de forraje verde hidropónico (FVH)	12
2.2.7 Especies forrajeras en estudio.....	15
CAPITULO III	21
3 MATERIALES Y METODOS	21
3.1 Localización de la investigación.....	21

3.2	Materiales.	21
3.2.1	Material biológico.....	21
3.2.2	Materiales para la infraestructura del invernadero.	21
3.2.3	Equipos de laboratorio.	21
3.2.4	Material de gabinete.....	22
3.3	Metodología.....	22
3.3.1	Factores o variables de estudio	22
3.3.2	Diseño experimental	23
3.3.3	Actividades desarrolladas en invernadero.....	24
3.3.4	Actividades de laboratorio:	27
3.3.5	Trabajo en gabinete.....	27
CAPÍTULO IV		28
4	RESULTADOS Y DISCUSIONES	28
4.1	Peso de forraje verde hidropónico para las tres especies cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) avena (<i>Avena sativa</i>), y trigo (<i>Triticum sativum</i>). según el tiempo de cosecha.....	28
4.2	Tiempo de cosecha (días) para las tres especies cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) avena (<i>Avena sativa</i>), y trigo (<i>Triticum sativum</i>).....	31
4.3	Altura de planta de las tres especies (cm), cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) avena (<i>Avena sativa</i>), y trigo (<i>Triticum sativum</i>), según el tiempo de cosecha.....	32
4.4	Número de hojas por planta para las tres especies cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) avena (<i>Avena sativa</i>), y trigo (<i>Triticum sativum</i>), según el tiempo de cosecha.....	36
4.5	Materia seca (g), para las tres especies cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) avena (<i>Avena sativa</i>), y trigo (<i>Triticum sativum</i>), según el tiempo de cosecha	37

CAPÍTULO V	40
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
CAPÍTULO VI	41
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Gasto de agua para producción de forraje en condiciones de campo	12
Tabla 2	Análisis comparativo del valor nutricional del grano de avena y el FVH obtenido de las semillas de avena a los 10 cm de altura y 13 días de crecimiento	13
Tabla 3	Factores, niveles, y tratamientos.	22
Tabla 4	Diseño experimental en invernadero.	24
Tabla 5	peso promedio de FVH, por cada especie (<i>Hordeum vulgare</i>) avena (<i>Avena sativa</i>), y trigo (<i>Triticum sativum</i>), según el tiempo de cosecha	28
Tabla 6	Análisis de varianza (ANOVA) para el peso del forraje verde hidropónico de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) avena (<i>Avena sativa</i>), y trigo (<i>Triticum sativum</i>).	29
Tabla 7	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de planta en forraje verde de tres especies.	29
Tabla 8	Tiempo de cosecha del cultivo verde hidropónico (días)	31
Tabla 9	altura de planta (promedios), para cada especie cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) avena (<i>Avena sativa</i>), y trigo (<i>Triticum sativum</i>), según el tiempo de cosecha	32
Tabla 10	Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta en forraje verde de tres especies.	33
Tabla 11	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de planta en forraje verde de tres especies	33

Tabla 12	Número de hojas por planta del cultivo hidropónico según el tiempo de cosecha para las tres especies cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) avena (<i>Avena sativa</i>), y trigo (<i>Triticum sativum</i>); según el tiempo de cosecha	36
Tabla 13	Porcentaje de materia seca de cada especie.	38
Tabla 14	Datos de altura de la planta de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>), y trigo (<i>Triticum sativum</i>) en centímetros.	46
Tabla 15	Datos de porcentaje de germinación de la cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>), (datos de etiqueta).	46
Tabla 16	Datos obtenidos de porcentaje de germinación de la cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>) (Datos transformados $Y = \sqrt{X}$)	47
Tabla 17	Datos de la producción de forraje verde hidropónico, cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	47
Tabla 18	Datos obtenidos de materia seca, cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	48
Tabla 19	Datos obtenidos de materia seca, cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>) (Datos transformados $Y = \sqrt{X}$)	48
Tabla 20	Numero de hojas por planta para las tres especies de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>); en función de los días de cosecha.	49
Tabla 21	Datos meteorológicos de la estación Udima; estación más cercana la provincia de San Miguel.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Número		Página
Figura 1	Diseño experimental.	23
Figura 2	Peso del forraje verde hidropónico de tres especies, cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) avena (<i>Avena sativa</i>), y trigo (<i>Triticum sativum</i>).	30
Figura 3	Tiempo de cosecha de tres especies, cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>), y trigo (<i>Triticum sativum</i>).	32
Figura 4	Altura de planta en forraje verde de tres especies.	34
Figura 5	Comportamiento de la altura de planta del cultivo hidropónico.	35
Figura 6	Número de hojas por planta en forraje verde hidropónico según el tiempo de cosecha para las tres especies cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) avena (<i>Avena sativa</i>), y trigo (<i>Triticum sativum</i>).	37
Figura 7	Materia seca para las tres especies cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) avena (<i>Avena sativa</i>), y trigo (<i>Triticum sativum</i>).	38

ÍNDICE DE IMÁGENES

Número		Página
Imágen 1	Pesado de las semillas del experimento cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum satuvum</i>).	51
Imágen 2	Selección y lavado de las semillas del experimento cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum satuvum</i>)	51
Imágen 3	Desinfeccion con hipoclorito de las semillas del experimento cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum satuvum</i>)	52
Imágen 4	Cámara oscura para usarse en la pre germinación de las semillas del experimento cebada (Hordeum vulgare), avena (Avena sativa) y trigo (Triticum satuvum)	52
Imágen 5	Desinfeccion de la Cámara oscura para usarse en la pre germinación de las semillas del experimento cebada (Hordeum vulgare), avena (Avena sativa) y trigo (Triticum satuvum)	53
Imágen 6	Tendido en la Cámara oscura para usarse en la pre germinación, trigo (<i>Triticum satuvum</i>)	53
Imágen 7	Tendido en la Cámara oscura para usarse en la pre germinación, cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).	53
Imágen 8	Pre germinación de las semillas del experimento cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum satuvum</i>)	54
Imágen 9	Pre germinación de las semillas del experimento después de las 72 horas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum satuvum</i>)	54

Imágen 10	Prueba de germinación de las semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	54
Imágen 11	Acondicionamiento del invernadero para usarse en la germinación definitiva de semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	55
Imágen 12	Etiquetado de andamios del invernadero para usarse en la germinación definitiva de semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	55
Imágen 13	Instalación del sistema de riego presurizado para semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	55
Imágen 14	Puesta en funcionamiento el Timer digital para sistema de riego presurizado para semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	56
Imágen 15	Uso de los andamios del invernadero para germinación de semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	56
Imágen 16	Primeros días de germinación de semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	56
Imágen 17	Primeros días de germinación de semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	57
Imágen 18	A los 12 días de germinación de semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	57
Imágen 19	A los 15 días de germinación de semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	57
Imágen 20	A los 18 días de germinación de semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	58

Imágen 21	A los 22 días de germinación de semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	58
Imágen 22	A los 22 días de germinación de semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	58
Imágen 23	Uso de micro aspersion en germinación de semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	59
Imágen 24	Uso de micro aspersion en germinación de semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	59
Imágen 25	Pesado de Forraje Verde Hidropónico en el laboratorio de CEFOP San Miguel, de semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum sativum</i>)	59
Imágen 26	Cosecha de Forraje Verde Hidropónico libre de proliferación de hongos patógenos.	60
Imágen 27	Pesado de Forraje Verde Hidropónico en el laboratorio del CEFOP San Miguel.	60
Imágen 28	Pesado de Forraje Verde Hidropónico en el laboratorio del CEFOP San Miguel.	60
Imágen 29	Medida de altura de la planta del forraje verde hidropónico.	61
Imágen 30	Medida de altura de la planta del forraje verde hidropónico.	61
Imágen 31	Selección de muestra para cálculo de materia seca de forraje verde hidropónico.	61
Imágen 32	Selección de muestra para cálculo de materia seca de forraje verde hidropónico.	62
Imágen 33	cálculo de materia seca de forraje verde hidropónico.	62

Imágen 34	Medida de la temperatura dentro del ambiente del invernadero, para la germinación se semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum satuvum</i>)	62
Imágen 35	Medida de la temperatura dentro del ambiente del invernadero, para la germinación se semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum satuvum</i>)	63
Imágen 36	Muestreo del agua de riego en uso para la germinación se semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum satuvum</i>)	63
Imágen 37	Muestreo del agua de riego en uso para la germinación se semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), avena (<i>Avena sativa</i>) y trigo (<i>Triticum satuvum</i>)	63

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el distrito y Provincia de San Miguel, departamento de Cajamarca, con el objetivo de evaluar la producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH), de tres cereales, cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum sativum*) y avena (*Avena sativa*), bajo invernadero, usando agua de riego por micro aspersión, para esto se utilizó un diseño estadístico completamente al azar (DCA), y como resultado se obtuvo que la cebada y el trigo son los cereales que dan mejor rendimiento de forraje verde hidropónico por cada kilogramo de semilla usado se alcanzó una conversión a 6.44 kg, seguido por el trigo que logro alcanzar un peso de 6.20 kg, donde estadísticamente estos resultados son iguales, la avena logro 4.5 kg difiriendo estadísticamente con las otras especies; se pudo determinar el número de días a la cosecha (NDC), donde la mejor época para la cosecha está entre los 15 a 18 días, es allí donde el cultivo gana su máximo rendimiento, si se cosecha días antes el cultivo logra poco peso y si se cosecha pasado los 18 días la ganancia en peso es mínima; el número de hojas por semilla germinada (NHSG), se determinó que las tres especies llegan a los 12 días de germinado con una sola hoja, a los 15 días solo la avena es quien llega con una sola hoja, la cebada y trigo llegan con dos hojas, a los 18 y 22 días las tres especies llegan con dos hojas; la altura de planta (AP), se determinó que la cebada a los 22 días llego con 24.10 cm en promedio, seguido de la avena con una altura de 20.40 cm y finalmente el trigo que alcanzo 19.0 cm de altura de planta; porcentaje de materia seca (% MS), se determinó que para las tres especies a los 22 días fue el mismo de 20.0 g de cada 100.0 g de forraje verde hidropónico.

Palabras clave: *cultivo hidropónico, forraje verde, rendimiento, germinación.*

ABSTRACT

The present investigation was developed in the district and province of San Miguel, department of Cajamarca, with the objective of evaluating the production of Hydroponic Green Forage (FVH), of three cereals, barley (*Hordeum vulgare*), wheat (*Triticum sativum*) and oats. (*Avena sativa*), under greenhouse, using micro-sprinkler irrigation water, for this a completely randomized statistical design (DCA) was used, and as a result it was obtained that barley and wheat are the cereals that give the best forage yield. hydroponic green for each kilogram of seed used, a conversion to 6.44 kg was reached, followed by wheat that managed to reach a weight of 6.20 kg, where statistically these results are the same, oats achieved 4.5 kg, differing statistically with the other species; it was possible to determine the number of days to harvest (NDC), where the best time for harvest is between 15 to 18 days, it is there where the crop gains its maximum yield, if it is harvested days before the crop achieves little weight and if it is harvested after 18 days, the weight gain is minimal; the number of leaves per germinated seed (NHSG), it was determined that the three species arrive 12 days after germination with a single leaf, at 15 days only oats arrive with a single leaf, barley and wheat arrive with two leaves, at 18 and 22 days the three species arrive with two leaves; the height of the plant (AP), it was determined that the barley at 22 days arrived with 24.10 cm on average, followed by the oats with a height of 20.40 cm and finally the wheat that reached 19.0 cm of plant height; percentage of dry matter (% DM), it was determined that for the three species at 22 days it was the same as 20.0 g of each 100.0 g of hydroponic green forage.

Keywords: hydroponic cultivation, green fodder, yield, germination.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país que esta propenso a sufrir muchos fenómenos naturales, así como terremotos, inundaciones a causa de las fuertes lluvias, fuertes heladas, fuertes sequias, entre otros, los cuales hacen que muchos de los productores agropecuarios se vean obligados a ver una salida como alternativa para tener alimento para sus animales menores (cuyes) y animales mayores (bovinos).

La hidroponía es una buena salida para dar solución a este tipo de fenómenos naturales que pueden ocurrir en cada región del país, principalmente las zonas alto andinas sufren las fuertes heladas y sequias, son los principales problemas que impiden el desarrollo de los pastos naturales y cultivados, haciendo que los productores pecuarios no cuenten con alimento para el ganado o animales menores.

Forraje Verde Hidropónico (FVH), es la manera natural de producir forraje frente a esta problemática, debido a que es una actividad que permite tener forraje en unos 12 a 20 días aproximadamente, además se puede usar como una alimentación complementaria, con el objetivo de mejorar la crianza de animales y dar una tranquilidad al agricultor en épocas difíciles, es un cultivo de fácil instalación y se puede hacer en cualquier época de año sin temor ante los fenómenos adversos climáticos en la zona.

El Forraje Verde Hidropónico (FVH), es una técnica de producción de biomasa vegetal a partir del crecimiento inicial de las plantas en estados de germinación y crecimiento temprano, con una alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para alimentación en animales según la FAO, (2001), muchas inquietudes de nuestros productores pecuarios siempre ha sido conocer más cuál es el rendimiento forrajero de cada cereal utilizado en la producción hidropónica como forraje.

La producción de forraje verde hidropónico (FVH), representa una alternativa importante para afrontar las dificultades de alimentación en rumiantes en zonas áridas y semiáridas (López et al.,2009).

El Forraje Verde Hidropónico (FVH), es producto de la germinación de semillas, principalmente de gramíneas, para producir biomasa vegetal de alta calidad nutricional, en periodos de 9-20 días. Este proceso permite producir forraje de forma intensiva en

cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, si se establecen las condiciones apropiadas.

Los animales consumen las raíces, tallos, hojas y restos de semillas del FVH y obtienen proteína, energía, vitaminas y minerales.

La eficiencia en la producción de FVH depende de factores tales como la densidad de siembra, tipo de semilla y día de cosecha, Gonzales, (2008), los cuales influyen en su valor nutritivo. La combinación de análisis químicos convencionales (composición química) y no convencionales (estimaciones de la cinética rumana a partir de estudios *in vitro*), ofrece una buena perspectiva para determinar el momento óptimo de cosecha del FVH.

Por lo mencionado, el trabajo de investigación, se enfoca a determinar como objetivo general la mejor producción de forraje verde a través de tres cereales cebada, trigo y avena como materia prima, el cual estará sujeto a la aplicación de agua de riego a través de la micro aspersión, bajo efectos de invernadero, que irán cosechándose desde los 12 días de manera escalonada en intervalos de 3 días hasta los 22 días, para poder determinar la mejor época de cosecha y ver en qué momento el hidropónico gana su máximo rendimiento de FVH, los resultados que se esperan nos permitirán identificar el cereal que rinde más en FVH, la mejor época de cosecha, la altura de planta y demás.

1.1 Problema de investigación.

En nuestra región Cajamarca, el desconocimiento de tecnología en la producción de biomasa verde, bajo condiciones hidropónicas que muy poco se promueve en los centros de formación profesional, del cual carece ejercer un buen enfoque para nuestros productores pecuarios del sector rural, específicamente en la provincia de San Miguel, la cual no permite explotar este recurso.

Por otro lado, el inadecuado tratamiento pre germinativo de las semillas de trigo (*Triticum sativum*), avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*); determinan bajo rendimiento en producción y calidad de forraje hidropónico.

El desconocimiento de todo el sistema hidropónico de producción de biomasa verde, en cuanto al tiempo que se debe remojar la semilla, las horas que va estar en cámara oscura, uso de riegos programados, densidad de siembra, desinfección de semillas, efectos de invernadero y la cantidad de humedad que debe tener durante este proceso, es

difícil encontrar personal capacitado para dar una orientación en la provincia de San Miguel región Cajamarca.

La importancia de la hidroponía en épocas difíciles como desastres naturales, así como lluvias abundantes, sequías extremas, fuertes heladas en la zona que sufren estos casos, entre otros, es vital para poder seguir brindando la alimentación animal y consecuentemente sustentar a los humanos de carne animal mientras se resuelve los efectos del desastre ocurrido.

En el sector rural parte de la provincia de San Miguel, se trata de hacer la producción de forraje verde hidropónico con ayuda de algunos proyectos como Haku Wiñay, es un Proyecto de desarrollo productivo a cargo del Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social - Foncodes, del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social, que promueve la generación de oportunidades económicas para los hogares rurales en situación de extrema pobreza.

Los productores agropecuarios lo toman como una de la mejor alternativa para producir forraje para sus animales, y por otro lado los altos costos de las tierras hacen que mucha familia ya les dificulta criar animales; sin olvidar la escasa mano de obra por la migración de los pobladores a la ciudad en busca de mejores oportunidades para su familia, complica mucho más a la producción de pastos de cultivo, la cual surge la hidroponía como solución.

1.2 Formulación del problema.

¿Cuál es el cereal que logra la mejor producción de biomasa verde, forraje verde hidropónico bajo invernadero, entre cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)?

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

Evaluar el rendimiento de Forraje Verde Hidropónico (FVH), bajo invernadero entre cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum sativum*), y avena (*Avena sativa*) en la provincia de San Miguel, Región Cajamarca.

1.3.2 Objetivos específicos.

Determinar la altura de la planta de cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum sativum*), y avena (*Avena sativa*).

Determinar el peso de la biomasa verde, forraje verde hidropónico de la cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum sativum*), y avena (*Avena sativa*).

Determinar el número de hojas de la cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum sativum*), y avena (*Avena sativa*).

Determinar el porcentaje de materia seca de la cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum sativum*), y avena (*Avena sativa*).

1.4 Hipótesis y variables en estudio

Bajo invernadero el trigo (*Triticum sativum*) tiene mayor producción de forraje verde hidropónico en comparación a la cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*), por ser el cereal de más rápido crecimiento.

CAPITULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes de la investigación.

(Herrera et al., 2010), en su estudio titulado, efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo, con el objetivo de evaluar el efecto del día de cosecha sobre el valor proteico y energético del FVH de trigo, con un estudio de forma experimental, en base a las características particulares del presente estudio, se concluye que estimaciones relacionadas con las características fermentativas y energéticas del FVH a 10 días de cosecha le confieren a éste un valor nutritivo superior, lo cual podría traducirse en mejores rendimientos productivos al utilizarlo como suplemento en la alimentación animal.

(Regalado, 2009), citado por (Calvay J. C., 2018), señala que “el forraje hidropónico (FH) viene a ser el resultado del proceso de germinación de los granos de cereales o leguminosas (cebada, maíz, soya, sorgo) que se realiza durante 9 a 15 días, alcanzando una altura de 20 a 25 cm, y que los animales consumen por completo: tallos, hojas, raizuelas, y restos de semilla.”

(Calvay J. C., 2018), sostiene en su tesis titulado, “optimización del rendimiento hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en función del tiempo de cosecha en Lambayeque, con el objetivo de determinar el tiempo de cosecha de Germinado Hidropónico (GH) de cebada sembrada con una densidad de 3.5 kg/m² para optimizar el rendimiento de proteína cruda en su composición, con un estudio de tipo experimental, del cual pudo concluir la época de cosecha influye en la concentración nutricional de proteína cruda y productividad del Germinado Hidropónico (GH) de cebada (*Hordeum vulgare*), lográndose los mejores resultados cosechando a los 12 días de edad.”

(Torrez, 2018), citado por (Pacco, 2018), en su estudio señala que “el forraje hidropónico (FH), es el resultado del proceso de germinación de semillas de granos de cereales como cebada, trigo, avena, trigo, maíz, sorgo; que han crecido en un periodo de 9 a 15 días logrando alcanzar una altura de 20 a 25cm, esto en función de las condiciones micro climáticas en que se pueden explotar, tales como: luz, temperatura y humedad.” Este método se practica sin suelo, lo que permite producir a partir de la germinación de las semillas una masa forraje de alto valor nutritivo, consumible al 100% y con una buena

digestibilidad, de este modo se consume la totalidad de la planta, incluida las raíces que forman una capa gruesa en el fondo de la bandeja. Dentro de los factores que influyen en la producción de FH.

(Pacco, 2018), sostiene en su tesis titulado, producción de forraje verde hidropónico de cebada y avena con adición de fitohormonas en Cabana – Puno, con el objetivo de determinar la mejor especie forrajera entre cebada y avena, con adición de fitorreguladores, con su estudio de tipo experimental, el cual pudo concluir en relación costo/beneficio, la mayor rentabilidad obtenido fue con la cebada que tuvo 1.66 soles, en la especie forrajera avena, que tuvo 1.61 soles.

(Del Castillo, 2013), sostiene que la densidad de siembra es de $3.51 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$, donde obtuvo de un kilogramo de semilla 9.3 kg de forraje fresco, mientras que con la densidad de $3.9 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ y $4.29 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$, por cada kilogramo de semilla, la cantidad de forraje producido fue de 8.4 kg y 7.6 kg, respectivamente.

(FAO, 2001), citado por (Mitma, 2022), indica que la cosecha del FVH por lo general se realiza entre los días 12 a 14, en la cual concluye el rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada cosechado a los 12 días lograrían un peso neto de 8.26, por cada kg de semilla sembrado.

(López, 2013), sostiene que la conversión de semilla a pasto aproximadamente es de un kg de semilla por siete kg de forraje, y por su valor nutritivo, un kg de FVH reemplaza entre 3.1 y 3.4 kg de alfalfa verde.

(Del Castillo, 2013), sostiene también que en el forraje verde hidropónico FVH, tiene que ver mucho la densidad de siembra para la altura de la planta donde indica que densidades altas mayores a $4.29 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ la planta puede llegar a medir 21.79cm a mas, y en densidades medias de siembra $3.90 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ y $4.29 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$, la planta puede llegar a una altura de 20.67cm, y a densidades bajas de siembra menores a $3.90 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$, la planta puede llegar a medir 20.64 a menos.

(INIA, 2015), indican que la cosecha se debería hacer a los 15 días de la germinación es decir cuando la planta haya alcanzado una altura mayor a los 20cm, es allí donde el hidropónico está apto para ser cosechado y ser entregado al animal.

(INIA, 2015), además mencionan que el forraje verde hidropónico cosechado alrededor de los 14 días y una altura entre los 20 a 25 cm es rico en vitaminas A y E

especialmente, contiene carotenoides, alto contenido de hierro, calcio y fósforo, además, posee una alta digestibilidad por los animales debido a la baja presencia de lignina y celulosa.

(Sinchire, 2020), alcanzó una altura de planta de 17.67cm, a los 16 días.

(Del Castillo, 2013), citado por (Sinchire, 2020), menciona que alcanzó una altura de planta de 18.94cm a los 16 días.

(Sinchire, 2020), logro obtener 15.59 cm de altura de planta, a los 16 días de germinación.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Hidroponía.

(Miranda, 2006) citado por (Pacco, 2018), en su tesis titulada “producción de forraje verde hidropónico de cebada y avena con adición de fitohormonas en Cabana – Puno” mencionan que el término hidroponía deriva de dos palabras griegas: hydor, agua y ponos, trabajo, que combinadas significa “trabajo en agua” y son una alusión al empleo de soluciones de agua y fertilizantes químicos para el cultivo de plantas sin tierra para su sustento y para obtener abundantes cosechas sin depender del suelo, eligiendo el sitio que le resulte más conveniente puesto que quedan totalmente eliminadas las tareas de cavar, desyerbar y fertilizar, bajos costos y ausencia total de polvo y olores, y además de obtener continuos y excepcionales resultados.

2.2.2 Forraje Hidropónico.

(Regalado, 2009), citado por (Pacco, 2018), mencionan que el forraje hidropónico (FH) viene a ser el resultado del proceso de germinación de los granos de cereales o leguminosas (cebada, maíz, soya, sorgo) que se realiza durante 9 a 15 días, alcanzando una altura de 20 a 25 cm., y que los animales consumen por completo: tallos, hojas, raizuelas, y restos de semilla.

2.2.3 Forraje verde hidropónico y factores que influyen en el desarrollo.

(Valiente OL, 2016), menciona que la producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH), es una tecnología de generación de biomasa obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. Es un sistema que permite producir forrajes sanos y de buena calidad nutricional, siendo una excelente fuente proteica y vitamínica, producido muy

rápidamente (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello.

(López, 2013), menciona que la producción de forraje verde hidropónico (FVH) representa una alternativa importante para afrontar las dificultades de alimentación en rumiantes en zonas áridas y semiáridas, y los factores que influyen son los siguientes.

A. Agua de riego

(FAO, 2001), mencionan que el agua a ser utilizado en la hidroponía tiene que tener características de potabilidad, que pueden ser agua de orígenes de ríos, pozos, quebradas, canales de riego, lluvias entre otros, y para estar seguros de una buena calidad de agua se recomienda realizar un análisis químico para determinar la calidad del agua y ver si cumple con los criterios para ser usado en cultivos hidropónicos, se debe conocer contenido en sales y elementos fitotóxicos (sodio, cloro y boro); contenido de microorganismos patógenos; concentración de metales pesados y concentración de nutrientes y compuestos orgánicos.

El valor del pH del agua debe oscilar entre 5.2 y 7 y salvo raras excepciones como son las leguminosas, que pueden desarrollarse con un pH cercano al 7.5 el resto de las semillas (cereales mayormente), no se comportan eficiente por encima del valor 7.

(Howard, 1997), indica que en la elaboración de soluciones se puede utilizar: el agua de pozo, agua potable, de lluvia y finalmente las destiladas, pero cuando se emplean aguas de ríos y arroyos se debe tener cuidado de que no contengan elementos perjudiciales (minerales pesados), plomo, boro, sodio y que su contenido de sales minerales no sea superior a los 200 ppm.

B. Luz

(Gonzales, 2008), citado por (Olivia, 2019), indica que la luz es un elemento vital para el crecimiento de las plantas, pero no todas necesitan la misma cantidad de luz, existen también especies que se desarrollan mejor bajo sombra.

(Chang, 2004), sostiene que para favorecer el crecimiento de brotes y de raíces, a partir del cuarto día hasta la cosecha es necesario un ambiente con buena luminosidad y que la distribución de luz sea homogénea para todas las bandejas.

(Palomino, 2008), menciona que, en la etapa inicial del forraje verde hidropónico etapa de germinación la luz no es importante, por lo que indica que hasta el tercer o cuarto

día se debe tener la semilla a oscuridad, y con poco riego para facilitar la aparición de brotes y raíces la radicación solar es importante para el desarrollo vegetativo ya que estimula la concentración de vitaminas que es importante en la alimentación de los animales.

C. Temperatura.

(Carrasco, 1994), menciona que la temperatura es una de las variables más importantes en la producción de forraje verde hidropónico, nos indica que ejerce un control solo la regulación de la misma, además indica que el óptimo de temperatura está entre los 15 a 28 °C la temperatura optima es de 23 °C, aunque esto depende de la especie utilizada y de sus requerimientos cuando se tiene temperaturas altas podrían implicar facilitar en desarrollo de hongos y otras enfermedades que impiden el rápido desarrollo de la planta.

(Howard, 1997), señala que en la hidroponía la plantas llegan a competir por la luz y no así por el alimento y de tal manera si se tiene una siembra con altas densidades lo que va hacer es obligar a la planta a tener que hacer un mayor esfuerzo por conseguir lo poco de la luz disponible y eso hace que se vea reducido el rendimiento en la cosecha.

D. Calidad de semilla.

Si se quiere tener un buen resultado en el tema hidropónico lo que se tiene que hacer una buena selección de la semilla que se va utilizar con un buen porcentaje de germinación; descripción, especie y pureza varietal, pureza analítica, uniformidad, peso de semilla; Higiene, Contaminación con invasoras nocivas, sanidad de semilla, contaminación con insectos; Potencial de desempeño, germinación, vigor, emergencia y uniformidad de campo.

(Sánchez, 2001), indica que la semilla es el principal producto para poder hacer un buen inicio en la hidroponía, se tiene que ver que tenga o cumpla con todas las condiciones donde se quiere instalar de tal manera se logre le máximo rendimiento en biomasa.

E. Porcentaje de Germinación.

(Mantilla, 2003), este investigador define la germinación como el conjunto de procesos metabólicos y morfo-genéticos que tienen como resultado la transformación de un embrión en una plántula capaz de valerse por sí misma y transformarse en una planta fotosintéticamente competente.

La germinación de una semilla es pues, uno de los procesos más vulnerables por los que atraviesa el ciclo vital de una planta ya que de ella depende el desarrollo de la nueva generación.

(Rodríguez D, 2001), manifiesta que la semilla elegida para la hidroponía tiene que tener un buen porcentaje de germinación que debe estar enmarcado entre 80% y 90% Los granos de trigo, avena, cebada, sorgo, maíz y centeno son los más empleados para la producción de Forraje hidropónico, porque cumplen fundamentalmente con algunos requisitos que permiten una mayor producción libre de hongos, principal problema que enfrenta el productor que inicia con el sistema. Entonces los siguientes requisitos para la producción de forraje hidropónico son:

Tener la seguridad de que el grano empleado en la hidroponía no contenga agroquímicos tóxicos y de acción residual, ya que el tiempo de producción es corto y puede ocasionar problemas en los animales que se alimenten con el producto.

Que el porcentaje de germinación del grano sea alto; 90% mínimo.

Que el grano no se encuentre dañado o roto, porque suelta almidón, y con ello la propagación de enfermedades se presenta fácilmente.

F. Dureza del Agua.

(Ramos, 1999), menciona que la cantidad de carbonatos de Calcio y Magnesio presentes en el agua determinan la “dureza del agua” y para eso da una clasificación del agua según su dureza.

Dureza	Total mg/L
Agua blanda	0-75
Agua semidura	75-150
Agua dura	151-300
Agua muy dura	>300

(Ramos, 1999), señala que el valor de pH del agua de riego debe oscilar entre 5,2 y 7 las semillas utilizadas (cereales mayormente) usualmente en FVH, no se comportan eficientemente por encima del valor 7, también recomienda que el agua a usarse no debe superar los 100 miligramos de carbonato de calcio por litro.

2.2.4 Tratamiento de pre-siembra del FVH.

(Matos, 1996), menciona que antes de realizar la siembra en bandejas de producción se debe realizar en tratamiento pre germinativo esto se hace para realizar la germinación, lo cual se logra primero induciendo a la imbibición de la semilla que se da con al menos un 50% de humedad, a una temperatura de 20 – 25 °C, el agua fría (0 – 15°C) lentifica este proceso.

(Gallardo G. , 1997), menciona que cuando no hay suficiente acceso de oxígeno la respiración de las semillas se reduce y por tanto este proceso se intensifica de gran manera, gracias al oxígeno intermolecular, lo que conduce a altas pérdidas de sustancias orgánicas y a una desigual germinación. La práctica ha demostrado que la duración de humedecimiento y germinación de la semilla de cebada es de 2 días.

2.2.5 Densidad de siembra en cultivos hidropónicos

(Raldes, 2001), citado por (Gironda, 2018), señala que dentro de la producción de forraje verde hidropónico el rendimiento en relación a la siembra es de 1 a 4 kg (4 kg de forraje verde por kg de semilla).

(Ralde, 2000), citado por (Callisaya, 2018), en la Granja Demostrativa de Kallutaca obtuvo rendimientos de avena (*Avena sativa*), de 6.0 kg/bandeja de 1 m² bajo el sistema de cultivo hidropónico.

(Chang, 2004), citado por (Callisaya, 2018), en el segundo curso taller de Hidroponía, indican que el forraje verde hidropónico (FVH), es el resultado del proceso de germinación de semilla de granos de cereales o leguminosas como avena, cebada, trigo, maíz, alfa, etc. Que han crecido por un periodo de 9 a 15 días, logrando alcanzar de 20 a 25 cm de altura.

(Raldes, 2001), citado por (Callisaya, 2018), indica que obtuvo altura de planta en las densidades de siembra de 0.5 kg a 2.0 kg por bandeja de 17.5 cm a 14.5 cm de altura de planta en avena; con un 29 % de rendimiento en peso de entre 3.2 kg a 4.7 kg en materia verde. Igualmente encontró un rendimiento en peso entre 19.29% a 26.4% (0.61 kg a 1.22 kg) de materia seca.

(Gallardo A. , 2000), y citado por (Callisaya, 2018), en su trabajo de cultivo de forraje verde hidropónico encontró alturas de planta de 15.1 cm a 17.3 cm en cebada, con densidad de 0.5 kg/m². Con un peso de rendimiento entre 6.06 kg a 7.06 kg en materia

verde. Asimismo, encontró un peso de rendimiento de materia seca de 2129.3 kg a 2226.3 kg.

2.2.6 Ventajas y desventajas de forraje verde hidropónico (FVH)

A. *ventajas.*

a). **Ahorro de agua.**

(Lomelí, 2000), citado por la (FAO, 2001), menciona que en el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca la alternativamente, la producción de 1 kilo de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12% a 18%, Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días.

Tabla N° 1; Gasto de agua para producción de forraje en condiciones de campo

Litros de agua / kg materia seca

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

Nota. Carámbula, M. y Terra, J. 2000, FAO (2001).

(FAO, 2001), señala que Esta alta eficiencia del FVH en el ahorro de agua explica por qué los principales desarrollos de la hidroponía se hallan observado y se observen generalmente en países con eco zonas desérticas, a la vez que vuelve atractiva la alternativa de producción de FVH por parte de pequeños productores que son afectados por pronunciadas sequías, las cuales llegan a afectar la disponibilidad inclusive, de agua potable para el consumo.

b). Eficiencia en el uso del espacio.

(FAO, 2001), menciona que el sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil.

c). Eficiencia en el tiempo de producción.

(Hidalgo, 1985), mencionan que la producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días, en ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12. Aproximadamente a partir de ese día se inicia un marcado descenso en el valor nutricional.

d). Calidad del forraje para los animales.

(Less, 1983), citado por (Pérez, 1995), mencionan que el FVH es un suculento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y de plena aptitud comestible para nuestros animales; como se indica en la tabla 2.

Tabla 2; Análisis comparativo del valor nutricional del grano de avena y el FVH obtenido de las semillas de avena a los 10 cm de altura y 13 días de crecimiento.

Nutrientes o Factor	Grano	FVH
Materia seca (%)	91,0	32,0
Cenizas (%)	2,3	2,0
Proteína Bruta (%)	8,7	9,0
Proteína Verdadera (%)	6,5	5,8
Pared Celular (%)	35,7	56,1
Contenido Celular (%)	64,3	43,9
Lignina (%)	3,6	7,0
Fibra Detergente Ácido (%)	17,9	27,9
Hemicelulosa (%)	17,8	28,2

Nota: Extractado de Dosal, Juan José, 1987 pág. 63. Citado por la FAO (2001).

e). Inocuidad.

(FAO, 2001), señalan que el FVH producido con todas las indicaciones se tendrá un forraje limpio e inocuo sin la presencia de hongos e insectos. Nos asegura la ingesta de un alimento conocido por su valor alimenticio y su calidad sanitaria. A través del uso del FVH los animales no comerán hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción.

Tal es el caso de un hongo denominado comúnmente “cornezuelo” que aparece usualmente en el centeno, el cual cuando es ingerido por hembras preñadas induce al aborto inmediato con la trágica consecuencia de la pérdida del feto y hasta de la misma madre.

Asimismo, en vacas lecheras, muchas veces los animales ingieren malezas que transmiten a la leche sabores no deseables para el consumidor final o no aceptados para la elaboración de quesos, artesanales fundamentalmente.

f). Costos de producción.

La producción de forraje verde hidropónico es poco costosa en sus materiales e insumos, además dependerá mucho de la cantidad a producir y en qué condiciones se quiere producir.

g). Alianzas y enfoque comercial.

(FAO, 2001), señala que el FVH ha demostrado ser una alternativa aceptable comercialmente considerando tanto la inversión como la disponibilidad actual de tecnología.

El sistema puede ser puesto a funcionar en pocos días sin costos de iniciación para proveer en forma urgente complemento nutricional. También permite la colocación en el mercado de insumos (forraje) que posibilitan generar alianzas o convenios estratégicos con otras empresas afines al ramo de la producción de forraje tales como las empresas semilleras, cabañas de reproductores, tambos, locales de internada, ferias, locales de remates, aras de caballos, cuerpos de caballería del Ejército, etc. En la actualidad existen empresas comercializadoras de FVH en distintos países y todas ellas gozan de un buen nivel aparente de ventas.

B. Desventajas.

Esta tecnología es nueva en nuestro país y la desinformación y sobre valoración de la misma

Costo de instalación elevado en su instalación de módulos de producción

En este caso se requiere de cierto conocimiento técnico de fisiología vegetal y química inorgánica para tener un buen resultado.

No aplicar correctamente el procedimiento técnico (luz, temperatura, etc.).

No se recupera la semilla al momento de la producción de la biomasa es destinada en su totalidad a la alimentación del ganado.

Se requiere de riegos constantes caso contrario se tendrá resultados negativos en la producción.

2.2.7 Especies forrajeras en estudio

A. Cebada (*Hordeum vulgare*)

(Quelca, 2019), menciona que la cebada es una planta monocotiledónea anual perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas), y al género *Hordeum*, a su vez, es un cereal de gran importancia tanto para animales como para humanos y actualmente el cuarto cereal más sembrado en el mundo.

a). Taxonomía

Nombre científico: *Hordium Vulgare* L.
Familia: Gramíneas (Poaceas)
Género: *Hordium*
Especie: *Hordium Vulgare*

b). Hojas

(InfoAgro.com, 2023), describe que la cebada es una planta de hojas estrechas y color verde claro la planta de cebada suele tener un color verde más claro que el del trigo y en los primeros estadios de su desarrollo la planta de trigo suele ser más erguida.

c). Raíces

(InfoAgro.com, 2023), señala que el sistema radicular es fasciculado, fibroso y alcanza poca profundidad en comparación con el de otros cereales, se estima que un 60%

del peso de las raíces se encuentra en los primeros 25 cm del suelo y que las raíces apenas alcanzan 1,20 m. de profundidad.

d). Tallo

(InfoAgro.com, 2023), menciona que el tallo es erecto, grueso, formado por unos seis u ocho entrenudos, los cuales son más anchos en la parte central que en los extremos junto a los nudos la altura de los tallos depende de las variedades y oscila desde 0.50 cm a un metro.

e). Flores

(InfoAgro.com, 2023), indica que las flores tienen tres estambres y un pistilo de dos estigmas, es autógama, las flores abren después de haberse realizado la fecundación, lo que tiene importancia para la conservación de los caracteres de una variedad determinada.

f). Fruto

(InfoAgro.com, 2023), describe que el fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas, salvo en el caso de la cebada desnuda.

B. Trigo (*Triticum sativum*)

a). Morfología y taxonomía.

El trigo es una planta perteneciente al género *Triticum*, de la familia de las gramíneas Poaceae. Es una planta anual y monocotiledónea.

b). Taxonomía.

Reino:	Plantae
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Triticum</i> L.

c). Raíz:

(USDA, 2010), menciona que las raíces que permanecen en la planta son las que nacen cuando la planta ya ha emergido del suelo, ya que las raíces que nacen en la germinación de la semilla son temporales.

Las raíces del trigo son fasciculadas y suelen llegar a medir más de un metro, aunque en torno al 50% de las raíces se encuentran en los primeros 25 cm del suelo.

El crecimiento de las raíces permanentes comienza cuando y se considera el crecimiento completo de las raíces del trigo en el encañado.

La densidad de las raíces varía según el tipo de cultivo del trigo, en secano las raíces tienen menos densidad que en regadío.

d). Tallo:

(USDA, 2010), indica que el tallo del trigo es un tallo recto y cilíndrico de tipo herbáceo, poco ramificado y hueco, generalmente posee 6 nudos y su longitud se encuentra entre 60 y 120 cm, aunque varía según la especie de trigo que se cultivó.

e). Hojas:

(USDA, 2010), señala que las hojas son alargadas rectas, paralelinervias y terminadas en punta, con una longitud de 15 a 25 cm. Cada planta tiene de 4 a 6 hojas. En cada nudo nace una hoja, esta se compone de vaina y limbo, entre estas dos partes existe una que recibe el nombre de cuello de cuyas partes laterales salen unas prolongaciones llamadas aurículas.

f). Inflorescencia:

(USDA, 2010), indica cuando termina el ahijamiento comienza a elevarse en el tallo, a la vez que este último se alarga en la fase de encañado.

Al finalizar el desarrollo del tallo aparece la espiga envuelta en la última hoja, las espigas están compuestas de 15 a 25 espiguillas que se presentan dispuestas alternativamente a derecha e izquierda en torno a un raquis.

Cada espiguilla presenta externamente dos brácteas denominadas glumas y contiene de tres a cinco antecios dispuestos sobre una raquilla, cada uno de los antecios se compone de una lemma, de una pálea y de una flor, normalmente uno a dos antecios son estériles, generándose un máximo de dos a tres flores fértiles por espiguilla.

g). Flores:

(USDA, 2010), dice que cada flor está compuesta por tres estambres y por dos estigmas plumosos que nacen directamente del ovario; en la base de la flor se encuentran dos estructuras transparentes llamadas lodículas o glumélulas, todas estas estructuras se encuentran protegidas por dos brácteas del antecio (lemma, la más externa y pálea, la más interna).

El trigo es una planta autógama, es decir, que la fecundación de la flor se produce antes que su apertura, cuando las antenas aparecen al exterior, la flor ya está fecundada.

h). Grano:

(USDA, 2010), señala que el fruto es un grano de forma ovoide con una ranura en la parte ventral, el grano está protegido por el pericarpio, el resto que es en su mayor parte del grano está formada por el endospermo, el endospermo contiene las sustancias de reserva, constituyendo la masa principal del grano.

El pericarpio es la envoltura de la semilla y está compuesto de varias capas de células, las capas externas frecuentemente se desprenden durante la limpieza o acondicionamiento, su estructura se divide en epicarpio, mesocarpio y endocarpio.

Las funciones principales del pericarpio son proteger el grano contra agentes bióticos externos (insectos, microorganismos), impedir la pérdida de humedad y conducir y distribuir el agua y otros nutrientes durante la germinación.

C. Avena (*Avena sativa*)

a). Morfología y taxonomía.

(Parsons, 1994), y citado por (Acarapi, 2016), menciona que las características principales de la avena son: raíz fibrosa, caña herbácea, crece de 0.5 a 1.5 metros, hojas color oscuro, su lígula es en forma ovalada, ramificaciones largas sosteniendo cada una espiga, y su fecundación es autógama.

La avena es exigente en humedad del suelo debido a sus altos requerimientos de agua (más que otros cereales), para la síntesis de un kilogramo de materia seca

b). Taxonomía.

Reino:	Plantae
Familia:	Poaceae
Género:	Avena
Especie:	Avena sativa L.

c). Siembra.

(Acarapi, 2016), menciona La dosis de óptima de semilla a sembrar por metro cuadrado oscilan entre 2,2 kilos a 3,4 kilos considerando que no debe superar los 1,5 cm de altura en la bandeja siembra de la bandeja e inicio del riego se procede a la siembra

definitiva de la semilla en la bandeja para ello se distribuirá una delgada capa de semillas pre-germinadas.

d). Riego.

(Acarapi, 2016), menciona que el riego del FVH debe realizarse al comienzo de los primeros 4 días no deben aplicarse más de 0,5 litros por metro cuadrado por día hasta llegar a un promedio de 0,9 a 1,5 litros por metro cuadrado.

e). Cosecha y rendimiento.

(Acarapi, 2016), menciona que se han obtenido cosechas con una altura promedio de 30 cm y una productividad de 12 a 18 kilos de FVH producidos por cada kilo de semilla utilizada a los 15 días y en un clima favorable para el desarrollo del mismo.

Según (La Molina, 2005), y citado por (Acarapi, 2016), menciona que para la Universidad Agraria La Molina, mediante su centro de investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral, menciona que una buena producción de forraje verde hidropónico consta de una serie de pasos, las cuales constan de:

Pesar la semilla de avena.

Escoger las semillas para eliminar la presencia de semillas partidas, semillas de otras plantas, piedras, pajas, etc.

Lavar las semillas con agua para obtener semillas limpias.

Las semillas deben ser lavadas y desinfectadas previamente con una solución de lejía al 1% (10 ml de lejía en 1 L de agua), dejando remojar en esta solución por 1 hora luego se enjuaga con agua.

Las semillas se remojan a 24 horas, añadiendo agua hasta sumergirlas completamente, cambiar el agua si se enturbia, esto permite una mayor oxigenación de las semillas.

Transcurrido el tiempo se procede a escurrir el agua y lavar las semillas, la capa de semilla se nivela en la bandeja. y se realiza el riego, para mantener húmedas las semillas, la capa de semilla no debe no debe exceder de 1,5 cm.

Cuando aparece las primeras hojitas, aproximadamente al cuarto día.

La cosecha se realiza a los 10 días, con una altura promedio de 20 a 25 cm y se obtiene alrededor de 1800 g de forraje por 300 g de semilla de avena, es decir, una relación de 1:6 aproximada mente.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización de la investigación

El experimento se instaló en área agrícola del Instituto de Formación Técnica Fe y Alegría N° 57 CEFOP Cajamarca, Unidad operativa San Miguel, en el distrito y provincia de San Miguel, Región Cajamarca; con ubicación en Latitud sur 06°57' 58" y Longitud oeste 78°48'33", con una altitud. 2620 msnm.

Datos meteorológicos.

Se muestran en los anexos tabla 20 y 21 según SENAMHI 2023

3.2 Materiales.

3.2.1 Material biológico.

- ✚ Semilla de avena (*Avena sativa*).
- ✚ Semillas de cebada (*Hordeum vulgare*).
- ✚ Semilla de trigo (*Triticum sativum*)
- ✚ Cable THW N° 14
- ✚ Temporizador
- ✚ Electrobomba 0.5 HP

3.2.2 Materiales para la infraestructura del invernadero.

- ✚ Calamina transparente
- ✚ Malla delgada
- ✚ Manta
- ✚ Agro fil
- ✚ T fierro ½
- ✚ Ángulos ½
- ✚ Tuvo redondo (5m)
- ✚ Galones de sincromato
- ✚ Galones de gros
- ✚ Galones de thinner
- ✚ Platina
- ✚ Soldadura
- ✚ Alambre
- ✚ Bandejas
- ✚ Llaves térmicas 32 a
- ✚ Válvula de poso 1'
- ✚ Acoples rápidos 1'
- ✚ Tanque de 500l
- ✚ Tubos PVC 1/2'
- ✚ T de 1/2'
- ✚ codos de ½'
- ✚ Tuvo PVC 1/2'
- ✚ Manguera PVC 1/2'
- ✚ Nebulizadores
- ✚ Tubos PVC 4'
- ✚ Codos de 4'
- ✚ T de 4'
- ✚ codos de ½'

3.2.3 Equipos de laboratorio.

- ✚ Balanza analítica
- ✚ Regla graduada
- ✚ Estufa

✚ Termómetro

✚ Rendimiento de materia seca

3.2.4 Material de gabinete

✚ Computadora/laptop

✚ Libreta de apuntes

✚ Lápiz

✚ Hoja bond A4

✚ GPS

✚ Cámara digital

B. Variables independientes

a). Especies forrajeras

✚ Avena = A

✚ Cebada = C

✚ Trigo = T

b). Producto germinador

✚ Agua de riego = R

3.3 Metodología.

3.3.1 Factores o variables de estudio

A. Variables dependientes.

✚ Porcentaje de germinación.

✚ Altura de planta

✚ Días de la cosecha

✚ Rendimiento de forraje verde hidropónico

c). Niveles

Días de cosecha.

✚ X1 = 12 días

✚ X2 = 15 días

✚ X3 = 18 días

✚ X4 = 22 días

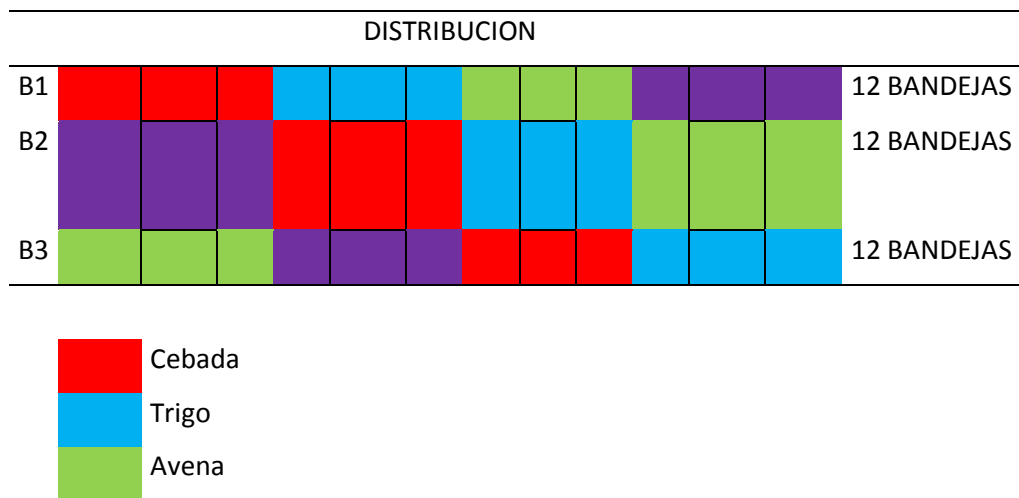
Tabla 3; Factores, niveles, y tratamientos.

Factores	Especie forrajera	Tratamiento	Clave
Tiempo de Cosecha	Avena	Avena + X1	AX1
		Avena + X2	AX2
		Avena + X3	AX3
		Avena + X4	AX4
	Cebada	Cebada + X1	CX1
		Cebada + X2	CX2
		Cebada + X3	CX3
		Cebada + X4	CX4
	Trigo	Trigo + X1	TX1
		Trigo + X2	TX2
		Trigo + X3	TX3
		Trigo + X4	TX4

3.3.2 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual está constituido por 4 repeticiones con 12 tratamientos, cada tratamiento involucra a una (1) bandejas, para el análisis de varianza se utilizarán programas estadísticos (SAS, EXCEL) para el procesamiento de los datos respectivos, emplearemos la prueba de Tukey para ver las diferencias entre los tratamientos.

Figura 1; Diseño experimental distribución por bloques



Modelo estadístico lineal: $Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$ $i = 12$ (Tratamientos) $j = 4$ (repeticiones).

Donde: μ = es el efecto de la media general.

T_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento.

ε_{ij} = es el efecto verdadero de la j -ésima unidad experimental, sujeta al i -ésimo tratamiento (error experimental)

$i = 1, \dots, t;$

t = número de tratamientos.

$j = 1, \dots, n;$

n = número de repeticiones por tratamiento

Tabla 4; Diseño experimental en invernadero.

B1	B2	B3
AX1	TX4	CX4
AX2	TX3	CX3
AX3	TX2	CX2
AX4	TX1	CX1
CX1	CX4	AX1
CX2	CX3	AX2
CX3	CX2	AX3
CX4	CX1	AX4
TX1	AX4	TX4
TX2	AX3	TX3
TX3	AX2	TX2
TX4	AX1	TX1

3.3.3 Actividades desarrolladas en invernadero.

A. Adquisición de la semilla:

Las semillas se adquirieron del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA – Cajamarca, de los cultivos de cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*), según las categorías registradas.

B. Selección, lavado y desinfección de las semillas:

La selección de la semilla se hizo usando una zaranda metálica donde se uniformizo el tamaño de las semillas, posteriormente se procedió con el proceso de lavado donde se colocó las semillas en baldes de 18L para cada variedad, dejando que se filtren las semillas.

Donde al fondo del balde fueron las semillas llenas y las vanas flotaron en la superficie del agua, las semillas que flotaron se retiraron junto a los de restos de espigas y demás impurezas que pudieron flotar.

Este proceso de lavado se hizo por tres veces consecutivas con el objetivo de retirar la mayor parte de semillas vanas e impurezas que estaban junto a las semillas llenas de cada variedad.

Para la desinfección de las semillas se usó hipoclorito de sodio al 0,1 % diluyendo 1 ml por cada L de agua.

Con este método de desinfección se eliminó los hongos y bacterias que están presente en las semillas, para reducir el porcentaje de proliferación de organismos patógenos durante el crecimiento del forraje verde hidropónico.

El tiempo de remojo con este insumo fue un minuto, pasado este tiempo se procedió a realizar el enjuague de la semilla con abundante agua por tres veces consecutivas con el objetivo de eliminar los restos del hipoclorito de sodio que se usó.

C. Proceso del cultivo hidropónico.

a). Remojo de las semillas.

Para poder realizar el remojo de las semillas se usó baldes de 18L debidamente etiquetados para cada variedad cebada, avena y trigo, donde se colocó la semilla en el balde y se agregó 10L de agua limpia en cada balde dejando remojar por un tiempo de 48 horas.

Este procedimiento ablanda la semilla y ayudara a la pronta germinación.

b). Oreo de las semillas.

Pasado las 48 horas de remojo de las semillas se procedió a orear la semilla colocando en la zaranda metálica por un tiempo de 2 horas, pasado este tiempo se procedió a pesar cada semilla, usando 1kg por cada bandeja a evaluar.

c). Germinación de las semillas en cámara oscura.

Los tratamiento debidamente marcados e identificados con sus respectivos códigos se pusieron en los andamios de germinación en la cámara oscura, donde la cámara oscura es un espacio cubierto con plástico negro que impide el ingreso de luz, las semillas permanecieron en estas condiciones por un tiempo de 72 horas con el fin de acelerar la germinación en cada variedad, se dejó el mismo tiempo para las tres variedades.

d). Riego en cámara oscura.

Durante la permanencia de los tratamientos en la cámara oscura que fue el tiempo de 72 horas se procedió a regar con aspersores manuales usando las siguientes cantidades de agua:

0.5L de agua distribuido en tres veces al día, para 6 bandejas, durante el primer día; para el segundo día se usó 1L distribuido en tres veces al día, esta cantidad de agua fue usado en 6 bandejas; para el tercer día se usó 1.5L de agua distribuido en tres veces por día, cantidad usada para seis bandejas de experimento.

Este método ayudo a la rápida germinación de las semillas de cebada y trigo, en un 90 %, no logrando los mismos resultados para la avena donde su germinación fue de 20%.

e). Germinación en invernadero.

Pasado las 72 horas en la cámara oscura, las bandejas se retiraron de manera ordenada para ser puestas en el invernadero.

De acuerdo a lo diseñado en los andamios, respetando los bloques y tratamientos del experimento, es donde permaneció cada bandeja hasta la cosecha.

f). Riego en invernadero.

Dentro del invernadero el experimento se rego utilizando agua de riego, se usó el sistema de micro aspersión por bombeo, donde se utilizó los siguientes equipos y materiales; tanque de polietileno de 700L, Bomba eléctrica periférica para agua de ½ HP, Timer temporizador digital 8 pro/día, manguera de riego de ½ pulgada de color negro HDP, pulverizadores de 25 PC 8 de agujero de riego de jardín de nebulización.

En la manguera se pusieron los micro aspersores con distancias de 0.50cm entre cada pulverizador distancia óptima para cubrir toda el área de las bandejas con la pulverización de manera uniforme, se programó los riegos cada 8 horas, 2.0 L de agua por riego, todos los días.

g). Evaluación de indicadores durante el proceso de germinación.

Las evaluaciones se realizaron de manera constante, la altura de planta se realizó en la primera cosecha a los 12 días de allí se hizo en cada cosecha con intervalos de 3 días, de igual manera se realizó para todas las variables en evaluación; materia seca, temperatura, FVH, y demás.

h). Cosecha.

La cosecha se realizó de acuerdo a lo establecido en el experimento, teniendo como primera cosecha a los 12 días, luego a los 15 días, 18 días y 22 días.

Para realizar la cosecha se suspendió el riego del hidropónico durante 24 horas, para así no alterar el peso de la biomasa verde FVH.

Una vez realizada la cosecha se evaluó todas las variables de estudio en laboratorio y gabinete de trabajo.

3.3.4 Actividades de laboratorio:

A. *Evaluación del rendimiento de materia seca (kg / m²).*

en cada cosecha se tomaron muestras de cada bandeja 100gr para la evaluación de materia seca, donde se codificó en un sobre manila, se puso en la estufa por un tiempo de 48 horas, pasado ese tiempo se procedió a sacar la muestra y realizar el pesado respectivo usando equipo electrónico digital de precisión.

B. *Evaluación de rendimiento de forraje verde hidropónico.*

En cada cosecha que se realizó de acuerdo al tiempo establecido de cosecha, se dejó de regar 24 horas para no alterar el peso de la biomasa verde, este proceso se realizó solo a las bandejas que van a ser cosechadas con el objetivo de reducir el agua de las bandejas y evitar alteraciones en peso del FVH, en el laboratorio se sacó de las bandejas y se pesó usando balanza electrónica de precisión.

3.3.5 Trabajo en gabinete.

Usando las herramientas de estudio como (INFOSTAT, EXEL) programas estadísticos para el procesamiento de los datos respectivos se empleó la prueba de Tukey con un nivel de significancia al 5 % para ver las diferencias entre los tratamientos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación, se muestra los resultados y discusiones de la presente investigación donde los datos de trabajos en invernadero y laboratorio se muestran en los anexos.

4.1 Peso de forraje verde hidropónico para las tres especies cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*). según el tiempo de cosecha

Para determinar el peso del FVH se hizo teniendo en cuenta la época de cosecha establecidas para esta investigación (12, 15, 18, 22 días), donde en cada cosecha se sacó 3 bandejas de cada bloque es decir 3 bandejas de cada especie; posteriormente se llevó al laboratorio y con el uso de la balanza digital se pesó cada bandeja, cuyos datos se muestran en la tabla número 17 de los anexos; y posterior a ello se calculó el promedio de peso para cada especie que se indica en la tabla 5.

Tabla 5; peso promedio de FVH, por cada especie (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*), según el tiempo de cosecha

Tiempo de cosecha	Especies		
	Cebada	Avena	Trigo
12	4.77	3.55	4.70
15	5.07	3.93	4.77
18	6.19	4.51	5.77
22	6.40	4.55	6.15

En la tabla 5 se indica los pesos promedios de forraje verde hidropónico; de cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*), cuyos datos de campo están en las tablas 17 de los anexos. Así mismo en la figura número 2 se indica los resultados obtenidos en la tabla número 5 y 7 apreciándose la cebada tienen mejores resultados llegando a producir 6.40 kg de FVH, por cada kilogramo de semilla utilizada en el cultivo hidropónico; el trigo y la avena lograron 6.15 kg y 4.55 kg respectivamente; el análisis (ANOVA) en la Tabla 6 para las tres especies, nos indica que existe una variación de peso del forraje verde hidropónico, que se diferencia de una especie a otra.

Tablas 6; Análisis de varianza (ANOVA) para el peso del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*).

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	de Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Especies	6.05	2	3.03	45.63	0.0002
Error	0.4	6	0.07		
Total	6.45	8			

CV= 7.37 %

El coeficiente de variación calculado (CV) es de 7.37 %, esto indica que existe variación del peso dentro de cada especie, además indica que el diseño empleado en el experimento ha sido adecuado.

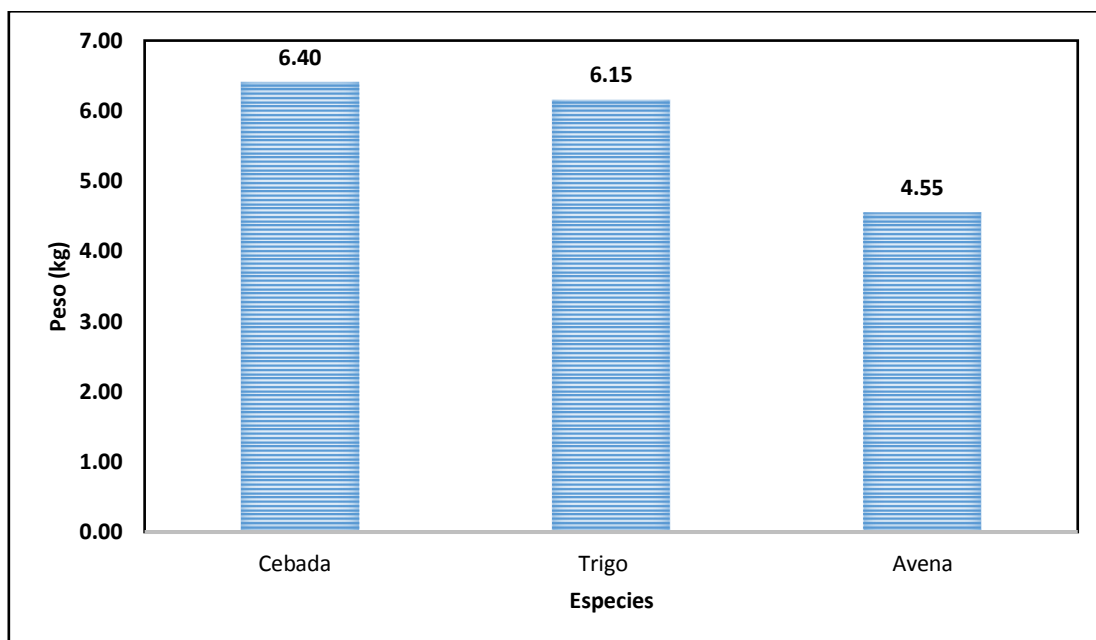
En la tabla 6, se muestra los resultados del análisis de varianza para el peso de forraje verde hidropónico de las tres especies forrajeras (cebada, trigo y avena), los cuales muestran significación entre especies, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0002) es menor al 5 %. Según estos resultados, se afirma que al menos el peso de forraje verde hidropónico obtenido con una especie, se diferencia de las otras dos especies.

Tabla 7; Prueba de Tukey al 5 % para el peso del forraje verde hidropónico (kg), de las tres especies cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*), a los 22 días

Especies	Peso (kg)	Agrupación
Cebada	6.40	A
Trigo	6.20	A
Avena	4.55	B

La prueba de Tukey (Tabla 7) muestran que, al término de la evaluación, los mejores resultados se obtuvieron con la cebada y el trigo, cuyos pesos obtenidos fueron de 6.40 y 6.20 kg, respectivamente, siendo estos resultados estadísticamente iguales y superior al obtenido con la avena, con la cual se obtuvo 4.55 kg; para las tres especies (Cebada, trigo y avena), cosechados en la cuarta y última cosecha a los 22 días después de germinado el cultivo verde hidropónico.

Figura 2; Peso del forraje verde hidropónico de las tres especies, cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*) a los 22 días



En la figura 2 se muestra los resultados de peso de forraje verde hidropónico para las tres especies (cebada, trigo y avena), dado que los pesos son obtenidos por cada bandeja cosechada a los 22 días de germinación del cultivo hidropónico, donde con una densidad de siembra de 5.0 kg/m². Los resultados muestran que por cada 1.0 kg de semilla utilizado se tuvieron como resultado lo siguiente; cebada produjo 6.40 kg de Forraje Verde Hidropónico, el trigo 6.20 kg y la avena de 4.55 kg. Esto prueba que la mayor relación de conversión de semillas a forraje verde hidropónico (FVH), fue con la cebada y el trigo respectivamente.

Calculo por metro cuadrado se tiene lo siguiente; tamaño de bandeja empleada es de 0.38cm de ancho por 0.52cm de largo, área de bandeja es de 0.2m², donde 5 bandejas cubren el área de un metro cuadrado, la cantidad de semilla empleada es de 1.0 kg por bandeja, dando como resultado la densidad de siembra para esta investigación fue de 5.0 kg/m²; entonces se tiene que para la cebada 6.4 kg de FVH por cada kilo de semilla utilizado; esto indica que por metro cuadrado se tiene un peso total de 32.0 kg/m²; para el trigo se tiene 31.0 kg/m²; y para la avena de 22.75 kg/m².

Estos resultados son contrastados en los obtenidos por, (Del Castillo, 2013), concuerdan al utilizar la densidad de 3.51 kg/m², un kilogramo de semilla produjo 9.3 kg de forraje fresco, mientras que con la densidad de 3.9 kg/m² y 4.29 kg/m², por cada

kilogramo de semilla, la cantidad de forraje producido fue de 8.4 kg y 7.6 kg, respectivamente, estos resultados nos ayudan a concluir que a mayor densidad de siembra menor será la producción de forraje verde hidropónico, es donde con una densidad de 5.0 kg/m² se reduce a 6.4 kg.

(FAO, 2001), y citado por (Mitma, 2022) la cosecha del FVH por lo general se realiza entre los días 12 a 14, en la cual concluye el rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada cosechado a los 12 días lograrían un peso neto de 8.26, por cada kg de semilla sembrado el cual supera a en rendimiento al experimento en evaluación, porque a los 12 días se tuvo un peso de 3.77 kg, y dejando hasta los 18 días se llegó a los 5.19 kg, eso muestra que casi se duplica el peso.

Según (López, 2013), sostiene que la conversión de semilla a pasto aproximadamente es de un kg de semilla por siete kg de forraje, y por su valor nutritivo, un kg de FVH reemplaza entre 3.1 y 3.4 kg de alfalfa verde.

4.2 Tiempo de cosecha (días) para las tres especies cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*)

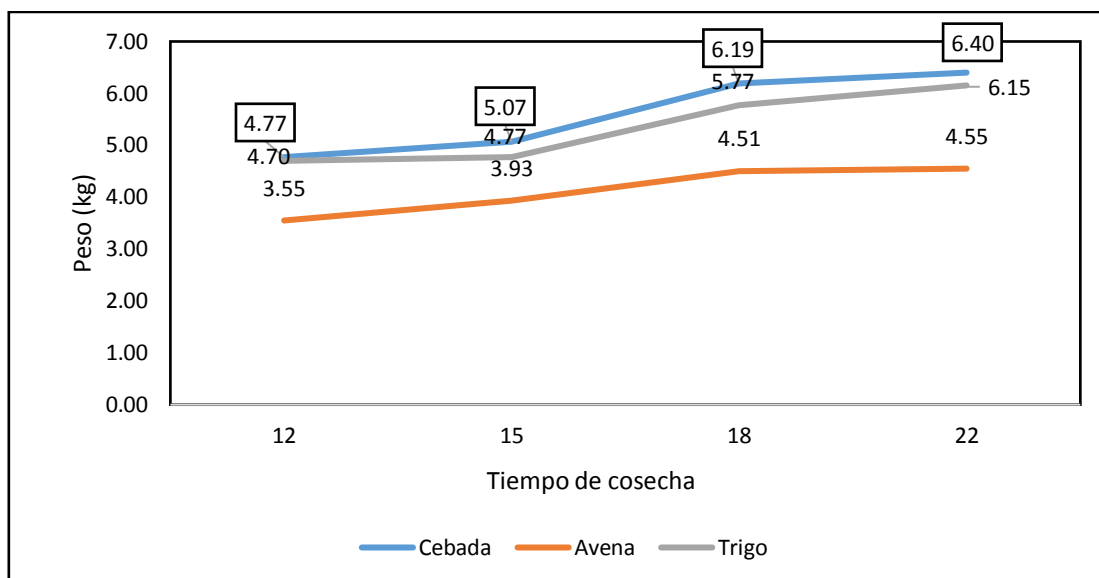
Para el tiempo de cosecha se estableció cuatro épocas, establecidos de la siguiente manera; primera cosecha a los 12 días de germinado el cultivo hidropónico; segunda cosecha a los 15 días; tercera cosecha a los 18 días y cuarta cosecha a los 22 días de germinado el cultivo hidropónico; datos de la tabla 17 de los anexos.

Tabla 8; Tiempo de cosecha del cultivo verde hidropónico (días)

Tiempo de cosecha (Días)	Rendimiento de FVH en kg.		
	Cebada	Avena	Trigo
12	4.77	3.55	4.70
15	5.07	3.93	4.77
18	6.19	4.51	5.77
22	6.40	4.55	6.20

Según los resultados obtenidos, se evidencia que los mayores rendimientos de forraje verde hidropónico se obtienen con la cebada; además, el peso del FVH obtenido con cada especie, presenta una relación directa con el tiempo, es decir, que a medida que pasa los días el peso del forraje verde se incrementa; pero con mínimas diferencias como se muestra en la figura 3

Figura 3; Tiempo de cosecha para las tres especies (días), cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*)



De la figura 3. Se concluye que la mejor época para realizar la cosecha del cultivo hidropónico fue entre los 15 y 18 días, porque, si se cosecha antes se perdería mucho forraje verde hidropónico y pasado los 18 días la ganancia es mínima en peso.

4.3 Altura de planta de las tres especies (cm), cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*), según el tiempo de cosecha

Para la altura de planta se realizó la medida al azar tomando tres plantas (semillas germinadas del cultivo hidropónico), por bandeja/especie, en cada cosecha que se realizó y con el uso de una regla graduada se determinó los datos que se muestran en la tabla 14 de los anexos; para con ellos sacar los promedios de altura que se muestran en la tabla 9, 10, 11 y grafica 4 y figura 5

Tabla 9; altura de planta (promedios), para cada especie cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*), según el tiempo de cosecha

Tiempo de cosecha	Peso (promedios)		
	Cebada	Avena	Trigo
12	14.01	10.17	11.00
15	19.96	14.71	15.00
18	23.93	19.35	17.42
22	24.12	20.42	19.03
Total	68.01	54.47	51.45
Prom.	22.67	18.16	17.15

Tabla 10; Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta en forraje verde hidropónico para las tres especies cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*), según el tiempo de cosecha

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Especies	41.44	2	20.72	75.35	0.0001
Error	1.65	6	0.28		
Total	43.09	8			

CV= 2.47 %

En la Tabla 10, se observa los resultados del análisis de varianza para la altura de planta en forraje verde hidropónico de las tres especies (cebada, trigo y avena), los cuales muestran significación para la fuente especie, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0001) es menor al 5 %. Según estos resultados, se afirma que al menos la altura de una especie en forraje verde se diferencia de las otras dos especies.

El coeficiente de variación calculado es de 2.47 %, e indica la variación de la altura de planta dentro de cada especie, además indica que el diseño empleado en el experimento ha sido adecuado.

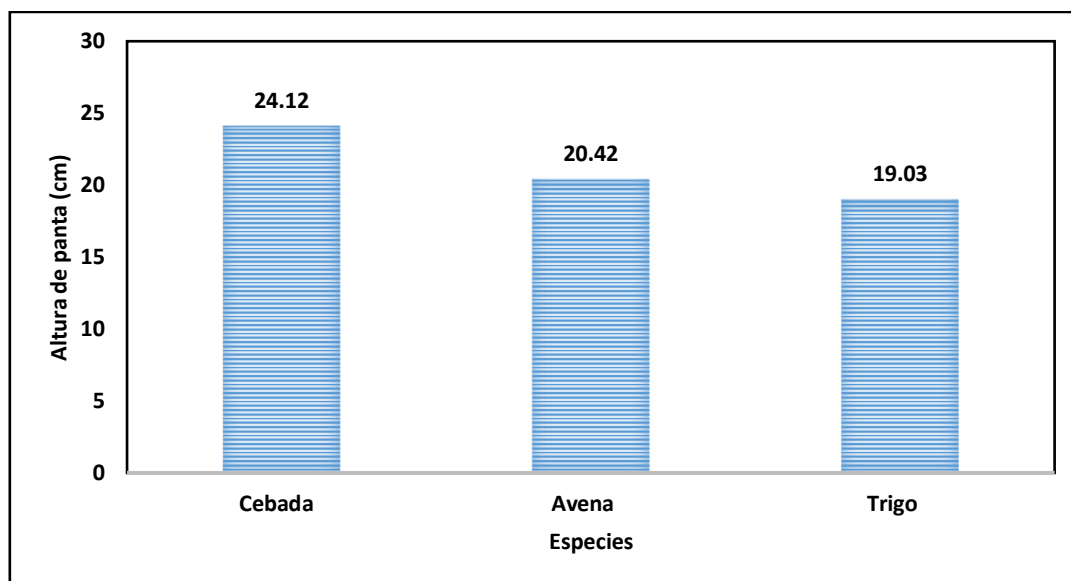
Tabla 11; Prueba de Tukey al 5 % para la altura de planta (cm), de las tres especies cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*) a los 22 días

Especies	Altura de planta (cm)	Agrupación
Cebada	24.12	A
Avena	20.42	B
Trigo	19.03	C

La prueba de Tukey (Tabla 11) muestran que, a la última cosecha (22 días) del cultivo hidropónico, la altura de la planta fue diferente para las tres especies.

La cebada fue las que logro mayor altura, llegando a medir en promedio 24.12 cm/planta, seguido de la avena con 20.42 cm/planta y finalmente el trigo con 19.03 cm/planta como se muestra en la figura.

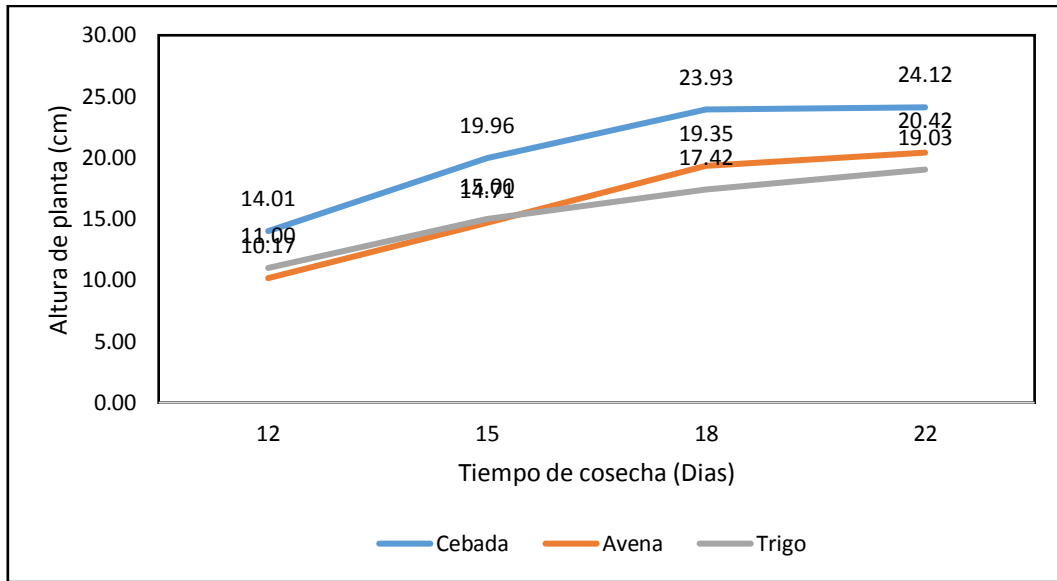
Figura 4; Altura de planta (cm), para las tres especies cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*), a los 22 días



En cuanto a la altura de la planta se puede determinar que los resultados obtenidos están en rangos similares a otras investigaciones.

(Del Castillo, 2013) sostiene que en "el forraje verde hidropónico FVH, tiene que ver mucho la densidad de siembra para la altura de la planta donde indica que densidades altas mayores a 4.29kg. /m² la planta puede llegar a medir 21.79cm a mas, y en densidades medias de siembra 3.90kg. /m² y 4.29kg. /m², la planta puede llegar a una altura de 20.67cm, y a densidades bajas de siembra menores a 3.90kg. /m², la planta puede llegar a medir 20.64 a menos". Donde este comportamiento se logró con el caso de cebada, pero con el trigo y la avena los resultados fueron similares o iguales a los de densidades bajas de siembra según el autor.

Figura 5; Tendencia de la altura de planta (cm), del cultivo hidropónico, según los días de cosecha



En la tabla 9, se muestra los promedios de altura de planta que sirven para ver la tendencia de altura de planta en cada especie, según la figura 5.

Según los resultados obtenidos, se evidencia que, la cebada alcanzó la mayor altura de plantas con 24.12 cm; además, cada especie, presenta una relación directa con el tiempo, es decir, que a medida que pasa los días las plantas tienden a desarrollar más.

Desde el inicio de la evaluación, se pudo afirmar que la cebada es un cereal de más rápida germinación, porque siempre mostro resultados por sobre de las otras especies; en cuanto al trigo y avena se logró determinar que ambas especies germinan muy parecidos, con una ligera diferencia el trigo en el inicio, pero que conforme va pasando los días de germinación, la avena supera al trigo en altura de planta.

Los datos obtenidos en el presente trabajo defieren de los datos que se indican en otras investigaciones tal como se mencionan

(INIA, 2015), indican que “la cosecha se debería hacer a los 15 días de la germinación es decir cuando la planta haya alcanzado una altura mayor a los 20cm, es allí donde el hidropónico está apto para ser cosechado y ser entregado al animal”. Esto se logró con la cebada en cuanto al trigo y avena los 20 cm recién se alcanza a los 22 días.

Para el trigo se alcanzó una altura de planta de 17.41cm a los 18 días datos que son similares a los obtenidos por (Sinchire, 2020), donde logro en su investigación una

altura de planta del trigo de 17.67cm, a los 16 días, datos muy parecidos a los de (Del Castillo, 2013), citado por (Sinchire, 2020), donde menciona que alcanzó una altura de planta de 18.94cm.

Para la avena la altura de planta alcanzó los 19.35cm, a los 18 días de germinación datos que son deferentes a los obtenidos por (Sinchire, 2020), donde logro en su investigación obtener 15.59 a los 16 días de germinación, más bien los datos concuerdan con los obtenido por (Fuentes, 2011), citado por (Sinchire, 2020), donde obtiene 19.5cm.

4.4 Número de hojas por planta para las tres especies cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*), según el tiempo de cosecha

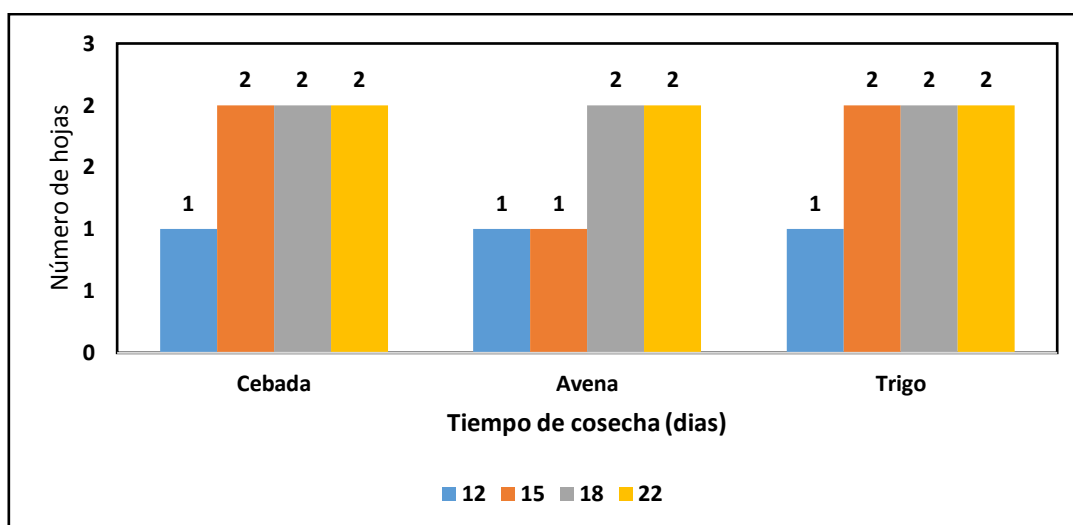
Para poder determinar el número de hojas por planta (semilla germinada), se realizó tomando al azar tres plantas de cada bandeja/especie, en cada cosecha realizada, cuyos datos se muestran los promedios en la tabla 12 y grafica 6.

Tabla 12; Número de hojas por planta del cultivo hidropónico según el tiempo de cosecha para las tres especies cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*), según el tiempo de cosecha

Tiempo de cosecha (Días)	Numero de hojas/planta		
	Cebada	Avena	Trigo
12	1	1	1
15	2	1	2
18	2	2	2
22	2	2	2

En la Tabla 12, muestran el número de hojas por planta por especie, se puede evidenciar que, hasta la primera cosecha (12 días), las tres especies llegan con una sola hoja, a segunda cosecha (15 días), solo la avena llega con una sola hoja, las demás especies llegan con dos hojas, a la tercera cosecha (18 días), todos llegan con dos hojas de igual manera sucede a la cuarta y última cosecha (22 días).

Figura 6; Número de hojas por planta del cultivo hidropónico según el tiempo de cosecha para las tres especies cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*).



En la imagen se muestran que, las tres especies llegan a la primera cosecha (12 días) con una sola hoja, la avena (*Avena sativa*) se mantiene hasta la segunda cosecha (15 días) con una sola hoja, la cebada (*Hordeum vulgare*) y el trigo (*Triticum sativum*) pasan a tener dos hojas; a la tercera y cuarta cosecha (18 y 22 días) las tres especies llegan con dos hojas.

4.5 Materia seca (g), para las tres especies cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*), según el tiempo de cosecha

Para sacar el porcentaje de materia seca para cada especie se realizó de la siguiente manera; primero al azar del forraje verde hidropónico se cortó 100 g de materia verde/fresco, se etiquetó a cada especie en un sobre manila; posteriormente se procedió a secar en la estufa, pasado 48 horas se volvió a pesar con ayuda de una balanza analítica, cuyos resultados se muestran en la tabla 18 de los anexos; los mismos que sirvió para sacar los promedios que se muestran en la tabla 13 y gráfica 7

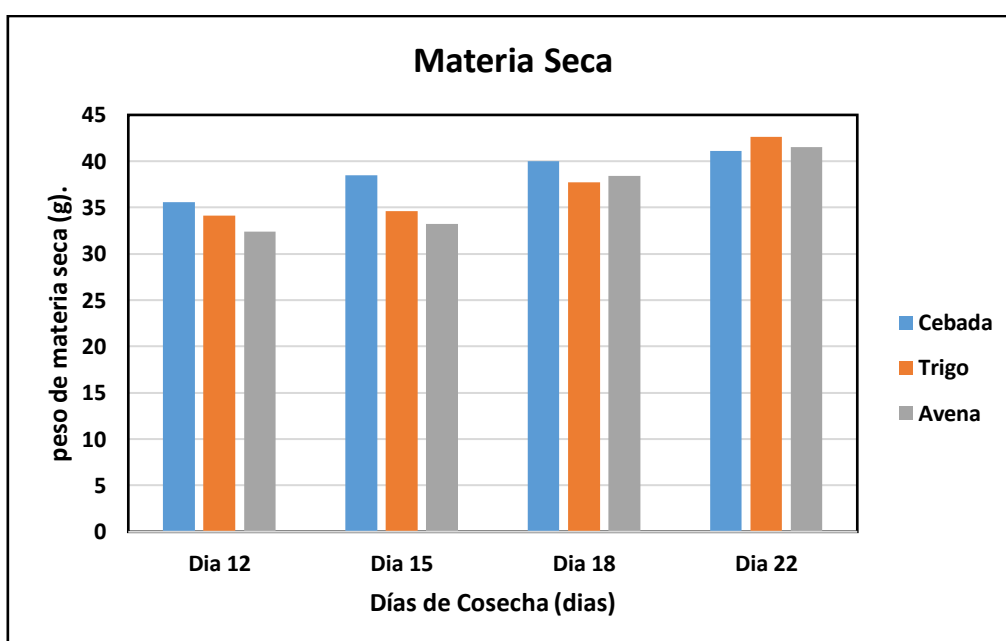
Tabla 13; Materia seca (g), para las tres especies cebadas (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*).

Tiempo de cosecha (Días)	Peso de materia seca (g)		
	Cebada	Trigo	Avena
Día 12	35.6	34.1	32.4
Día 15	38.5	34.6	33.2
Día 18	40	37.7	38.4
Día 22	41.1	42.6	41.5

La materia seca se pudo determinar que es directamente proporcional al tiempo esto indica que mientras más días pasa el cultivo hidropónico, la materia seca ira incrementando, para ambas especies; para la avena (*Avena sativa*) a la primera cosecha (12 días), tiene menor cantidad de materia seca 32.4g, a comparación de la cebada (*Hordeum vulgare*) que tiene 35.6g, y el trigo (*Triticum sativum*) con 34.1 g, respectivamente;

Pero a la cuarta cosecha (22 días), el trigo (*Triticum sativum*) es quien **supera** a las otras especies con 42.6 g, a comparación de la avena y cebada que tienen 41.5 g y 41.1 g respectivamente, como se muestra en la tabla 13 y figura 7

Figura 7; Materia seca (g), para las tres especies cebada (*Hordeum vulgare*) avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*), según el tiempo de cosecha



En la figura podemos ver el comportamiento de la materia seca, donde se observa que la cebada es quien tiene mayor cantidad de materia seca hasta los 18 días, cuando se cosecha a los 22 días el trigo es quien muestra más cantidad de materia seca.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los objetivos señalados y los resultados obtenidos en la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- ✚ Se determinó, para el peso del forraje verde hidropónico (FVH), las especies que mostraron mejor producción de FVH fueron la cebada (*Hordeum vulgare*) y el trigo (*Triticum sativum*), donde se logró producir de cada kilogramo de semilla utilizado en el cultivo hidropónico a 6.40 kg y 6.20 kg de FVH respectivamente, la avena (*Avena sativa*), logro 4.55 kg de FVH, por cada kg de semilla utilizado para el cultivo, mostrando diferencias estadísticamente con las demás especies.
- ✚ La altura de planta se puede determinar que la cebada (*Hordeum vulgare*) alcanzó 24.1 cm, en promedio por planta, seguido de la avena (*Avena sativa*), con una altura de planta de 20.4 cm y finalmente el trigo (*Triticum sativum*) con una altura de planta de 19.03 cm, a los 22 días.
- ✚ El número de hojas por planta, a la primera cosecha (12 días), las tres especies, (cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum sativum*), avena (*Avena sativa*), llegaron con una sola hoja, a la segunda cosecha (15 días), solo la avena llegó con una hoja por planta, las demás especies ya tuvieron dos hojas por planta, a la tercera y cuarta cosecha (18 y 22 días) respectivamente, las tres especies llegaron con dos hojas por planta en promedio.
- ✚ En cuanto la materia seca se pudo determinar que, a la primera cosecha (12 días), la cebada (*Hordeum vulgare*) es quien tiene 35.6g de materia seca, superando a trigo (*Triticum sativum*), avena (*Avena sativa*), con (34.1g y 32.4g) respectivamente, pero los resultados cambian a la cuarta cosecha (22 días) es el trigo (*Triticum sativum*) quien supera con 42.6g de materia seca, la avena (*Avena sativa*) y la cebada (*Hordeum vulgare*) alcanzaron (41.5g y 41.1g) respectivamente.

RECOMENDACIONES

- ✚ Se recomienda realizar más réplicas de este trabajo con el fin de uniformizar criterios y soluciones para el desarrollo agrario de nuestra provincia, región y el país.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acarapi, J. D. (2016). *Produccion de Avena (Avena sativa) como forraje verde hidropónico con tres métodos de producción, en el distrito 8 de la ciudad de el alto [tesis de pre grado, Universidad Mayor de San Andrés]*. Repositorio Intitucional.
- Cahuana, J. C. (2018). *Producción de forraje verde hidropónico de cebada y avena con adición de fitohormonas en Cabana - Puno [Tesis de pre grado, Universidad Nacional del Altiplano del Perú]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/10373>
- Callisaya, R. (2018). *Efecto de tres alturas de bandeja y tres densidades de siembra sobre la producción de forraje verde hidropónico de cebada (Hordeum vulgare L.) en la localidad de viacha, del departamento de la paz, [Tesis de Pre Grado, Universidad Mayor de San Andrés]*. Repositorio Institucional, Bolivia.
- Calvay, J. C. (2018). *Optimizacion del rendimiento hidroponico de cebada (Hordeum vulgare) en funcion del tiempo de cosecha en Lambayeque [tesis de pre grado, Universidad Peedro Ruiz Gallo]*. Repositorio Institucional.
- Carrasco, J. (1994). *Utilización de la cebada (Hordeum vulgare) germinada en la alimentación de cuyes machos en crecimiento y engorde [tesis de pre grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]*. Repositorio Institucional, Lima - Perú.
- Chang, M. H. (2004). *Producción de forraje verde hidropónico*. Obtenido de Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral: <http://www.omarbolso60.com.uy/forraje%20>
- Del Castillo, E. d. (2 de junio de 2013). *Producción de Forraje Hidróponico de trigo y cebada y su efecto de la ganancia de peso en borregos. Chapingo*, 41-42. doi: 10.5154/r.rchsh.2012.02.020
- FAO. (2001). *Forraje Verde Hidroponico [Versión PDF]*. Obtenido de Manual Técnico FAO: <https://www.fao.org/3/ah472s/ah472s00.pdf>

- Fuentes, F. P. (2011). Respuesta productiva de conejos alimentados con forraje verde hidropónico de avena, como reemplazo parcial de concentrado comercial. *Acta Agrónomica*, 60(2), 183-189. doi:<http://doi.org/10.4067/S0718-34292011000300011>
- Gallardo, A. (2000). *Producción de forraje hidropónico de cebada (Hordeum vulgare) en ambiente controlado, con tres soluciones nutritivas en dos concentraciones [Tesis de Pre grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]*. Repositorio Institucional.
- Gallardo, G. (1997). *Producción de Forraje Verde Hidropónico de Cebada (Hordeum vulgare) en ambiente controlado, con tres soluciones nutritivas en dos concentraciones, [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia]*. Repositorio Institucional.
- Gironda, R. A. (2018). *Efecto de tres alturas de bandeja y tres densidades de siembra sobre la producción de forraje verde hidropónico de cebada (Hordeum vulgare L.) en la localidad de viacha, del departamento de la paz [tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/17147/T-2521.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzales, G. (2008). *Determinación del estado óptimo forrajero de Cebada mediante rendimiento de Materia Seca y digestibilidad in situ en cinco Estados de desarrollo [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]*. Repositorio Institucional.
- Herrera et al. (4 de abril de 2010). Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo. *Interciencia*, 35(4), 284 - 289.
- Hidalgo, M. (1985). *Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía, [Tesis de Pre grado, UC]. I Evaluaciones Preliminares en Avena y Triticale*. Repositorio Institucional, Chile.
- Howard, M. (1997). Cultivos hidropónicos. *editorial mundi-prensa*, 4(4), 51 - 54.
- InfoAgro.com. (21 de Enero de 2023). *Agricultura*. Obtenido de El cultivo de la cebada. 2ª parte.: <https://infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada2.htm>

- INIA. (diciembre de 2015). *Producción de forraje verde Hidróponico para la pequeña agricultura [Versión PDF]*. Obtenido de Sitio argentino de producción animal: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/forraje_hidroponico/54-inia.pdf
- La Molina. (2005). *Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral*. Obtenido de Datum Universidad Agraria la Molina: <http://www.lamolina.edu.pe/facultad/ciencias/hidroponia/default.htm>
- Less, P. (1983). *Ganadería hidropónica, agricultura de las americas*. España.
- Lomelí, Z. (2000). *Forraje verde hidropónico*. España.
- López, P. J. (2013). *Produccion de Forraje Verde Hidroponico [tesis de porgrado, Universidad Autónoma de Nayarit]*. repositorio institucional.
- Mantilla, A. (2003). *Ecofisiología de la germinación de la semilla*. (La Ecofisiología Vegetal. ed.). Madrid - España: Paraninfo S. A.
- Matos. (1996). *Producción ininterrumpida de forraje hidropónico, [tesis de pregrado, facultad de agronomía UMSA. La Paz – Bolivia]. fisiología vegetal*. Repositorio Institucional, Bolivia.
- Miranda, I. (2006). *Fertilizantes foliares en cultivo hidropónico de cebada (Hordeum vulgare) [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]*. Repositorio Institucional.
- Mitma, V. H. (2022). *“Evaluación del forraje hidropónico de cebada (Hordeum vulgare) EN sistemas de alimentación durante el crecimiento del cuy (Cavia porcellus)[tesis de pre grado, Universidad Nacional Agraria la Molina]*. Repositorio Institucional.
- Olivia, Q. C. (2019). *efecto de tres concentraciones de biol bovino sobre el número de cortes de forraje verde hidropónico de cebada (Hordeum vulgare L.) asociado con alfalfa (Medicago sativa L.) en la localidad de viacha [Tesis de Grado, Universidad Mayor San Andrés]*. Repositorio Institucional.
- Pacco, J. C. (2018). *Producción de forraje verde hidropónico de cebada y avena con adición de fitohormonas en cabana - puno [Tesis de Pre grado, Univesidad Nacional del Altiplano]*. Repositorio Intitucional.

- Palomino, K. (2008). Producción de forraje hidropónico. *Editora Macro EIRL*, 1(1), 5 - 59.
- Parsons, D. (1994). Trigo, cebada, avena. *Trillas*, 2(2), 58.
- Peréz, O. (1995). *Producción de forraje en base a germinados de cebada (Hordeum vulgare) y maíz (Zea mays)*, [tesis de Pre grado, Univ. Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional, Perú.
- Quelca, O. (2019). *efecto de tres concentraciones de biol bovino sobre el número de cortes de forraje verde hidropónico de cebada (Hordeum vulgare L.) asociado con alfalfa (medicago sativa l.) en la localidad de viacha – departamento de la paz*, [Tesis de Grado, UMS]. Repositorio Institucional, Bolivia.
- Ralde, V. (2000). *Producción de Avena Forrajera (Avena sativa) en Cultivo Hidropónico con Diferentes Densidades de Siembra y Frecuencias de Riego*, [Tesis de Pre Grado, Universidad Mayor de San Andrés, Paz – Bolivia]. Repositorio Institucional, Bolivia.
- Raldes, M. (2001). *Producción de avena forrajera (Avena sativa) en cultivo hidropónico con cuatro densidades de siembra y tres frecuencias de riego*.
- Ramos, C. (1999). *El Uso de Aguas Residuales en Riegos Localizados y en Cultivos Hidropónicos* [Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Valencia].
- Regalado, E. O. (2009). *Germinacion de Forraje Verde Hidroponico*.
- Rodríguez D, A. (2001). *Manual Práctico de Hidroponía* [version PDF, Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Sánchez del Castillo, F. M.-P.-M.-G. (2013). Producción de forraje hidropónico de trigo y cebada y su efecto en la ganancia de peso en borregos. *chapingo*, 4(19), 35-43. doi:<http://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.02.020>
- Sánchez, A. (2001). Una Experiencia de Forraje Verde Hidropónico en el Uruguay. *Boletín Informativo de la Red Hidroponía*, 7, 10.

- Sinchire, D. B. (2020). Producción de forrajes de avena y trigo bajo sistemas hidropónico y convencional. *Ciencia & tecnología agropecuaria*, 21(3), 10-12. doi:<https://doi.org/10.21930/rcta>
- Torrez, A. C. (2018). El forraje verde hidropónico (FVH), de maíz como alternativa alimenticia y nutricional para todos los animales de la granja. *Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 4(8), 1032 - 1039. doi:<http://dx.doi.org/10.5377/ribcc.v4i8.6716>
- USDA. (2010). *Morfología y Fisiología*. Obtenido de El Trigo: <https://trabajoinformatica1516.wordpress.com/morfologia-y-fisiologia/>
- Valiente OL, Á. R. (2016). Evaluación del rendimiento, composición bromatológica y digestibilidad in vitro del forraje verde hidropónico de trigo (*Triticum spp*) cosechados a los 8 y 10 días. *Compend. cienc. vet.*, 6(2), 42-46.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 14; Datos de altura de la planta de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum sativum*) en centímetros, según cada repetición (3 bandeja), en cada cosecha.

Especies	Cebada				Avena				Trigo			
	12	15	18	22	12	15	18	22	12	15	18	22
Cosecha/Días	12	15	18	22	12	15	18	22	12	15	18	22
1	13.5	20.0	24.0	24.5	9.6	14.1	19.5	21.0	10.5	16.5	17.5	19.5
2	15.0	19.8	23.9	23.8	10.0	15.0	18.6	20.3	11.2	16.3	17.3	18.3
3	13.5	19.9	23.8	24.0	10.9	14.9	19.9	19.9	11.3	16.2	17.4	19.3
TOTAL	42.0	59.7	71.7	72.3	30.5	44.1	58.0	61.2	33.0	49.0	52.2	57.1
PROMEDIO	14.	19.9	23.9	24.1	10.1	14.7	19.3	20.4	11.0	16.3	17.4	19.0

Tabla 15; Datos de porcentaje de germinación de la cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*), datos de etiqueta (0); según prueba de germinación (1;2;3)

Especies	Cebada				Avena				Trigo			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Germinación / Días	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
%	95	52	75	82	95	45	70	74	95	68	89	92
TOTAL	304				284				344			
PROMEDIO	76				71				86			

Tabla 16; Datos obtenidos de porcentaje de germinación de la cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum satuvum*) (Datos transformados $Y = \sqrt{X}$)

Especies	Cebada				Avena				Trigo			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Germination / Dias												
%	9.7	7.2	8.6	9.0	9.7	6.7	8.3	8.6	9.7	8.2	9.4	9.5
TOTAL	34.5				33.3				36.8			
PROMEDIO	8.62				8.32				9.2			

Tabla 17; Datos de la producción de forraje verde hidropónico, cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum satuvum*); según cada repetición (3 bandeja), en cada cosecha.

Especies	Cebada				Avena				Trigo			
	12	15	18	22	12	15	18	22	12	15	18	22
Cosecha/Días												
1	4.5	5.2	5.9	6.1	3.3	3.6	4.3	4.8	4.7	4.6	5.5	6.4
2	4.9	5.0	6.4	6.7	3.7	4.0	4.3	4.4	4.5	4.9	5.7	6.0
3	4.8	4.9	6.2	6.4	3.5	4.2	4.8	4.4	4.8	4.7	6.1	6.1
TOTAL	14.2	15.1	18.5	19.2	10.5	11.3	13.4	13.6	14.0	14.2	17.3	18.5
PROMEDIO	4.7	5.0	6.2	6.4	3.5	3.9	4.4	4.5	4.7	4.7	5.7	6.2

Tabla 18; Datos obtenidos de materia seca (g), para las tres especies cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum satuvum*); según (3 bandeja/especie), para cada cosecha

Especies	Cebada				Avena				Trigo			
Cosecha/Días	12	15	18	22	12	15	18	22	12	15	18	22
1	35.2	38.9	40.0	41.1	30.4	32.4	41.5	41.1	32.4	34.0	39.2	42.1
2	36.0	39.1	40.5	41.3	34.4	31.8	37.6	41.7	36.0	35.4	37.5	43.3
3	35.6	37.5	38.9	40.4	32.5	35.5	36.2	41.8	34.1	34.5	36.4	42.4
TOTAL	35.6	38.5	39.8	40.9	32,4	33.2	38.4	41.5	34.1	34.6	37.7	42.6
PROMEDIO	106.8	115.5	119.	122.	97.3	99.7	115.	124.6	102.	103.9	113.1	127.8
			4	8			3				5	

Tabla 19; Datos obtenidos de materia seca (g), cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum satuvum*) (Datos transformados $Y = \sqrt{X}$)

Especies	Cebada				Avena				Trigo			
Cosecha/Días	12	15	18	22	12	15	18	22	12	15	18	22
1	5.9	6.2	6.3	6.4	5.5	5.6	6.4	6.4	5.7	5.8	6.2	6.4
2	6.0	6.2	6.3	6.4	5.8	5.6	6.1	6.4	6.0	5.9	6.1	6.5
3	5.9	6.1	6.2	6.3	5.7	5.9	6.0	6.4	5.8	5.8	6.0	6.5
TOTAL	5.9	6.1	6.2	6.3	5.6	5.7	6.1	6.4	5.8	5.8	6.1	6.4
PROMEDIO	17.8	18.5	18.8	19.1	17.0	17.1	18.5	19.2	17.5	17.5	18.3	19.4

Tabla 20; *Numero de hojas por planta para las tres especies de cebada (**Hordeum vulgare**), avena (**Avena sativa**) y trigo (**Triticum sativum**); en función de los días de cosecha.*

Especies	Cebada				Avena				Trigo			
	12	15	18	22	12	15	18	22	12	15	18	22
N° Bandeja/C	12	15	18	22	12	15	18	22	12	15	18	22
1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2
2	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2
3	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2
TOTAL	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2
PROMEDIO	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2

Tabla 21; *Datos meteorológicos de la estación udima; estación más cercana la provincia de San Miguel.*

Estación : UDIMA				
Departamento :	CAJAMARCA	Provincia :	SANTA CRUZ	Distrito : CATACHE
Latitud :	6°48'53.08"	Longitud :	79°5'37.56"	Altitud : 2466 msnm.
Tipo :	CO - Meteorológica	Código :	106068	
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA	PRECIPITACIÓN
	MAX	MIN	(%)	(mm/día) TOTAL
1/04/2022	18.6	11.2	90.3	0
2/04/2022	20.2	10.6	88.4	0
3/04/2022	20.6	11.6	84.4	0
4/04/2022	17.6	11.2	91.4	6.5
5/04/2022	18.4	11.2	86.3	0
6/04/2022	18.2	11.6	91.9	14.6
7/04/2022	19.4	12.2	90.5	0.7
8/04/2022	19.2	11.8	89.2	18.8
9/04/2022	18.4	12.2	89.1	11.3
10/04/2022	18.2	11.6	93.2	4.4
11/04/2022	18.2	11.6	90.2	17.1
12/04/2022	19.8	12.2	90.3	0
13/04/2022	19.2	11.4	92	0
14/04/2022	18.4	12.2	89.7	5.8
15/04/2022	18.8	11.6	89.7	3
16/04/2022	18.2	11.6	90.2	6.2
17/04/2022	18.6	10.8	89.5	0.5
18/04/2022	19.2	11.2	89.7	0.4
19/04/2022	19.6	10.6	92.4	7.1
20/04/2022	18.4	10.4	89.6	3.3
21/04/2022	17.6	10.2	89.9	1.4
22/04/2022	18.6	11.6	91.3	0
23/04/2022	19.6	9.8	86.9	0
24/04/2022	18.4	9.4	88.8	2.8
25/04/2022	20.2	10.4	87.4	1.8
26/04/2022	18.8	10.2	88.3	4.5
27/04/2022	17.4	10.8	89.5	4.1
28/04/2022	18.2	11.2	88.9	0
29/04/2022	17.6	11.6	87.3	2.2
30/04/2022	18.6	10.4	88.3	0

Imagen 1; *Pesado de las semillas del experimento cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum satuvum*)*



Imagen 2; *Selección y lavado de las semillas del experimento cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum satuvum*)*



Imagen 3; Desinfección con hipoclorito de las semillas del experimento cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 4; Cámara oscura para usarse en la pre germinación de las semillas del experimento cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 5; Desinfección de la Cámara oscura para usarse en la pre germinación de las semillas del experimento cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 6; Tendido en la Cámara oscura para usarse en la pre germinación, trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 7; Tendido en la Cámara oscura para usarse en la pre germinación, cebada (*Hordeum vulgare*).



Imagen 8; Pre germinación de las semillas del experimento cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 9; Pre germinación de las semillas del experimento después de las 72 horas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 10; Prueba de germinación de las semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 11; Acondicionamiento del invernadero para usarse en la germinación definitiva de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 12; Etiquetado de andamios del invernadero para usarse en la germinación definitiva de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 13; Instalación del sistema de riego presurizado para semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 14; Puesta en funcionamiento el Timer digital MS- TD, para sistema de riego presurizado para semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 15; Uso de los andamios del invernadero para germinación de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 16; Primeros días de germinación de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 17; *Primeros días de germinación de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum satuvum*)*



Imagen 18; *A los 12 días de germinación de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum satuvum*)*



Imagen 19; *A los 15 días de germinación de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum satuvum*)*



Imagen 20; A los 18 días de germinación de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 21; A los 22 días de germinación de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 22; A los 22 días de germinación de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 23; *Uso de micro aspersión en germinación de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)*



Imagen 24; *Uso de micro aspersión en germinación de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)*



Imagen 25; *Pesado de Forraje Verde Hidropónico en el laboratorio de CEFOP San Miguel, de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)*



Imagen 26; *Cosecha de Forraje Verde Hidropónico libre de proliferación de hongos patógenos.*



Imagen 27; *Pesado de Forraje Verde Hidropónico en el laboratorio del CEFOP San Miguel.*



Imagen 28; *Pesado de Forraje Verde Hidropónico en el laboratorio del CEFOP San Miguel.*



Imagen 29; *Medida de altura de la planta del forraje verde hidropónico, labores realizadas en el laboratorio del CEFOP – San Miguel.*



Imagen 30; *Medida de altura de la planta del forraje verde hidropónico, utilizando una regla graduada.*



Imagen 31; *Selección de muestra para cálculo de materia seca de forraje verde hidropónico.*



Imagen 32; *Etiquetado de la muestra para cálculo de materia seca de forraje verde hidropónico, para ser puesto dentro de la estufa.*



Imagen 33; *Pesado después de sacado de la estufa para el cálculo de materia seca de forraje verde hidropónico.*



Imagen 34; *Medida de la temperatura dentro del ambiente del invernadero, para la germinación de semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum satuvum*)*



Imagen 35; Medida de la temperatura dentro del ambiente del invernadero, para la germinación se semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)

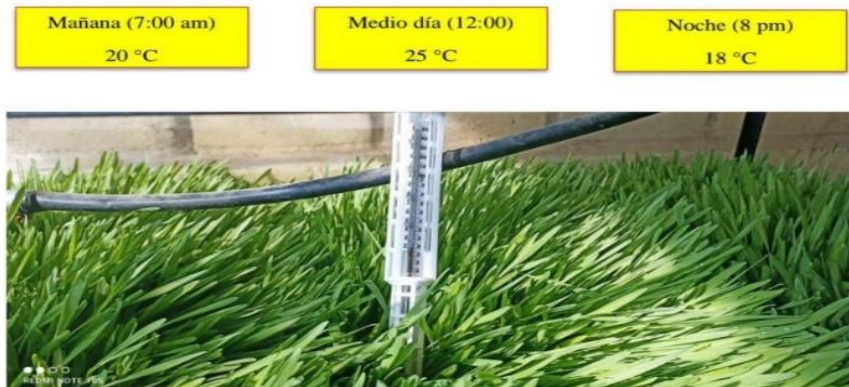


Imagen 36; Muestreo del agua de riego en uso para la germinación se semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



Imagen 37; Muestreo del agua de riego en uso para la germinación se semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum sativum*)



ANEXOS 2

ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA



LABORATORIO REGIONAL
AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Agua
Acreditado
Registro N° LE - 084

IE 0922585

INFORME DE ENSAYO N°

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código de la Muestra	WLR-CEPOP		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0922585-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	Natural		-	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	San Miguel		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.0380	0.046	-	-	-	-	-
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.0650	1.246	-	-	-	-	-
N-Nitrito (N-NO ₂)	mg/L	0.0130	<LCM	-	-	-	-	-
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.0350	<LCM	-	-	-	-	-
N-Nitrato + N-Nitrito	mg/L	0.0640	0.132	-	-	-	-	-
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.0700	6.429	-	-	-	-	-
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.0320	<LCM	-	-	-	-	-
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	mg/L	0.8500	15.74	-	-	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.05	-	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Escherichia coli	NMP/100mL	1.8	<1.8	-	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1, significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 20 de septiembre de 2022

Página: 3 de 4



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0922585

ENSAYOS			QUÍMICOS			
Código de la Muestra	WLR-CE/OP		-	-	-	-
Código Laboratorio	0922585-01		-	-	-	-
Matriz	Natural		-	-	-	-
Descripción	Superficial		-	-	-	-
Localización de la Muestra	San Miguel		-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales			
Plata (Ag)	mg/L	0.0190	<LCM	-	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	0.125	-	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	-	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	-	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.0040	0.028	-	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.0160	<LCM	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.1240	4.923	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-
Cerio (Ce)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	0.163	-	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.0510	0.834	-	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.0050	<LCM	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.0190	1.520	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.012	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.0260	8.514	-	-	-
Níquel (Ni)	mg/L	0.0060	<LCM	-	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.0240	0.063	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.0910	0.182	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.0050	<LCM	-	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.0070	<LCM	-	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.1040	3.941	-	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	<LCM	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0030	0.094	-	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	<LCM	-	-	-
Silice (SiO ₂)	mg/L	0.2225	8.430	-	-	-



Cajamarca, 20 de septiembre de 2022

Página: 2 de 4

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO*
 IS ALBERTO SÁNCHEZ S.N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
 laboratoriodelagua@reglancajamarca.gob.pe 090000 años 1540



IE 0922585

INFORME DE ENSAYO N°
DATOS DEL CLIENTE


Razon Social/Nombre **WILDER LOZANO ROMERO**
Dirección -
Persona de contacto **WILDER LOZANO ROMERO** Correo electrónico lozanoromerowilder@gmail.com
ail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **08.09.22** Hora de Muestreo **15:00**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **01**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos- Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**
Referencia de la Muestra: **San Miguel**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-804** Cadena de Custodia **CC - 585 - 22**
Fecha y Hora de Recepción **09.09.22 09:50** Inicio de Ensayo **09.09.22 10:00**
Reporte Resultado **20.09.22 15:40**


Edder Neyra Jalco
Responsable de Laboratorio
CIP: 147026

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 20 de septiembre de 2022

Página: 1 de 4



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922585

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO2, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2020 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrato, Bromuro, Sulfato, Nitrito, Fosfato, N-NO2, N-NO3, P-PO4, N-NO2+N-NO3)	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Bicarbonatos (HCO3-)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed. 2017: Alkalinity. Titration Method.
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+.B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G2, 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (†) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 20 de septiembre de 2022



LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA