

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL TRATAMIENTO PRE
GERMINATIVO DE LAS SEMILLAS DE AVENA (*Avena sativa*) Y
CEBADA (*Hordeum vulgare*) EN CULTIVO HIDROPÓNICO**

Para Optar El Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado Por El Bachiller:

ALAN NOÉ DE LA CRUZ HUATAY

Asesor:

Ing. URÍAS MOSTACERO PLASENCIA

CAJAMARCA – PERÚ

2022



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

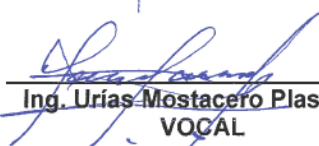
En la ciudad de Cajamarca, a los catorce días del mes de octubre del año dos mil veintidós, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 92-2021-FCA-UNC, de fecha 13 de abril del 2021**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: **"EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL TRATAMIENTO PREGERMINATIVO DE LAS SEMILLAS DE AVENA (*Avena sativa* L.) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*) EN CULTIVO HIDROPÓNICO"**, realizada por el Bachiller **ALAN NOÉ DE LA CRUZ HUATAY** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las quince horas y quince 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 dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

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


Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas
PRESIDENTE


Ing. José Lizandro Silva Mego
SECRETARIO


Ing. Urias Mostacero Plasencia
VOCAL

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo a Dios que me ha dado la vida y fortaleza para terminar este proyecto de investigación. A mis padres por estar ahí cuando más los necesité; en especial a mi madre por su ayuda y constante cooperación.

A mis hijos Dylan y Álvaro; mi esposa Yenny quienes son el centro de mi vida, y me da las fuerzas para seguir adelante.

Alan Noé De la Cruz Huatay

AGRADECIMIENTO

A Dios dueño de mi triunfo, por no dejarme caer en el orgullo con el triunfo, ni en la desesperación con el fracaso y enseñarme que el fracaso es la experiencia que precede al triunfo, que nada es gratis en la vida, que todo debes ganártelo o merecerlo, que ser útil es mejor que ser importante

A mis hijos Dylan y Álvaro; siento una enorme gratitud por ser parte de mi vida y es la mayor bendición que el Señor me ha dado.

A mis padres, Lucia y Augusto que siempre me aconsejaron y mostrarme el mejor camino a seguir. Por detenerme cuando debías y por empujarme cuando tenía miedo de seguir mis sueños. A mis hermanos y toda mi familia que en cada instante a pesar de la distancia confiaron en mí.

Al Ing. Urías Mostacero Plasencia; asesor de la tesis, quién con su experiencia y conocimiento me orientó en la presente investigación.

Alan Noé De La Cruz Huatay

ÍNDICE

CAPÍTULOS	Pág.
RESUMEN	i
ABSTRACT.....	ii
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	3
III.- MATERIALES Y MÉTODO.....	16
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES	22
V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS.....	35
VII.- ANEXOS.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas		Pág.
1	Factores, niveles, tratamientos y claves.	17
2	Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de germinación.	22
3	Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el porcentaje de germinación obtenida por efecto de las hormonas.	22
4	Análisis de varianza (ANOVA) para los días a la germinación	24
5	Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para los días a la germinación obtenida por efecto de las hormonas.	24
6	Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta.	25
7	Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la altura de planta	26
8	Análisis de varianza (ANOVA) para los días a la cosecha.	27
9	Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para los días a la cosecha obtenida por efecto de las hormonas.	28
10	Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento del forraje verde.	29
11	Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el rendimiento del forraje	30
12	Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de materia seca.	38
13	Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el rendimiento de materia seca obtenida por efecto de las hormonas.	38
14	Datos obtenidos de la altura de planta promedio de avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) en cm.	38

15	Datos obtenidos de porcentaje de germinación de avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).	39
16	Datos obtenidos de porcentaje de germinación de avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)(Datos transformados $Y = \sqrt{X}$).	39
17	Datos obtenidos de días a la germinación de avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).	39
18	Datos obtenidos de días a la germinación de avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) (Datos transformados $Y = \sqrt{X}$).	40
19	Datos obtenidos de porcentaje de días a la cosecha de avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).	40
20	Datos obtenidos de porcentaje de días a la cosecha de avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)(Datos transformados $Y = \sqrt{X}$).	40
21	Datos obtenidos de porcentaje de materia seca de avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)(Datos transformados $Y = \sqrt{X}$).	41
22	Altura de planta de avena en función de los días.	41
23	Altura de planta de cebada en función de los días.	41
24	Germinación de semillas de avena en función de los días	41
25	Germinación de semillas de cebada en función de los días.	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras		Pág.
1	Croquis del espacio experimental y distribución de los tratamientos	18
2	Rendimiento del forraje verde de avena y cebada en función a las concentraciones hormonas.	23
3	Rendimiento de materia seca de avena y cebada en función a las concentraciones de hormonas.	25
4	Días a la germinación de avena y cebada en función a la concentración de hormonas.	27
5	Altura de planta de avena y cebada en función a las dosis hormonas.	29
6	Días a la cosecha de avena y cebada en función a las concentraciones de hormonas.	30
7	Comportamiento de la altura de planta de avena en función de los días.	31
8	Comportamiento de la altura de planta de cebada en función de los días.	31
9	Comportamiento del porcentaje de germinación en avena en función de los días.	32
10	Comportamiento del porcentaje de germinación en cebada en función de los días.	33
11	Pesado de las semillas del experimento avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).	43
12	Identificación de las semillas del experimento avenas (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).	43
13	Lavado de las bandejas del experimento.	44

14	Disolución del hipoclorito de sodio para la desinfección de materiales a utilizar.	44
15	Desinfección de los baldes.	45
16	Desinfección de bandejas que serán utilizados para la germinación de avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).	45
17	Realizando el oreo de las semillas de avena (<i>Avena sativa</i>).	46
18	Realizando el oreo de las semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).	46
19	Mezclado de GIBER PLUS® 4L en las diferentes concentraciones y para cada tratamiento.	47
20	Mezclar las concentraciones del GIBER PLUS® 4L en las especies forrajeras avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).	47
21	Colocación y distribución de las bandejas con las especies forrajeras avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) con los diferentes tratamientos	48
22	Inicio de germinación con la aplicación del GIBER PLUS® 4L en las especies forrajeras avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) con los diferentes tratamientos.	48
23	Germinación de la especie forrajera avena (<i>Avena sativa</i>), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.	49
24	Germinación de la especie forrajera avena (<i>Avena sativa</i>), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.	49
25	Evaluación de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.	50
26	Evaluación de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.	50

27	Medición del tallo de la especie forrajera avena (<i>Avena sativa</i>), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.	51
28	Medición del tallo de la especie forrajera avena (<i>Avena sativa</i>), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.	51
29	Altura de la especie forrajera avena (<i>Avena sativa</i>), con aplicación GIBER PLUS® 4L.	51
30	Altura de la especie forrajera cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.	52
31	Altura de la especie forrajera cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.	52
32	Altura de la especie forrajera cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.	52
33	Altura de la especie forrajera avena (<i>Avena sativa</i>), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.	53
34	Altura de la especie forrajera avena (<i>Avena sativa</i>), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.	53
35	Altura de la especie forrajera avena (<i>Avena sativa</i>), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.	54
36	Altura de la especie forrajera avena (<i>Avena sativa</i>), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.	54
37	Altura de la especie forrajera cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.	55
38	Altura de la especie forrajera cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.	55
39	Altura de la especie forrajera cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.	56

40	Altura de la especie forrajera cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.	56
41	Altura máxima de la especie forrajera avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.	57
42	Muestras de especie forrajera avena (<i>Avena sativa</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), colocadas a la estufa. GIBER PLUS® 4L.	57

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el distrito de Cajamarca en condiciones ambientales normales para el cultivo, con el objetivo de determinar la concentración del tratamiento pre germinativo de las semillas de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) cultivo hidropónico. Se evaluó el porcentaje de germinación (% G), número de días de germinación (NDG), altura promedio de planta (APP), número de días a la cosecha (NDC), rendimiento de forraje verde (RFV) y porcentaje de materia seca (% MS). Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar (DCA), con arreglo factorial de 2 por 4 con 3 repeticiones. Las evaluaciones se realizaron a los 3, 6, 9, 12 y 15 días y para ver los efectos la giber plus 4L a la concentración de 0 cc, 1 cc, 1.5 cc y 2 cc. En la comparación de medias se usó la prueba de Tukey. Los resultados mostraron que si hubo efecto del tratamiento pregerminativo de GIBER PLUS® 4L, en semillas de avena y cebada; obteniéndose el mejor rendimiento en forraje verde (2.22 y 1.82 kg/bandeja, con cebada y avena, respectivamente), con la concentración de 2 cc. El porcentaje de materia seca también fue mayor 46.32% en avena y cebada, con la concentración de 2 cc. El porcentaje de germinación llegó al 100 % con la concentración de 2 cc. También se logró la mayor altura de planta (26.47 cm en cebada y 29.24 cm en avena), con la mayor concentración de GIBER PLUS® 4L, de 2 cc. El menor tiempo a la cosecha (14 días), se obtuvo con la mayor concentración de GIBER PLUS® 4L, (2cc).

Palabras clave: *Cebada, avena, cultivo hidropónico, tratamiento pre germinativo.*

ABSTRACT

This research was carried out in the district of Cajamarca under normal environmental conditions for cultivation, with the aim of determining the concentration of pre-germination treatment of oat (*Avena sativa*) and barley (*Hordeum vulgare*) seeds in hydroponic cultivation. Germination percentage (% G), number of days to germination (NDG), average plant height (APP), number of days to harvest (NDC), green forage yield (RFV) and percentage of dry matter were evaluated. (%DM). A completely randomized statistical design (DCA) was used, with a factorial arrangement of 2 by 4 with 3 repetitions. The evaluations were carried out at 3, 6, 9, 12 and 15 days and to see the effects of giber plus 4L at the concentration of 0 cc, 1 cc, 1.5 cc and 2 cc. Tukey's test was used for the comparison of means. The results showed that there was an effect of the pregerminative treatment of GIBER PLUS[®] 4L., in oat and barley seeds; obtaining the best yield in green forage (2.22 and 1.82 kg/tray, with barley and oats, respectively), with the concentration of 2 cc. The percentage of dry matter was also higher 46.32% in oats and barley, with the concentration of 2 cc. The germination percentage reached 100% with the concentration of 2 cc. The highest plant height was also achieved (26.47 cm in barley and 29.24 cm in oats), with the highest concentration of giber plus 4L, of 2 cc. The shortest time to harvest (14 days) was obtained with the highest concentration of giber plus 4L.(2cc).

Keywords: Barley, oats, hydroponic culture, pre-germination treatment

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que presenta la agricultura en la región de Cajamarca es el bajo rendimiento en los diferentes productos agrícolas, debido a diferentes causas como erosión de los suelos, el manejo técnico de cultivos y la poca extensión de las parcelas. Frente a lo cual se proponen los cultivos alternativos, entre los cuales encontramos los cultivos hidropónicos, como una actividad agrícola complementaria a la agricultura tradicional, que se practica para obtener productos de consumo humano directo y también forraje para la alimentación de sus animales menores.

La hidroponía como técnica de producción sin tierra, fue considerada en la segunda mitad del siglo pasado; en la actualidad es uno de los sistemas más empleados en países del primer mundo. Así en Europa, lo aceptan por ser 100 % orgánicos. Con esta técnica, que no arremete ni altera el medio ambiente; se pueden cultivar verduras, frutas, flores, plantas aromáticas, ornamentales y pastos forrajeros como avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*) de excelente calidad en un reducido espacio y en corto tiempo.

La producción de pastos bajo condiciones hidropónicas es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano a partir de las semillas viables. En la práctica consiste en la germinación de semillas de cereales o leguminosas y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas y ausencia de suelo (FAO 2001).

Lo manifestado nos motivó proponer el presente trabajo de investigación, como una contribución en la tecnología de producción de forraje verde hidropónico para la alimentación de cuyes, patos y gallinas; permitiendo a la vez a los productores llevar al mercado mayor cantidad de animales.

1.1. Problema de la investigación.

Los cultivos de forrajes hidropónicos constituyen uno de los sistemas utilizados para cultivar vegetales sin usar tierra. Se basa en suministrar a la planta todos los elementos nutritivos que necesita para su desarrollo y producción a través de una solución acuosa. Desde el punto de vista químico el cultivo hidropónico tiene por objeto proporcionar a las plantas los mismos elementos esenciales que encontrarían en el suelo suministrando en forma técnica (Rosas y Sánchez 1995).

Los productores de las zonas rurales de la ciudad de Cajamarca, se dedican la agricultura y a la crianza de ganado y de animales menores principalmente; pero en este conjunto de actividades se afronta el problema de la baja producción de pastos, lo que lleva a obtener bajos rendimientos y a la vez, baja producción pecuaria y elevando costos. El presente trabajo de investigación tiene como finalidad aportar en la solución de tal problema, evaluando el efecto de cuatro concentraciones diferentes de GIBER PLUS® 4L, en la producción de avena y cebada mediante cultivos hidropónicos.

1.2.- Formulación del problema.

¿Cuál es el efecto de la concentración de GIBER PLUS® 4L, en el tratamiento pre germinativo de semillas de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) en cultivo hidropónico?

1.3.- Objetivo de la investigación.

Determinar el efecto de la concentración de GIBER PLUS® 4L, en el tratamiento pregerminativo de semillas de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*), en cultivo hidropónico.

1.4.- Hipótesis de la investigación.

A mayor concentración de GIBER PLUS® 4L, en el tratamiento pre germinativo semillas de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeun vulgare*), se logra mayor producción de forraje hidropónico.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de investigación.

Tratamiento pre germinativo de las semillas de trigo (*Triticum sativum*), avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) en cultivos hidropónico.

Silva (2013), desarrollo un experimento en la parroquia Santa Rosa del Cantón de Ambato, provincia de Tungurahua – Ecuador, evaluó tres **productos hormonales (Goteo Plus, Raizer y Súper Raíz)** como tratamiento pre germinativo en semillas de trigo, avena y cebada para mejorar los niveles de producción de forraje hidropónico. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

En la especie forrajera de trigo, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de goteo plus, alcanzando el mayor porcentaje de germinación (97,67 %) con el menor tiempo de germinación de (3 días), consiguiéndose también mejor altura de planta a los 24 días (17,23 cm) y se obtuvo el mejor peso forrajero (0,92 kg). En la especie de avena Goteo plus, produjo los mejores resultados, por cuanto a estos tratamientos se detectaron el mejor porcentaje de germinación (97,67 %), el crecimiento de altura fue mayor a los 24 días (18.07 cm) y obteniéndose el mayor peso en forraje (0.94 kg). En la cebada (*Hordeum vulgare*), los tratamientos que recibieron con GIBER PLUS® 4L, reportaron un porcentaje de germinación (97,67 %) alcanzo una altura de (17,36 cm) a los 24 días y un peso de del forraje (0,93 kg).

Producción de forraje verde hidropónico de cebada y avena con adición de fitohormonas en Cabana - Puno.

Pacco (2018), se desarrolló un trabajo de investigación en el sector: Vizallani1, Distrito: Cabana, Provincia: San Roman, Región Puno. Evaluaron el rendimiento de biomasa del forraje verde de cebada. El mayor rendimiento se obtiene una aplicación de Biogyz (F3) con 18.67 kg/m², seguido con de Seaweed Creme (F1) con 16,17 kg/ m², en avena con la aplicación de Biogyz (F3) se tuvo 16.83 kg/m², seguido de Seaweed Creme (F1) con kg/m².

El análisis bromatológico de forraje verde hidropónico, con aplicación de Biogyz (F3); arrojo los siguientes resultados: 14.27 % de proteína cruda 52.10 % de fibra detergente neutro, 25.32 % de carbohidratos, 3.54 % de extracto entéreo, 7.51 % de ceniza y 12.62 % de materia seca. En avena con la aplicación de Phyllun (F2), se tuvo 13.44 % de proteína cruda, 62.70 % de fibra detergente neutro, 24.70 % de carbohidratos, 6.83 % de extracto entéreo, 4,43 % de ceniza y 20.59 % de materia seca.

Influencia de diferentes concentraciones de biol y tiempo de cosecha en la composición química y producción de cebada hidropónica.

Ccente y Cornejo (2016) presenta un trabajo realizado, con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes concentraciones de biol y tiempos de cosecha sobre la composición química (proteína cruda "PC", materia seca "MS", materia orgánica "MO") y producción (producción de materia fresca "PMF", producción de materia seca "PMS"), producción de materia orgánica "PMO", producción de proteína cruda "PPC" y altura de planta "AL") de la cebada hidropónica. Los factores en estudio fueron tiempo de cosecha (15,20 y 25 días) y concentraciones de biol (0,25,50,75 y 100 %). Los resultados en la composición química muestran que los valores más altos para PC 15.89 % a los 15 días de cosecha y 15.74 % a concentración 100 % de biol, en cuanto a la MS se posibilito tenores mayores (12.53 %) a los 25 días de cosecha y 11.86 % con 50 % de concentración de biol, mientras que para la MO se lograron cifras más elevadas a los 15 días de cosecha (95.32) y 95.02 % al 0 % de concentración de biol Así mismo en la producción de FVH el valor más alto para PMF fue de 21.65 Kg/m², PMO 2.70 Kg/m², PPC 0.41kg/m² y al 18.55 cm, todos estos valores fueron reportados a los 25 días de cosecha de acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que el uso del biol podría ser una alternativa utilizable para paliar los problemas de escasas de nutrientes en el forraje, siendo recomendable u utilización en cultivo a una concentración de 100%.

Efecto del ácido 3 – indol – butírico para incrementar la producción de raíces comerciales en yuca (*Manihot esculenta*).

Cueva (2007), determino el efecto del ácido indol – 3 – butírico (AIB) para aumentar la producción de raíces comerciales en yuca (*Manihot eculenta*) en

zamorano (Honduras). Se analizaron cuatro tratamientos de AIB (0, 500, 1000 y 1500 ppm), repartidas al azar en cuatro bloques. Cada tratamiento consto de 40 planta de yuca, con un total de 160 plantas por bloque.

El AIB dosificado se aplicó a la base de la estaca bajo una presentación en talco. las variables evaluadas fueron el número de raíces comerciales y no comerciales por planta y los pesos totales de las mismas por cada tratamiento de AIB. El porcentaje de las raíces comerciales por planta fue de: 16 % para el testigo, 15 % para 500 ppm, 20 % para 1000 ppm y 15 % para 1500 ppm, El peso promedio de raíces comerciales producidas por planta fue de: 875 g para el testigo, 814 g para 500 ppm, 953 g para 1000 ppm y 862 g para 1500 ppm. Los rendimientos obtenidos por tratamiento fueron de 9 t ha⁻¹ para el testigo, 8 t ha⁻¹ para 500 ppm, 10 t ha⁻¹ para 1000 y 9 t ha⁻¹ para 1500 ppm, no se encontró la diferencia significativa ($p < 0,05$) en el número de raíces comerciales y peso de la misma.

Determinación del tratamiento Auxínico (ácido indol -3- butírico) en el enraizamiento de estacas de zarzamora (*Rubus fruticosus* L.).

Vargas (2016), realizo un trabajo de investigación en el invernadero de la universidad nacional de Cajamarca, con el objetivo de determinar la dosis de ácido indol -3- butírico y el tipo de estaca en el enraizamiento de estaca de zarzamora (*Rubus fruticosus* L.). Se evaluó número de promedio de raíces (NPR), longitud promedio de raíces (LPR), longitud promedio de brotes (LPB), numero promedio de brotes (NPB) porcentaje de estacas enraizadas (PEE), brotación y sobrevivencia (BS). Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) un testigo constituido por doce tratamientos y cuatro repeticiones, donde 2 corresponde al tipo de estacas de zarzamora (media y apical) y 3 dosis de AIB (00 ppm, 1000 ppm y 2000 ppm). Los resultados mostraron que el tratamiento E1D2 (estaca media y 1 000 ppm) presentó los mejores valores para las variables (NPR), (LPR), (LPB), (PEE). Para la variable (NPB) nos arrojó que no hay diferencias estadísticamente al 5 %. Para la variable (BS) todo el tratamiento nos arrojó un 100 %, excepto el tratamiento E2D0 (estaca apical con 00 ppm de AIB), que presentó un 56, 25 %.

2.2. Bases teóricas

2.2.1.1. Generalidades de los forrajes

Gelvez (2009), menciona que los pastos constituyen la fuente de alimentación más económica que dispone un productor para mantener a sus animales; sin embargo, depende de un manejo adecuado para que el pasto desarrolle todo su potencial para desarrollar sus funciones de crecimiento, desarrollo y producción.

2.2.1.2. Avena (*Avena sativa*).

Es el cereal forrajero que aporta mayores rendimientos en buenas condiciones hídricas, puede llegar a producir 11 t ha⁻¹ de forraje. Es un cultivo muy apetecible y de gran valor nutritivo, aunque muy bajo de contenido proteico. Las producciones de grano oscilan entre 1-3 t ha⁻¹. El valor nutricional del grano de avena es superior al de otros cereales, debido a su riqueza en aminoácidos esenciales como la lisina (Unavarra 2011).

2.2.1.3. Cebada (*Hordeum vulgare*).

Es un cereal de grano pequeño en la zona andina muy importante para los agricultores, que permite cubrir las necesidades alimenticias, además constituye una fuente de ingreso al comercializar los excedentes. En el Perú el 93.6 % de las familias rurales de la zona andina consumen la cebada que producen. Contribuye con el 20 % del total de las calorías ingeridas por estas familias; su disponibilidad depende de la temporada de lluvias. En este contexto se utilizó la variedad de cebada INIA 411 San Cristóbal con características sobresalientes en calidad de grano, rendimiento y sanidad.

2.2.2. Hidroponía.

Izquierdo (2000), indica que el término “hidropónico” deriva de dos palabras griegas. Hydro = agua y Ponos = trabajo o cultivo, que al conjucionarse significa trabajo en agua y es una alusión al empleo del agua y fertilizantes químicos u orgánicos para el cultivo de plantas sin tierra. Con la producción hidropónica sin suelo se puede obtener forraje de excelente calidad y sanidad, se asegura un uso más eficiente del agua y fertilizantes. Los rendimientos por unidades de área cultivada son altos, por la mayor densidad y elevada productividad por la planta (La Molina 2000).

Howard (1987), define a la hidroponía como la ciencia del crecimiento de las plantas, sin utilizar el suelo en su lugar utilizar un medio inerte, como gravas, arena, turba, piedra pómez o aserrín, a los cuales se añade una solución de nutrientes que contiene todo el elemento esencial necesitados por la planta para su normal crecimiento y desarrollo. Puesto que muchos de estos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio de cultivo, se les denomina a menudo “cultivo sin suelo”, mientras que el cultivo solamente en agua sería el verdadero hidropónico.

Resh (1987), manifiesta una respuesta para la producción continua de forraje, es el uso de técnicas hidropónicas para su cultivo, que se realiza en el sitio de consumo, no siendo necesario ni el almacenamiento ni el ensilado, ya que el forraje fresco se produce diariamente. Este forraje puede crecer en un área muy pequeña en comparación de los campos destinado a la producción de forraje para la alimentación animal.

2.2.3.- Cultivos Hidropónicos.

Izquierdo (2000), afirma que los cultivos hidropónicos son cultivos sin suelo, este es remplazado por un sustrato inerte donde los nutrientes que necesita la planta para vivir y producir son aplicados en el riego. También son cultivos hidropónicos aquellos que se cultivan en agua con nutriente. En un sistema hidropónico se puede cultivar todo tipo de plantas como, por ejemplo, hortalizas, flores, pastos para forrajes, plantas ornamentales, plantas medicinales y hasta cactus.

2.2.4. Proceso de producción del forraje verde hidropónico.

a) Selección de la semilla.

Samperio (1997), indica que se debe seleccionar cuidadosamente la semilla a que los granos estén en buen estado y que no hayan sido tratados con pesticidas o productos tóxicos. Gutiérrez (2000), indica que la humedad de la semilla debe estar en un 12 % y de debe haber tenido un reposo para que cumpla con los requisitos de madurez fisiológica. Las especies más empleadas son el maíz, cebada, sorgo y últimamente se está experimentando con arroz.

b) Lavado y desinfección de la semilla.

Gutiérrez (2000), manifiesta que se inunda el grano en un tanque o recipiente, con el fin de retirar todo el material que flote, como lanas, basuras, granos partidos o alguna impureza. Las semillas deben lavarse y desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio al 1% (diluyendo 10 ml de hipoclorito de sodio para cada litro de agua). El lavado tiene por objeto eliminar hongos, bacterias contaminantes, liberarlas de residuos y dejarlas limpias. El tiempo que dejemos las semillas en la solución de hipoclorito no debe ser menor a 30 segundos ni exceder 3 minutos. El dejar las semillas mucho tiempo puede perjudicar la viabilidad de la mismas. Finalizado el lavado procederemos a un enjuague riguroso de la semilla con agua limpia (Rodríguez 2001).

c) Período de remojo y pre germinación de las semillas:

Hidalgo (1985), señala que esta etapa consiste en colocar las semillas dentro de una bolsa de tela y sumergirlas completamente en agua limpia por un periodo no mayor a las 24 horas para lograr una completa inhibición. Este tiempo lo dividiremos a su vez en dos periodos de 12 horas cada uno. A las 12 horas cada uno. A las 12 horas de estar las semillas sumergimos nuevamente por 12 horas para finalmente realizarles el ultimo oreado. Mediante este proceso estemos induciendo la rápida germinación de la semilla a través del estímulo que estamos efectuando al embrión. Es importante utilizar suficiente cantidad de agua para cubrir completamente la semilla y a razón de un mismo estímulo de 0,8 a 1 L de agua por cada semilla.

Samperio (1997), manifiesta que como cualquier cultivo cuya producción se pretende acelerar después de lavar la semilla con agua limpia y natural, se mantendrá el remojo durante 5 a 10 horas en un recipiente con agua tibia (entre 21 y 25 ° c). A continuación, se sacan y se colocan en una caja o contenedor, en el cual se iniciará la actividad enzimática dentro de la semilla. Una vez que hayan despuntado los brotes (al cuarto día aproximadamente), se colocaron en charolas de 50 a 80 cm.

Hidalgo (1985), indica que realizando los pasos previos se procederá a la siembra definitiva de las semillas en las bandejas de producción. Para ello se distribuirá una delgada capa de semillas pre germinados, la cual no deberá sobre pasar los 1.5 cm de altura de espesor. Luego de la siembra se coloca por encima de las semillas una capa de papel periódico al cual también se moja. Posteriormente tapamos todo con un plástico negro recomendado que las semillas deben estar en semi oscuridad en el lapso de tiempo que transcurre desde la siembra hasta su germinación o brotación. Una vez detectada la brotación completa de las semillas retiramos el plástico negro y el papel.

d) Etapas de producción (inicio de riegos).

Samperio (1997), indica que una vez dispuesta las semillas en el contenedor o charolas con un aspersor de 1 cm permanecerán en el germinador hasta que el brote alcance de 0,5 cm si el brote alcanzó ya 0,5 cm lo pasaremos a la sala o nave de producción, donde las charolas serán humedecidas constantemente con agua, a la que se añadirá una pequeña parte de nutriente que aceleran el crecimiento. Es conveniente que la aplicación de esta solución se haga con un aparato humidificador, pero puede hacerse manualmente con un rociador, dependiente del tamaño de la instalación.

En la nave de producción los cultivos permanecerán de 5 a 7 días, hasta que las plantas hayan alcanzado el tamaño requerido, dependerá también de la clase de semilla utilizada, variedad de forraje, altura y precocidad del cultivo. Se considera que, por cada kg de semilla, se utilizará 2 lt de agua con nutriente o un poco más. Tres días antes de la cosecha hay que regar solamente con agua natural; pues esto hará que el forraje resulte más agradable. Puede consumirse en el mismo día o almacenarse por 2 o 3 días: pero si pasa este tiempo límite, ira perdiendo su contenido nutricional al igual que el rendimiento en la producción, es mayor y más completo que el forraje de cultivos tradicionales (Gómez 2007).

e) Cosecha y rendimiento del forraje.

Charles (1995), señala que la producción en peso alcanzado con este método puedes pasar de 1 a 5. utilizando una buena semilla, este puede aumentar y llegar a una producción de 12 veces. La relación de producción del FVH, es de

1 a 9, es decir que por cada kg de semilla de cebada utilizada se obtiene 9 kg de FVH y no es difícil de llegar a relaciones de 1 a 12 o de 1 a 15.

Gutiérrez (2000), indica que la cosecha se hace cuando la plántula alcanzando una altura promedio de 25 cm. Este desarrollo demora de 9 a 15 días, dependiendo de la temperatura, condiciones ambientales, el invierno y la frecuencia de riego. Como resultado obtendremos un gran tapete radicular ya que las raíces se entrecruzan unas con otras por la alta densidad de siembra. Este tapete está formado por semillas que no alcanzaron a germinar, las raíces y la parte aérea de 25 cm de altura.

2.2.5. Definición de Hidroponía.

Malca (2005), menciona que la hidroponía (Hidros = agua y Ponos = Trabajo o actividad) es traducido literalmente como trabajo del agua y es una técnica de producción de cultivos sin suelo. El suelo es reemplazado por el agua con los nutrientes y minerales esenciales disueltos en ella. Las plantas toman sus alimentos orgánicos los elaboran automáticamente por procesos de fotosíntesis y biosíntesis.

Resh (2001), indica que la hidroponía o agricultura hidropónica es un método utilizado para cultivar plantas usando soluciones minerales en vez de suelo agrícola. La palabra hidroponía proviene del griego, hydro = agua y ponos 0 trabajo. Las raíces reciben una solución nutritiva equilibrada disuelta en agua con todos los elementos químicos esenciales para el desarrollo de la planta y pueden crecer en una solución mineral únicamente o bien en un medio inerte como arena lavada, grava o perlita. Con la producción hidropónica sin suelo, se puede obtener forraje de excelente calidad y sanidad y se asegura un uso más eficiente del agua y fertilizantes, Los rendimientos por unidad del área cultivada son altos, por la mayor densidad y elevada productividad por planta (La Molina 2000).

2.2.6. Forraje verde hidropónico.

Carballido (2005), indica que el forraje verde hidropónico es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 20 días) captando energía del sol y asimilando los minerales disueltos de una solución nutritiva.

Tarrillo (2007), entiende por forraje verde hidropónico al resultado del proceso de germinación de granos, por lo general de cereales que se realicen durante el periodo de 8 a 15 días, captando energía del sol y asimilando los minerales disueltos de una solución nutritiva. La producción de granos germinados está considerada como un sistema hidropónico, debido a que este se realiza sin suelo, lo que permite producir a partir de granos colocados en bandejas, una masa forrajera de alto valor nutritivo, consumible al 100 % con una digestibilidad de hasta el 90 %, limpia y libre de contaminantes.

FAO (2001), menciona que el FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o leguminosas) y su posterior crecimiento bajo las condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo. SICA (2000), menciona que la técnica para la producción de forraje verde hidropónico se basa en el aprovechamiento del poder germinativo de las semillas de cereales como cebada, avena, trigo o maíz, las cuales una vez iniciada la germinación, liberan en sus primeras etapas de crecimiento todos los nutrientes almacenados como reserva, para sostenimiento de la nueva planta.

2.2.7. Importancia del forraje verde hidropónico.

El forraje verde hidropónico brinda vitaminas A, E y C. Las cuales se encuentran libres y solubles en el forraje. La vitamina E es completamente asimilable y está en circulación por toda la planta. En análisis realizado en la Universidad de Colombia se comprobó que en los excrementos de animales alimentados con FVH no existía vitamina E, lo cual demuestra su completa asimilación. En cuanto a nivel de proteína del FVH es muy similar al de la alfalfa (forraje requerido por su alto nivel de proteína). Los análisis químicos indican que los niveles de

proteína del FVH de trigo son de 20 a 22 %, son superiores al de la cebada con 16 a 20 % de proteína (Samperio 2007).

Las mejoras que se obtiene con el uso de forraje verde hidropónico en la alimentación animal se dan en la ganancia de peso, mejor conversión alimenticia, producción de leche y sólidos totales en la leche, aumenta la producción de leche, el contenido de grasa, mejora la condición corporal, mejora el pelaje. En cuyes se presenta una mayor producción de leche (mayor número de crías logradas) excelente fuente de vitamina C, cubre los requerimientos de agua (Tarrillo 2005).

Rodríguez (2003), indica que en la actualidad uno de los problemas más preocupantes en el mundo es la insuficiencia de alimentos, tanto de origen animal como vegetal, esta insuficiencia es atribuida en parte por la falta de continuidad en la producción tanto vegetal, ya que las condiciones climáticas no son constantes, la producción de forraje no es constante y por lo tanto la producción animal es variable.

Molina (1989), menciona que por sus cualidades nutricionales y de bajo costo de producción, el forraje verde hidropónico puede ser la salvación de cientos de miles de personas que padecen hambre y desnutrición. Lo extraordinario del sistema, es que reduce sustancialmente el costo de alimentación del sistema, es que reduce sustancialmente el costo de alimentación, un kg de trigo o maíz puede convertirse, en tan solo 8 a 10 días, en 12 kg de FVH natural que puede consumirse cualquier animal. Representa un nuevo paradigma en nutrición y puede ser la base esencial para erradicar el hambre y la pobreza.

2.2.8. Ventajas de producir FVH

Las ventajas que ofrece la producción de Forraje verde hidropónico son:

a.- Ahorro de agua.

Las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras (Infocampo 2009). En el sistema de

producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial o infiltraciones son mínimas al compáralas con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuya eficiencia varían entre 270 a 635 litro de agua por kg de materia seca. Alternativamente, la producción de 1 kg de FVH requiere de 2 a 3 L de agua con un porcentaje de materia seca que asila entre 12 % a 18% dependiendo de la especie (Sánchez, 1996; Lomelí, 2000; Rodríguez *et al.* 2000). Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 L de agua de materia obtenida en 14 días (FAO 2002).

Gallardo (2000), indica que se logró una importante reducción del consumo de agua (en el suelo requiere de 300 a 800 L de agua por kg de materia producida y en hidroponía se requiere 2,5 L.

b. Espacio.

La disminución del espacio requerido para la producción de forraje se obtiene en el sistema de producción de FVH, debido a que se cultiva en un medio sin tierra permite tener más plantas en una cantidad limitada de espacio, las cosechas maduran más rápidamente y producirán rendimientos mayores.

2.3. Factores ambientales que influyen en la producción de forraje verde hidropónico.

2.3.1.- La luz.

Samperio (1997), indica que la luz es un factor indispensable para el buen desarrollo de las plantas, pues es la energía que necesitan para realizar la fotosíntesis, por medio del cual logran llevar a cabo sus diferentes etapas de desarrollo, desde su crecimiento hasta su producción. Esto se comprueba, cuando carece de luz, las plantas se inclinan, luego los tallos se debilitan, las hojas palidecen y se toman quebradizas, se detiene su crecimiento y puede morir.

FAO (2005), menciona que la luz dentro de los recintos para la FVH, la función fotosintética no podría ser cumplida por las células verdes de las hojas y por lo tanto no existiría producción de biomasa. La radiación solar es por lo tanto básica para el crecimiento vegetal.

Al inicio del ciclo de producción de FVH, la presentación de luz durante la germinación de las semillas no es deseable por lo que, hasta el tercer y cuarto día de sembrada, las bandejas deberán estar en un ambiente de luz muy tenue (FAO 2001). Para favorecer el crecimiento de brotes y de las raíces, a partir del cuarto día hasta la cosecha es necesario con buena luminosidad y que la distribución de la luz sea homogénea sobre las bandejas (Chang 2004).

Una exposición directa al sol puede traer consecuencias negativas, solo en los dos últimos del proceso de producción, se expone las bandejas a la acción de la luz para lograr, que el forraje obtenga su color verde intenso lo cual es muy característico y por lo tanto complete su riqueza nutricional óptima (FAO 2001). Favorece la germinación de las semillas de muchas especies y retrasa e inhibe la de otras; sin embargo, el efecto de la luz es modificado por la combinación de otros factores. En la producción de forraje verde hidropónico, la luz no inhibe ni retrasa los procesos de germinación (Rodríguez 2003).

2.3.2. Temperatura.

Es un factor de importancia en el crecimiento y desarrollo de las plantas, presentan diferentes requerimientos de calor según la variedad. Generalmente las plantas se desarrollan bien entre los 18 y 24 °C (Serapio 1997).

La temperatura debe mantenerse estable, en todo caso sobre los 18 a 25 °C (Tarrillo 2008). La temperatura es una de las variables más importantes en la producción, debe estar entre los 22 a 25 °C (Chang *et al.* 2004).

2.3.3. Oxigenación.

A través de esta realiza la función de transportar nutrientes y acumular elementos dentro de su sistema celular. El oxígeno al oxidar los minerales, se convierte en el catalizador para generar la energía metabólica mediante su sistema de respiración radicular (Samperio 1997).

Aquí la semilla inicia sus procesos metabólicos, de los cuales el más importante es la respiración, la semilla comenzará a demandar oxígeno y a emitir gases. En recipientes pequeños este gas tenderá a salir por sí solo, pero en recipientes de

mayor tamaño como tambos será necesario mover la semilla con el fin de dar salida a los gases e incorporar oxígeno; una vez que se mueva cada 8 o 10 horas será suficiente (Rodríguez 2003).

2.3.4. Humedad ambiental.

(Gutiérrez 2000). dar condiciones de asimilación adecuada es de mucha importancia, puesto que ejerce una influencia directa en el trabajo que desempeña las hojas. Debe haber una humedad cercana al 100 % para asegurar un adecuado desarrollo del sistema radicular. Las radículas de las plantas.

De todos los factores que afectan la vida de las plantas, el agua es el más importante en tanto que sus procesos fisiológicos se realizan en presencia de esta. La humedad que la planta necesita es proporcionada mediante el riego, que se hará de acuerdo con el tipo de instalación (Rodríguez 2003).

2.4. instalaciones.

La localización de una construcción para producción de FVH no presenta grandes requisitos. Como parte de una buena estrategia, la decisión de iniciar la construcción de instalaciones para FVH debe considerar previamente que la unidad de FVH debe estar ubicada en una zona de producción animal o muy próxima a esta; y que existan periodos de déficit nutricional a consecuencia de la ocurrencia de condiciones agro meteorológicas desfavorable para la producción normal de forraje (sequia recurrente, inundaciones) o simplemente suelos malos o empobrecidos (Sánchez 2001).

Para iniciar la construcción se debe nivelar el suelo; buscar un sitio que esté protegido de los vientos fuertes; que cuente con disponibilidad de agua de riego de calidad aceptable para abastecer las necesidades del cultivo; y con fácil acceso a energía eléctrica. Existe un amplio rango de posibilidades para las instalaciones que va desde aquellas más simples construidas artesanalmente con palos y plásticos hasta sofisticados modelos digitalizados en los cuales casi no se utiliza mano de obra para la posterior producción de FVH (Sánchez 2001).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación.

El trabajo experimental se realizó en los ambientes de investigación de la agroveterinaria Genética Alemana. El local queda situado en la coordenada Latitud -7.165232, Longitud -78.508781 a 2714 m.s.n.m en el distrito y departamento de Cajamarca.

3.2 Materiales:

3.2.1. Material biológico.

- Semilla de avena (*Avena sativa*).
- Semillas de cebada (*Hordeum vulgare*).

3.2.2. Material de campo.

- Bandejas
- Hipoclorito de sodio
- Bolsas
- Plástico negro
- Plumones
- Regadera
- Alcohol
- Baldes
- Libreta de campo
- Tablero de apuntes

3.2.3. Equipo de laboratorio:

- Balanza analítica.
- Regla graduada.
- Estufa.
- Termo higrómetro.

3.2.4. Material de gabinete:

- Computadora.
- Libreta de apuntes
- Lápiz.
- Hoja bond a4.
- GPS.
- Cámara digital.

3.2.5. Insumos:

GIBER PLUS® 4L.

3.3 Metodología:

- En el presente trabajo de investigación se ha evaluado las características agronómicas siguientes: altura de planta, porcentaje de germinación, días de germinación, días a la cosecha, rendimiento de forraje Verde hidropónico y rendimiento de materia seca.
- El producto GIBER PLUS® 4L se utilizó para el cultivo hidropónico de Semilla de avena (*Avena sativa*) y Semillas de cebada (*Hordeum vulgare*), para tales fines se utilizamos las concentraciones siguientes: C0 = 0.0 cc / 0.5 L H₂O, C1 = 1.0 cc / 0.5 L H₂O, C2 = 1.5 cc / 0.5 L H₂O, C3 = 2.0 cc / 0.5 L H₂O.

Tabla 1.- Factores, niveles, tratamientos y claves.

FACTORES	NIVELES DE CADA FACTOR	TRATAMIENTOS (COMBINACIÓN DE NIVELES DE LOS FACTORES)	CLAVE
Especie forrajera	Avena	Avena + 0.0 cc	T1
		Avena + 1.0 cc	T2
	Cebada	Avena + 1.5 cc	T3
		Avena + 2.0 cc	T4
Dosis de GIBER PLUS® 4L	0.0 cc	Cebada + 0.0 cc	T5
	1.0 cc	Cebada + 1.0 cc	T6
	1.5 cc	Cebada + 1.5 cc	T7
	2.0 cc	Cebada + 2.0cc	T8

A. Diseño experimental.

En la presente investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial de 2 por 4 con 3 repeticiones. Los tratamientos se obtuvieron producto de la combinación de los niveles de cada factor, los cuales fueron dispuesto en un ambiente donde las condiciones fueron casi homogéneas.

Modelo estadístico lineal:

Este modelo es el siguiente: $Y_{ijk} = \mu_T + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$

Donde:

- μ_T = media global de la población
- α_i = promedio del efecto del tratamiento en el nivel **ai** ($\alpha_i = \mu_i - \mu_T$)
- β_j = promedio del efecto del tratamiento en el nivel **bj** ($\beta_j = \mu_j - \mu_T$)
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción **ai bj** ($(\alpha\beta)_{ij} = \mu_i - \mu_j + \mu_T$)
- ε_{ijk} = error experimental ($\varepsilon_{ijk} = Y_{ijk} - \mu_{ij}$).

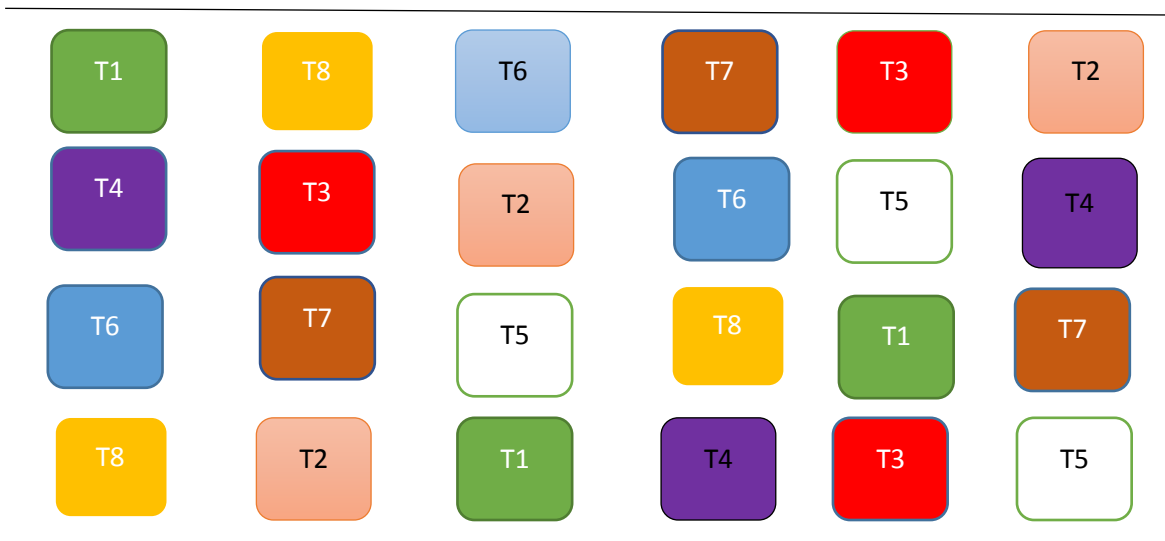


Figura 1.- Croquis de la distribución de tratamientos.

B. Trabajo en campo:

1.- Adquisición de la semilla:

Las semillas se adquirieron del INIA – Cajamarca de los cultivos de cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*), según las categorías registradas.

2.- Selección, lavado y desinfección de las semillas:

Para la selección de las semillas, se procedió a agregar agua la cantidad necesaria, y se seleccionaron las semillas que se hundirán en el fondo del balde y se desecharon aquellas semillas que floten en el agua. Una vez seleccionadas se procedió a colocarlos en baldes con agua suficiente para que floten las impurezas existentes y poder retirarlas.

Se utilizó hipoclorito de sodio al 0,1 % diluyendo 1 ml por cada L de agua. Remojo de las semillas y aplicación del producto. El lavado tiene por objetivo la eliminación de hongos y bacterias contaminantes. El desinfectado se realizó con el hipoclorito; esto nos ayuda a eliminar los ataques de los microorganismos patógenos al cultivo de FVH. El tiempo que se sumergió las semillas en la solución de hipoclorito fue de 1 minuto, finalizando el lavado se procedió a enjuagar tres veces con agua limpia para eliminar los residuos de hipoclorito de sodio.

3. Remojo de las semillas y aplicación del producto germinativo.

Para el remojo de las semillas se utilizaron 8 baldes identificados (4 para cada especie forrajera), colocando 0,5 litros de agua en cada tratamiento, con el respectivo producto germinativo. Para los tratamientos de GIBER PLUS® 4L se adicionó las concentraciones de 0 cc, 1, cc; 1,5 cc y 2 cc y se dejó por un lapso de 12 horas. El testigo se remojará únicamente con agua

i. Oreo de las semillas.

Terminado el tiempo de reposo, se retiró el exceso de agua y se colocaron en bandejas debidamente identificadas para cada tratamiento, las mismas que cuentan con agujeros para el fácil drenaje. Estas bandejas se colocaron en un lugar con sombra, que llegue la luz difusa.

ii. Germinación de las semillas.

Para la germinación de las semillas se procedió a colocarlas en bandejas de plástico dentro de un cuarto y se procedió a cubrirlo con un plástico negro a cada bandeja. Y se realizó dos riegos al día, para evitar la deshidratación.

4.- Cosecha.

Para a cosecha del forraje verde hidropónico, se consideró una altura de planta promedio 25 cm. Obteniendo como resultado una gran masa de raíces entre cruzadas unas con otras, por la densidad de siembra y la parte aérea se encuentre sumamente verde y lista para el consumo de cualquier especie pecuaria y se aprovecha raíz, tallo, hojas, será consumida en su totalidad.

5.- Trabajo en laboratorio:

5.1.- Rendimiento de materia seca (kg / m²).

Se tomaron muestras de forraje verde hidropónico de cebada y avena de cada tratamiento y sus respectivas repeticiones, luego se colocaron las muestras en la estufa luego de cerrar y estar marcadas por 48 horas, una vez pasado estos días se precedió a pesar las muestras en una balanza de precisión.

6.- Evaluaciones.

Se realizaron las siguientes evaluaciones agronómicas.

a. Porcentaje de germinación (%)

Para la evaluación del porcentaje de germinación se procedió a tomar los datos al tercer día del remojo de las semillas germinadas (presencia de radícula), se realizó el conteo de número de semillas germinadas por bandeja de los tratamientos haciendo un conteo de 100 semillas, entre germinadas y no germinadas y se realiza una operación matemática de regla de tres el porcentaje de las no germinadas y por diferencia con el 100 % y poder representarlas en porcentajes.

b. Días de germinación

Se contabilizaron los días transcurridos desde el remojo hasta cuando se produzca la germinación del 70 % de las semillas, en cada tratamiento.

c. Altura de planta

Se registró con una regla graduada en centímetros, midiendo desde el cuello de la planta hasta el ápice de la misma. La primera lectura se hizo a los 6 días del remojo, efectuándose posteriormente lecturas cada tres días hasta el final

del ensayo. En total de realizaron 7 lecturas; es decir hasta los 24 días. Se tomaron 10 plantas aleatoriamente de cada tratamiento y por cada repetición.

d. Días de la cosecha

Se estableció los días transcurridos desde el remojo de las semillas hasta la cosecha del forraje de cada tratamiento, se realizó a los 15 días, cuando el forraje verde tenga una altura aproximadamente de 25 cm. el peso del forraje de cada tratamiento, utilizando una balanza y se expresará en kg.

f) Trabajo en gabinete.

Durante el tiempo que duro la presente investigación, se realizó la redacción del contenido del informe final se utilizara un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 2 por 4 con 3 repeticiones. Cada tratamiento involucra a una bandeja para el análisis de varianza de utilizan programas estadísticos (INFOSTAT, EXEL) 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

4.1. Análisis del rendimiento del forraje verde

Tabla 2.- Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento del forraje verde.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	
					5%	1%
Especie (E)	0.5415	1	0.5415	137.75**	4.49	8.53
Concentración (C)	1.9509	3	0.6503	165.43**	3.24	5.29
E*C	0.0625	3	0.0208	5.30**	3.24	5.29
Error	0.0629	16	0.0039			
Total	2.6178	23				

****Significación al 1 % (altamente significativo) CV = 1.23 %**

En la Tabla 2, se muestran los resultados del análisis de varianza del rendimiento del forraje verde, donde se encuentra que hay significación estadística para la interacción del factor especie por el factor concentración de aplicación; puesto que el valor de la F calculada es superior al F tabulara con 95 % de probabilidad. Lo cual significa que hay efecto de las concentraciones de aplicación pre germinado, de GIBER PLUS® 4L, en el rendimiento en forraje verde y que además depende de la especie.

Tabla 03. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la altura de planta.

Especie	Concentración (cc)	Rendimiento (kg/bandeja)	Tukey $\alpha = 0.5$
Cebada	2	2.22	A
Cebada	1.5	1.86	AB
Avena	2	1.82	AB
Avena	1.5	1.69	AB
Cebada	1	1.66	B
Cebada	0	1.45	BC
Avena	1	1.43	BC
Avena	0	1.05	C

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el rendimiento de forraje verde (Tabla 03) indica que el mayor rendimiento de forraje verde de cebada es 2.22 kg por bandeja, y corresponde a la concentración con GIBER PLUS® 4L.de 2 cc. En cambio, con avena con la misma concentración, el rendimiento baja a 1.86 kg por bandeja; pero que estadísticamente es semejante al rendimiento obtenido con cebada, porque ambos rendimientos reciben la letra A. La diferencia está en que el rendimiento de avena también recibe la letra B.

La interacción se evidencia también en la Figura 2, donde se aprecia que las líneas que representan el rendimiento de ambas especies, a las diferentes concentraciones muestran tendencias diferentes. Con cebada hay una tendencia a obtener mayores rendimientos conforme se alejan las dosis a partir de 1.5 litros de la hormona. En cambio, en avena los rendimientos tienden a ser menores en comparación a cebada, conforme se alejan las concentraciones de aplicación de la hormona partiendo de 1.5 cc. Es por ello que las líneas se acercan en la concentración de 1.5 cc y se alejan para ambos lados, cuando las dosis aumentan o disminuyen.

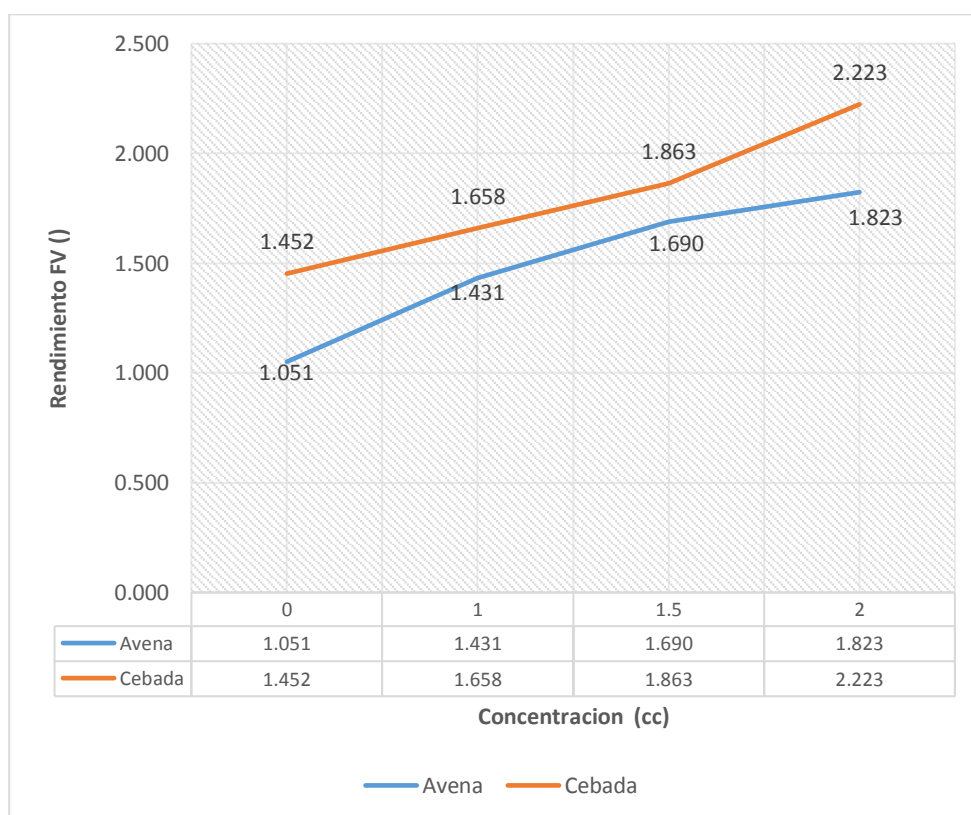


Figura 2.- Rendimiento del forraje verde de avena y cebada en función a las concentraciones hormonas.

4.2. Análisis para la materia seca.

Tabla 4. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de materia seca.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	
					5%	1%
Especie (E)	0.024	1	0.024	0.193 ^{ns}	4.49	8.5
Concentración(C)	2.451	3	0.817	6.556 ^{**}	3.24	5.3
E*C	0.027	3	0.009	0.072 ^{ns}	3.24	5.3
Error	1.994	16	0.125			
Total	4.497	23				

****Significación al 1 % (altamente significativo), ns: no significativo CV = 5.61 %**

Los resultados del análisis de varianza indican que no existe significación para la interacción de especie por concentración, dado que el valor de la F calculada es menor al valor de F tabular, con 95 % de probabilidad. Según este resultado, los factores actúan de manera independiente en la producción de materia seca del forraje (tabla 4).

Se encontró significación estadística para el factor, concentración, dado que el valor de la F calculada es superior la F tabular a la probabilidad del 95 %, lo cual significa que el efecto de GIBER PLUS® 4L es diferente, de acuerdo a la concentración de aplicación.

El coeficiente de variación (CV = 5.61 %), indica la variabilidad de los resultados respecto al rendimiento de la materia seca dentro de cada tratamiento, además que el diseño empleado para el experimento es adecuado.

Tabla 5.- Prueba de Tukey $\alpha = 0.05$, para el rendimiento de materia seca obtenida por efecto de las hormonas.

Concentración (cc)	Materia seca (%)	Prueba por Tukey
2	46.32	A
1.5	40.04	AB
1	37.07	B
0	35.96	B

La prueba de Tukey aplicada al rendimiento de materia seca obtenida en el trabajo indica que el efecto de aplicar GIBER PLUS® 4L. (Tabla 5), en forma pregerminativa, es mejor si se aplica a la concentración de 2cc, puesto que esta concentración recibe únicamente la letra A y podríamos afirmar que supera a los demás tratamientos y al testigo.

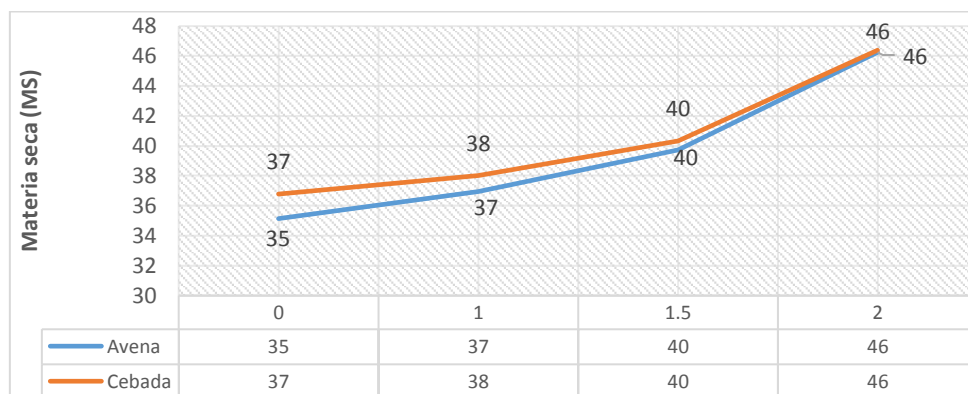


Figura 3. Rendimiento de materia seca de avena y cebada en función a las concentraciones de hormonas.

En la Figura 3, se observa que en ambas especies el rendimiento de materia seca presenta una relación directamente proporcional con la concentración, puesto que al aumentar la concentración aumenta también el rendimiento en materia seca. Se estima que el mayor rendimiento de materia seca en relación al testigo es del 35 % en avena y el 37 % en cebada, con las concentraciones menores, pero es mayor con la concentración más alta, que sería 46 % con avena y cebada: 46 %.

4.2 Análisis para el número de días de germinación.

Tabla 6. Análisis de varianza (ANOVA) para los días a la germinación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	
					5%	1%
Especie (E)	0.02	1	0.02	2.46 ^{ns}	4.49	8.53
Concentración (C)	0.48	3	0.16	19.69 ^{**}	3.24	5.29
E*C	0.03	3	0.01	1.23 ^{ns}	3.24	5.29
Error	0.13	16	0.008			
Total	0.66	23				

****Significación al 1 % (altamente significativo), ns: no significativo CV = 4.83 %**

El coeficiente de variación (CV = 4.83 %), indica un nivel adecuado en la precisión de los datos sobre días a la germinación y también que el diseño empleado para el experimento es adecuado.

Los resultados del análisis de varianza para el número de días de germinación (Tabla 6), muestran que estadísticamente no es significativa la interacción de los factores especie por concentración del producto; por tanto, podemos analizar estos factores en forma separada.

Se encontró significación estadística para el factor concentración, dado que el valor de la F calculada es superior al valor de F tabular a la probabilidad de 95 %, lo cual indica que GIBER PLUS® 4L, influye significativamente en los días a la germinación de semillas de avena y cebada, en forma diferente de acuerdo a la concentración de aplicación.

Tabla 7. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para los días a la germinación obtenida por efecto de las hormonas.

Concentración (cc)	Medias	Prueba de Tukey
0	4	A
1	4	A
1.5	3	B
2	3	B

En la Tabla 7, se aprecia que de acuerdo a la prueba de Tukey, las especies avena y cebada germinan a los tres días cuando reciben GIBER PLUS® 4L, a la concentración de 2 y 1.5 cc. Con la concentración de 1 cc y el testigo germina al cuarto día. Siendo semejantes los resultados con 1.5 y 2 cc, indicaremos como la mejor concentración a 1.5 cc, por el uso de menor cantidad del producto.

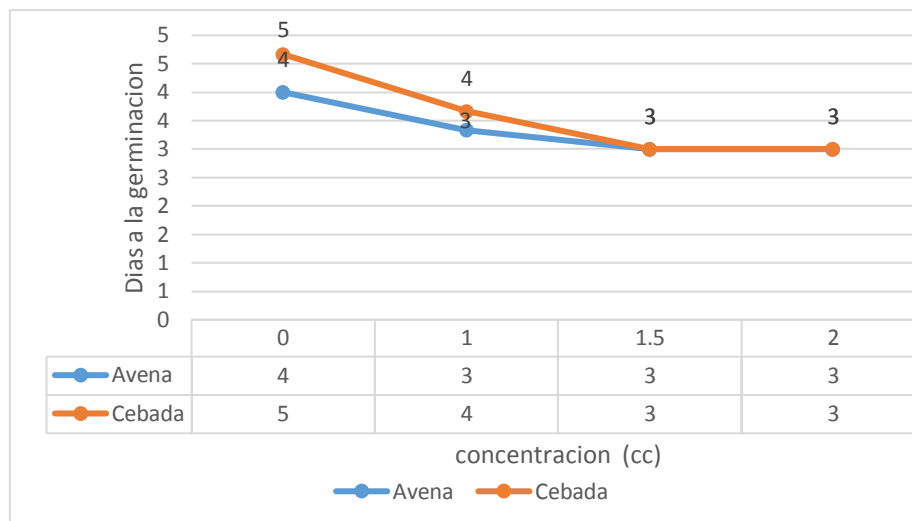


Figura 4. Días a la germinación de avena y cebada en función a la concentración de hormonas.

En la Figura 4, se observa en forma objetiva que en ambas especies los días a la germinación son menores a las de 1.5 y 2 cc.

4.3 Análisis del promedio de altura de planta.

Tabla 8.- Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	
					5%	1%
Especie (E)	12.99	1	12.99	200.82**	4.49	8.53
Concentración (C)	572.92	3	190.97	2951.3**	3.24	5.29
E*C	4.48	3	1.49	23.10**	3.24	5.29
Error	1.04	16	0.06			
Total	591.43	23				

****Significación al 1 % (altamente significativo) CV = 1.23 %**

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta (Tabla 8) muestran significación estadística para la interacción de los factores especie y concentración (E*C), dado que el valor de F calculada es superior al F tabular con 95 % de probabilidad. Lo cual significa que el efecto de la concentración de aplicación, en altura de planta depende de la especie o también que, la altura de planta que logra una especie depende la concentración de aplicación.

De la misma manera, la figura 5, muestra que las líneas que representen la altura lograda con avena y con cebada con las diferentes concentraciones de GIBER PLUS® 4L.; se acercan en la concentración de 1.5 cc; pero luego se alejan conforme bajan las concentraciones y también cuando suben las concentraciones. Visualizándose así la interacción.

Pero con mayor claridad se observa en la Tabla 9 y en la figura 5; que la altura de planta en las dos especies varía en relación directa a la concentración, a mayor concentración mayor altura y a menor concentración menor altura de planta de avena y de cebada y en último lugar el testigo que no recibió GIBER PLUS® 4L.

Tabla 9. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la altura de planta.

Especie	Concentración (cc)	Altura de planta (cm)	Tukey $\alpha = 0.05$
Avena	2	29.24	A
Cebada	2	26.47	A
Avena	1.5	22.46	B
Cebada	1.5	22.05	B
Avena	1	18.78	C
Cebada	1	17.69	C
Avena	0	15.53	C
Cabada	0	13.91	D

El coeficiente de variación ($CV = 1.23\%$), indica buena precisión de los resultados.

La prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$ (Tabla 7), corrobora lo manifestado, puesto que ha asignado la letra A, la concentración de 2 cc, tanto con avena como con cebada. Con lo cual se indica la superioridad de estos dos tratamientos, que superan significativamente a los otros tratamientos y el testigo.

Observamos en la Tabla 9 que en avena la mayor altura fue 29.24 cm y se obtuvo con la concentración de 2 cc de GIBER PLUS® 4L, siendo este tratamiento superior a los otros tratamientos de avena y el testigo. De la misma manera se observa en cebada el tratamiento que consiste en aplicar 2 cc GIBER PLUS® 4L, es el mejor, con 26.47 cm de altura.

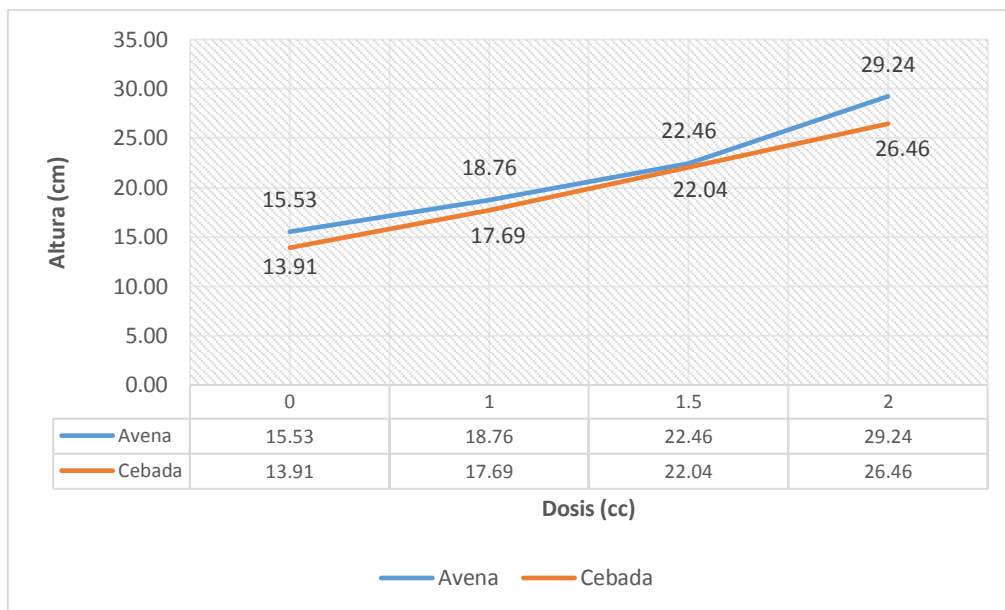


Figura 5. Altura de planta de avena y cebada en función a las dosis hormonas.

4.4 Análisis para el número de días a la cosecha.

Tabla 10.- Análisis de varianza (ANOVA) para los días a la cosecha.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	
					5%	1%
Especie (E)	0.002	1	0.002	0.4 ^{ns}	4.49	8.53
Concentración (D)	0.68	3	0.227	45.33 ^{**}	3.24	5.29
E*D	0.02	3	0.007	1.33 ^{ns}	3.24	5.29
Error	0.08	16	0.005			
Total	0.79	23				

****Significación al 1 % (altamente significativo), ns: no significativo CV = 1.82 %**

Los resultados del análisis de varianza indican que no existe significación estadística para la interacción de especie por concentración (E*C), dado que el valor de F calculada es menor al de F tabular con 95 % de probabilidad. Según este resultado, los factores actúan de manera independiente en los días a la cosecha.

Encontramos en la Tabla 10, que hay diferencias significativas debidas al factor concentración, dado que en este caso el valor de la F calculada es superior al F

tabular a la probabilidad del 95 %, lo cual significa que GIBER PLUS® 4L, ocasiona efectos diferentes en avena y cebada, causando variación en los días a la cosecha, de acuerdo a la concentración de aplicación.

Se aplicó la prueba de Tukey para identificar al mejor tratamiento (Tabla 9).

Tabla 11.- Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para los días a la cosecha obtenida por efecto de concentraciones empleadas.

Dosis (cc)	Días a la cosecha	Prueba de Tukey
2	14	A
1.5	15	B
1	19	C
0	23	C

La prueba de Tukey para la variable días a la cosecha (Tabla 11), indica que el mejor resultado se obtuvo aplicando GIBER PLUS® 4L, a la dosis de 2 cc, dado que esa dosis se cosecho el forraje en verde en el menor tiempo, es decir, en 14 y 15 días.

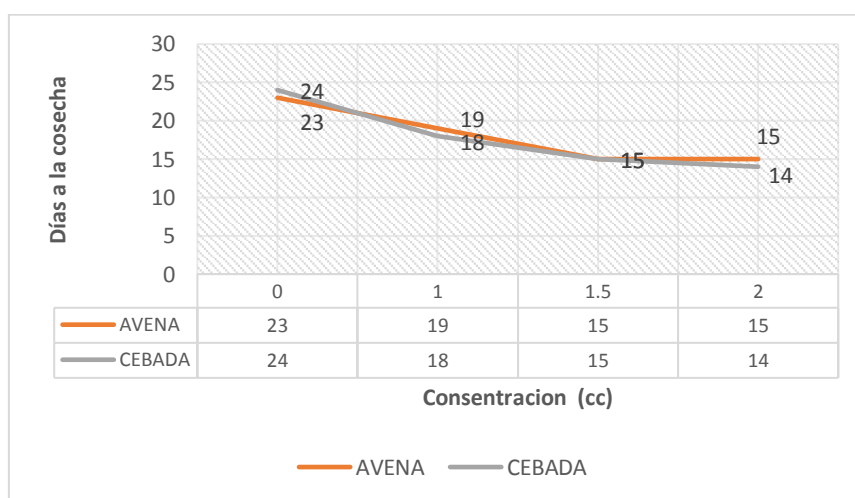


Figura 6. Días a la cosecha de avena y cebada en función a las concentraciones de hormonas.

En la Figura 6, se observa que en ambas especies el tiempo transcurrido hasta la cosecha sigue una relación inversa a la concentración, puesto que con las mayores concentraciones se cosecha a menos tiempo (14 y 15 días); mientras que con la menor concentración se cosecha a los 18 y 19 días. El testigo que no recibió GIBER PLUS® 4L, se cosecho en el mayor tiempo 23 y 24 días.

4.7. Comportamiento de la altura de planta en función de los días.

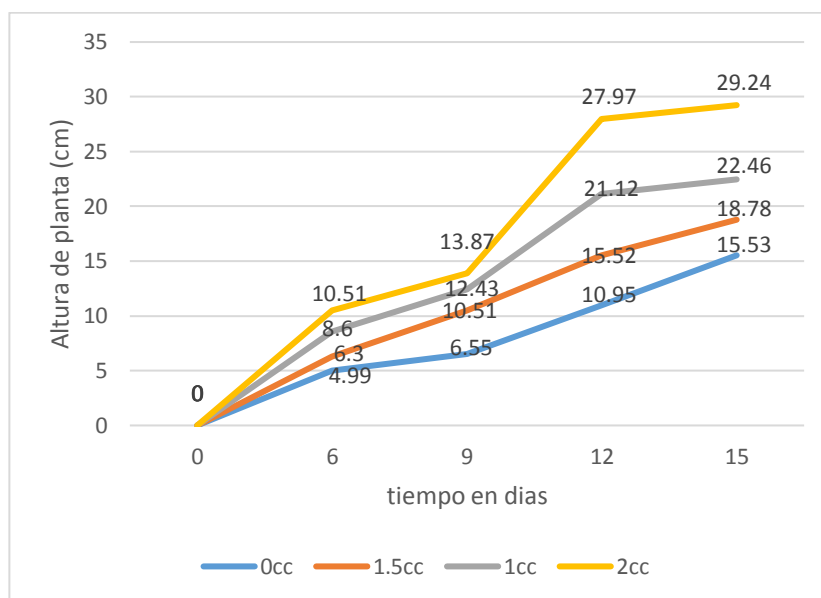


Figura 7.- Comportamiento de la altura de planta de avena en función de los días.

En la Figura 7, se observa que el aumento en altura de planta de avena, se da en razón directa a la concentración puesto que la mayor altura corresponde a la más alta concentración (27.97 cm).

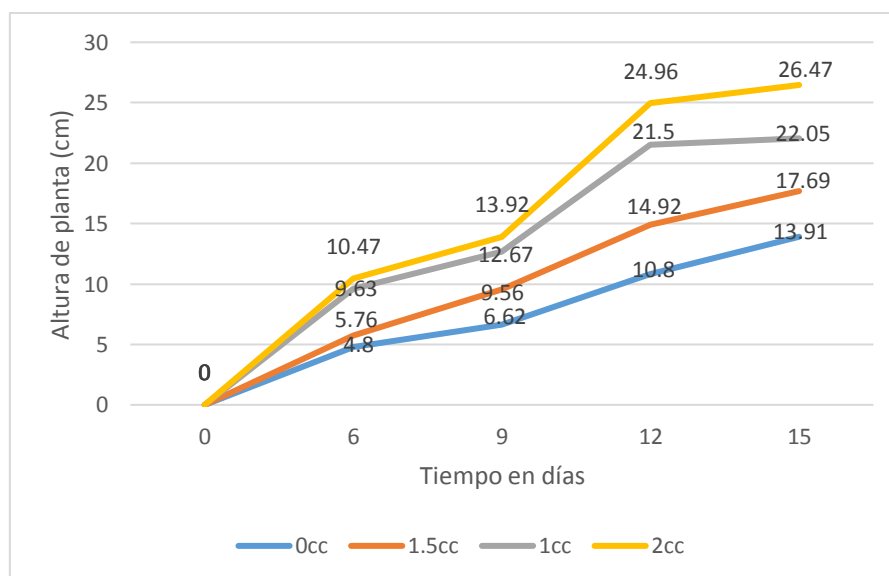


Figura 8. Comportamiento de la altura de planta de cebada en función de los días.

En la Figura 8, se observa el comportamiento de la altura de planta de cebada, es semejante al mostrado por la planta de avena.

4.8. Comportamiento de porcentaje de germinación en función de los días.

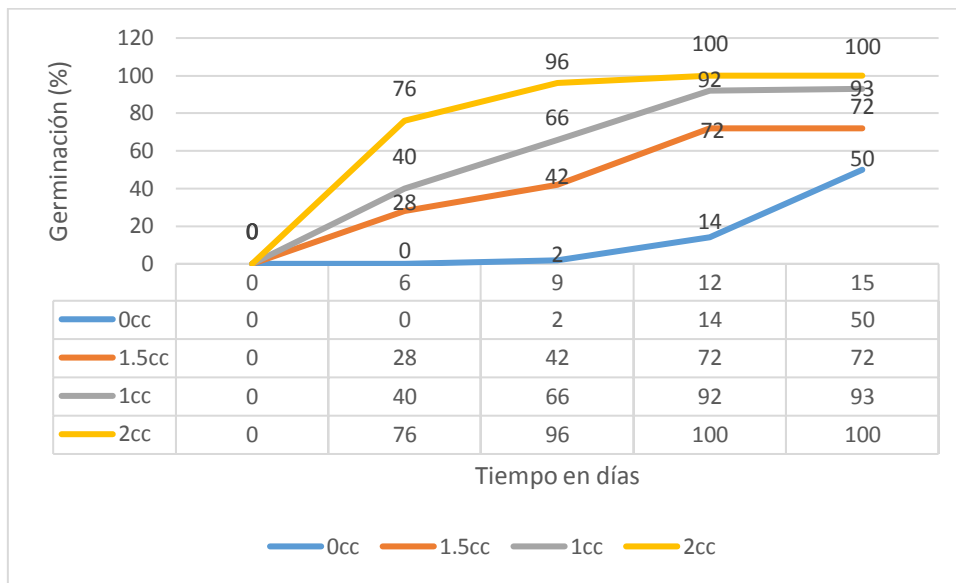


Figura 9. Comportamiento del porcentaje de germinación en avena en función de los días.

En la Figura 9, se observa el comportamiento de la germinación en avena, donde encontramos que el porcentaje de germinación aumenta en relación directa a la concentración de GIBER PLUS® 4L.

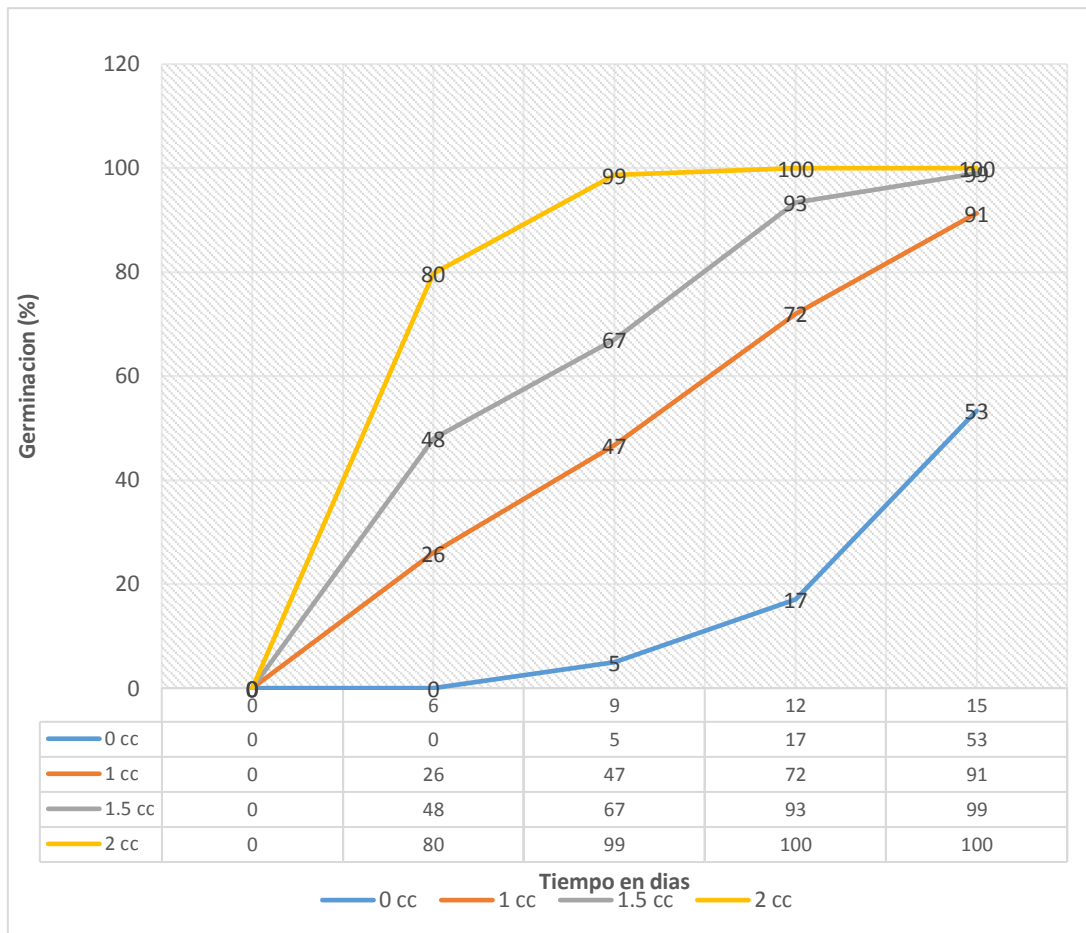


Figura 10. Comportamiento del porcentaje de germinación en cebada en función de los días.

En la Figura 10, se observa el comportamiento de la germinación en cebada, el mismo que el observado con avena. Puesto que las semillas que recibieron suministro de hormonas presentaron mayor proporción de germinación que el mayor porcentaje de germinación se obtiene con la mayor concentración y el menor porcentaje de germinación lo encontramos con la menor concentración y el testigo que no recibió GIBER PLUS® 4L.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados del trabajo de investigación realizado mostraron que, si hubo efecto del tratamiento pregerminativo de GIBER PLUS® 4L, en semillas de avena y cebada; obteniéndose el mejor rendimiento en forraje verde (2.22 y 1.82 kg/bandeja, con cebada y avena, respectivamente), con la concentración de 2 cc. El porcentaje de materia seca también fue mayor 46.32% en avena y cebada, con la concentración de 2 cc. El porcentaje de germinación llegó al 100 % con la concentración de 2 cc. También se logró la mayor altura de planta (26.47 cm en cebada y 29.24 cm en avena), con la mayor concentración de GIBER PLUS® 4L, de 2 cc. El menor tiempo a la cosecha (14 días), se obtuvo con la mayor concentración de GIBER PLUS® 4L (2cc).

1. Se recomienda seguir realizando de este tipo de trabajos de investigación; puesto que la investigación es muy amplia y que servirá para otros trabajos de importancia.

CAPÍTULO VI

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Camino, M. 2015. Trabajo de investigación. Evaluación de dos Fitohormonas en el cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus B.*) para incrementar su producción. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de ciencias Agropecuarias. Cevallos - Ecuador.

Carballido, C. 2005. Forraje verde hidropónico. Artículos Agropecuarios: Forraje verde hidropónico, consultado el 10 de abril del 2018. Disponible en: <http://www.ofertasagricolas.cl7articulos/88>. Chile.

Ccente, F; Cornejo, N. 2016. Influencia de diferentes concentraciones de biol y tiempo de cosecha en la composición química y producción de cebada hidropónica. Huancavelica – Perú universidad nacional de Huancavelica.10 p.

Chang, M; Hoyos, M; Rodríguez, A. 2000. Manual práctico de hidroponía: Sistema de raíz flotante y sistema de subnstrato sólido. Perú. 42 p.

Charles, L. 1995. Rendimientos de los cultivos hidropónicos bajo el sistema de invernadero. Barcelona, España. 23 p.

Cueva, J. 2007. Efecto del ácido 3 indol – butírico (AIB) para incrementar la producción de raíces comerciales en yuca (*Manihot esculenta*) Valencia. carretera de ciencia y producción agropecuaria. Zamorano, Honduras.

FAO (Organización de las Naciones Unidas). 2001. Forraje verde hidropónico. Manual Técnico: Mejoramiento de la dispersión de alimentos en los Centros de desarrollo infantil del INNFA. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe Santiago de Chile.

FAO. 2001. Forraje verde hidropónico. Primera edición. Santiago Chile. 34 p.

FAO. 2002. Manual de forraje verde hidropónico. 8en línea). Santiago de Chile. Disponible en. www.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/hidro/pdf. Fecha de consulta el 19 de marzo del 2018.

FAO. 2005. Manual Técnico. “La huerta hidropónica popular” de la Organización de las Naciones Unidas panj6yra la agricultura y la alimentación (FAO). [En línea]
http://www.veterinaria.uchile.cl/mundogranja2005/proyectos/integrado_ciencias/archivos/MANUAL_HIDROPONÍA.pdf[consulta 2noviembre/2017].

Gelvez, D. 2009. Cereales. 3 ed. Bogotá, CO, Prentex. 345 p.

Gómez, M. 2007. Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba, Ecuador. 26 p.

Gutiérrez, L. 2000. Cultivos hidropónicos. Bogotá, Colombia. Edit. Génesis.

Hidalgo, L. 1985. Producción de forrajes en condiciones de hidroponía. Evaluaciones preliminares de Avena y Triticale. Chillan, Chile. 35, 45 p.

INFOCAMPO 2009. La venta de invernaderos a productores crece 20 % (en línea) www.infocampo.com.ar/infocampo-semanario/10904-la-venta-de-invernadero-a-productores-crece-20/ fecha de consulta de 10 de Abril del 2018.

Howard, M. 1987, Cultivos hidropónicos, Ediciones Mundi – Prensa, Madrid - España. pp. 150.

Izquierdo, J. 2000. Hidroponía escolar (en línea). Santiago de ch. Consultado 20 de Nov. 2012. Disponible en: http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/hidrop/pdf/hidro_1.

LA MOLINA, 2000. Manual práctico en hidroponía. Ed. Mekanobooks. E.I.R.L. Perú, Lima. 96 p.

Malca, G. 2005. Clima. En: Fomo E. & M. Baudoin (Eds). Historia Natural de un valle en Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología – UMSA. BO. 27 p.

Molina, J. 1989. La cebada Ediciones Multi-prensa. Madrid, España. 73 p.

Paco, J. 2018. Trabajo de investigación. Producción de forraje verde hidropónico de cebada y avena con adición de fitohormonas en Cabana – Puno. Universidad nacional del altiplano, Facultada De Ciencias Agrarias. Puno – Perú.

Unavarra. 2011. Forrajes hidropónicos. En línea. Consultado 12 de marzo del 2018. Disponible en http://www.unavarra.es/servicio/herbario/pratenses/htm/A-ven_sati_p.htm.

Resh, H. 1987. Cultivos Hidropónicos. Segunda edición. Ed. ICTHUS, Madrid, España. pp.296.

Resh, H. 2001. Cultivos hidropónicos; Nuevas técnicas de producción, cuarta edición, Editorial Mundi Prensas. Madrid – España. 125 p.

Rodríguez, A. 2001. Manual práctico de hidroponía. Centro de investigación de hidroponía y nutrición mineral. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 56,57 p.

Rodríguez, A. 2003. Como producir con facilidad, rapidez y óptimos resultados forraje verde hidropónico. Ed. Diana México. ISBN: 968-13-3613-5. 113 p.

Rodríguez S A. C. 2003. Forraje verde hidropónico. Editorial Diana. Primera Edición. S.A. de C.V. México D.F. Pp. 1-2, 20 - 35

Rosas, A.; Sánchez, N. 1995. Manual de cultivos hidropónicos. 2 ed. Bogotá, CO, Uniagraria. 126 p.

Sánchez, C. A. 2001. Manual Técnico “Producción de Forraje Verde Hidropónico“, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile

Samperio, G. 1997. Hidroponía básica. 1ª ed. México. Edit. Diana.

Samperio, G. 2007. Forraje hidropónico. Memorias del VIII congreso de rentabilidad de la producción de forraje verde y conservado. Asociación Hidropónica mexicana, A.C. Querétareo, México. 15 p.

Schubert, M. 1981. Cultivos hidropónicos. Lima, PE, UTHEA. 225 p.

SICA (Sistema de integración Centroamérica). 2000. Cultivos controlados. Disponible en www.sica.gov.ec/consultado. Fecha de consulta 20 de marzo del 2018. Quito, Ecuador.

Silva, L. 2013. Trabajo de investigación. Tratamiento pre germinativo de las semillas de trigo (*Triticum sativum*), Avena (*Avena sativa*) y Cebada (*Hordeum vulgare*) en cultivos hidropónicos). Universidad técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica – Cevallos – Ecuador.

Tarrillo, H. 2005. Manual de producción de Forraje verde hidropónico, Segunda Edición. Ed. Forraje hidropónico E.I.R.L. Perú. 41 p.

Tarillo, H. 2007. Forraje verde hidropónico, forraje de alta calidad, para la alimentación animal (en ínea). Arequipa, Perú. Consultado el 15 noviembre. 2017. Disponible en: <http://www.ofertasagricolas.cl/articulos/print.php?id=88>

Universidad Agraria La Molina. 2005. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. (en línea). Lima, Pe. 10 de oct. De 2015. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/ciencias/hidroponia/default.htm>.

Vargas, Y. 2016. Determinación del tratamiento Auxínico (Ácido Indol – 3-Butírico) en el enraizamiento de estacas de zarzamora L.). Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias. Cajamarca – Perú.

Vivanco, J. 2009. Evaluación de la eficiencia de Bioplus, Hormonagro y Enraizador universal, en la propagación asexual de *Hypericum* sp. Tesis Ing. Agr. Escuela Superior Politécnica Chimborazo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 78p.

ANEXOS

Tabla 12. Datos obtenidos de la altura de planta promedio de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) en cm.

Especie	Avena				Cebada			
Concentración	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc
1	15.59	18.585	22.55	29.55	14.05	17.535	21.505	26.355
2	15.695	18.965	22.17	29.205	13.755	17.68	22.385	26.605
3	15.295	18.715	22.665	28.96	13.91	17.84	22.24	26.425
TOTAL	46.58	56.27	67.39	87.72	41.72	53.06	66.13	79.39
PROMEDIO	15.53	18.76	22.46	29.24	13.91	17.69	22.04	26.46

Tabla 13. Datos obtenidos de porcentaje de germinación de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*)

Especie	Avena				Cebada			
Concentración	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc
1	50	90	100	100	55	89	100	100
2	45	88	100	100	47	90	99	100
3	55	95	98	100	58	95	98	100
TOTAL	150	273	298	300	160	274	297	300
PROMEDIO	50.00	91.00	99.33	100.00	53.33	91.33	99.00	100.00

Tabla 14. Datos obtenidos de porcentaje de germinación de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) (Datos transformados $Y = \sqrt{X}$)

Especie	Avena				Cebada			
Concentración	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc
1	7.07	9.49	10	10	7.42	9.43	10	10
2	6.71	9.38	10	10	6.86	9.49	9.95	10
3	7.42	9.75	9.90	10	7.62	9.75	9.90	10
TOTAL	21	29	30	30	22	29	30	30
PROMEDIO	7.07	9.54	9.97	10.00	7.30	9.56	9.95	10.00

Tabla 15. Datos obtenidos de días a la germinación de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*)

Especie	Avena				Cebada				
	Concentración	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc
1		4	4	3	3	5	4	3	3
2		4	3	3	3	4	3	3	3
3		4	3	3	3	5	4	3	3
TOTAL		12	10	9	9	14	11	9	9
PROMEDIO		4	3	3	3	5	4	3	3

Tabla 16. Datos obtenidos de días a la germinación de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) (Datos transformados $Y = \sqrt{X}$)

Especie	Avena				Cebada				
	Concentración	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc
1		2	2	1.73	1.73	2.24	2	1.73	1.73
2		2	1.73	1.73	1.73	2	1.73	1.73	1.73
3		2	1.73	1.73	1.73	2.24	2	1.73	1.73
TOTAL		12	10	9	9	14	11	9	9
PROMEDIO		4	3	3	3	5	4	3	3

Tabla 17. Datos obtenidos de porcentaje de días a la cosecha de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*).

Especie	Avena				Cebada				
	Concentración	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc
1		18	15	15	15	19	16	15	14
2		18	16	15	14	19	15	16	14
3		17	16	16	15	18	16	15	15
TOTAL		53	47	46	44	56	47	46	43
PROMEDIO		18	16	15	15	19	16	15	14

Tabla 18. Datos obtenidos de porcentaje de días a la cosecha de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) (Datos transformados $Y = \sqrt{X}$)

Especie	Avena				Cebada			
	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc
Concentración								
1	4.24	3.87	3.87	3.87	4.36	4	3.87	3.74
2	4.24	4	3.87	3.74	4.36	3.87	4	3.74
3	4.12	4	4	3.87	4.24	4.00	3.87	3.87
TOTAL	12.61	11.87	11.75	11.49	12.96	11.87	11.75	11.36
PROMEDIO	4.20	3.96	3.92	3.83	4.32	3.96	3.92	3.79

Tabla 19. Datos obtenidos de Rendimiento de forraje verde de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*).

Especie	Avena				Cebada			
	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc
Concentración								
1	1.025	1.39	1.72	1.83	1.467	1.66	1.875	2.19
2	1.09	1.469	1.62	1.765	1.49	1.68	1.82	2.37
3	1.038	1.435	1.73	1.875	1.4	1.635	1.895	2.11
TOTAL	3.153	4.294	5.07	5.47	4.357	4.975	5.59	6.67
PROMEDIO	1.051	1.431	1.690	1.823	1.452	1.658	1.863	2.223

Tabla 20. Datos obtenidos de porcentaje de materia seca de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*).

Especie	Avena				Cebada			
	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc
Concentración								
1	39.84	36.57	43.55	48.91	33.53	38.90	40.98	46.70
2	41.94	37.98	37.65	44.37	36.40	35.64	40.45	45.33
3	23.65	36.35	38.02	45.48	40.41	36.95	39.56	47.14
TOTAL	105.43	110.90	119.22	138.75	110.35	111.49	120.98	139.17
PROMEDIO	35.14	36.97	39.74	46.25	36.78	37.16	40.33	46.39

Tabla 21. Datos obtenidos de porcentaje de materia seca de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) (Datos transformados $Y = \sqrt{X}$)

Especie	Avena				Cebada			
	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc
1	6.31	6.05	6.60	6.99	5.79	6.24	6.40	6.83
2	6.48	6.16	6.14	6.66	6.03	5.97	6.36	6.73
3	4.86	6.03	6.17	6.74	6.36	6.08	6.29	6.87
TOTAL	17.65	18.24	18.90	20.40	18.18	18.29	19.05	20.43
PROMEDIO	5.88	6.08	6.30	6.80	6.06	6.10	6.35	6.81

Tabla 22. Altura de planta de avena en función de los días

Tiempo (Días)	Concentración de GIBER PLUS® 4L.			
	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc
0	0	0	0	0
6	4.99	6.30	8.60	10.51
9	6.65	10.51	12.43	13.87
12	10.95	15.52	21.12	27.97
15	10.95	15.52	21.12	27.97

Tabla 23. Altura de planta de cebada en función de los días.

Tiempo (Días)	Concentración de GIBER PLUS® 4L.			
	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc
0	0	0	0	0
6	4.80	6.76	9.63	10.47
9	6.62	9.56	12.67	13.92
12	10.80	14.92	21.50	24.96
15	10.80	14.92	21.50	24.96

Tabla 24. Germinación de semillas de avena en función de los días.

Tiempo (Días)	Concentración de GIBER PLUS® 4L.			
	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc
0	0	0	0	0
6	0	28	40	76
9	2	42	66	96
12	14	72	92	100
15	50	72	93	100

Tabla 25. Germinación de semillas de cebada en función de los días.

Tiempo (Días)	Concentración de GIBER PLUS® 4L.			
	0 cc	1 cc	1.5 cc	2 cc
0	0	0	0	0
6	0	26	48	80
9	5	47	67	99
12	17	72	93	100
15	53	91	99	100



Figura 11. Pesado de las semillas del experimento avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*).



Figura 12. Identificación de las semillas del experimento avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*).



Figura 13. Lavado de bandejas que serán utilizados.



Figura 14. Disolución del hipoclorito de sodio para la desinfección de materiales a utilizar.



Figura 15. Desinfección de los baldes.



Figura 16. Desinfección de bandejas que serán utilizados para la germinación de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*).



Figura 17. Realizando el oreo de las semillas de avena (*Avena sativa*).



Figura 18. Realizando el oreo de las semillas de cebada (*Hordeum vulgare*).



Figura 19. Mezclado de GIBER PLUS® 4L en las diferentes concentraciones y para cada tratamiento.



Figura 20. Mezclar las concentraciones del GIBER PLUS® 4L en las especies forrajeras avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*).



Figura 21. Colocación y distribución de las bandejas con las especies forrajeras avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) con los diferentes tratamientos.



Figura 22. Inicio de germinación con la aplicación del GIBER PLUS® 4L en las especies forrajeras avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) con los diferentes tratamientos.



Figura 23. Germinación de la especie forrajera avena (*Avena sativa*), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.



Figura 24. Germinación de la especie forrajera avena (*Avena sativa*), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.



Figura 25. Evaluación de cebada (*Hordeum vulgare*), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.



Figura 26. Evaluación de cebada (*Hordeum vulgare*), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.

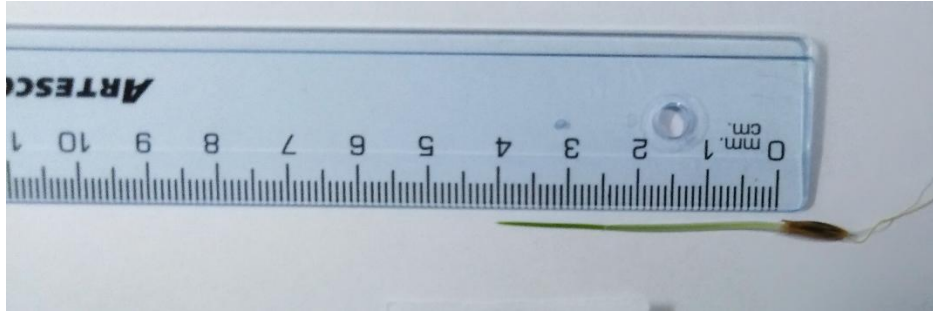


Figura 27. Medición del tallo de la especie forrajera avena (*Avena sativa*), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.

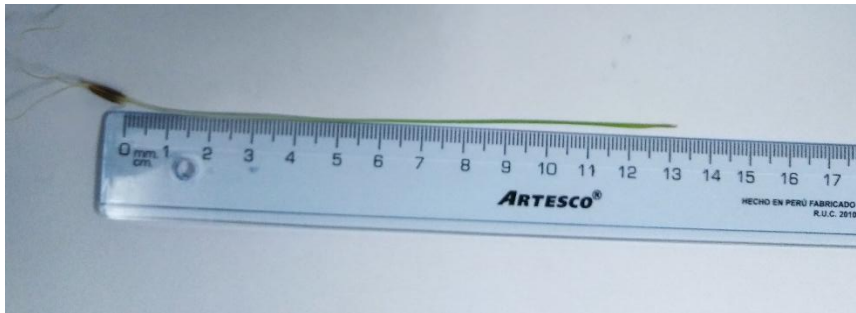


Figura 28. Medición del tallo de la especie forrajera avena (*Avena sativa*), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.



Figura 29. Altura de la especie forrajera avena (*Avena sativa*), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.



Figura 30. Altura de la especie forrajera cebada (*Hordeum vulgare*), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.

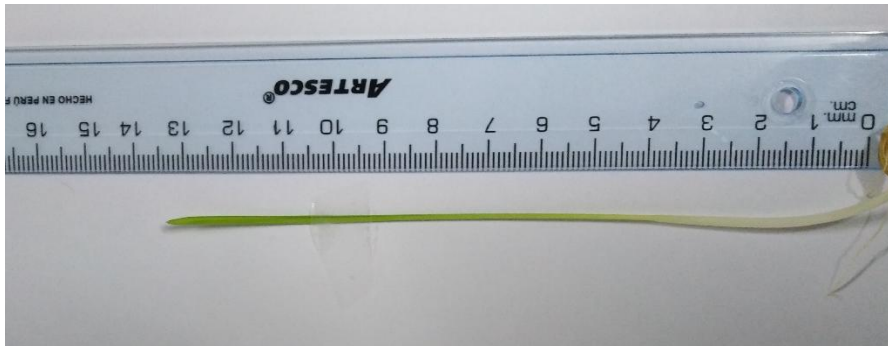


Figura 31. Altura de la especie forrajera cebada (*Hordeum vulgare*), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.



Figura 32. Altura de la especie forrajera cebada (*Hordeum vulgare*), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.



Figura 33. Altura de la especie forrajera avena (*Avena sativa*), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.



Figura 34. Altura de la especie forrajera avena (*Avena sativa*), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.

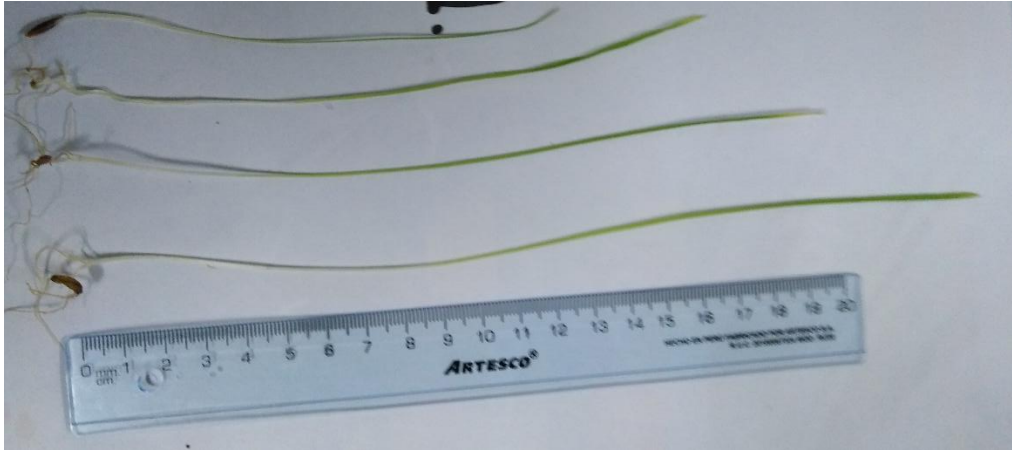


Figura 35. Altura de la especie forrajera avena (*Avena sativa*), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.



Figura 36. Altura de la especie forrajera avena (*Avena sativa*), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.

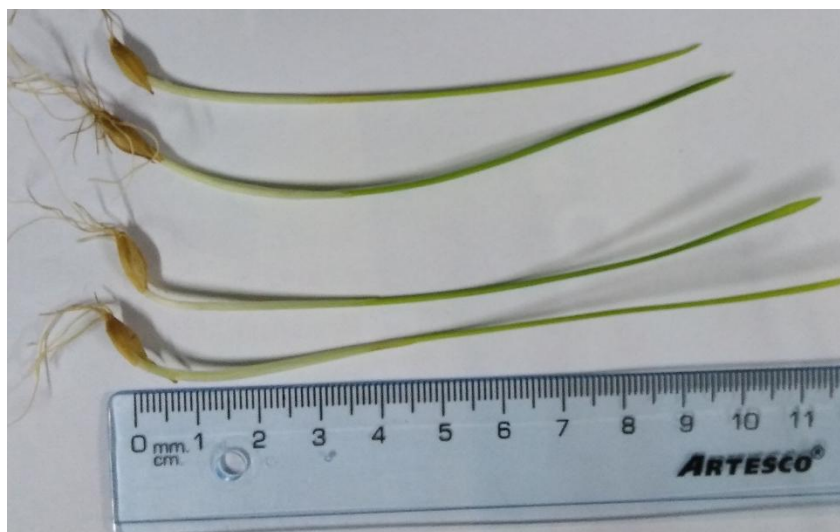


Figura 37. Altura de la especie forrajera cebada (*Hordeum vulgare*), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.



Figura 38. Altura de la especie forrajera cebada (*Hordeum vulgare*), sin aplicación del GIBER PLUS® 4L.

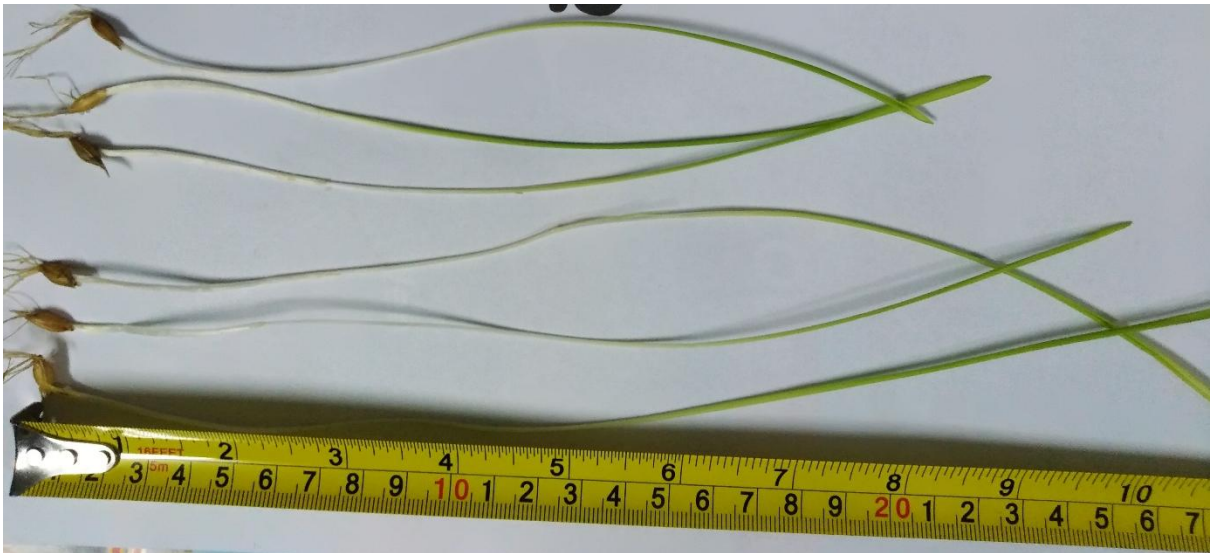


Figura 39. Altura de la especie forrajera cebada (*Hordeum vulgare*), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.



Figura 40. Altura de la especie forrajera cebada (*Hordeum vulgare*), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.



Figura 41. Altura máxima de la especie forrajera avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*), con aplicación del GIBER PLUS® 4L.



Figura 42. Muestras de especie forrajera avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*), colocadas a la estufa.