



Efecto de dosis de Zn para disminuir el tiempo de germinación y emergencia en la producción de microgreens de lechuga, fréjol mungo y cebolla puerro

Jara Carrera, Jessica Nathaly

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Landázuri Abarca, Pablo Aníbal Mgtr.

16 de agosto del 2023



ANTECEDENTES

INTRODUCCIÓN - JUSTIFICACIÓN - IMPORTANCIA



INTRODUCCIÓN

- La impregnación de micro elementos en semillas de la siembra se ha convertido en una alternativa viable para eliminar algunas carencias.



JUSTIFICACIÓN

- Existen estrategias para resolver los problemas como la desnutrición, con los microgreens, el cual es un nuevo tipo de ensalada que ha ganado popularidad y atención en los últimos años, además de ser una rica fuente de nutrientes y vitaminas con propiedades nutricionales.



IMPORTANCIA

- Los microgreens pueden jugar un papel importante en la salud humana por lo que ha ido en aumento su popularidad y consumo por que contiene concentraciones mucho más altas de vitaminas, carotenoides que las especies



Fuente:
Castagnino et al., 2020
Intriago, 2021
Martínez et al., 2016



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

OBJETIVOS

GENERAL - ESPECIFICOS



GENERAL

- Evaluar el efecto de las dosis de Zn para disminuir el tiempo de germinación y emergencia en la producción de microgreens de lechuga, fréjol mungo y cebolla puerro.



ESPECÍFICOS

- Analizar los parámetros agronómicos de microgreens de lechuga, fréjol mungo y cebolla puerro tratados con distintas dosis de zinc.
- Valorar los parámetros fisiológicos de microgreens de lechuga, fréjol mungo y cebolla puerro tratados con distintas dosis de zinc.
- Establecer los parámetros productivos alcanzados en microgreens de lechuga, fréjol mungo y cebolla puerro tratados con distintas dosis de zinc.
- Determinar el contenido nutricional de zinc de microgreens de lechuga, fréjol mungo y cebolla puerro bajo el efecto de distintas dosis de Zn.



REVISIÓN DE LITERATURA

PROCESO

Beneficios

Ricos en antioxidantes y otros fitonutrientes.

Reducen el riesgo de ciertos tipos de cáncer y enfermedades cardíacas.

Los fitonutrientes más comunes en los microvegetales son el betacaroteno y otros carotenoides, así como las vitaminas K, C y E



Los microgreens son pequeños, de unos 2,5-7,6 cm incluyendo tallos y cotiledones, proporcionan una amplia gama de sabor intenso, color brillante y textura suave.



Semillas y Siembra

- Se recomienda una plantación densa para aumentar los rendimientos.



Riego

- El riego de fondo es mejor porque mantiene secos los tallos y las hojas.



Cosecha y almacenamiento

- Deben estar disponibles y consumirse lo antes posible.



REVISIÓN DE LITERATURA

SIEMBRA

PRESIEMBRA

- Activación de las semillas



- Desinfección de las semillas



- Enjuague



SUSTRATOS



Turba tiende a promover un crecimiento más rápido y mayores rendimientos en fresco



Promueve la acumulación de nitratos

SIEMBRA DE SEMILLAS



La densidad utilizada debe ser de aproximadamente de 1 a 4 semillas por centímetro cuadrado



UBICACIÓN



Las bandejas se deben guardar en un lugar oscuro hasta que germinen (2 o 3 días).



Fuente:

- Arumugam & Tamilselvi, 2018
- Castagnino et al., 2020).



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

REVISIÓN DE LITERATURA

Micronutrientes impregnados en semillas

Tienen el potencial de mejorar el crecimiento de los cultivos y el enriquecimiento de los nutrientes de los cultivos.



Zinc

Participa en el metabolismo hormonal regulando los niveles de auxina a través de la síntesis del aminoácido triptófano.



Turba

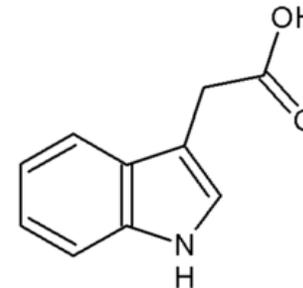
La capacidad de absorción de agua es de 57,77 % -69,29 %, y la porosidad es de 8,66 % -14,44 %.



Fuente:

- Almendros et al., 2008
- Paca, 2022
- Intriago, 2021
- Vega et al., 2016)

Ácido indolacético



El AIA está involucrado en el crecimiento y desarrollo de las plantas.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

REVISIÓN DE LITERATURA

LECHUGA



- Rica en principios vitamínicos
- Contiene el 94,8 por 100 de agua
- 1,2 por 100 de proteína
- 0,2 por 100 de grasas
- 2,9 por 100 de hidratos de carbono
- En crudo tiene elevadas dosis de vitaminas A, B1, B2, C y E, así como minerales.



CEBOLLA PUERRO



- Alto contenido de vitaminas A, B, C, minerales y calorías.
- Contiene el 95 por 100 de agua
- Contenido de humedad del 64 %
- 7°C germina y tarda de 10 a 12 días
- hidratos de carbono (1,4 g por 100 g)
- proteínas (1,5 g por 100 g),
- grasa (0,2 g por 100 g)



FREJOL MUNGO



- Germinan de 3 a 4 días después de la siembra.
- Contiene 1,25 gramos de grasa.
- Contenido 62,2 gramos. De carbohidratos.
- 16,3 gramos de fibras.
- 23,86 gramos de proteína
- Una aproximación total de 347 calorías(17% de la ingesta diaria).



Fuente:

- (Gómez, 2004).
- Chanataxi, 2016
- FAO, 2011
- Fassio et al., 1998
- Parera, 2017



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

METODOLOGÍA



ÁREA DE ESTUDIO



Figura 1. Ubicación Laboratorio de Nutrición vegetal y el Invernadero de Horticultura IASA I.
Fuente: Google Maps, 2023

METODOLOGÍA

Tabla 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Dosis de Zn (μM)
T1	0
T2	25
T3	50
T4	100

FT1R1	FT2R2	FT3R3	FT4R4
FT2R1	FT3R1	FT1R4	FT4R1
FT3R2	FT4R2	FT2R3	FT1R3
FT4R3	FT1R2	FT3R4	FT2R4
CT1R1	CT3R1	CT4R2	CT2R1
CT4R1	CT1R2	CT2R2	CT3R2
CT3R3	CT2R3	CT1R3	CT4R3
CT2R4	CT4R4	CT3R4	CT1R4
LT1R1	LT3R1	LT4R4	LT2R4
LT3R2	LT1R2	LT2R3	LT4R3
LT4R2	LT2R2	LT1R3	LT3R3
LT2R1	LT3R4	LT4R1	LT1R4

F=Frejol Mungo
L=Lechuga
R=Repetición

C=Cebolla Puerro
T=Tratamientos



DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño Experimental



- Diseño completamente al azar (3 x 4) con 4 repeticiones.
- El ensayo contó con 48 unidades experimentales entre las tres variedades con 4 tratamientos de zinc (0 / 25 / 50 y 100 μM) con un tiempo de remojo de 24 horas

Análisis de Datos



- Estadística descriptiva: media, error estándar.
- ANAVA
- Gráficos de barras.
- Pruebas de comparación de medias Tukey.

Significancia



- Declarada cuando $P \leq 0.05$

MATERIALES Y MÉTODOS

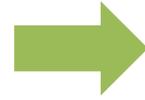
GERMINACIÓN



Esterilización de sustrato



Esterilización de agua



Peso sulfato de zinc.



Preparación de las soluciones.



Conteo de semillas



Siembra



Sellado



Cubrimiento con sarán



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VARIABLES EVALUADAS



Porcentaje de germinación



Emergencia de microgreens



Rendimiento biológico



Producción de masa seca



Largo de las raíces



Producción de clorofila



Concentración de AIA



Contenido de Zinc

METODOLOGÍA

Fórmulas utilizadas:

$$\text{Porcentaje de germinación (\%)} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Semillas totales}} * 100$$

$$TE = \frac{\text{N° de semillas germinadas}}{\text{Periodo de germinación}}$$

$$\% \text{ Rendimiento biológico} = \left(\frac{FW}{M} \right) * 100$$

$$\text{Concentración de AIA} (\mu\text{g. ml}^{-1}) = \left(\frac{Y - 0,002}{0,009} \right)$$

$$Ch - a = 13,36_{664}^a - 5,19_{649}^a$$

$$Ch - b = 27,43_{649}^a - 8,12_{664}^a$$

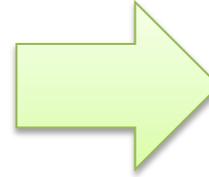
Clorofila total = clorofila a – clorofila b

$$\text{Contenido de zinc} \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) = \frac{\left(\text{Concentración} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) - \text{Concentración del blanco} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) \right) * \text{volumen}(\text{ml})}{\text{Peso (g)}}$$



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cakmak (2015) asegura que el zinc al ser un oligoelemento esencial para el desarrollo y crecimiento de las plantas va a tener un gran impacto en la progresión nutricional inicial de varios cultivos, ya que interviene en la calidad de germinación y el rendimiento.



Porcentaje de germinación

Lechuga= ($F_{3,28}=0,22$; $P=0,8826$).

Cebolla Puerro=($F_{3,28}=0,003$; $P=0,9998$).

Fréjol Mungo =($F_{3,28}=0,09$; $P=0,9675$).

Tiempo de emergencia (Horas)

Dosis μM	Lechuga	Cebolla Puerro	Fréjol Mungo
0	168,00 \pm 0,00 a	174,00 \pm 12,00 a	168,00 \pm 0,00 a
25	150,00 \pm 12,00 b	150,00 \pm 13,86 a	162,00 \pm 12,00 a
50	168,00 \pm 0,00 a	168,00 \pm 0,00 a	156,00 \pm 24,00 a
100	168,00 \pm 0,00 a	168,00 \pm 0,00 a	150,00 \pm 22,00 a



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Largo de las raíces

Dosis μM	Lechuga	Cebolla Puerro	Fréjol Mungo
0	3,15 \pm 1,30 ab	3,31 \pm 0,75 a	12,48 \pm 1,43 ab
25	4,06 \pm 1,03 a	3,47 \pm 0,75 a	12,84 \pm 1,02 a
50	3,13 \pm 0,60 ab	3,60 \pm 0,64 a	10,97 \pm 1,98 b
100	2,64 \pm 0,54 b	4,18 \pm 0,87 a	10,98 \pm 1,36 b

Largo de raíz

Lechuga=($F_{3,36}=4,12$; $P=0,0130$).

Fréjol Mungo=($F_{3,36}=4,37$; $P=0,0100$).

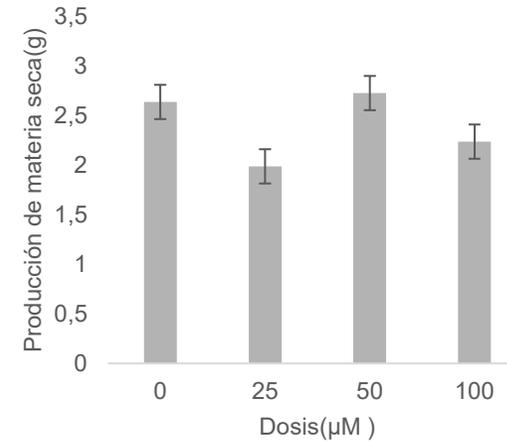
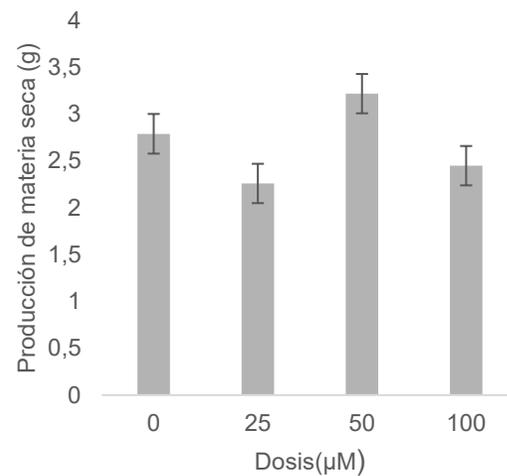
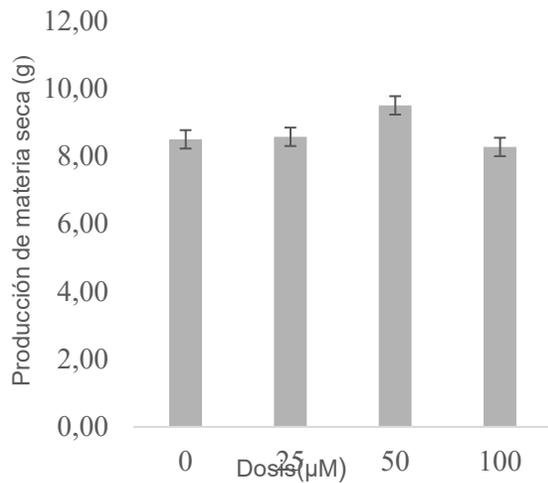
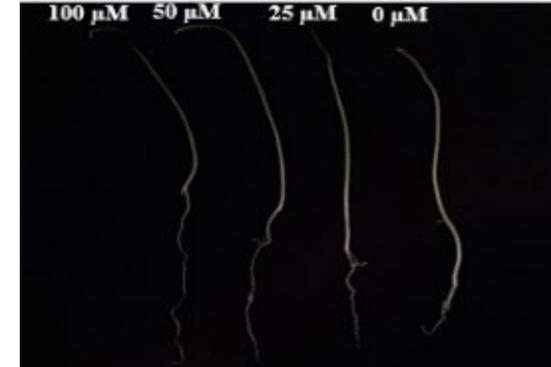
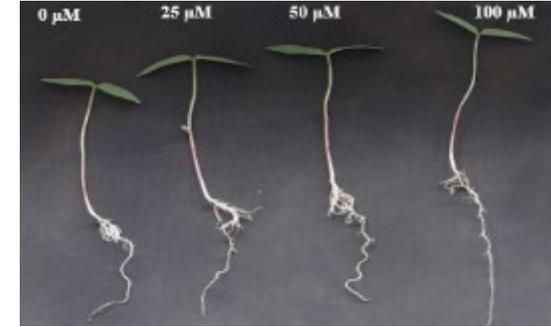
Cebolla Puerro=($F_{3,36}=2,49$; $P=0,0756$).

Las semillas tratadas con zinc aumentan la velocidad y tiempo de germinación (Intriago,2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de los microgreens

Dosis μM	Lechuga	Cebolla Puerro	Fréjol Mungo
0	$8,92 \pm 0,49$ ab	$8,86 \pm 0,47$ a	$12,64 \pm 0,78$ ab
25	$9,24 \pm 1,14$ a	$8,58 \pm 0,45$ a	$11,78 \pm 0,83$ a
50	$8,56 \pm 0,57$ ab	$8,89 \pm 0,42$ a	$11,71 \pm 0,95$ ab
100	$7,88 \pm 0,49$ b	$8,82 \pm 0,56$ a	$11,46 \pm 0,64$ b



Fréjol Mungo

Cebolla Puerro

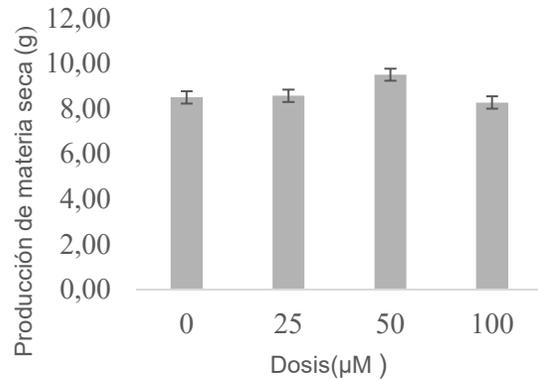
Lechuga



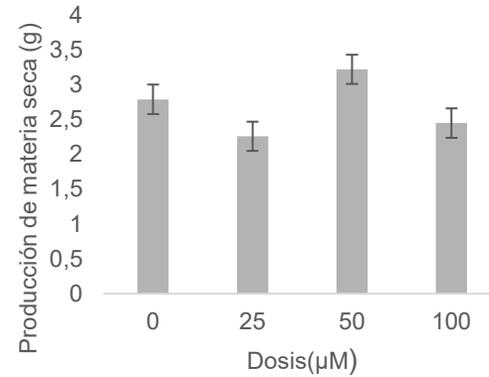
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

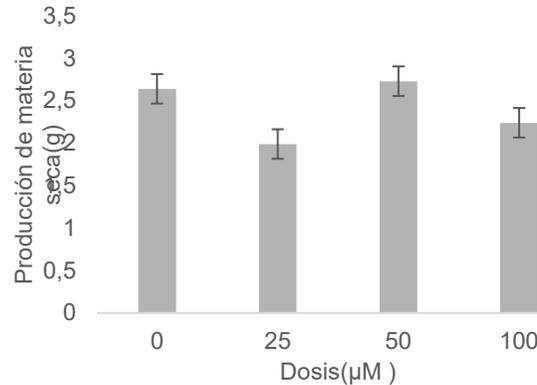
Rendimiento Biológico



Fréjol Mungo



Cebolla Puerro

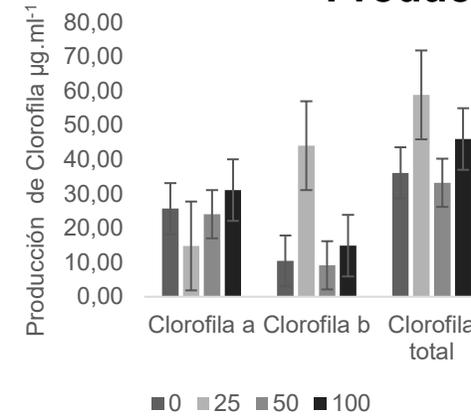


Lechuga

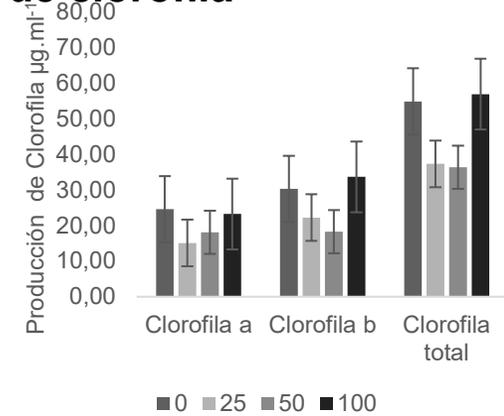
(Salvatierra, 2022) en su trabajo de titulación obtuvo como resultados que el rendimiento biológico de los germinados de alfalfa en el que se probó niveles no presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

Casierra y Poveda (2005) en su ensayo expone en sus resultados que las plantas expuestas a exceso de Zn el contenido de pigmentos fue menor que en las expuestas a Mn.

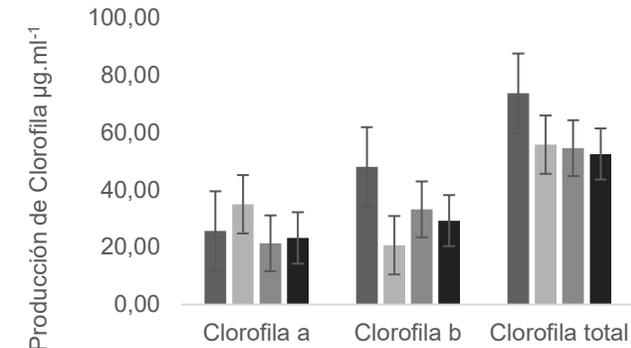
Producción de clorofila



Fréjol Mungo



Cebolla Puerro

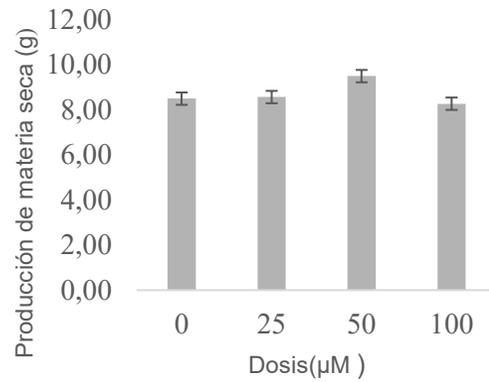


Lechuga

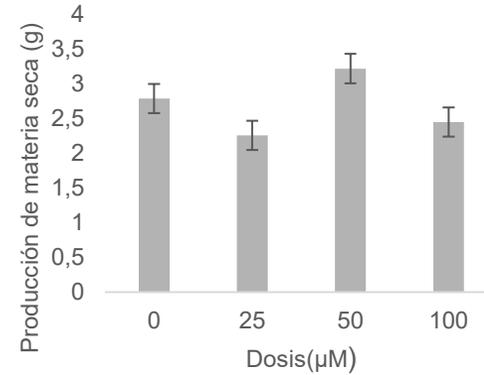


RESULTADOS Y DISCUSIÓN

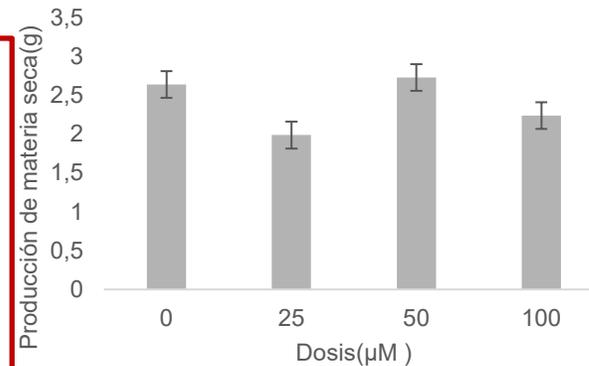
Producción de materia seca



Fréjol Mungo

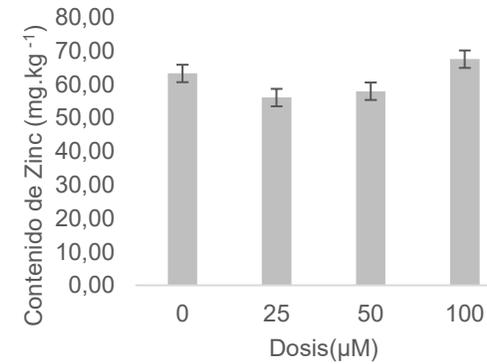


Cebolla Puerro

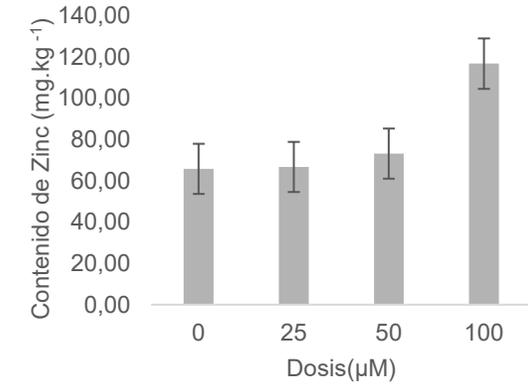


Lechuga

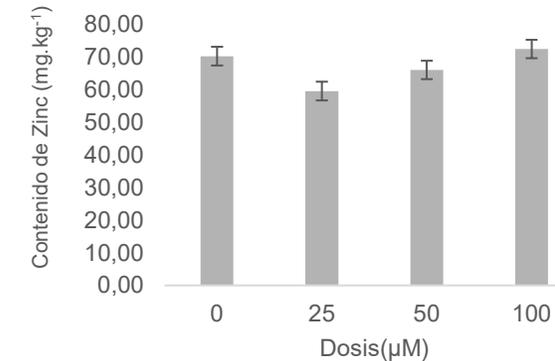
Contenido de zinc



Fréjol Mungo



Cebolla Puerro



Lechuga

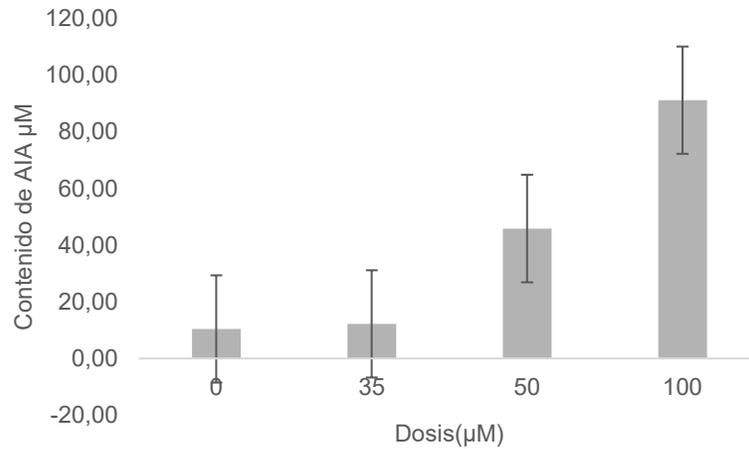
López (2023) en su trabajo obtuvo como resultado que el contenido de zinc en los germinados de lenteja no presentó diferencias significativas

En el estudio de Rengel *et al.* (2011) los tratamientos de semillas con Teprosyn Zn®, promovió la emergencia, el crecimiento de las raíces, el peso seco y la producción de materia seca (MS) en plantas enteras, favoreciendo el establecimiento del cultivo.

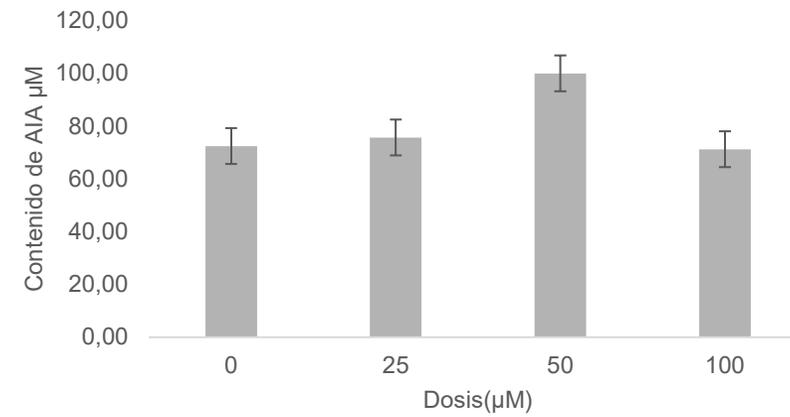


RESULTADOS Y DISCUSIÓN

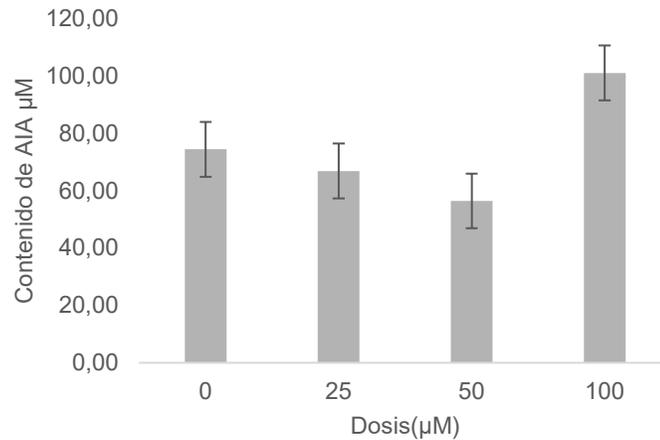
Contenido de Ácido indolacético



Fréjol Mungo



Cebolla Puerro



Lechuga

López (2023) en su trabajo obtuvo de titulación como resultados diferencias significativas en referencia del contenido de AIA, presentando una mayor cantidad de ácido indolacético en los tratamientos T1 (25 µM) y T2 (50 µM) a diferencia de los otros tratamientos.



CONCLUSIONES

1

La aplicación de zinc en semillas de lechuga, fréjol mungo y cebolla puerro no influyó significativamente sobre el porcentaje de germinación y el tiempo de emergencia de las especies evaluadas, a excepción de los microgreens de lechuga en los que se obtuvo menor tiempo de emergencia con la dosis de 25 μM de zinc.

2

Con relación a los parámetros agronómicos se determinó que existe una mayor altura de planta y mejor crecimiento de raíz con la aplicación de zinc de 25 μM en microgreens de lechuga y fréjol mungo; no obstante, en microgreens de cebolla puerro no se encontraron diferencias significativas entre las diferentes dosis de zinc.

3

La aplicación de diferentes dosis de Zinc provocó respuestas fisiológicas heterogéneas en los cultivos evaluados. En el caso de lechuga los valores más altos de clorofila se alcanzaron con la dosis 0 μM , mientras que con la dosis de 100 μM se registró mayor concentración de AIA. En fréjol mungo las mayores concentraciones de clorofila y AIA se obtuvieron con dosis 25 μM y 100 μM , respectivamente. En la cebolla puerro se determinó que las dosis de 100 μM y 50 μM , provocaron las mayores concentraciones de clorofila y ácido indolacético.

4

Los parámetros productivos evaluados sugieren que la aplicación de zinc a una dosis de 50 μM provoca un mayor rendimiento biológico y cantidad de materia seca en microgreens de fréjol mungo y lechuga; en el caso de cebolla puerro la aplicación de zinc no influyó sobre los parámetros evaluados.

5

Los cultivos cosechados a partir de semillas de fréjol mungo, lechuga y cebolla puerro tratadas a una dosis de zinc de 100 μM presentaron un mayor contenido nutricional de zinc en las tres especies de microgreens evaluadas.





RECOMENDACIONES

1

Para mejorar el tiempo de emergencia de las semillas utilizadas para microgreens se recomienda probar concentraciones de zinc superiores a 100 μM en fréjol mungo y cebolla puerro, mientras que en la lechuga para un menor tiempo de emergencia de las semillas se recomienda el uso de 25 μM de Zn.

2

Con la finalidad de obtener una mayor producción de materia seca de los microgreens de fréjol mungo, cebolla puerro y lechuga se recomienda utilizar una dosis de 50 μM .

3

Se recomienda utilizar una dosis del 25 μM de zinc para obtener una mayor largo de raíz en los microgreens de lechuga y frejol mungo y en el caso de la cebolla puerro elevar la concentración de zinc mayores a 50 μM para aumentar crecimiento y desarrollo.

4

En fréjol mungo, cebolla puerro y lechuga se recomienda utilizar una dosis de 100 μM para obtener una mayor concentración de zinc, el cual es necesario para la síntesis de carbohidratos durante la fotosíntesis y en la transformación de los azúcares en almidón en los microgreens.

5

Para tener un mayor contenido ácido indolacético en fréjol mungo y lechuga se recomienda utilizar una dosis de 100 μM , mientras que cebolla puerro es recomendable utilizar una dosis 50 μM .

6

Con la finalidad de obtener una mayor producción de clorofila total (Ch-t) en los microgreens de fréjol mungo se recomienda utilizar una dosis de 25 μM de zinc, en el caso de la cebolla a una dosis de 100 μM , mientras que en la lechuga es recomendable no utilizar zinc para evitar producir una toxicidad que reduzca la producción de clorofila en los microgreens.





GRACIAS

JESSICA NATHALY JARA CARRERA

AGRADECIMIENTOS:



Ing. Pablo Landázuri

