



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA **100 años**



## Efecto de cuatro concentraciones de zinc sobre los parámetros productivos y fisiológicos en germinados de *Vigna radiata*

Loaiza Castillo, María Lorena

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Landázuri Abarca, Pablo Aníbal, Mgtr.

3 de febrero del 2023



# Introducción

## Antecedentes

Frijol es la leguminosa mas importante, sobre todo para países en desarrollo, por su bajo costo y fácil accesibilidad, el umbral térmico para esta especie es de 10 ° C a 25° C. Torres et al., 2018.

Las dosis adecuadas de zinc para el consumo humano son importantes para, mejorar el sistema inmune, el crecimiento, ADN, entre otros. Torres et al., 2018

El zinc es un microelemento esencial para el crecimiento de las plantas. Ohanenye et al., 2021.



Germinados de Frijol mungo. Vera, 2020

# Introducción Antecedentes

IMPORTANCIA de acuerdo con el informe emitido por Díaz et al. (2022).

Consumo humano directo a nivel mundial.

Vitaminas

Proteínas

Micronutrientes (Fe y Zn)



*Vigna radita*. Vera 2020

# JUSTIFICACIÓN

ZINC → MICRONUTRIENTE

El déficit de zinc está estrechamente relacionado con el metabolismo del nitrógeno. Cuando los niveles de Zn se reducen, la concentración de proteínas disminuye, mientras que la de aminoácidos aumenta. Tras la restauración de Zn, se induce rápidamente la síntesis de proteínas. La inhibición de la síntesis de proteínas bajo la deficiencia de Zn es principalmente el resultado de una reducción del ácido ribonucleico (ARN). Esto se atribuye a la menor actividad de la Zn polimerasa, a una reducción de la integridad estructural de los ribosomas ya una mayor degradación del ARN, Patel, *et al.* (2007).



# OBJETIVOS

## Objetivo General

- Determinar efecto de cuatro concentraciones de zinc sobre los parámetros productivos y fisiológicos en germinados de frijol mungo (*Vigna radiata*).

## Objetivos Específicos

- Determinar la dosis óptima que permita tener la mayor productividad de germinados de *Vigna radiata*.
- Determinar el contenido de zinc, ácido indolacético y ácido fítico germinados de frijol mungo sumergidos en cuatro niveles de zinc.

# HIPÓTESIS

**Ho:** Los germinados de *Vigna radiata* tratados con zinc presentan similar producción que los no tratados.

**Hi:** Los germinados de *Vigna radiata* tratados con zinc presentan mayor producción que los no tratados.

## MARCO REFERENCIAL

## DESCRIPCIÓN

## SUBGRUPOS

## PROCESO DE GERMINACIÓN

*Vigna radiata* es parte de la familia de leguminosas, estas son las legumbres más cultivadas debido a que tanto sus semillas como vainas son comestibles, Castillo, *et al.* (2018).



El primer grupo es cultivado y los otros dos silvestres



Es un proceso biológico natural de todas las plantas por el cual la semilla sale de su estado de latencia, una vez dadas las condiciones ambientales mínimas necesarias para su crecimiento y desarrollo, Patel, *et al.* (2007).

## MARCO REFERENCIAL

SEMILLAS

ZINC

SULFATO DE ZINC

Las semillas son una fuente vegetal de hierro, con alto contenido de fibra y vitaminas A, B, C, E y K, presenta 50 variedades de diversos tamaños y colores, Vizgarra, *et al.* (2014).

Es un mineral fundamental para la salud debido a que fortalece el sistema inmunitario del organismo el cual ayuda a prevenir cualquier infección, también funciona para fabricar proteínas y el ADN, el material genético presente en todas las células, Aquino, *et al.* (2014).

Conocido con el nombre de vitriolo blanco, es totalmente soluble en agua, es un compuesto inorgánico, este fertilizante se utiliza como herbicida con mucha frecuencia en la agricultura y a la vez sirve para suministrar Zn, Heuzé, *et al.* (2014).




## MARCO REFERENCIAL

## FORTIFICACIÓN


## ÁCIDO FÍTICO

## ÁCIDO INDOLACÉTICO

Proceso por el cual se enriquece a los alimentos de forma artificial o con distintos métodos de cultivo, con el objetivo que el producto brinde una mejor nutrición para las personas, Aquino, *et al.* (2014).

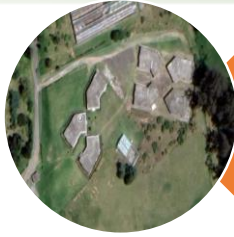


Ácido orgánico, el mismo que contiene fósforo y está presente en cereales y leguminosas como el fréjol. Este fósforo está en forma de fitato, el mismo que no está biodisponible en animales no rumiantes, Singh, *et al.* (1988).

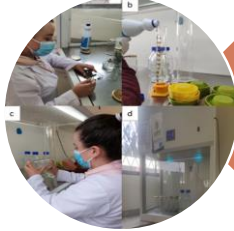


Es la auxina principal que proviene de planas, esta hormona está involucrada en el desarrollo y crecimiento de las plantas, Marquez (2014).

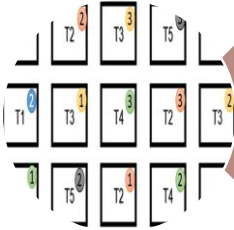
# METODOLOGÍA



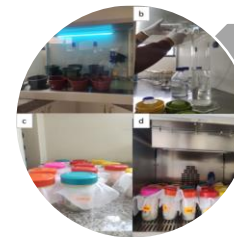
Ubicación y características del área de estudio



Preparación de las semillas



Análisis estadístico



Porcentaje de germinación

# METODOLOGÍA



Longitud de plúmula y radícula



Materia seca



Contenido de zinc



Contenido de ácido fítico



Biodisponibilidad de Zn



Concentración de AIA

## RESULTADOS

Porcentaje de germinación en frijol mungo. Tratados con 4 dosis diferentes de Zn

Tratamientos	Dosis Zn ( $\mu\text{g. ml}^{-1}$ )	Porcentaje de germinación (%)
T0	0	85,89 $\pm$ 1,02 c
T1	75	86,56 $\pm$ 0,77 b
T2	150	86,00 $\pm$ 0,67 c
T3	225	92,67 $\pm$ 1,33 a
T4	300	85,78 $\pm$ 2,14 c

Nota: Medias con letras diferentes, difieren estadísticamente (Duncan,  $p \leq 0,05$ ), Zn fue suplementado con ZnSO<sub>4</sub>.

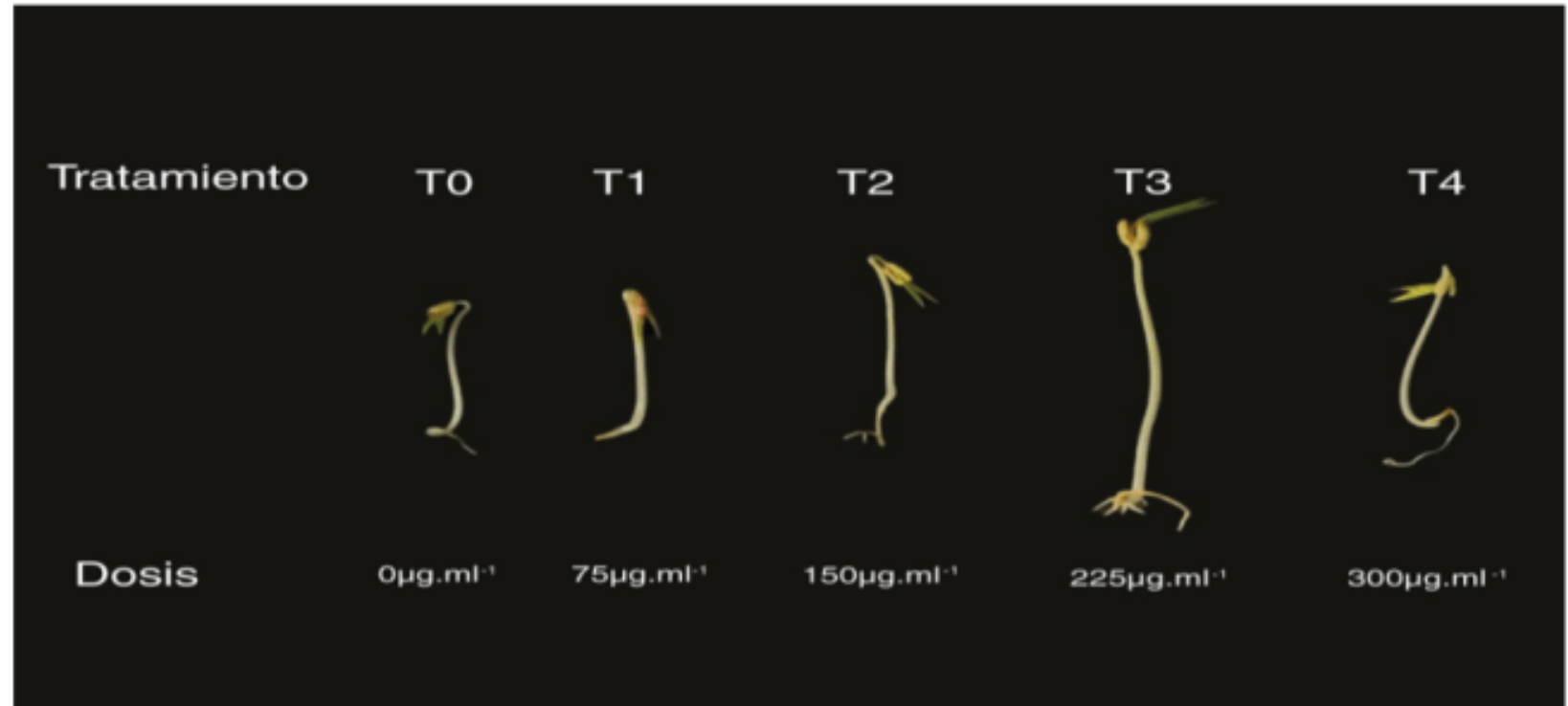
Promedio  $\pm$  desviación estándar, de la longitud de radícula y plúmula en germinados de frijol mungo, tratados con 4 dosis diferentes de zinc.

Tratamientos	Dosis Zn ( $\mu\text{g. ml}^{-1}$ )	Largo de radícula (cm)	Largo de plúmula (cm)
T0	0	4,11 $\pm$ 0,84 ab	5,57 $\pm$ 0,40 d
T1	75	3,33 $\pm$ 0,71 b	6,40 $\pm$ 0,17 c
T2	150	4,07 $\pm$ 1,00 ab	7,23 $\pm$ 0,38 b
T3	225	5,77 $\pm$ 0,99 a	9,07 $\pm$ 0,58 a
T4	300	2,73 $\pm$ 1,55 b	7,93 $\pm$ 0,06 b

Nota: Medias con letras diferentes, difieren estadísticamente (Duncan,  $p \leq 0,05$ ), Zn fue suplementado con ZnSO<sub>4</sub>.

# RESULTADOS

Germinados de frijol *mungo* con diferentes dosis de zinc



Nota: Autoría propia

## RESULTADOS

*Promedio  $\pm$  desviación estándar del peso húmedo y seco de los germinados de frijol mungo tratados con diferentes cantidades de zinc.*

Tratamientos	Dosis Zn ( $\mu\text{g. ml}^{-1}$ )	Materia seca (gr)
T0	0	1,79 $\pm$ 0,09 d
T1	75	2,42 $\pm$ 0,06 c
T2	150	2,64 $\pm$ 0,12 b
T3	225	3,10 $\pm$ 0,05 a
T4	300	2,55 $\pm$ 0,13 bc

*Nota:* Medias con letras diferentes, difieren estadísticamente (Duncan,  $p \leq 0,05$ ), Zn fue suplementado con ZnSO<sub>4</sub>.

Promedio y desviación estándar del contenido de ácido fítico y zinc y relación molar AF: Zn de los germinados de frijol mungo tratados con 4 diferentes dosis de zinc.

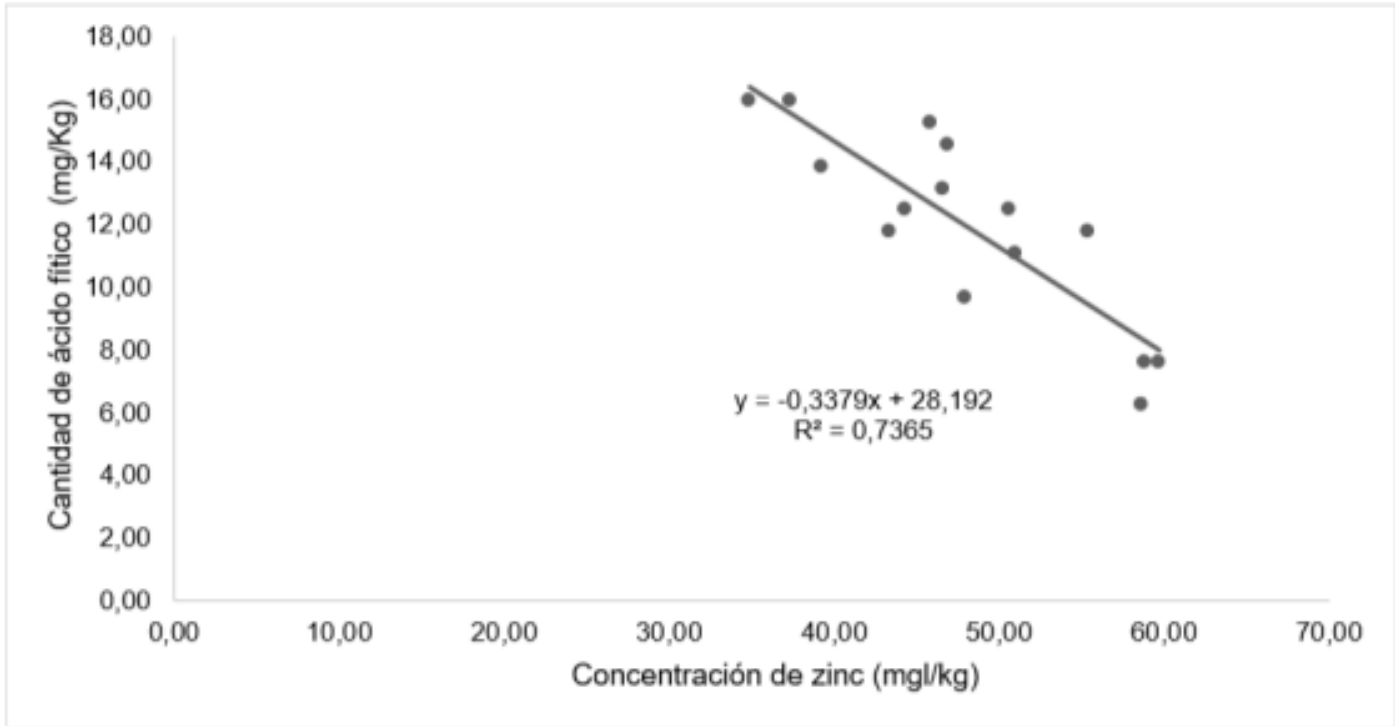
Tratamientos	Cantidad Zn ( $\mu\text{g. ml}^{-1}$ )	Dosis total de zinc en germinados ( $\text{mg. Kg}^{-1}$ )	Concentración de ácido <u>fítico</u> ( $\text{mg. Kg}^{-1}$ )	AF:Zn
T0	0	$37,18 \pm 2,20$ d	$15,23 \pm 1,20$ a	$0,41 \pm 0,05$ a
T1	75	$45,69 \pm 1,27$ c	$14,08 \pm 1,44$ ab	$0,30 \pm 0,03$ b
T2	150	$46,88 \pm 3,64$ bc	$12,46 \pm 0,69$ bc	$0,25 \pm 0,03$ bc
T3	225	$59,09 \pm 0,58$ a	$7,15 \pm 0,80$ d	$0,12 \pm 0,01$ c
T4	300	$51,47 \pm 3,72$ b	$10,85 \pm 1,06$ c	$0,21 \pm 0,01$ d

*Nota:* Medias en la misma columna con letras diferentes, difieren estadísticamente (Duncan,  $p \leq 0,05$ ), Zn fue suplementado con  $\text{ZnSO}_4$ .

RESULTADOS

# RESULTADOS

Análisis de regresión lineal simple entre la biodisponibilidad de zinc y la concentración de ácido fitico.



Nota: Regresión lineal cantidad de ácido fitico vs concentración de Zn



## RESULTADOS

*Promedio y desviación estándar de la concentración de ácido indolacético de los germinados de frijol mungo enriquecidos con diferentes cantidades de zinc.*

Tratamientos	Cantidad Zn ( $\mu\text{g. ml}^{-1}$ )	Concentración de ácido indolacético ( $\mu\text{g.ml}^{-1}$ )
T0	0	$1,62 \pm 1,31$ bc
T1	75	$1,88 \pm 0,53$ bc
T2	150	$2,31 \pm 0,08$ ab
T3	225	$3,42 \pm 0,63$ a
T4	300	$0,77 \pm 0,09$ c

*Nota:* Medias en la misma columna con letras diferentes, difieren estadísticamente (Duncan,  $p \leq 0,05$ ), Zn fue suplementado con  $\text{ZnSO}_4$ .

## DISCUSIÓN

Se realizaron tratamientos con diferentes dosis de zinc en germinados de frijol mungo, los cuales, arrojaron una serie de resultados, permitiendo determinar la dosis óptima a emplear en tratamientos de germinación de frijol mungo para aumentar el contenido nutricional. En este trabajo se ha incrementado los valores fisiológicos de los mismos, encontrándose entre estos, la biodisponibilidad y contenido de AIA de zinc en los germinados de *Vigna Radiata*.

Esto evidencia, que el Zinc representa uno de los elementos nutricionales de mayor importancia en la semilla de las plantas. En el caso de determinarse un déficit de este elemento, bien sea en cultivos específicos o suelos, repercutirá negativamente, haciendo necesaria la implementación del control de suelos para mantener un monitoreo constante de los niveles de este nutriente. (Vadlamudi et al., 2020).

## CONCLUSIONES

Al evaluar el efecto de cuatro dosis de zinc (0, 75, 150, 225, 300  $\mu\text{g. ml}^{-1}$ ) se logró incidir positivamente sobre el parámetro de germinación y contenido de zinc con las dosis del T3 (225  $\mu\text{g. ml}^{-1}$ ), respecto a los germinados no tratados, por lo tanto, se obtuvo un alimento con potencial para la fortificación

La evaluación de la concentración de ácido indolacético T3 (225  $\mu\text{g. ml}^{-1}$ ) de zinc, registró mayor concentración con  $3,42 \pm 0,63 \text{ ug. ml}^{-1}$ .

Una vez evaluada la concentración total de zinc se consiguió obtener una fijación de  $59,09 \pm 0,58 \text{ mg.Kg}^{-1}$  de zinc en el T3 (225  $\mu\text{g. ml}^{-1}$ ) y una relación molar AF:Zn <5 en todos los tratamientos, por lo tanto se obtuvo una biodisponibilidad superior al 50 % de zinc.

## RECOMENDACIONES

- El método de fortificación en semillas con zinc, ya que se logra fijar este elemento sin afectar las variables agronómicas y fisiológicas.
- Aumentar utilizar otras dosis de zinc en futuras evaluaciones para observar la reacción de las semillas.
- Biofortificar con zinc en otros germinados de semillas de otras leguminosas y cereales para observar si los resultados son similares a los de este estudio.
- Fomentar más estudios en germinados de otras especies de leguminosas, ya que contiene proteína y pueden disminuir la desnutrición infantil crónica en el Ecuador.
- Se recomienda difundir con productores germinados de semillas la importancia del Zinc.
- Se recomienda aumentar repeticiones para tener datos más cercanos a la realidad, porque entre más pequeños sean los grados de libertad, existe más variabilidad en los resultados.