



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**Efecto de nanopartículas de Hierro y Zinc sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de grano
de chocho F3 (ECU 2658 x ECU 8415)**

Quishpe Barrera, Mario Israel

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención de título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Falconí Saá, Cesar Eduardo. PhD.

01 de septiembre del 2023



Nanotecnología

Nano fertilizantes

• Venkatachalam et al. (2017)

• Itroutwar et al. (2020).

Nanopartículas de Fe y Zn

• Li et al. (2020)

• Rostamizadeh et al. (2021)

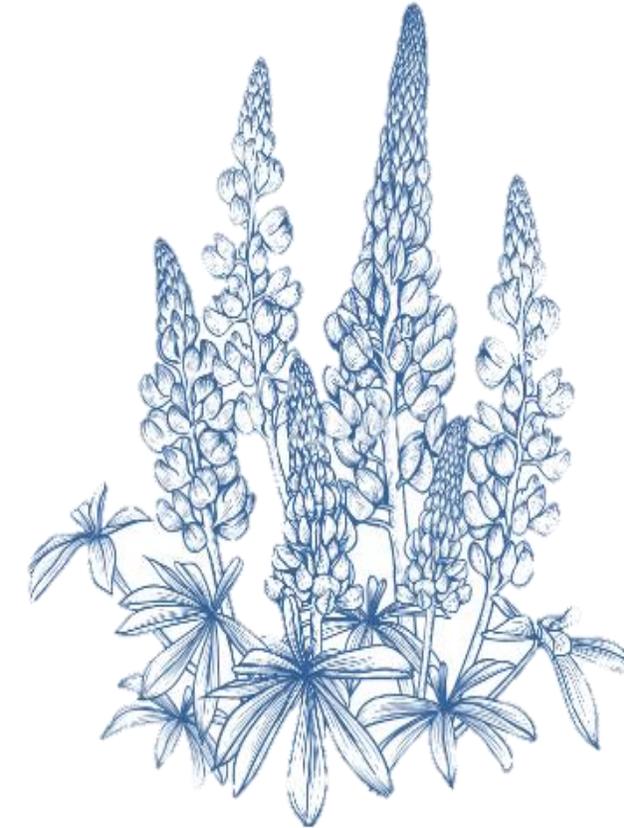
Chocho

• Tariq Yahya (2020)

• Erazo Acosta (2021)

• Murgueitio Herrera et al. (2022)

• (Falconí & Yáñez, 2019, 2017, 2016)



Objetivo General

Evaluar el efecto de nanopartículas de Hierro y Zinc sobre el crecimiento de la planta, el rendimiento y calidad de grano de chocho F3 (ECU 2658 x ECU 8415)

OBJETIVOS

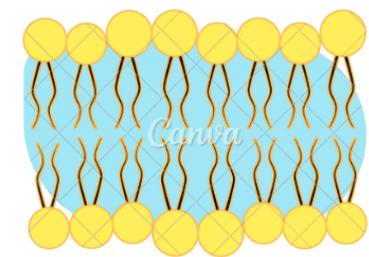
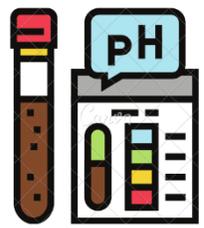
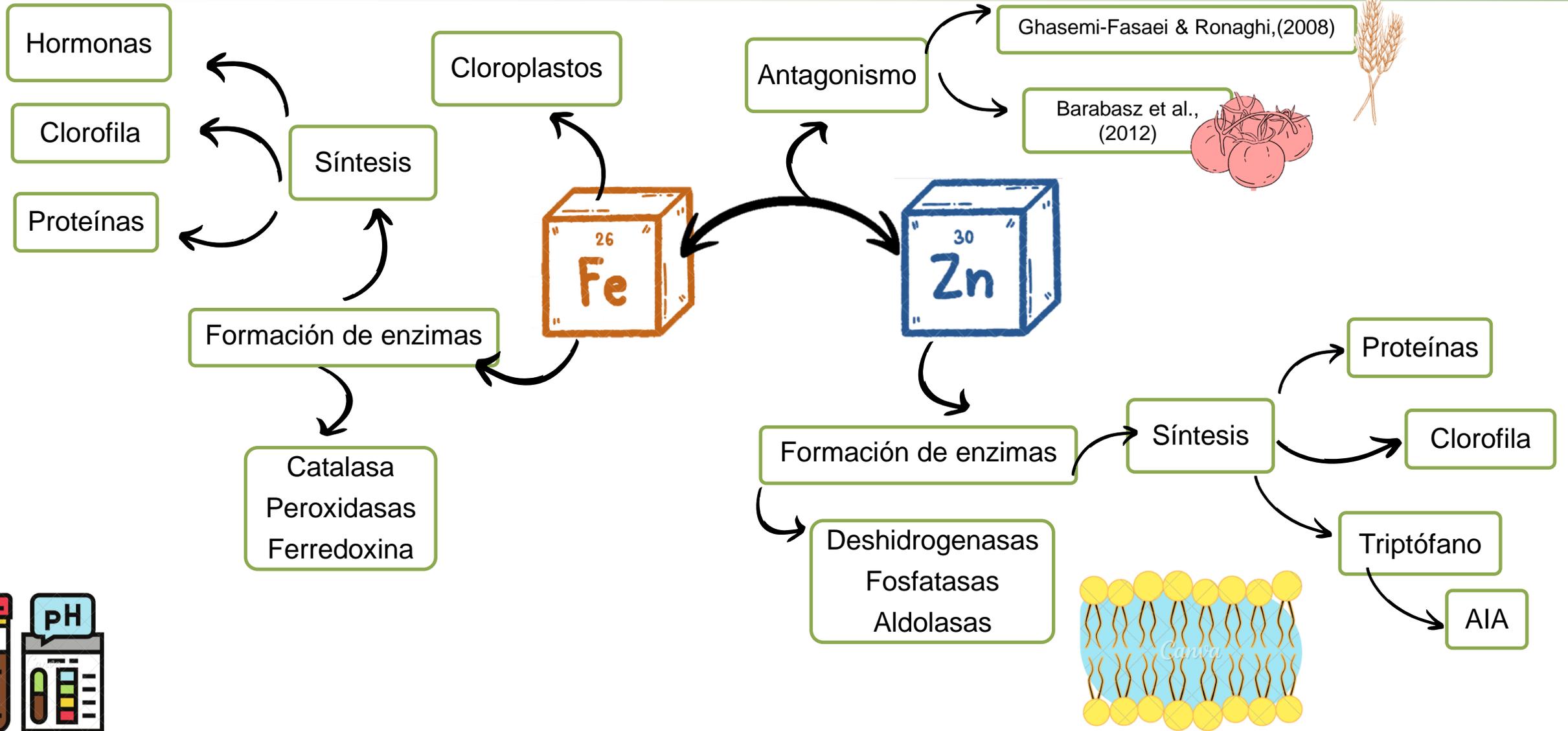
Objetivos Específicos

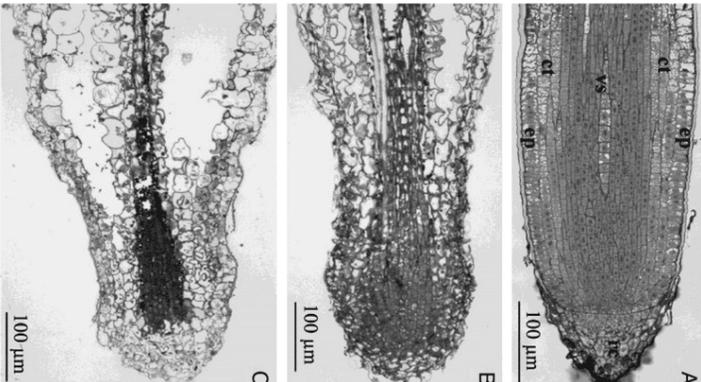
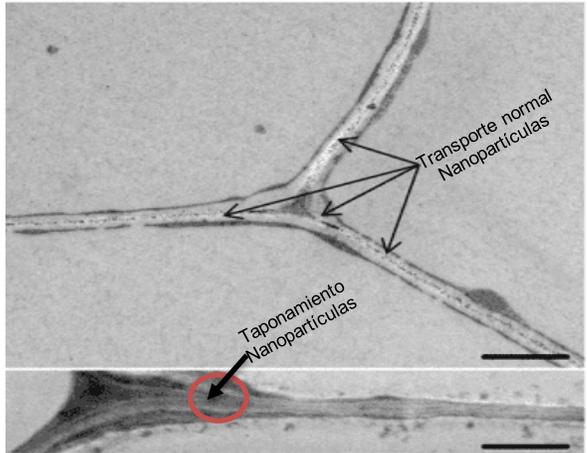
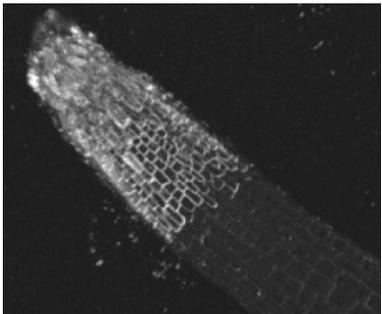
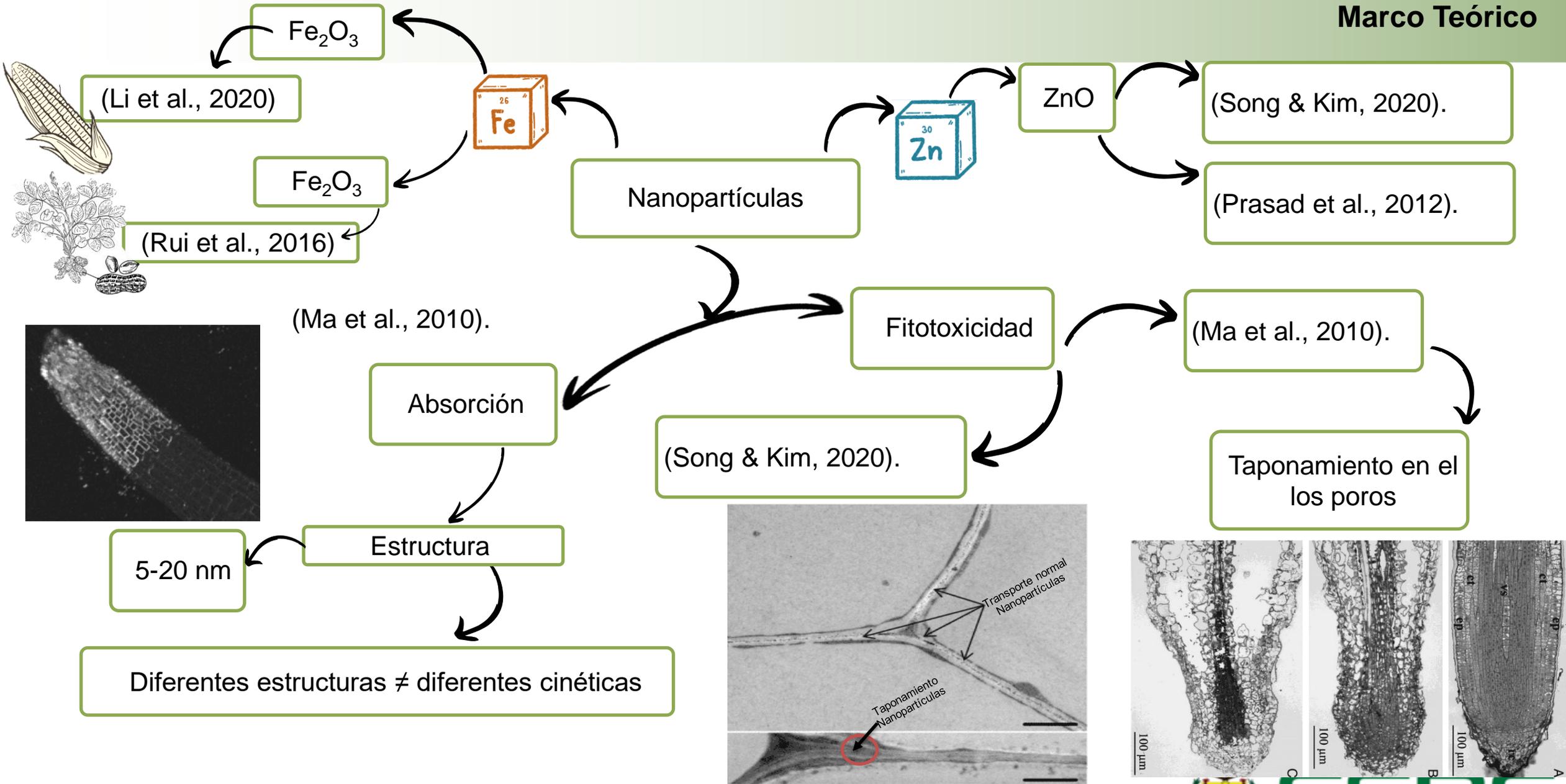
Cuantificar el efecto de nanopartículas de Fe y Zn en diferentes indicadores agronómicos del crecimiento de la planta de chocho.

Evaluar el efecto de nanopartículas de Fe y Zn sobre el rendimiento de la planta de chocho.

Analizar la calidad de grano de chocho mediante análisis bromatológicos por efecto de nanopartículas de Fe y Zn

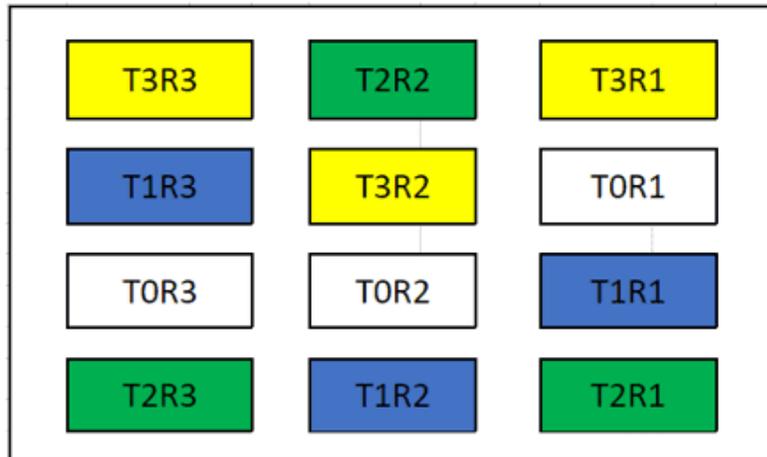






(Ma et al., 2010).

Ubicación del lugar de investigación



Materiales y Métodos

Características de las unidades experimentales

Parámetro	Cantidad
Número de unidades experimentales	12
Forma de la unidad experimental	Rectangular
Largo	5 m
Ancho	4 m
Numero de semillas por hoyo	3
Distancia entre plantas	0,5 m
Distancia entre surcos	0,80 m
Área de las unidades experimentales	20 m ²
Área total del ensayo	240 m ²

Nota. Autoría propia

DCA

ANOVA

Tukey 5%



Establecimiento del ensayo



Parcelación

Siembra



Delimitación de parcelas experimentales



Delimitación de las plantas

Preparación de nanopartículas de Fe y Zn

Aplicación de tratamientos

69 dds

90 dds

111 dds



Variables Agronómicas



Clorofila por fluorometría



Cuantificación del número total de vainas



Cuantificación del número de semillas por vainas

Total de vainas = Vainas en el tallo principal + Vainas en ramas laterales

Variables Agronómicas

Porcentaje de semilla no comercial

Rendimiento

100% *Peso total de las semillas*

x% *Peso total de las semillas dañadas*

Por lo tanto, se aplicó la siguiente fórmula:

$$x\% = \frac{\text{Peso total de todas las semillas}}{100 \cdot \text{Peso total de las semillas dañadas}}$$

Parcela experimental:

Rendimiento peso gramos *10 Plantas*

X *50 Plantas*

Por lo tanto, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} \left(\frac{g}{\text{Parcela exp}} \right) = \frac{50 \text{ plantas} * \text{Rendimiento peso gramos}}{10 \text{ plantas}}$$

Para obtener el rendimiento a 1 Ha:

Rendimiento $\left(\frac{g}{\text{Parcela exp}} \right)$ *0,02 Ha (dimensión parcela exp)*

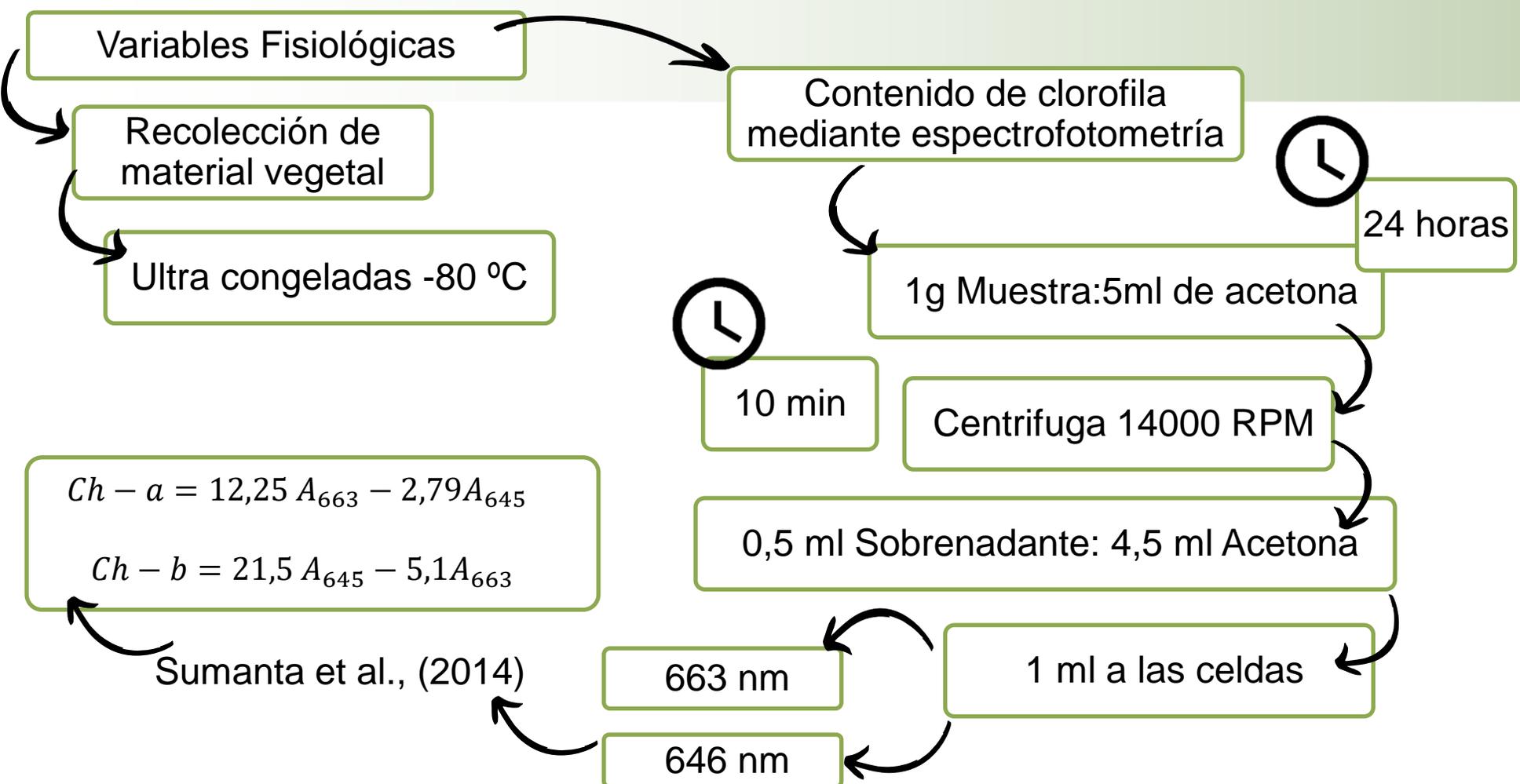
X *1 Ha*

Por lo tanto, se aplicó la siguiente fórmula:

$$X \left(\frac{Kg}{Ha} \right) = \frac{1 * \text{Rendimiento} \left(\frac{g}{\text{Parcela exp}} \right)}{0,02} * \frac{1 Kg}{1000 \text{ gramos}}$$



MÉTODOS



Variables Fisiológicas

Contenido de AIA

Curva de Calibración

Reactivo Salkowsky

$Y = 0,015 + (0,030)C$
Donde;
 $C = \text{Contenido de AIA } \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{ml}}\right)$
 $Y = \text{Absorbancia medida}$

$R^2 = 0,9994$

1 g Muestra+ 5ml Acetona

5 días

1 ml del Sobrenadante+ 2ml Salkowsky

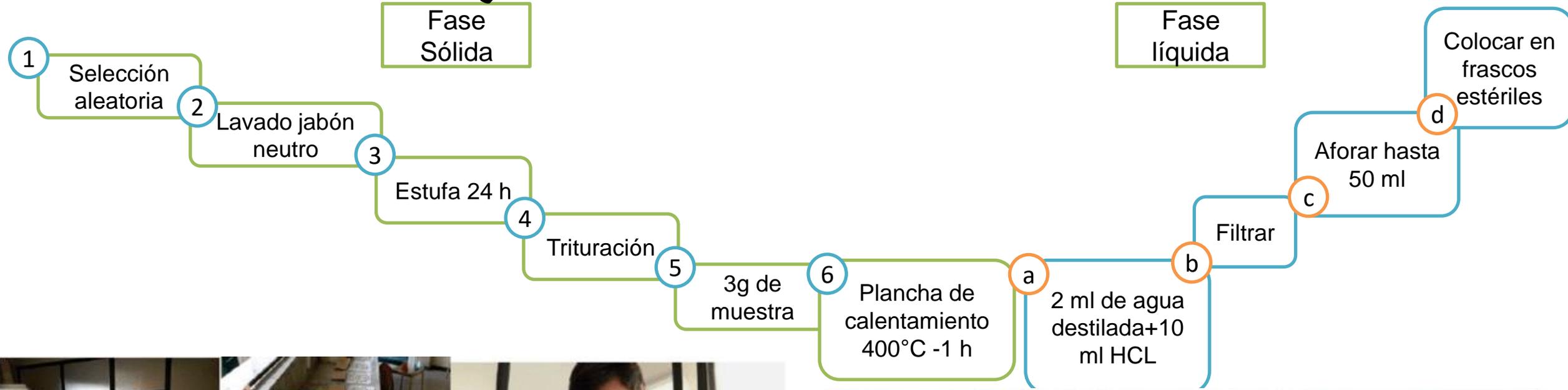
30 min

1 ml a las celdas

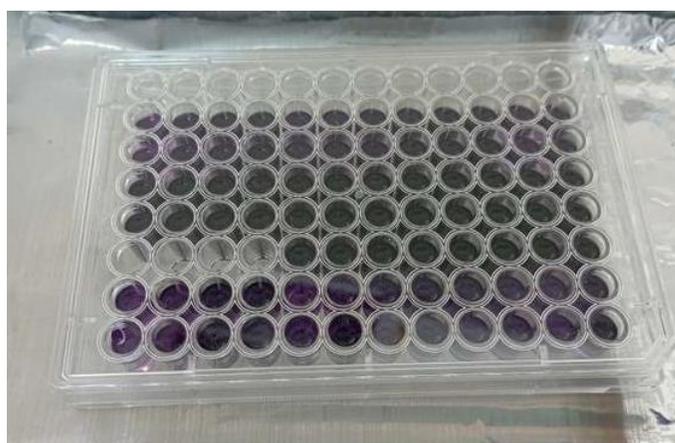
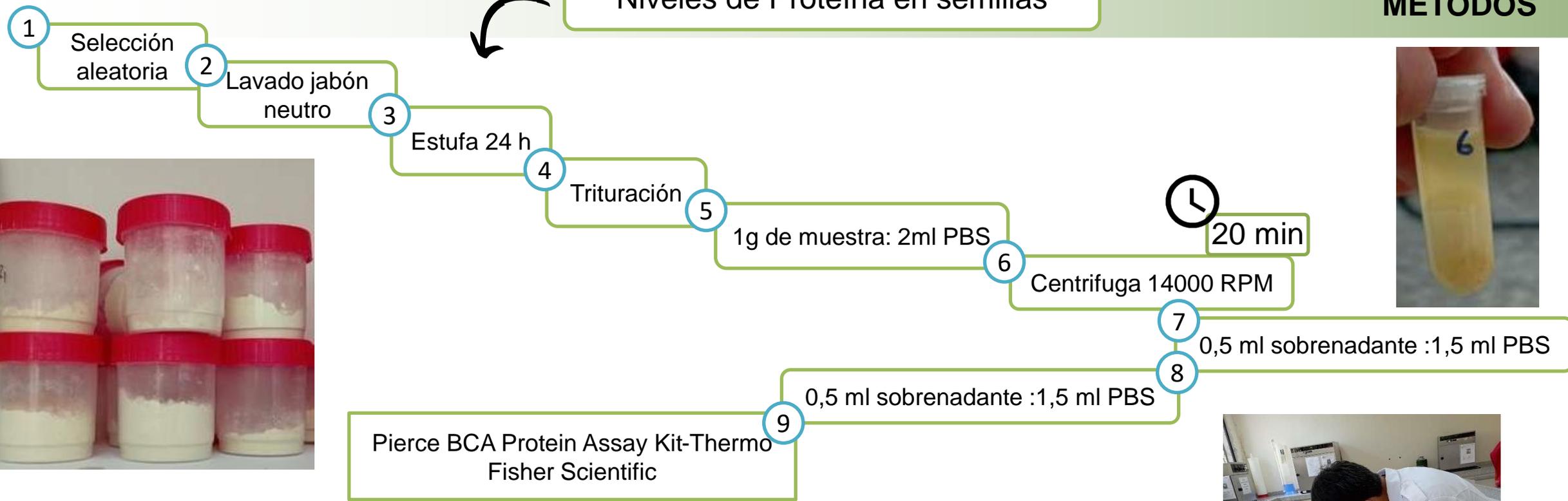
530 nm



Niveles de Fe Y Zn en hoja y semilla



Niveles de Proteína en semillas



Niveles de Proteína en Hojas

MÉTODOS

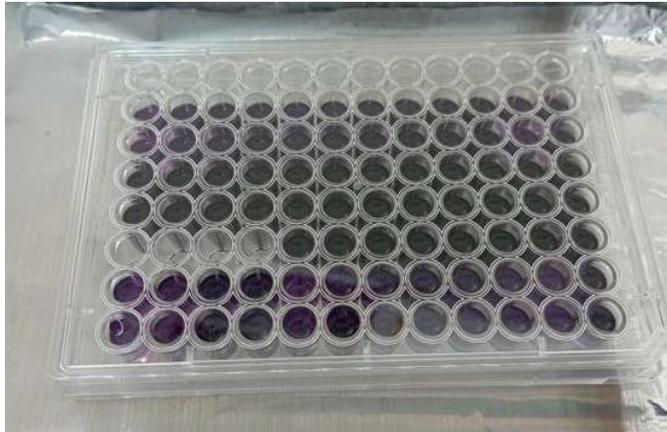
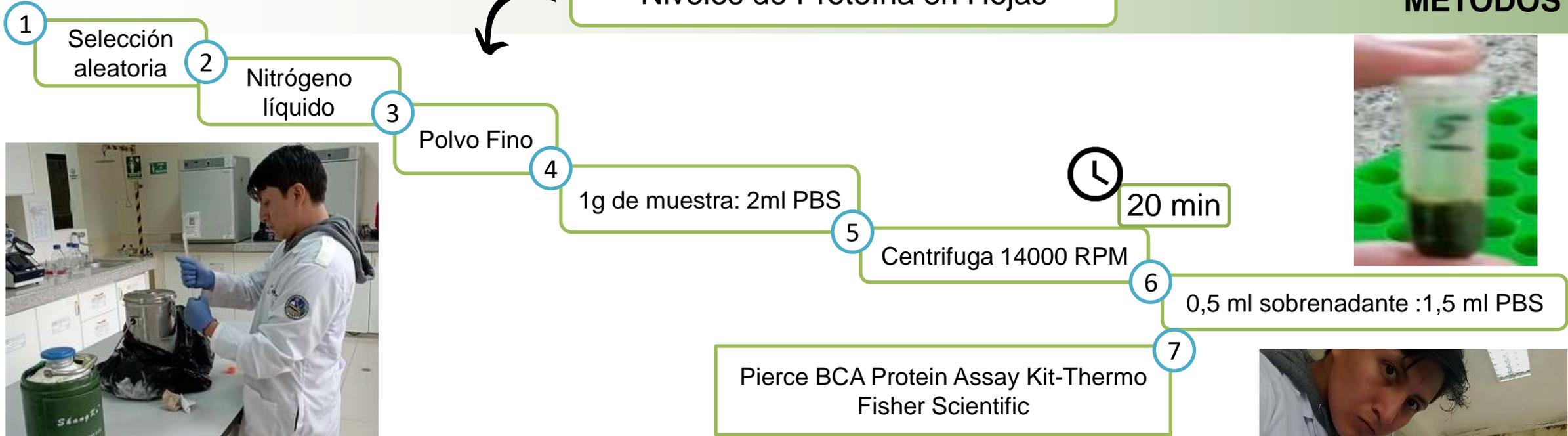


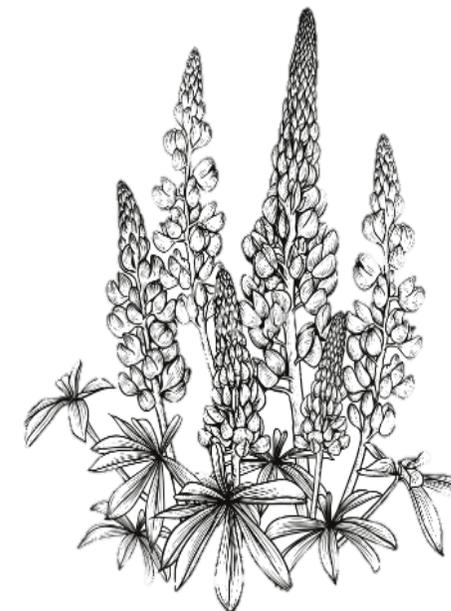
Tabla 1.

Efecto de nano partículas de Hierro y Zinc sobre las diferentes variables agronómicas medidas en campo en plantas de chocho F3 (ECU 2658 x ECU 8415)

Tratamiento	Número total de vainas por planta	Número de semillas por vaina	% Semilla no comercial
Testigo (T0)	19,52 ± 0,51 B	4,44 ± 0,34 A	13,01 ± 0,71 A
Nanopartículas-Fe (T1)	23,41 ± 0,50 A	4,50 ± 0,25 A	9,17 ± 0,44 C
Nanopartículas-Zn(T2)	23,59 ± 0,50 A	4,52 ± 0,24 A	10,43 ± 0,49 B
Nanopartículas Fe+Zn (T3)	19,30 ± 0,47 B	4,50 ± 0,25 A	11,44 ± 0,55 B

Nota: Columnas con una letra común no son significativamente diferentes entre tratamiento de acuerdo a Tukey P<0,05;

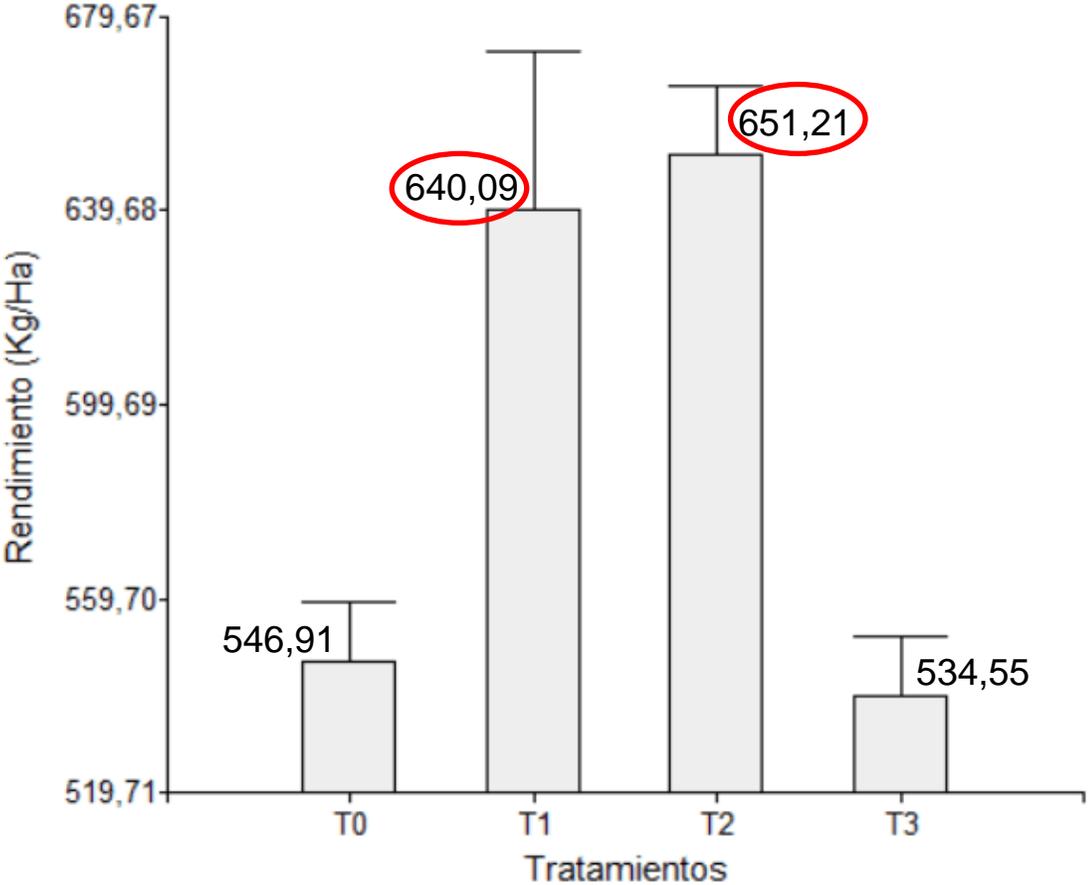
promedio ± Desviación estándar



Guaytarilla Cumbal & Falconí Saá, (2014)

Erazo Acosta, (2021)

Figura 1
Efecto de nano partículas de Hierro y Zinc sobre el rendimiento en plantas de chocho F3 (ECU 2658 x ECU 8415) (Kg/Ha)



Nota: La gráfica presenta el rendimiento promedio ± Desviación estándar



Samart & Chutipaijit, (2019)



Sheoran et al., (2021)



Tondey et al., (2021)



Tariq Yahya, (2020)

Erazo Acosta, (2021)



Tabla 2.

Efecto de nanopartículas de Hierro y Zinc sobre el índice del contenido de clorofila en plantas de chocho F3 (ECU 2658 x ECU 8415) medido con un fluorómetro (CCI)

Tratamiento	76 dds	97 dds	118 dds
	(CCI)	(CCI)	(CCI)
Zn-Nanopartículas (T2)	54,09 ± 6,23 A	54,67 ± 10,61 A	48,53 ± 9,97 A
Fe- Nanopartículas (T1)	51,14 ± 5,73 A B	49,50 ± 8,12 B	43,98 ± 9,78 B
Testigo (T0)	48,06 ± 10,01 B C	48,38 ± 6,30 B	42,94 ± 9,55 B
Fe+Zn- Nanopartículas (T3)	44,75 ± 6,48 C	45,37 ± 6,36 B	40,71 ± 4,53 B

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes de acuerdo a Tukey P<0.05; promedio ± Desviación estándar, Unidades (CCI)



(Rui et al., 2016)

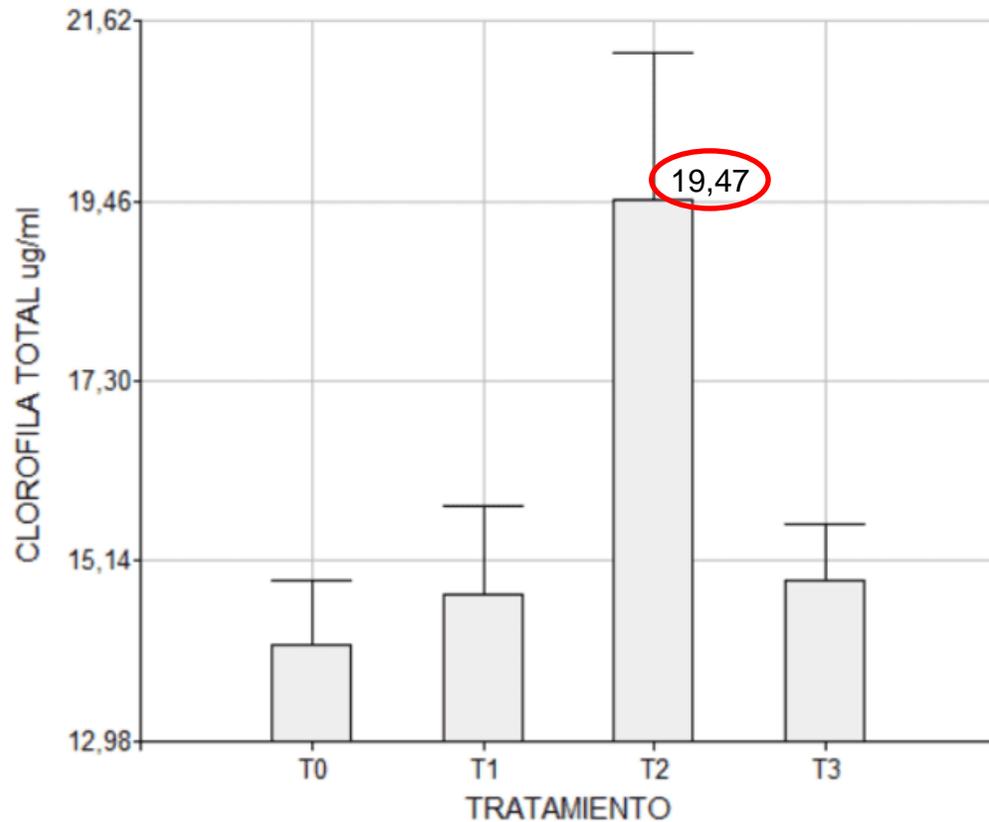


Bala et al. (2019),



Hussain et al. (2021)

Figura 2
Efecto de nano partículas de Hierro y Zinc sobre el contenido de clorofila en plantas de chocho F3 (ECU 2658 x ECU 8415) (ug/ml)



Tondey et al., (2021)



Ahmed et al., (2020)



Murgueitio-Herrera et al. (2022)

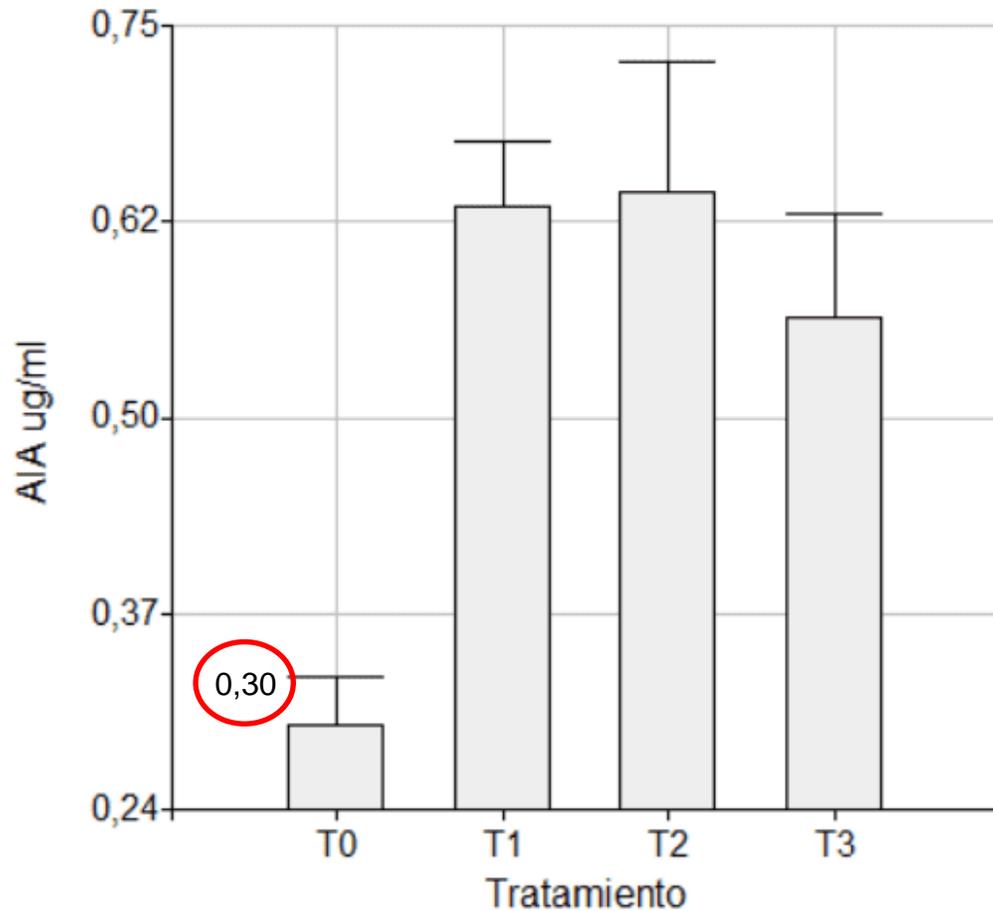
Nota: La gráfica presenta el rendimiento promedio \pm Desviación estándar

Contenido de AIA (ug/ml)

Resultados y Discusión

Figura 3

Efecto de nano partículas de Hierro y Zinc sobre el contenido de AIA en plantas de chocho F3 (ECU 2658 x ECU 8415) (ug/ml)



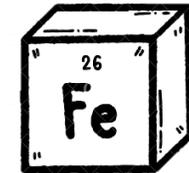
Nota: La gráfica presenta el contenido de AIA promedio \pm Desviación estándar

Castillo González et al. (2018)



Catalizadores

Kamnev et al. (2001)



Transformación enzimática del ácido antranílico



Contenido de proteína en Hojas (ug extraído / mg material vegetal seco)

Tabla 3.
Efecto de nano partículas de Hierro y Zinc sobre el contenido de proteína en hojas de chocho F3 (ECU 2658 x ECU 8415)

Tratamientos	Contenido de proteína en hojas ug/mg
Testigo (T0)	10,15 ± 1,00 B
Nanopartículas-Fe (T1)	11,06 ± 0,72 A
Nanopartículas-Zn(T2)	11,13 ± 0,35 A
Nanopartículas Fe+Zn (T3)	8,48 ± 0,49 C



Tariq Yahya, (2020)



Gomaa et al., (2018)

Nota: Columnas con una letra común no son significativamente diferentes

entre tratamiento de acuerdo a Tukey P<0,05; promedio ± Desviación estándar

Contenido de proteína en semillas (ug extraído / mg material vegetal seco)

Tabla 4.
Efecto de nano partículas de Hierro y Zinc sobre el contenido de proteína en
hojas de chocho F3 (ECU 2658 x ECU 8415)

Tratamientos	Contenido de proteína en semillas ug/mg
Testigo (T0)	34,16± 9,99 A
Nanopartículas-Fe (T1)	41,32 ± 6,63 A
Nanopartículas-Zn(T2)	38,24 ± 5,58 A
Nanopartículas Fe+Zn (T3)	39,70 ± 11,48 A



Tariq Yahya, (2020)

Nota: Columnas con una letra común no son significativamente diferentes
entre tratamiento de acuerdo a Tukey $P < 0,05$; promedio \pm Desviación estándar

Tabla 5.
Efecto de nano partículas de Hierro y Zinc sobre el contenido de Zinc en hojas de chocho F3 (ECU 2658 x ECU 8415)

Tratamientos	Contenido de Zinc en hojas (mg/kg)
Testigo (T0)	30,05 ± 0,08 A
Nanopartículas-Fe (T1)	31,59 ± 1,26 A
Nanopartículas-Zn(T2)	32,13 ± 1,05 A
Nanopartículas Fe+Zn (T3)	30,01 ± 2,59 A

Nota: Columnas con una letra común no son significativamente diferentes entre tratamiento de acuerdo a Tukey P<0,05; promedio ± Desviación estándar



Tabla 6.
Efecto de nano partículas de Hierro y Zinc sobre el contenido de Zinc en semillas de chocho F3 (ECU 2658 x ECU 8415)

Tratamientos	Contenido de Zn en semillas (mg/kg)
Testigo (T0)	31,61 ± 1,92 A
Nanopartículas-Fe (T1)	28,43 ± 0,76 B
Nanopartículas-Zn(T2)	28,29 ± 0,06 B
Nanopartículas Fe+Zn (T3)	27,11 ± 0,38 B

Nota: Columnas con una letra común no son significativamente diferentes entre tratamiento de acuerdo a Tukey P<0,05; promedio ± Desviación estándar



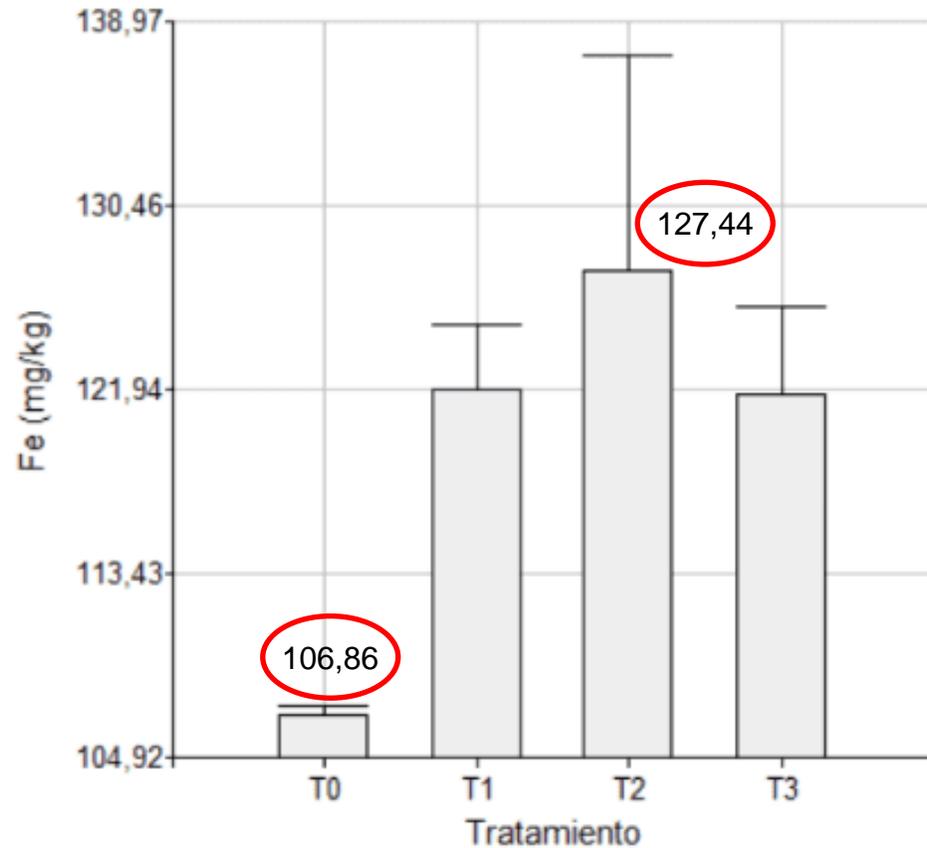
Sun et al., (2020)



Erazo Acosta, (2021)

Niveles de Hierro en Hojas (mg/kg)

Figura 4 Efecto de nano partículas de Hierro y Zinc sobre el nivel de Zn en hojas de las plantas de chocho F3 (ECU 2658 x ECU 8415) (mg/kg)



Nota. Se expresa el nivel de Zn en hojas por tratamiento junto con la desviación estándar

Resultados y Discusión

(Rui et al., 2016)



Li M et al., (2021)

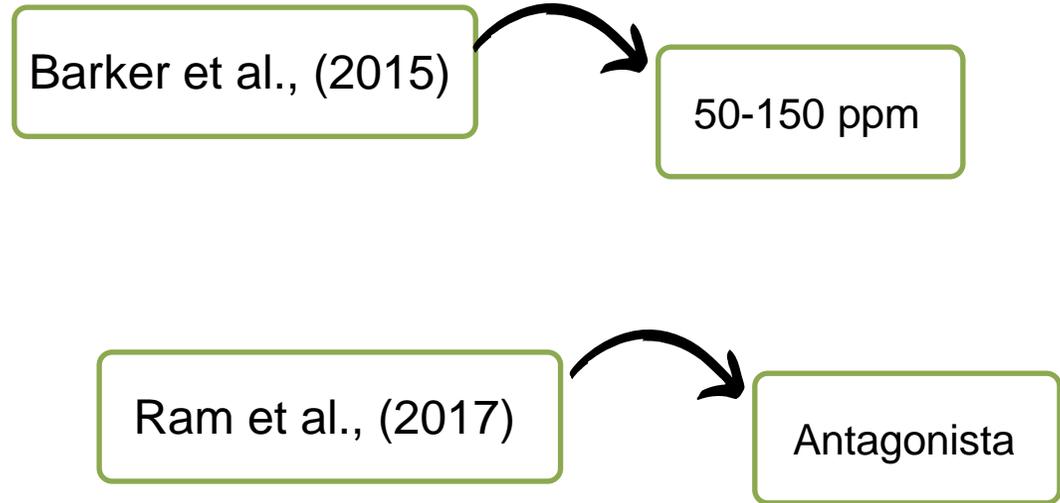
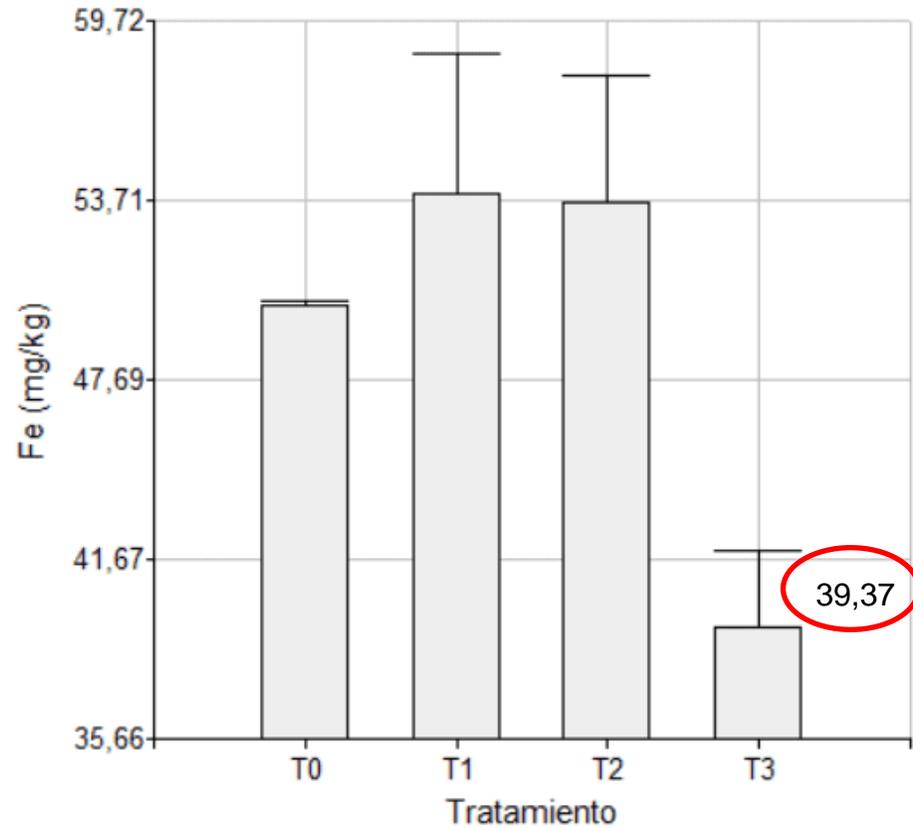


Barker et al., (2015)

25-300 ppm



Figura 4 Efecto de nano partículas de Hierro y Zinc sobre el nivel de Zn en hojas de las plantas de chocho F3 (ECU 2658 x ECU 8415) (mg/kg)



Nota. Se expresa el nivel de Zn en hojas por tratamiento junto con la desviación estándar

Conclusiones

- La aplicación de nanopartículas en plantas de chocho repercute de manera directa sobre la fisiología del cultivo y por ende sobre su crecimiento y rendimiento, sin embargo, no lo hace en la calidad de grano.
- Las diferentes variables analizadas en el crecimiento de la planta, demuestran un efecto positivo bajo la aplicación de nanopartículas repercutiendo directamente en una mejora productiva.
- Los tratamientos con nanopartículas tuvieron repercusiones sobre el rendimiento de la planta de chocho donde se encontró diferencias significativas, sin embargo, bajo la aplicación de nanopartículas de Fe+Zn combinados disminuyeron el rendimiento por efecto de una fitotoxicidad.
- La calidad de grano de chocho no presenta cambios a pesar de ello estos resultados no descartan la habilidad que poseen las nanopartículas en la mejora productiva ya que en las otras variables analizadas sufrieron una mejora directa en comparación con el testigo.

Recomendaciones

- Realizar un análisis de suelo previo al establecimiento del cultivo y posterior al mismo para determinar los niveles de Fe y Zn a la par efectuar un análisis de los niveles de Fe y Zn contenidos en las hojas.
- Para determinar el límite en la concentración tolerable de la planta se recomienda realizar diferentes estudios con una concentración mayor a 80 ppm siempre y cuando la aplicación de nanopartículas sea de manera individual.
- Si la aplicación de nanopartículas se realizara de manera conjunta es recomendable usar una dosificación menor a 80 ppm.
- En busca de incrementar las concentraciones de Fe, Zn y proteína en el grano se recomienda realizar más de 3 aplicaciones de nanopartículas en el cultivo.

Gracias



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA