



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



**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERA BIOTECNÓLOGA**

**Caracterización de composición química del extracto etanólico de  
*Cinnamomum verum* (J.Presl) y efecto alelopático en semillas de  
crecimiento rápido**

**Elaborado por:** Roca Rojas María Emilia

**Directora:** Naranjo Puente Blanca Fabiola M.Sc.

Sangolquí, 2023



# ÍNDICE



- Introducción
- Objetivos
- Hipótesis
- Metodología
- Resultados y Discusión
- Conclusiones y Recomendaciones
- Agradecimientos



# INTRODUCCIÓN

Agricultura



Técnicas y transformación



Explotación de recursos



Malezas



Bajo Rendimiento



Global 40% - 87%



Nacional

Costa 25 % - 50 %  
Sierra 94 % - 95 %

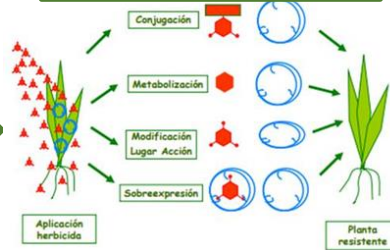
Manejo de Malezas



Uso desmedido



Resistencia



Consecuencias

Salud



Ambiente



(Acevedo, 2020; CIAD, 2023; MAGAP, 2019; HRAC, 2022; INTAGRI, 2023; Luzuriaga *et al.*, 2022; Ribayo *et al.*, 2021; Chueca, 2003)



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



# INTRODUCCIÓN

Conservación



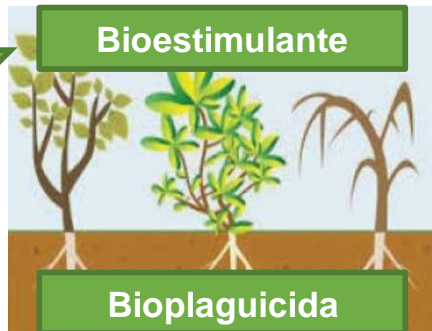
Innovación



Principios Activos



Bioestimulante



Bioplaguicida

*Cinnamomum verum* (J.Presl) - Canela



Actividad Biológica

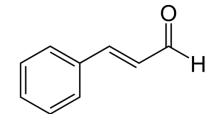
Antifúngico

Antimicrobiano

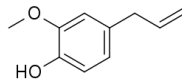
Antioxidante

Vasodilatador

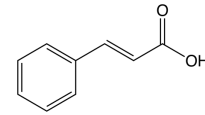
Alternativa Agrícola  
Potencial Pesticida



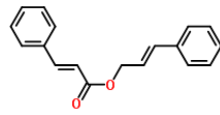
Cinamaldehído



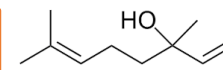
Eugenol



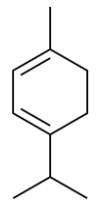
Ácido Cinámico



Cinamato de Cinamilo



Linalol



Alfa - terpineno

# OBJETIVOS

## Objetivo General

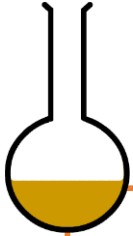
- Caracterizar la composición química del extracto etanólico de *Cinnamomum verum* (J.Presl) y observar el efecto alelopático en semillas de crecimiento rápido

## Objetivos Específicos

- Obtener el extracto etanólico de *Cinnamomum verum* (J.Presl) mediante extracción con Soxhlet.
- Analizar la composición del extracto etanólico de *Cinnamomum verum* (J.Presl).
- Determinar la actividad alelopática de *Cinnamomum verum* (J.Presl) en semillas de crecimiento rápido.



# HIPÓTESIS

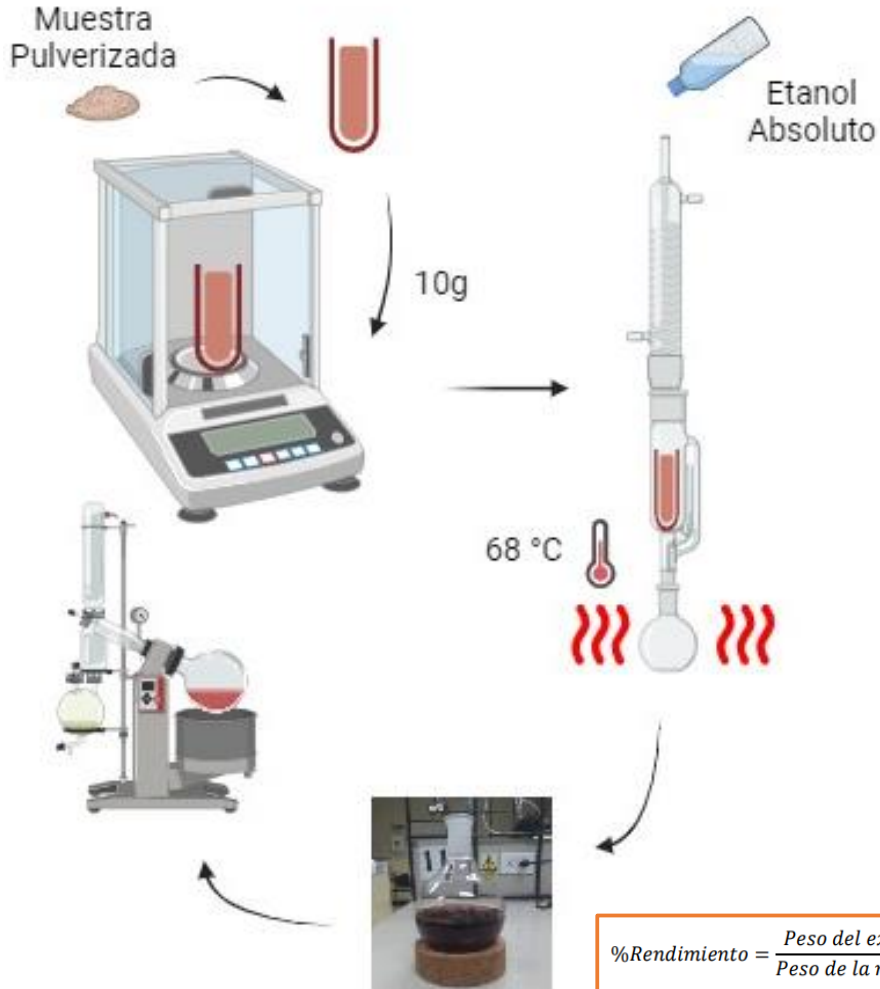


La composición química del extracto etanólico de *Cinnamomum verum* (J.Presl) ejerce un efecto sobre la germinación y desarrollo de las semillas de *Lactuca sativa* (Linneo), *Raphanus sativus* (Linneo) y *Cynodon dactylon* (Persoon).

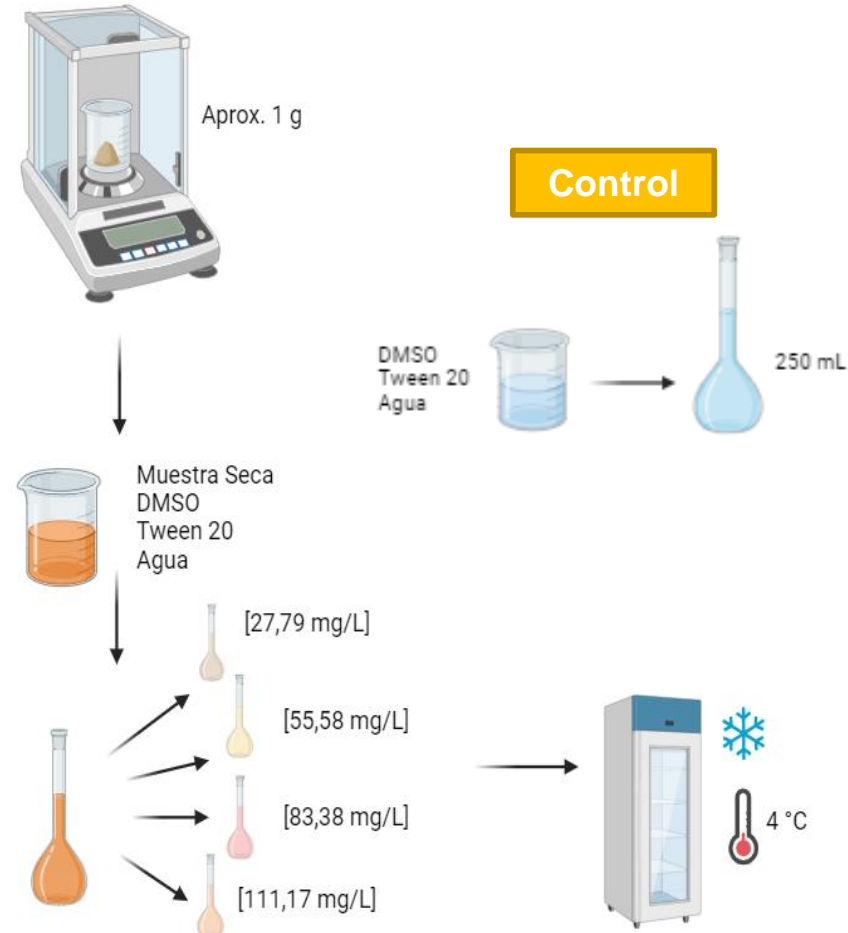


# METODOLOGÍA

## Extracción con Soxhlet



## Preparación de la Solución Madre y las diluciones



# METODOLOGÍA

## Análisis Cromatográfico

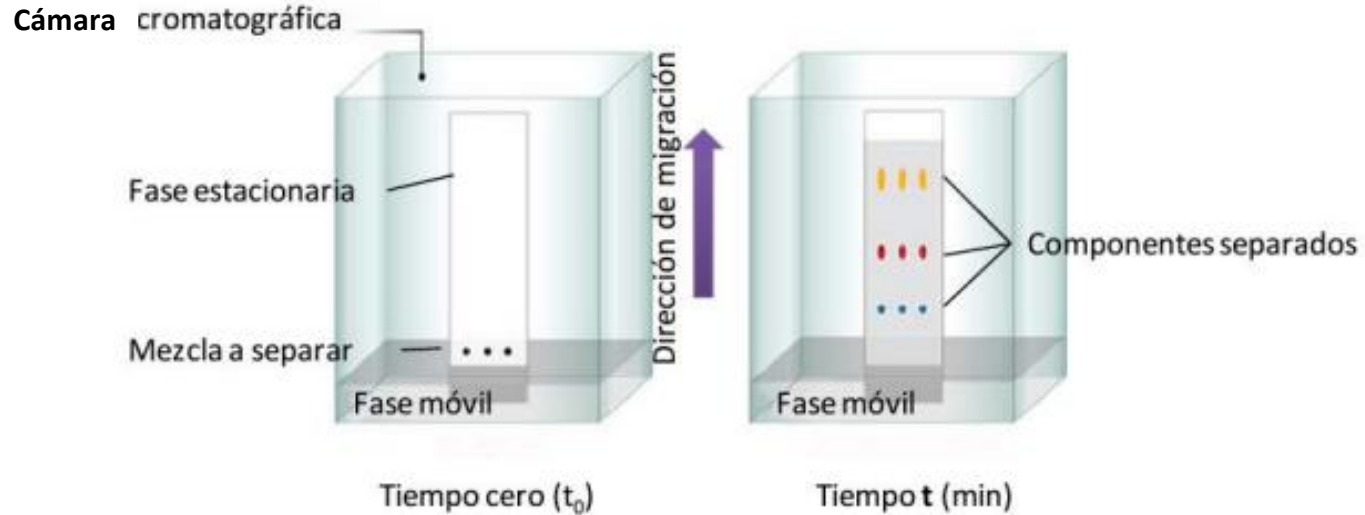
**Fase Estacionaria**  
Sílica Gel Tipo G

**Fase Móvil**  
Tolueno y Acetato de Etilo  
[93:7]

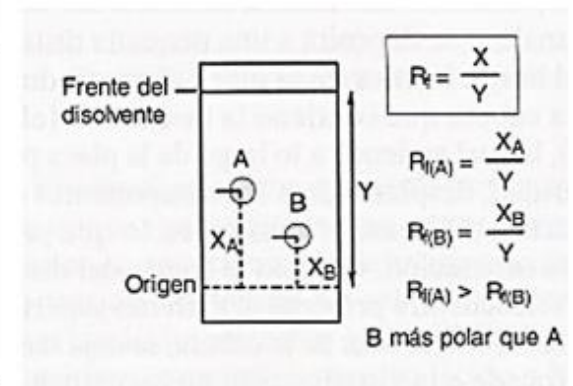
**Revelador**  
Anisaldehído sulfúrico

**Temperatura**  
70 °C

$$R_f = \frac{\text{Distancia recorrida por un compuesto (X)}}{\text{Distancia recorrida por el disolvente (Y)}}$$



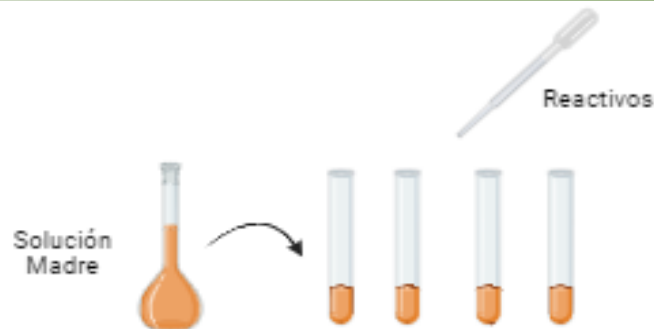
Polaridad	Orden de elución	Tipo de compuesto
Menor	Menor retención	Alcanos Alquenos Eteres Derivados halogenados Aldehidos y cetonas Esteres Aminas Alcoholes Fenoles Acidos carboxilicos
Mayor	Mayor retención	



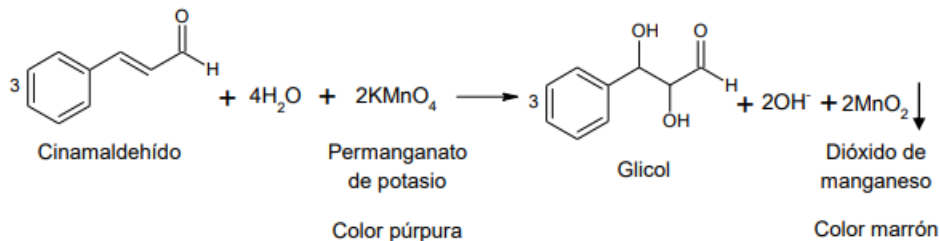


# METODOLOGÍA

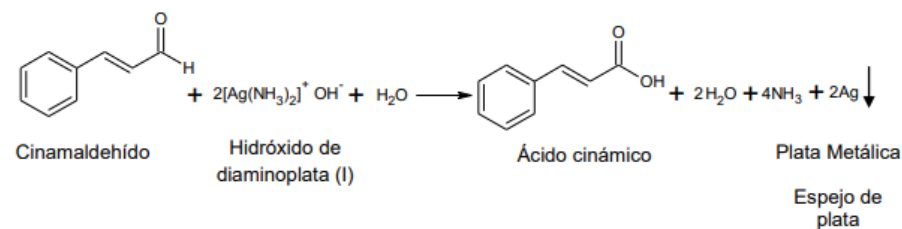
## Pruebas de Coloración



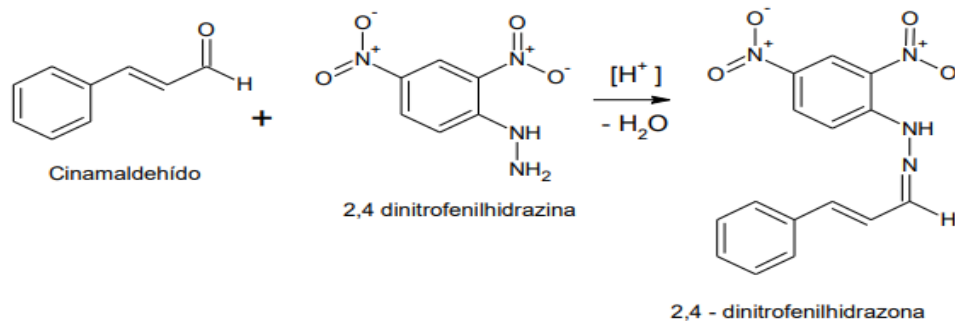
### Identificación de Insaturaciones (Baeyer)



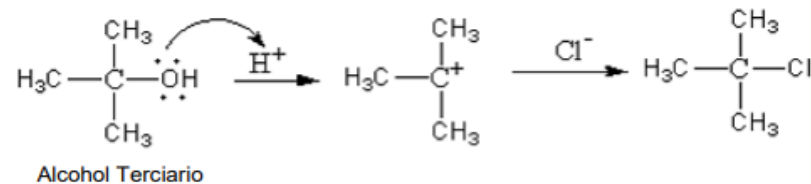
### Identificación de aldehídos (Tollens)



### Identificación de Aldehídos y Cetonas (Brady)



### Identificación de Alcoholes (Lucas)



# METODOLOGÍA

## Cuantificación de Fenoles por el Método de Folin - Ciocalteu

### Preparación de la Sol. Ácido Gálico



### Preparación de la Sol. Bicarbonato de Sodio al 10 %

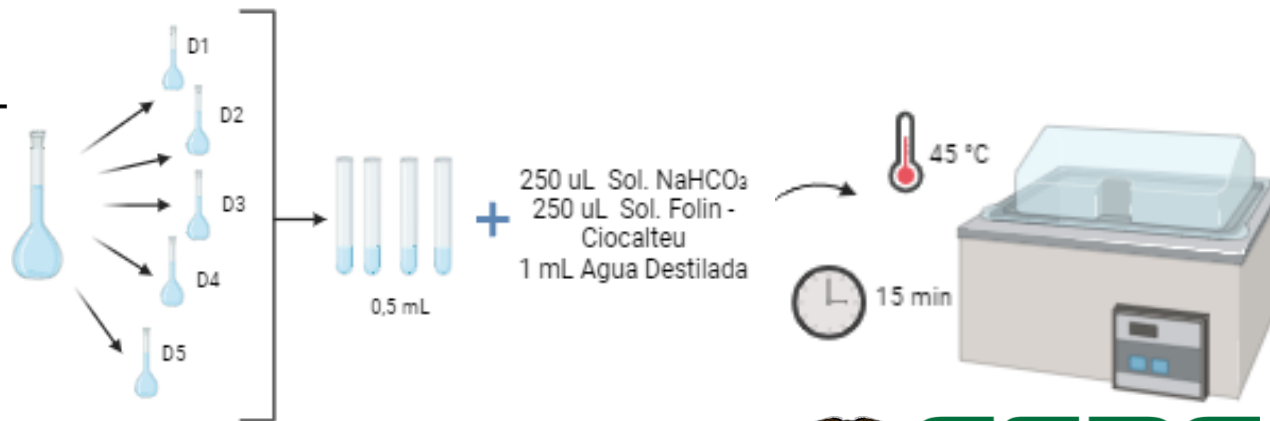


### Preparación de la Sol. Folin - Ciocalteu



### Curva de Calibración

Ensayo	Volumen de la solución patrón de Ácido Gálico (µL)	Concentración de las diluciones (mg/L)
D <sub>1</sub>	250	10
D <sub>2</sub>	750	30
D <sub>3</sub>	1250	50
D <sub>4</sub>	1750	70
D <sub>5</sub>	2250	90



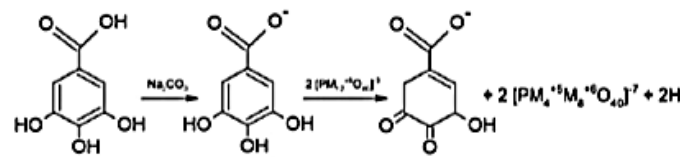
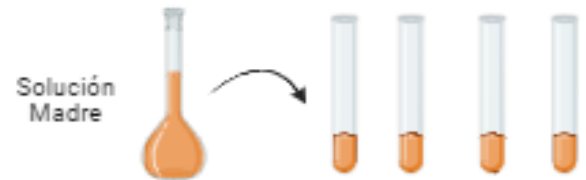
# METODOLOGÍA

## Curva de Calibración



- a. Control
- b. [10 mg/L]
- c. [30 mg/L]
- d. [50 mg/L]
- e. [70 mg/L]
- f. [90 mg/L]

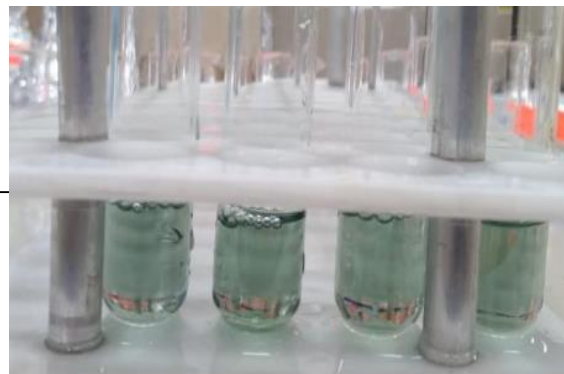
## Contenido de Fenoles del Extracto



M = Mo or W

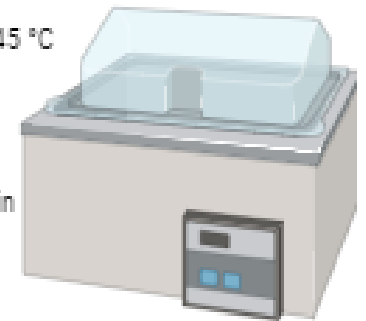
250 uL Sol. NaHCO<sub>3</sub>  
250 uL Sol. Folin - Ciocalteu  
1,5 mL Agua Destilada

(a)  
 $\lambda = 765 \text{ nm}$



45 °C

15 min



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

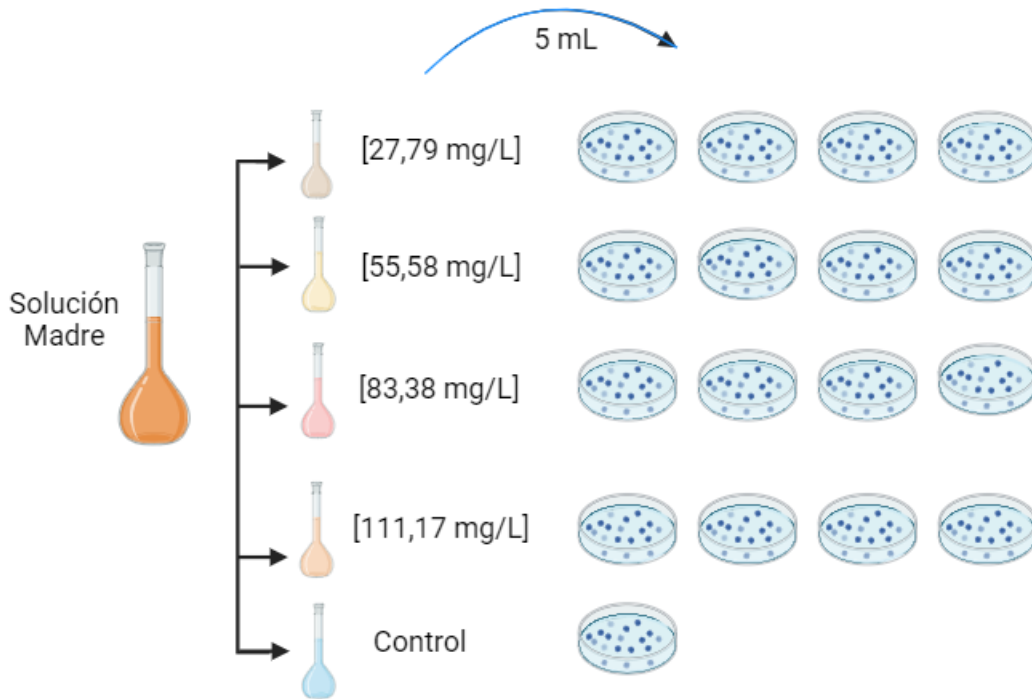
# METODOLOGÍA

## Efecto Alelopático

*Lactuca sativa*  
(Linneo)

*Raphanus sativus*  
(Linneo)

*Cynodon dactylon*  
(Persoon)



### Diseño Experimental

Método de Duncan

$\alpha = 0.05$

Infostat

### Variables

Número de raíces secundarias

Longitud de raíces y tallos

Grosor de raíces y tallos

Número de hojas







# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Extracto Etanólico

Repetición	Peso del balón vacío (g)	Peso del balón con extracto (g)	Peso del extracto (g)	Peso de la muestra (g)	Porcentaje de Rendimiento
1	191,6051	193,1659	1,5608		15,61%
2	184,2340	185,7896	1,5556	10	15,57%
3	184,2750	185,8358	1,5608		15,61%
<b>Promedio</b>	<b>186,704</b>	<b>188,264</b>	<b>1,559</b>		<b>15,60%</b>

## Reacciones de Coloración

Reacción	Resultado en el extracto de <i>Cinnamomum verum</i> (J.Presl)	Observaciones	Evidencia fotográfica
<b>Baeyer</b>	+++	Hay cambio de coloración con presencia de precipitado	
<b>Tollens</b>	++	Presencia de precipitado (espejo de plata)	
<b>Brady</b>	+++	Formación de un precipitado naranja	
<b>Lucas</b>	-	No se observan cambios	



**Rendimiento por Soxhlet**  
15 % - 20%



**Variaciones**  
Condiciones de operación



**Contenido de metabolitos secundarios**  
Condiciones climáticas  
Período de cosecha  
Almacenamiento



Baeyer  
Brady  
Tollens

Ácido  
Cinámico  
Cinamaldehído  
Linalol  
 $\alpha$ - pineno



Lucas

20 min  
Tautomerización

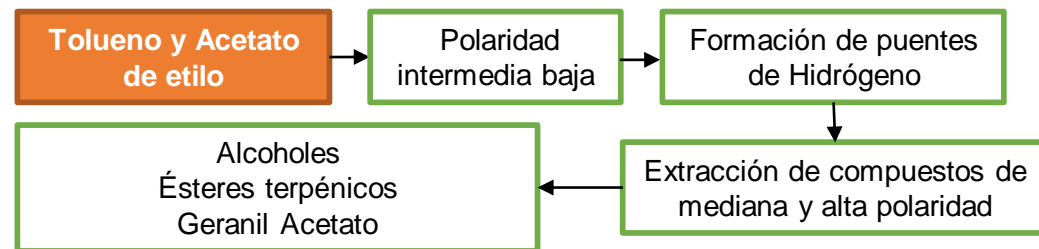
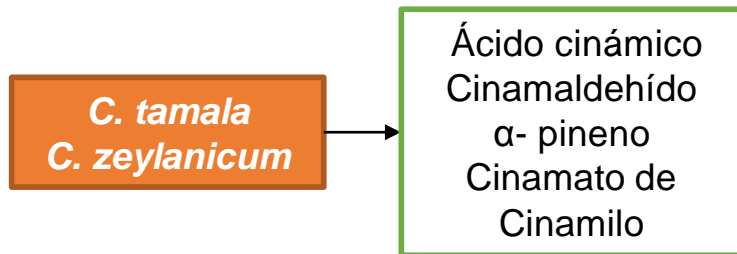
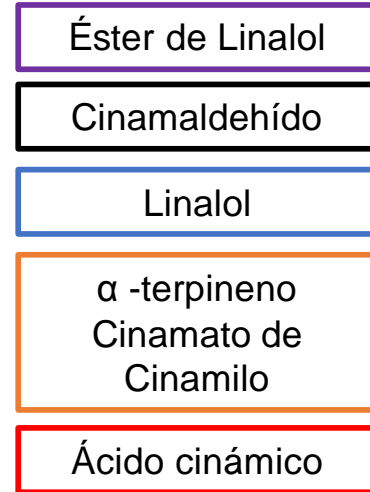
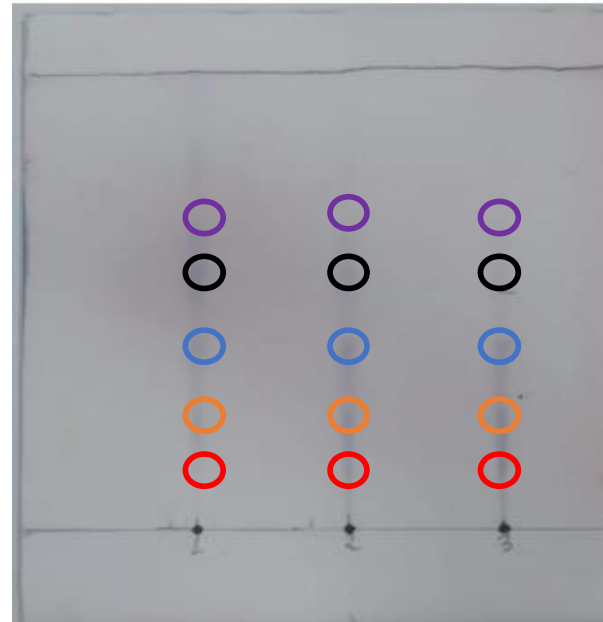


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

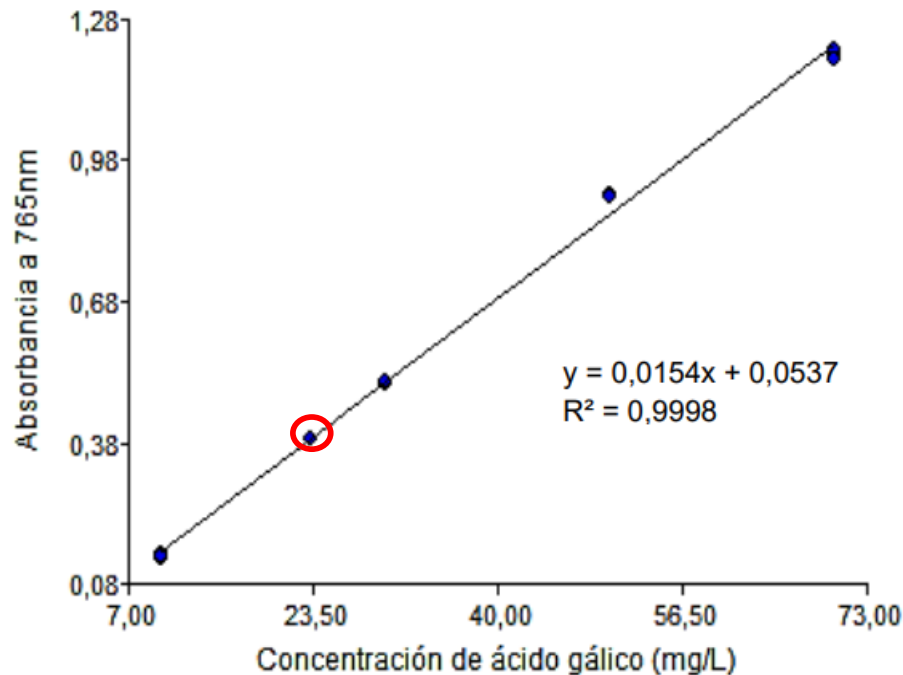
## Análisis Cromatográfico

Factor de Retardo ( $R_f$ )		Componente
Experimental	Teórico (Wagner & Bladt, 2001)	
0,13	0,05- 0,1	Ácido Cinámico
0,23	~0,25	$\alpha$ -terpineno Cinamato de cinamilo
0,40	~0,4	Linalol
0,56	~0,5	Cinamaldehído
0,63	~0,65	Éster de linalol



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Cuantificación de Fenoles por el Método de Folin - Ciocalteu



Contenido de Fenoles Totales en *C. zeylanicum* vs. *C. verum*

$3,0 \times 10^{-5} \pm 1,3 \times 10^{-5}$  mg-EAG/g-MS

$3,4 \times 10^{-5}$  mg-EAG/g-MS

$$23,542 \frac{\text{mg} - \text{EAG}}{1\text{L}} \times \frac{1\text{L}}{694,8 \text{ mg} - \text{MS}} = 0,034 \frac{\text{mg} - \text{EAG}}{\text{mg} - \text{MS}} \times \frac{1 \text{ mg} - \text{MS}}{1000\text{g} - \text{MS}} = 3,4 \times 10^{-5} \frac{\text{mg} - \text{EAG}}{\text{g d} - \text{MS}}$$

(Gutiérrez, Ortiz, & Mendoza, 2008)

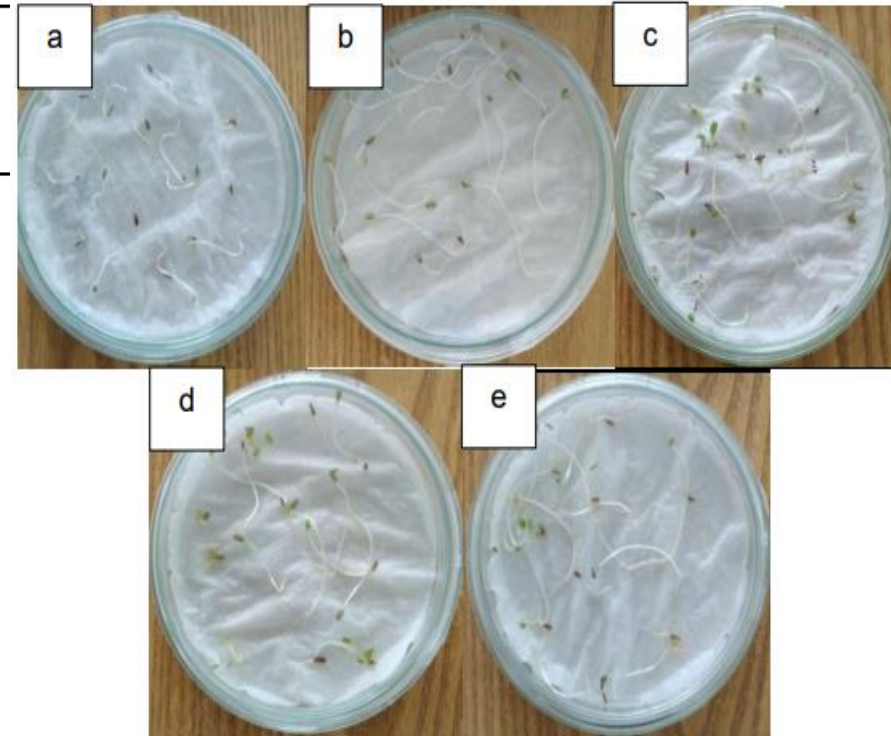


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Efecto Alelopático en *Lactuca sativa* (Linneo)

RESUMEN DATOS	Control	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
Número de raíces secundarias	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Longitud de la raíz (cm)	1,61	3,61	3,62	2,61	2,62
Grosor de la raíz (mm)	0,10	0,70	0,70	0,50	0,50
Longitud del tallo (cm)	2,62	4,63	4,62	3,62	3,62
Grosor del tallo (mm)	0,50	1,00	1,00	0,80	0,80
Número de hojas	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00



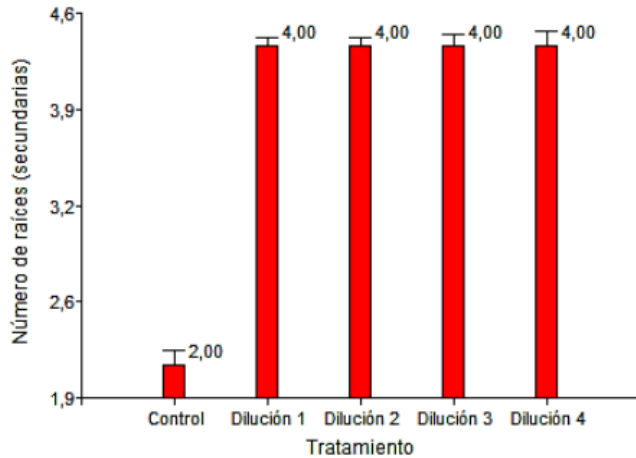
a. Control; b. [27,79 mg/L]; c. [55,58 mg/L]  
d. [83,38 mg/L] y e. [111,17 mg/L]



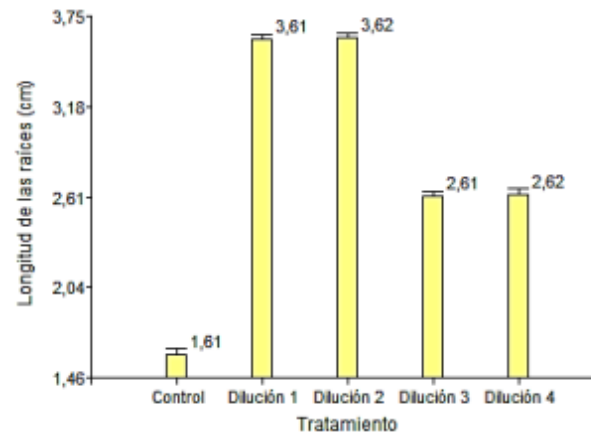
# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Efecto Alelopático en *Lactuca sativa* (Linneo)

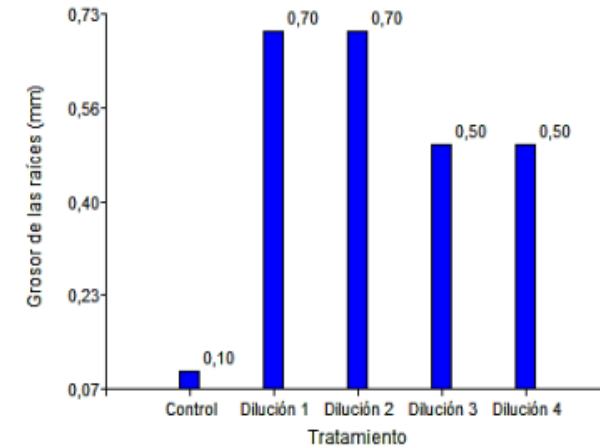
### Número de raíces secundarias



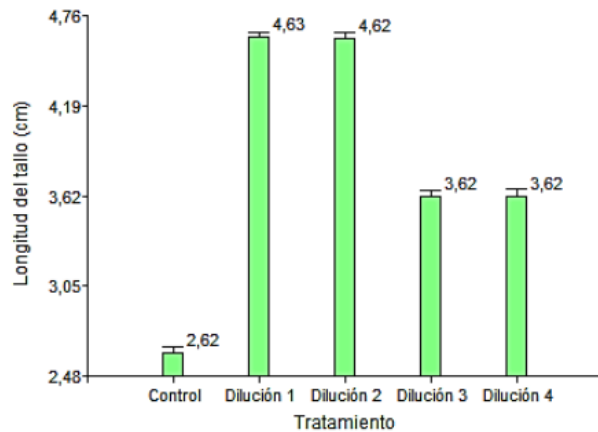
### Longitud de Raíces



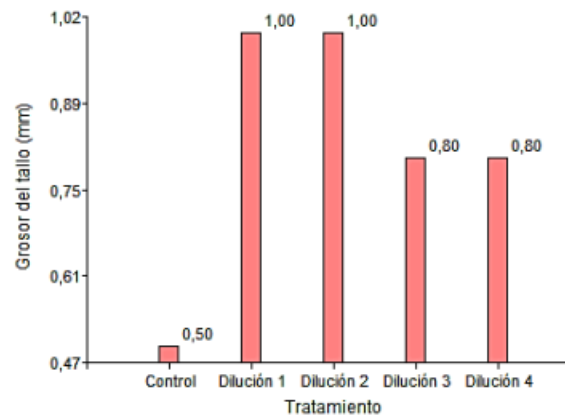
### Grosor de Raíces



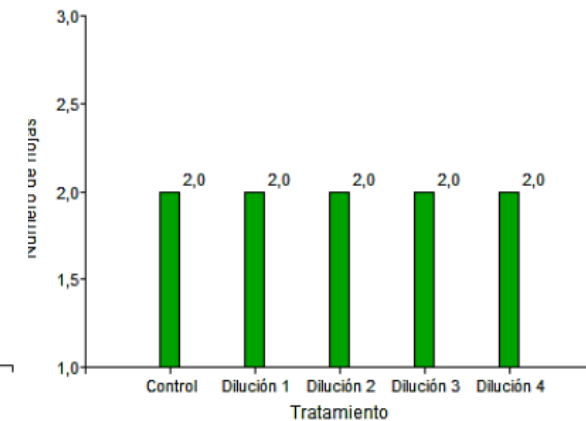
### Longitud de Tallos



### Grosor de Tallos

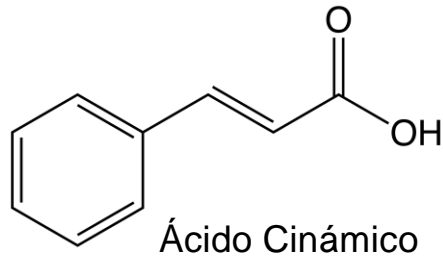
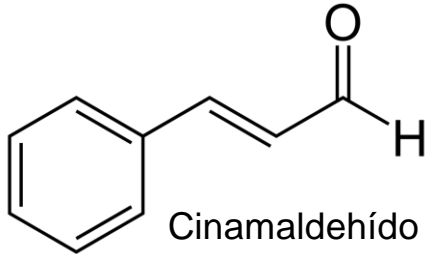


### Número de Hojas



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Efecto Alelopático en *Lactuca sativa* (Linneo)



Cinamaldehído  
Ácido Cinámico

Actividad  
Vasodilatadora

Elongación de  
Tejidos

Extracto etanólico de  
*C. Tamala* (Linneo) y *C.  
zeylanicum* (Linneo)

Efecto Positivo

15 mg/L – 50 mg/L

60 mg/L – 95 mg/L  
Menor Rendimiento

Efecto Negativo

130 mg/L en  
adelante  
Resistencia a  
pesticidas y  
fertilizantes

Toxicidad

> 65 mg/L Reducir Conductos

< 10 mg/L Nula

≥ 50 mg/L Letal para el 10% de  
Células  
Reducción exponencial

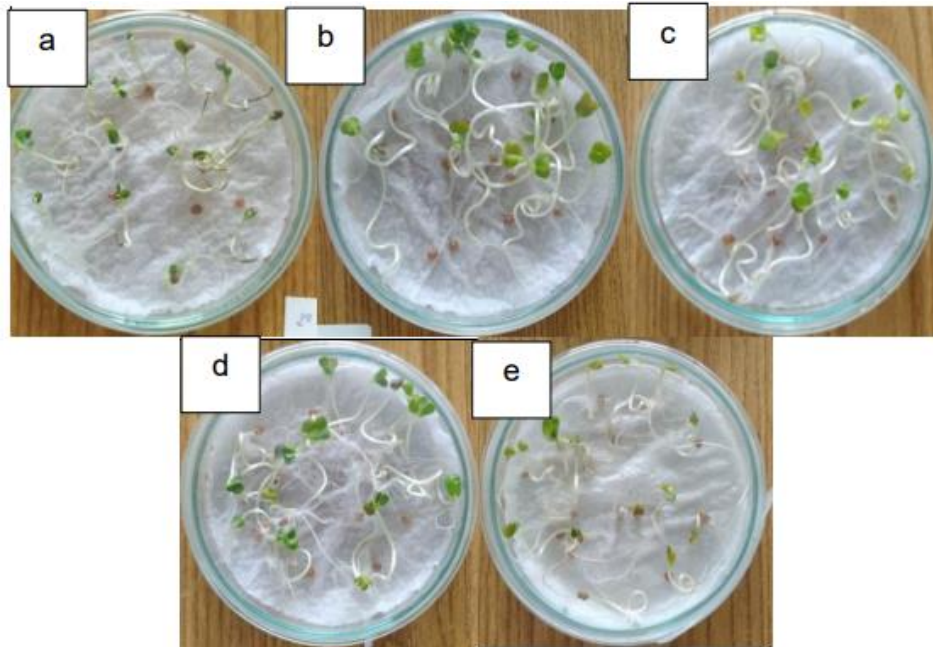
(Liu, 2021 y Kressen *et al.*, 2021; Carrizosa, 2021)



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Efecto Alelopático en *Raphanus sativus* (Linneo)

RESUMEN DATOS	Control	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
Número de raíces secundarias	5,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Longitud de la raíz (cm)	5,67	12,33	12,33	12,34	10,30
Grosor de la raíz (mm)	0,10	0,90	0,90	0,90	0,70
Longitud del tallo (cm)	2,55	7,24	7,24	7,24	5,25
Grosor del tallo (mm)	1,00	2,00	2,00	2,00	1,50
Número de hojas	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

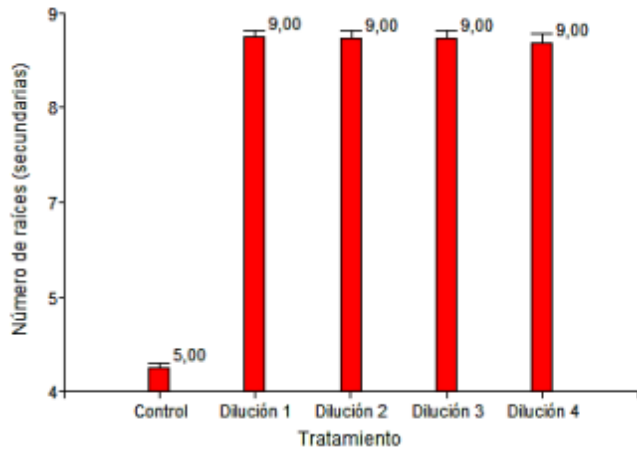


a. Control; b. [27,79 mg/L]; c. [55,58 mg/L]  
d. [83,38 mg/L] y e. [111,17 mg/L]

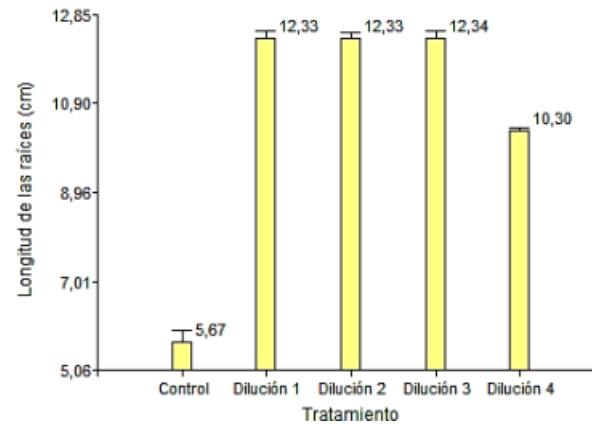
# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Efecto Alelopático en *Raphanus sativus* (Linneo)

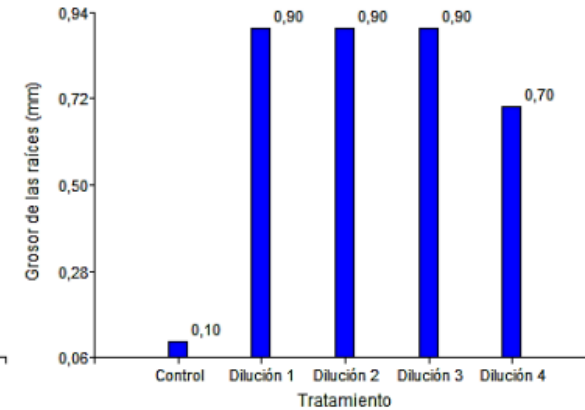
### Número de raíces secundarias



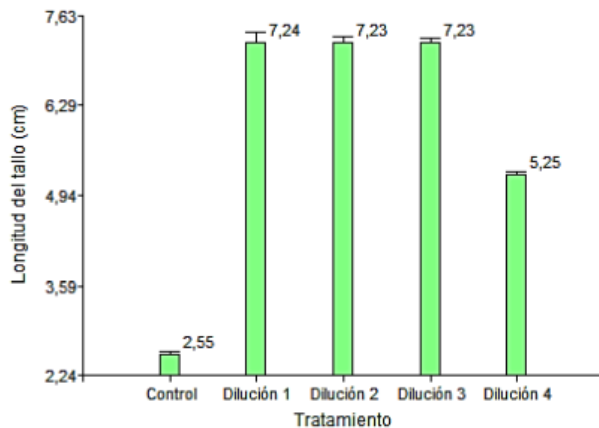
### Longitud de Raíces



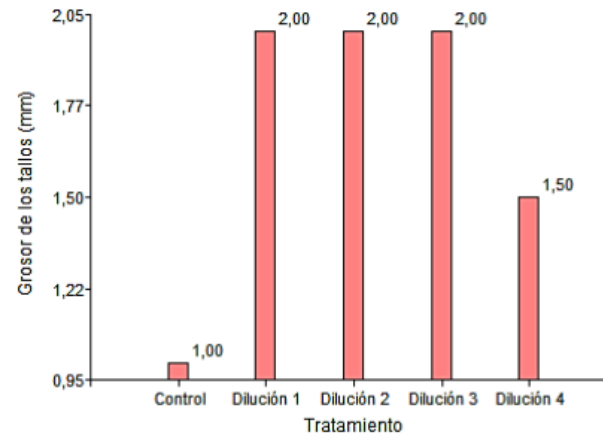
### Grosor de Raíces



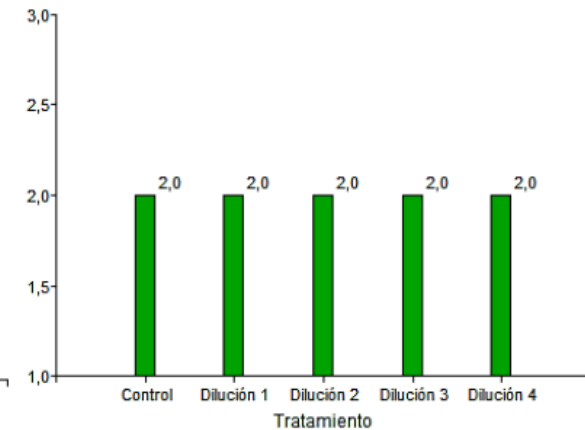
### Longitud de Tallos



### Grosor de Tallos



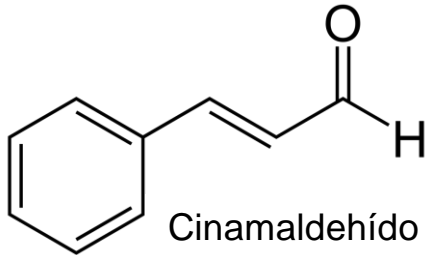
### Número de Hojas





# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

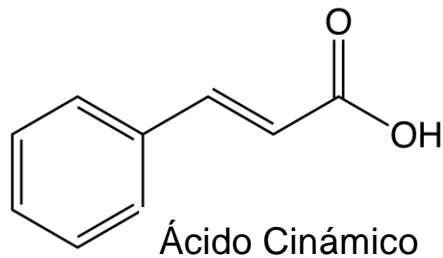
## Efecto Alelopático en *Raphanus sativus* (Linneo)



Cinamaldehído  
Ácido Cinámico

Actividad  
Vasodilatadora

Elongación de  
Tejidos



> 65 mg/L Reducir Conductos

< 10 mg/L Nula

≥ 50 mg/L Letal para el 10% de  
Células  
Reducción exponencial

Toxicidad

Extracto de *shochu* de  
*Cinnamomum camphora*  
(J.Presl)

Efecto Positivo

Crecimiento en  
Longitud y Grosor  
de Tallos y Raíces

**Aceite esencial**  
50 mg/L

**Extracto**  
65 mg/L

Efecto Negativo

Inhibición de Malezas  
*Cyperus rotundus*  
(Linneo)

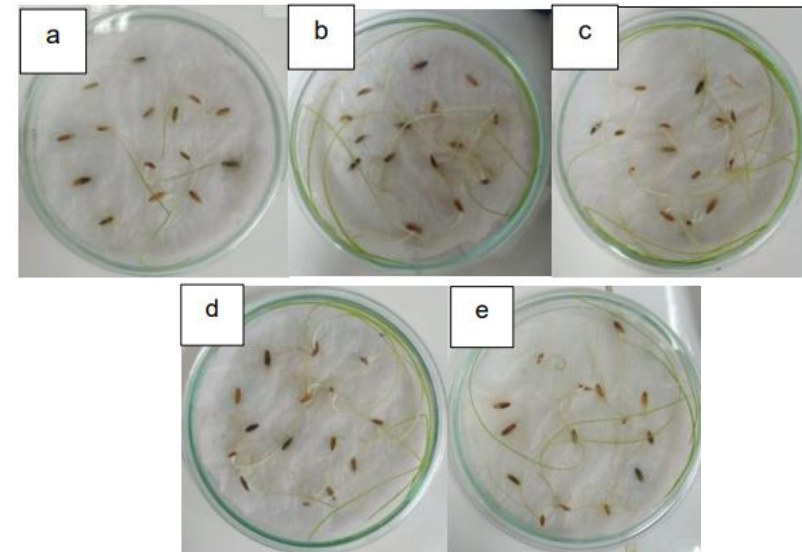
*Echinochloa crusgalli*  
(P.Beauv.)

*Imperata cylindrica*  
(Linneo)

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Efecto Alelopático en *Cynodon dactylon* (Persoon)

RESUMEN DATOS	Control	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
Número de raíces secundarias	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Longitud de la raíz (cm)	2,46	12,01	12,02	10,02	10,02
Grosor de la raíz (mm)	0,10	0,50	0,50	0,30	0,30
Longitud del tallo (cm)	2,46	4,62	4,62	3,62	3,61
Grosor del tallo (mm)	0,50	0,90	0,90	0,70	0,70
Numero de hojas	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

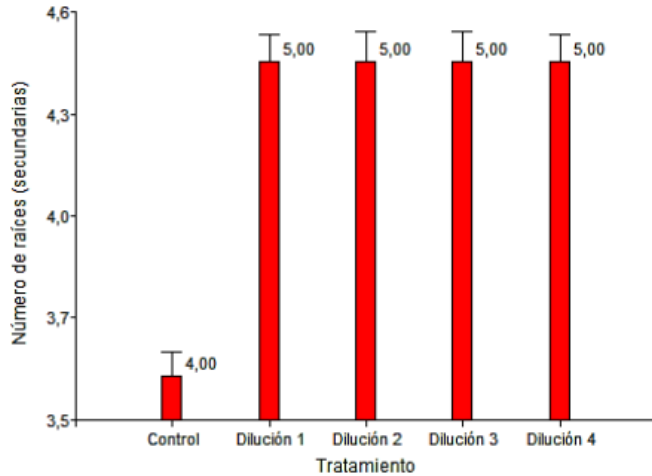


a. Control; b. [27,79 mg/L]; c. [55,58 mg/L]  
d. [83,38 mg/L] y e. [111,17 mg/L]

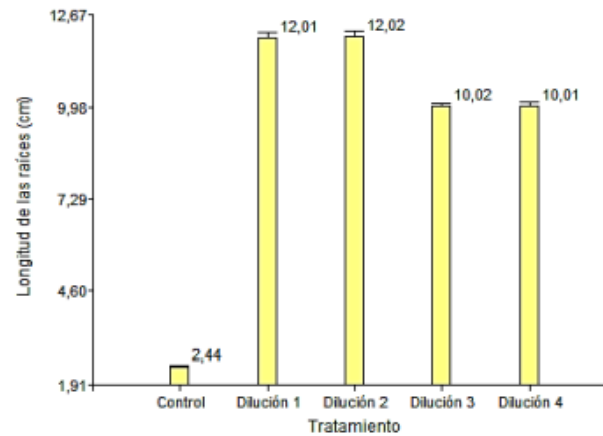
# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Efecto Alelopático en *Cynodon dactylon* (Persoon)

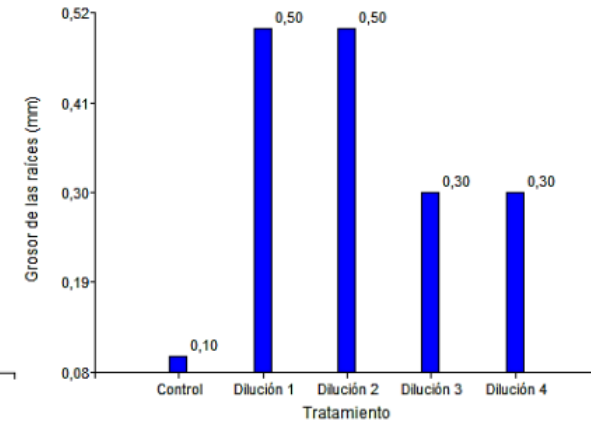
### Número de raíces secundarias



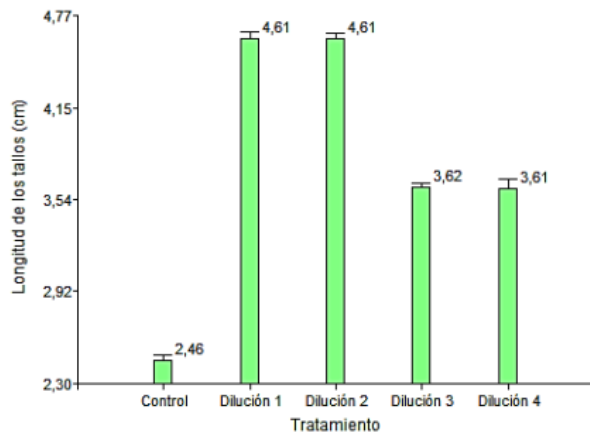
### Longitud de Raíces



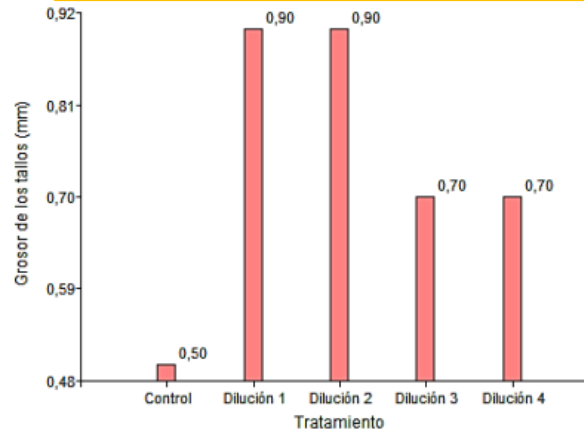
### Grosor de Raíces



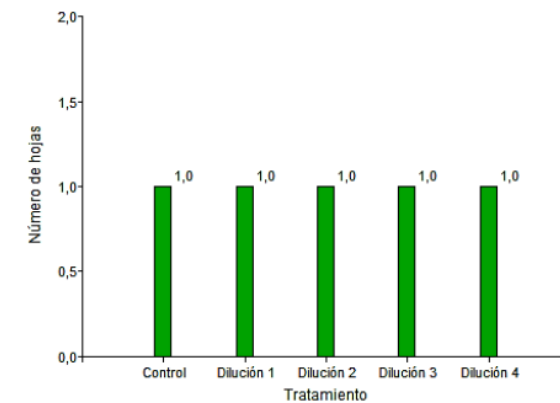
### Longitud de Tallos



### Grosor de Tallos

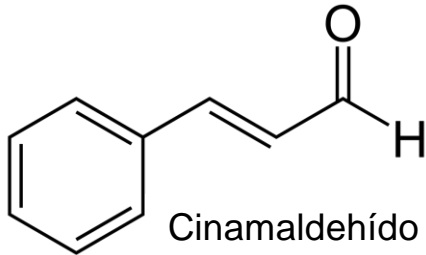


### Número de Hojas



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

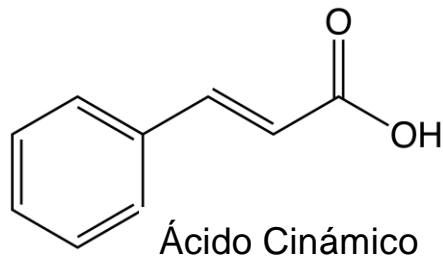
## Efecto Alelopático en *Cynodon dactylon* (Persoon)



Cinamaldehído  
Ácido Cinámico

Actividad  
Vasodilatadora

Elongación de  
Tejidos



Especies vegetales	Concentraciones de extractos (mg/L)	Porcentaje de inhibición en <i>Cynodon dactylon</i> (Persoon)
<i>Cinnamomum verum</i> (J.Presl)	95	65%
<i>Cinnamomum camphora</i> (J.Presl)	120	75%
<i>Cinnamomum cassia</i> (J.Presl)	150	87%
<i>Cinnamomum burmanni</i> (Nees & T.Nees) Blume	160	89%

Toxicidad

> 65 mg/L Reducir Conductos

< 10 mg/L Nula

≥ 50 mg/L Letal para el 10% de Células  
Reducción exponencial

Concentraciones menores  
Efecto Positivo

Concentraciones mayores  
Efecto Negativo

(Sawnders, 2017 y Lohg-Ho *et al.*, 2018; Carrizosa, 2021)



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



# CONCLUSIONES

Se realizó la caracterización la composición química del extracto etanólico de *Cinnamomum verum* (J.Presl) y se observó el efecto alelopático en semillas de crecimiento rápido

Se obtuvo 1,559 g de extracto de *Cinnamomum verum* (J.Presl) mediante extracción con Soxhlet con un rendimiento del 15,60 %

Se analizó la composición del extracto de *Cinnamomum verum* (J.Presl) mediante pruebas de coloración, cromatografía en capa fina y espectrofotometría, obteniéndose así un concentrado constituido por cinamaldehído, ácido cinámico, cinamato de cinamilo,  $\alpha$  - terpineno, linalol y éster de linalol.

La composición química del extracto de *Cinnamomum verum* (J.Presl) sí ejerce un efecto sobre la germinación y desarrollo de las semillas de *Lactuca sativa* (Linneo), *Raphanus sativus* (Linneo) y *Cynodon dactylon* (Persoon)

La existencia de un efecto alelopático positivo o negativo del extracto de *Cinnamomum verum* (J.Presl) sobre la germinación y desarrollo de las semillas de *Lactuca sativa* (Linneo), *Raphanus sativus* (Linneo) y *Cynodon dactylon* (Persoon) se debe a su concentración

## RECOMENDACIONES

Mayor Tiempo de Maceración

Peso de la Muestra

Directrices de los protocolos

Búsqueda de alternativas



# AGRADECIMIENTOS



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**Blanca Fabiola Naranjo Puente M.Sc.**  
Directora del Proyecto

**María Emilia Medina Ph. D.**  
Laboratorio de Microbiología de Suelos

**FAMILIA y AMIGOS**



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