



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 %

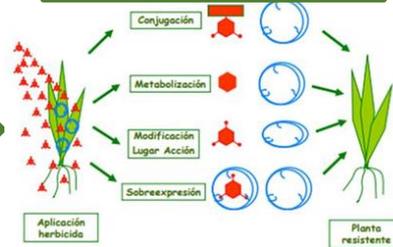
Manejo de Malezas



Uso desmedido



Resistencia



Consecuencias

Salud



Ambiente



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

INTRODUCCIÓN

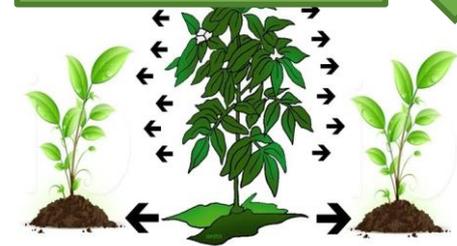
Conservación



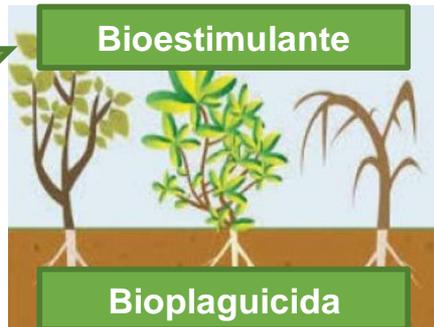
Innovación



Principios Activos



Bioestimulante



Bioplaguicida

Cinnamomum verum (J.Presl) - Canela



Actividad Biológica

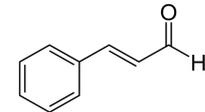
Antifúngico

Antimicrobiano

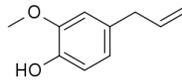
Antioxidante

Vasodilatador

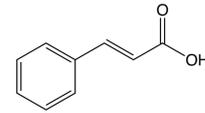
Alternativa Agrícola
Potencial Pesticida



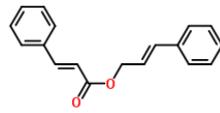
Cinamaldehído



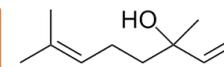
Eugenol



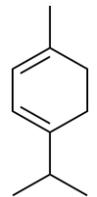
Ácido Cinámico



Cinamato de Cinamilo



Linalol



Alfa - terpineno

OBJETIVOS

Objetivo General

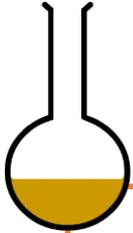
- Caracterizar la composición química del extracto etanólico de *Cinnamomum verum* (J.Presl) y observar el efecto alelopático en semillas de crecimiento rápido

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

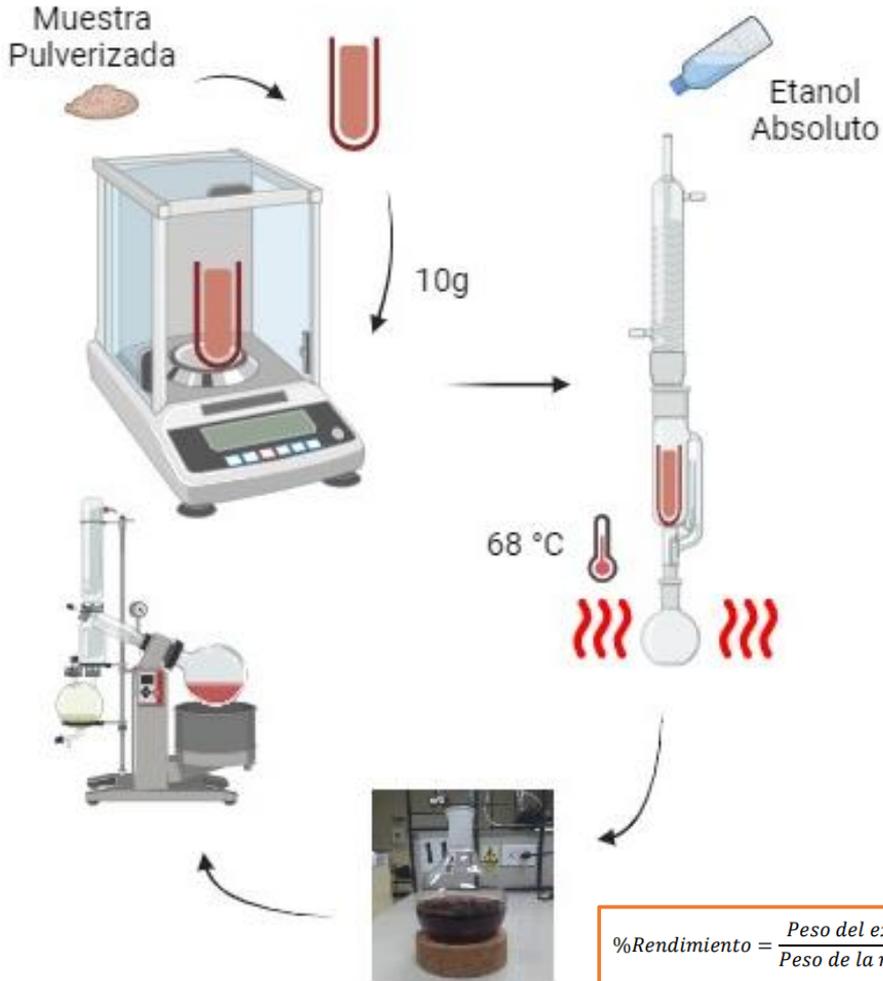


La composición química del extracto etanólico de *Cinnamomum verum* (J.Presl) ejerce un efecto sobre la germinación y desarrollo de las semillas de *Lactuca sativa* (Linneo), *Raphanus sativus* (Linneo) y *Cynodon dactylon* (Persoon).

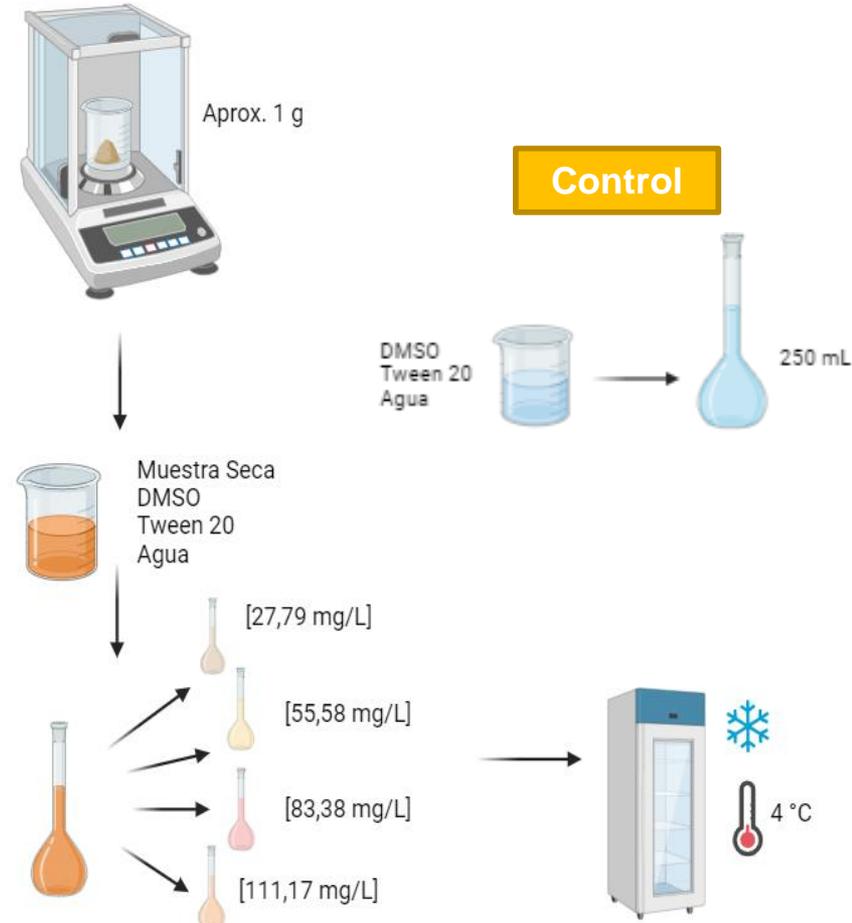


METODOLOGÍA

Extracción con Soxhlet



Preparación de la Solución Madre y las diluciones



METODOLOGÍA

Análisis Cromatográfico

Fase Estacionaria
Sílica Gel Tipo G

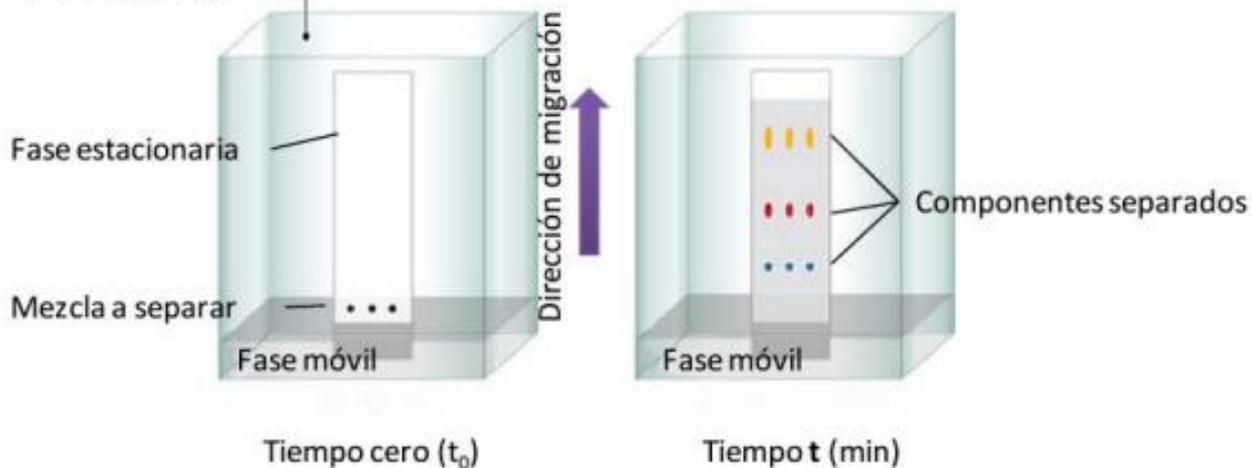
Fase Móvil
Tolueno y Acetato de Etilo
[93:7]

Revelador
Anisaldehído sulfúrico

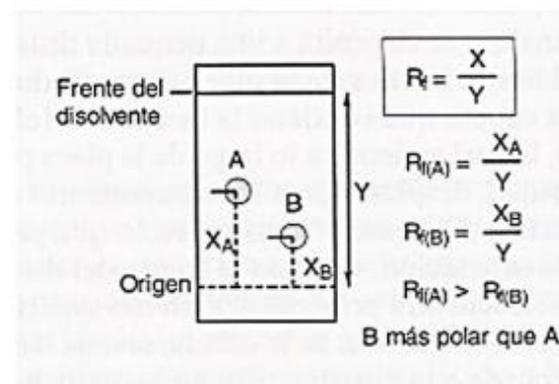
Temperatura
70 °C

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

Cámara cromatográfica

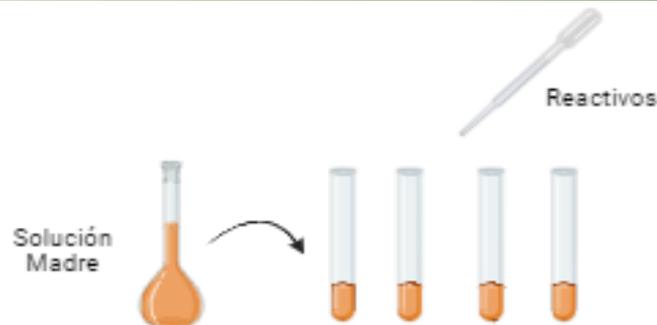


Polaridad	Orden de elución	Tipo de compuesto
Menor	Menor retención	Alcanos Alquenos Eteres Derivados halogenados Aldehidos y cetonas Esteres Aminas Alcoholes Fenoles Acidos carboxilicos
Mayor	Mayor retención	

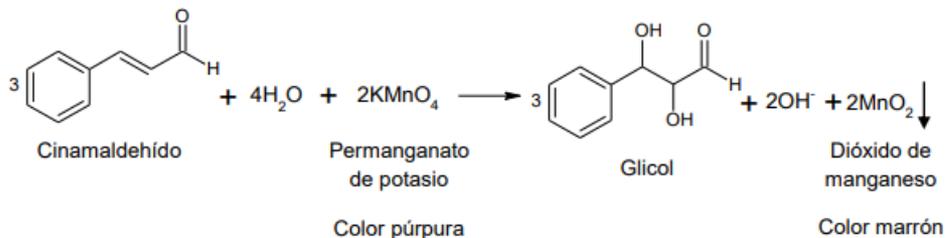


METODOLOGÍA

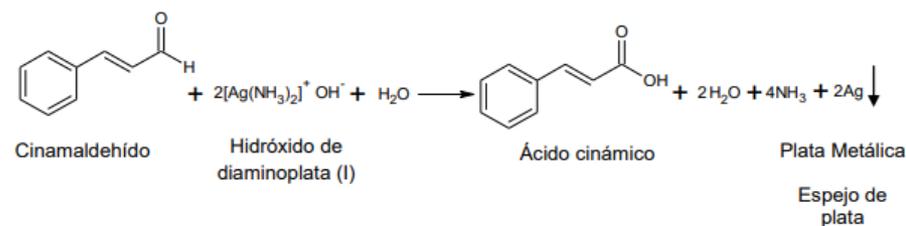
Pruebas de Coloración



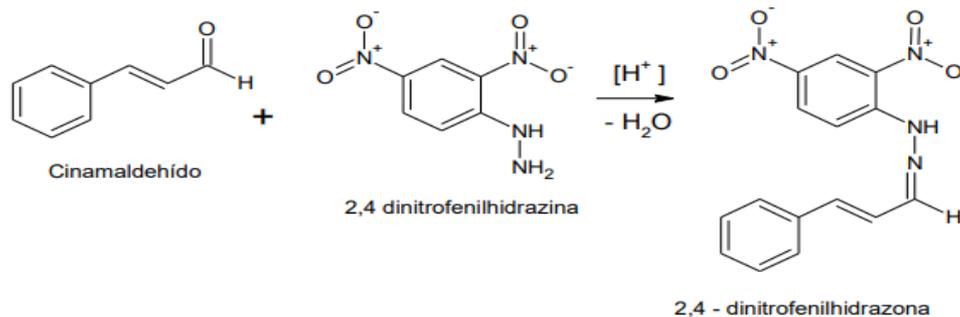
Identificación de Insaturaciones (Baeyer)



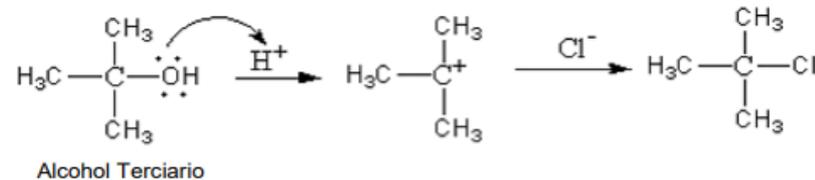
Identificación de aldehídos (Tollens)



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 %

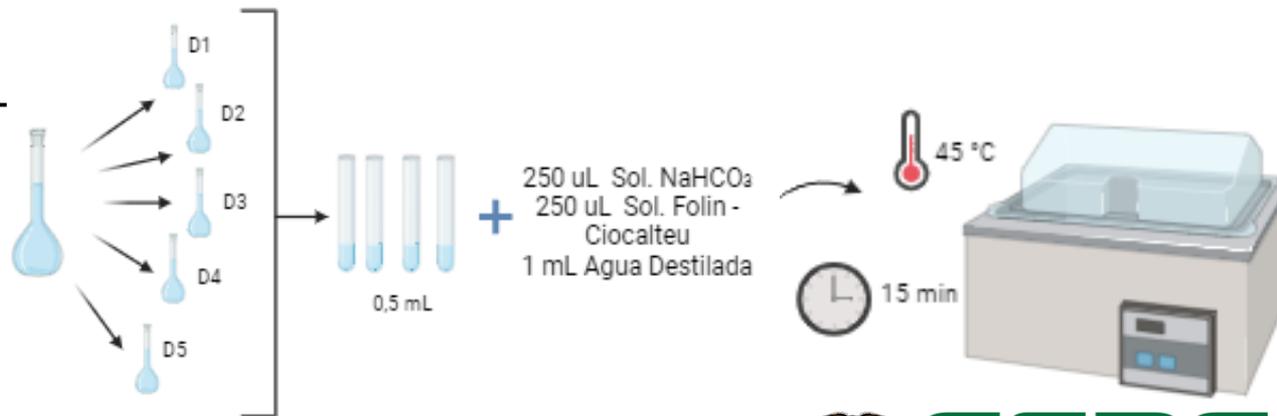


Preparación de la Sol. Folin - Ciocalteu



Curva de Calibración

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



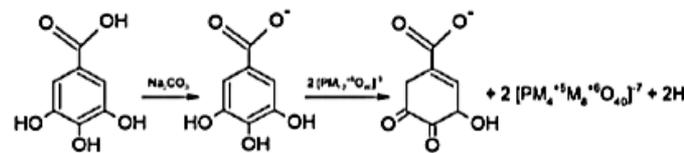
METODOLOGÍA

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



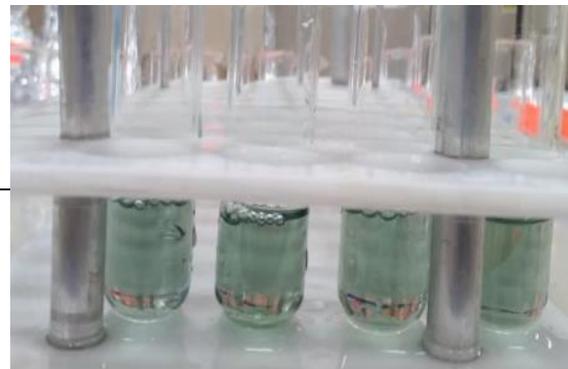
M = Mo or W

(a)

$\lambda = 765 \text{ nm}$



- + 250 uL Sol. NaHCO₃
- 250 uL Sol. Folin - Ciocalteu
- 1,5 mL Agua Destilada



45 °C



15 min



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

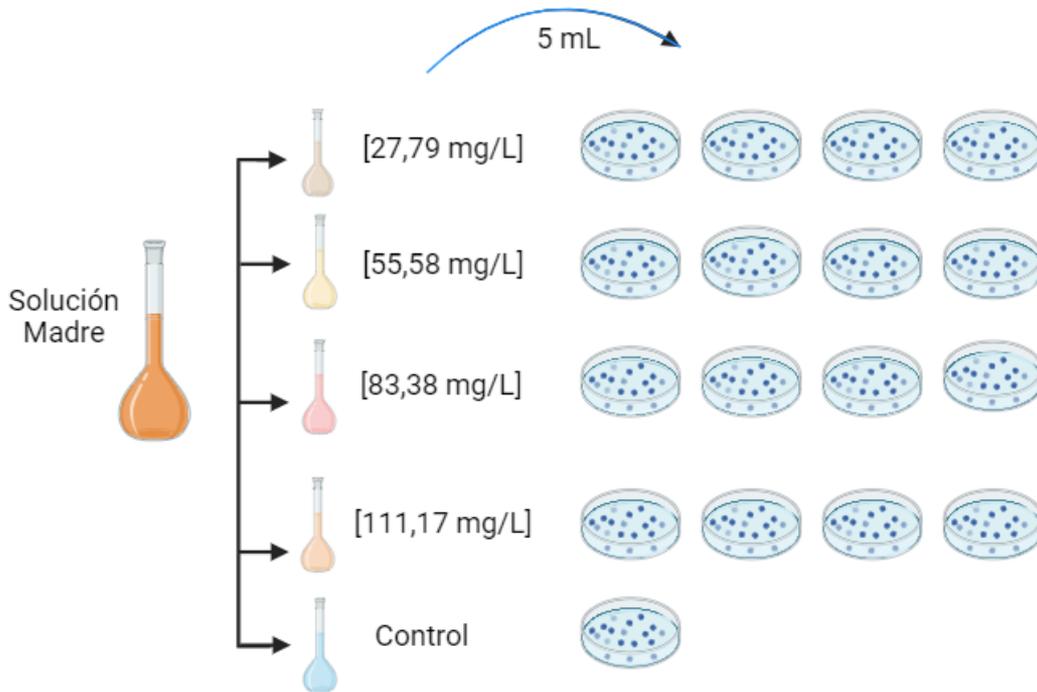
METODOLOGÍA

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%
Promedio	186,704	188,264	1,559		15,60%

Reacciones de Coloración

Reacción	Resultado en el extracto de <i>Cinnamomum verum</i> (J.Presl)	Observaciones	Evidencia fotográfica
Baeyer	+++	Hay cambio de coloración con presencia de precipitado	
Tollens	++	Presencia de precipitado (espejo de plata)	
Brady	+++	Formación de un precipitado naranja	
Lucas	-	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
 α - pineno



Lucas

20 min
Tautomerización

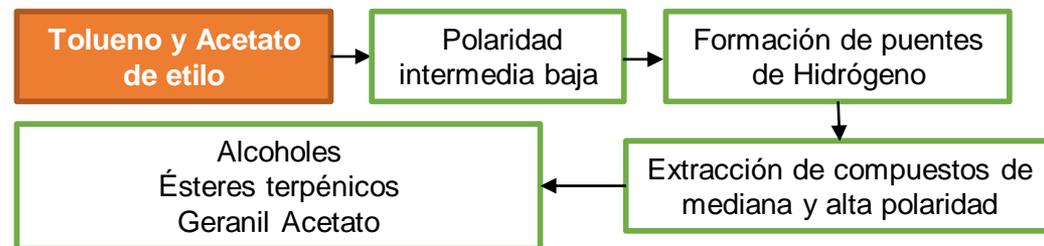
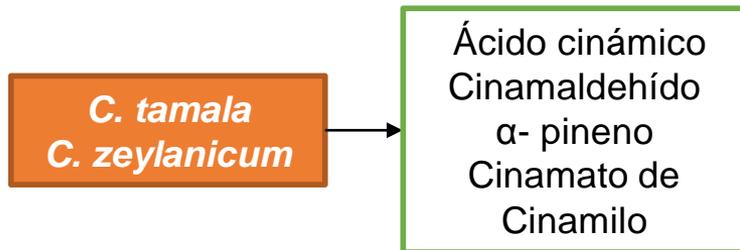
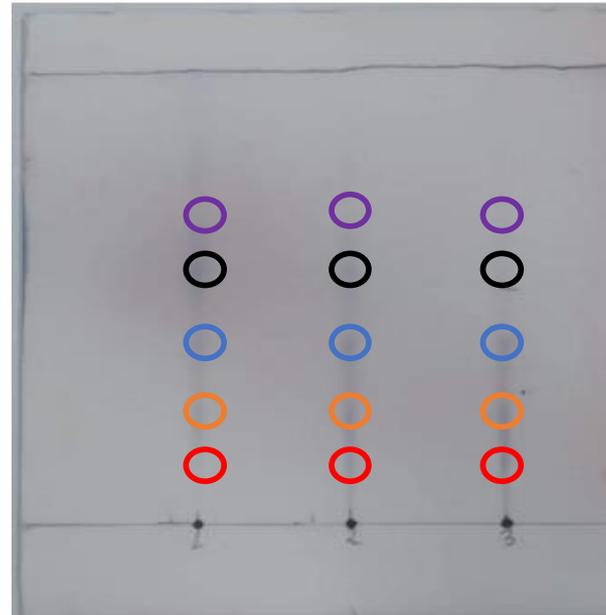


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

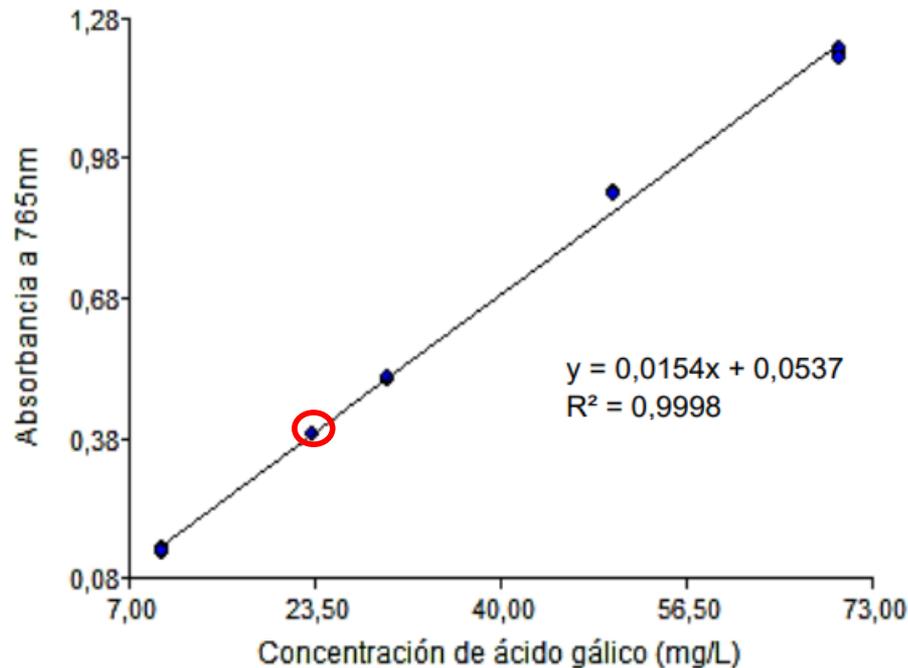
Análisis Cromatográfico

Factor de Retardo (R_f)		Componente
Experimental	Teórico (Wagner & Bladt, 2001)	
0,13	0,05- 0,1	Ácido Cinámico
0,23	~0,25	α -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

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

(Gutiérrez, Ortiz, & Mendoza, 2008)

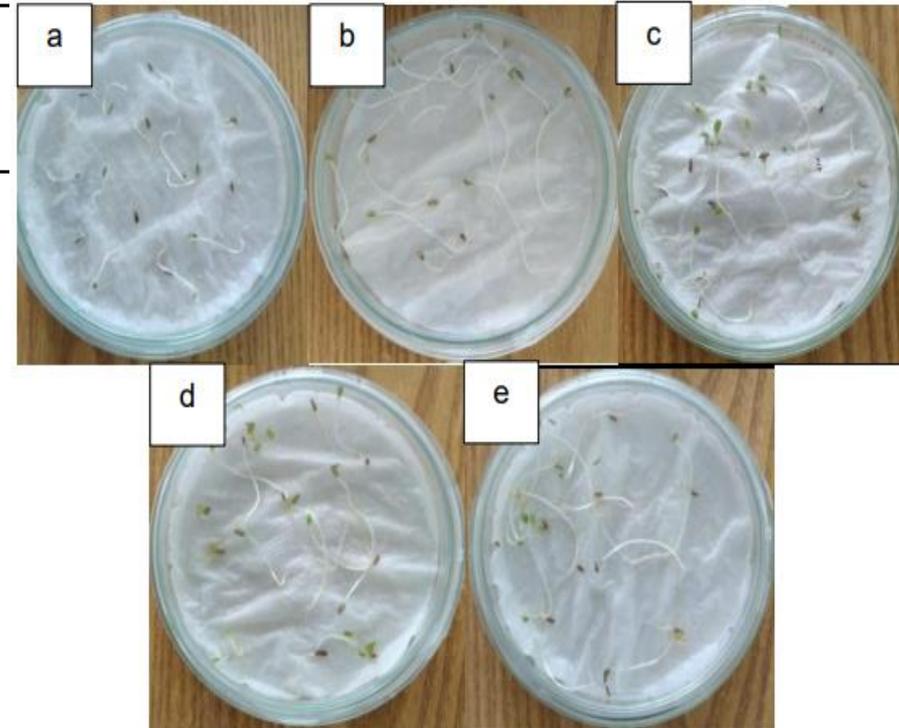


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto Alelopático en *Lactuca sativa* (Linneo)

RESUMEN DATOS	Control	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
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

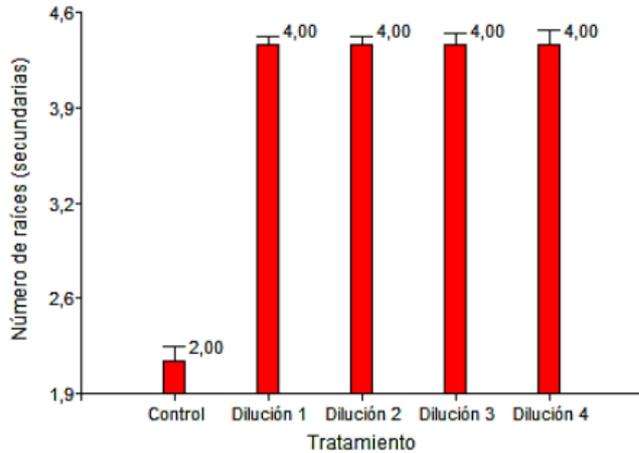


a. Control; b. [27,79 mg/L]; c. [55,58 mg/L]
d. [83,38 mg/L] y e. [111,17 mg/L]

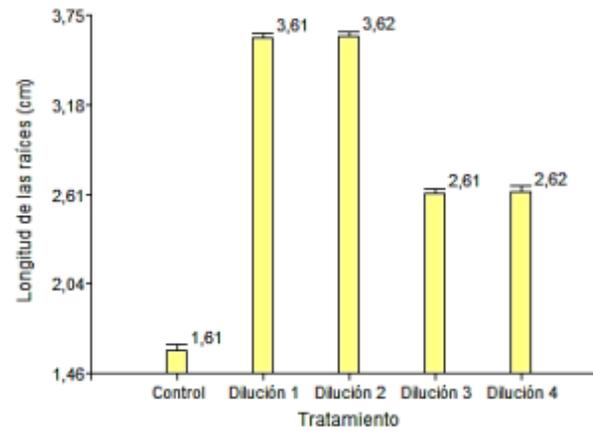
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto Alelopático en *Lactuca sativa* (Linneo)

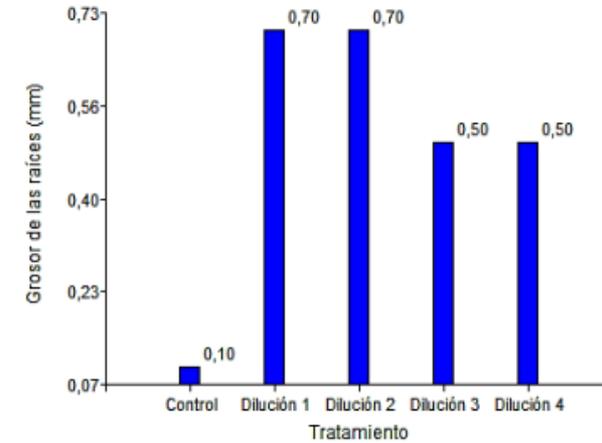
Número de raíces secundarias



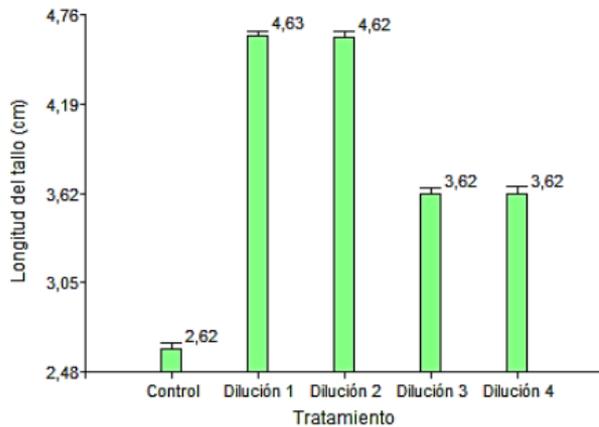
Longitud de Raíces



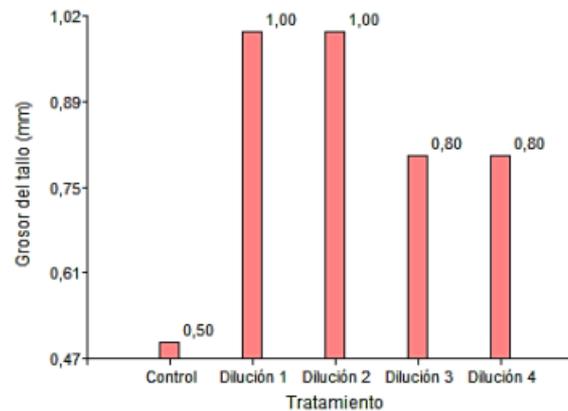
Grosor de Raíces



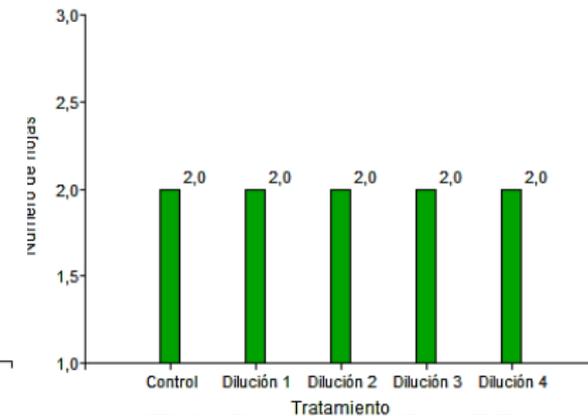
Longitud de Tallos



Grosor de Tallos

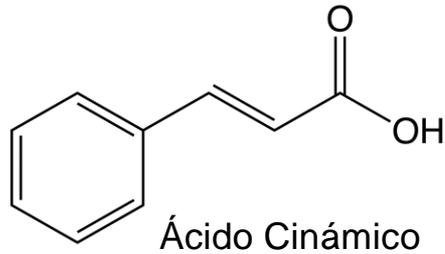
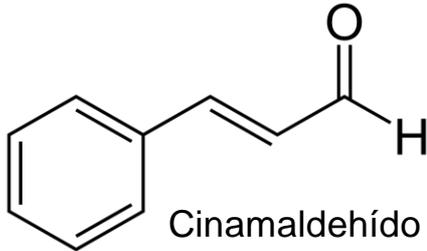


Número de Hojas



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 ₁	D ₂	D ₃	D ₄
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

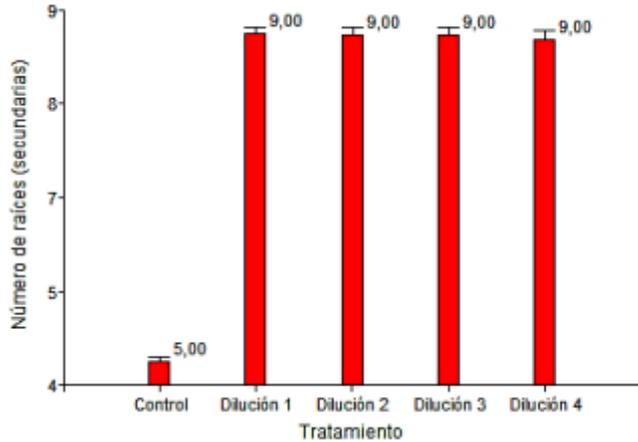


a. Control; b. [27,79 mg/L]; c. [55,58 mg/L]
d. [83,38 mg/L] y e. [111,17 mg/L]

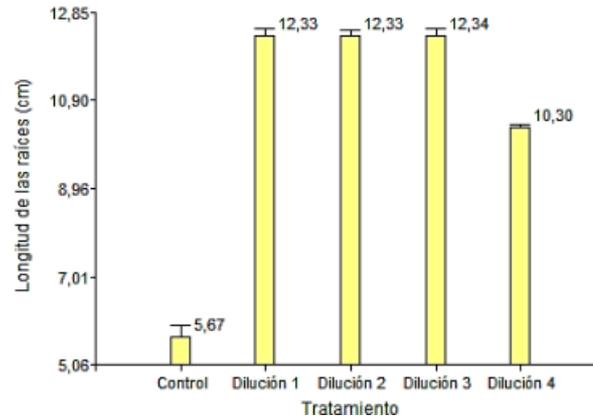
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto Alelopático en *Raphanus sativus* (Linneo)

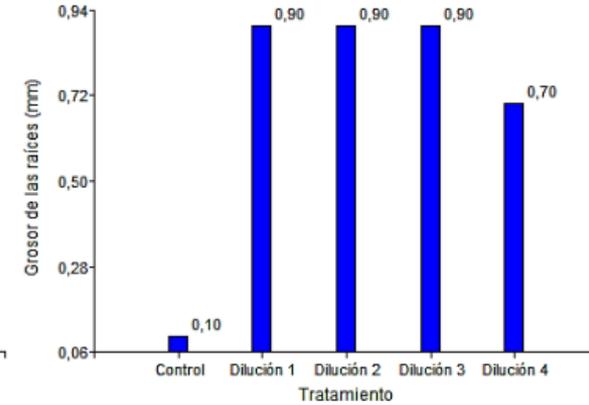
Número de raíces secundarias



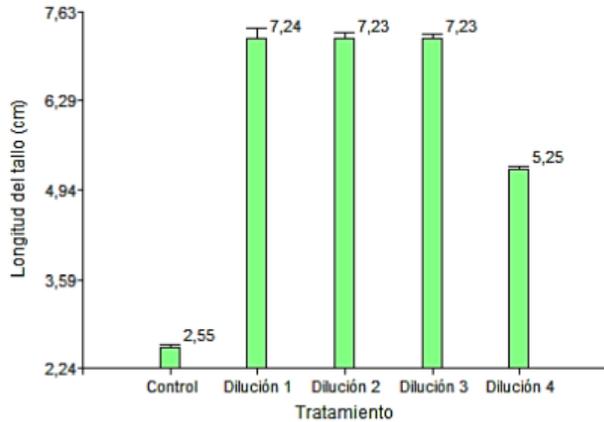
Longitud de Raíces



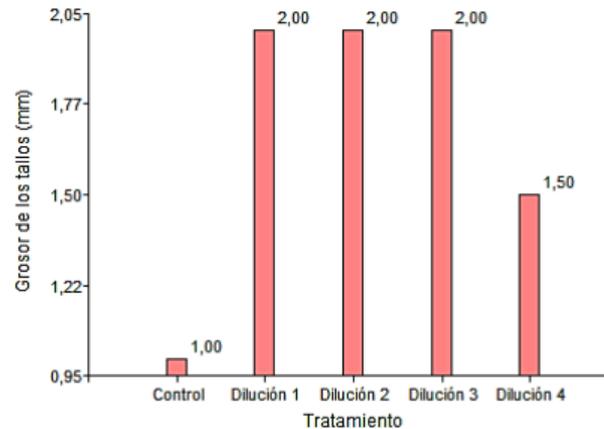
Grosor de Raíces



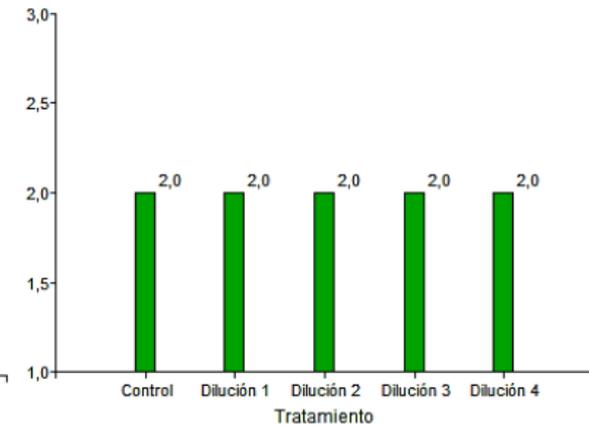
Longitud de Tallos



Grosor de Tallos

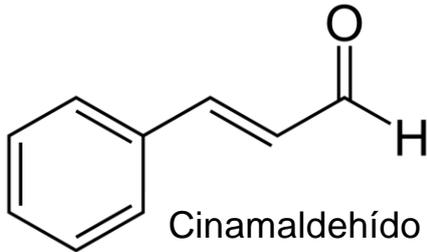


Número de Hojas



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

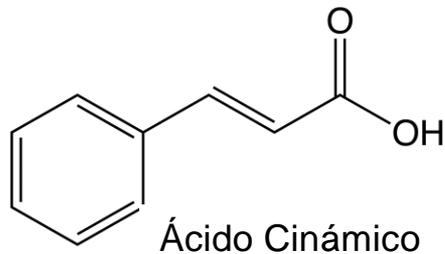
Efecto Alelopático en *Raphanus sativus* (Linneo)



Cinamaldehído
Ácido Cinámico

Actividad
Vasodilatadora

Elongación de
Tejidos



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)

Toxicidad

> 65 mg/L Reducir Conductos

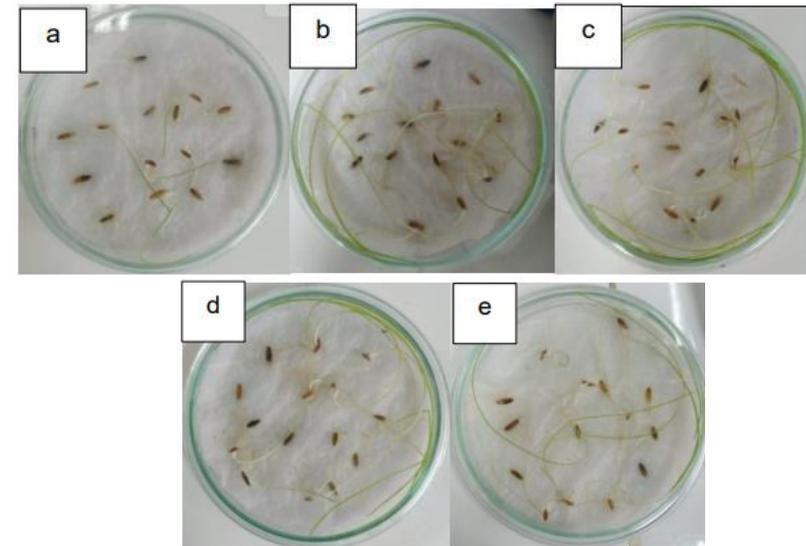
< 10 mg/L Nula

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto Alelopático en *Cynodon dactylon* (Persoon)

RESUMEN DATOS	Control	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
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

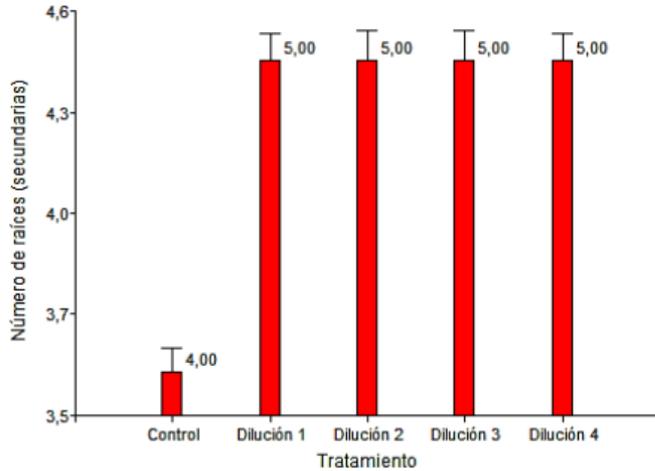


a. Control; b. [27,79 mg/L]; c. [55,58 mg/L]
d. [83,38 mg/L] y e. [111,17 mg/L]

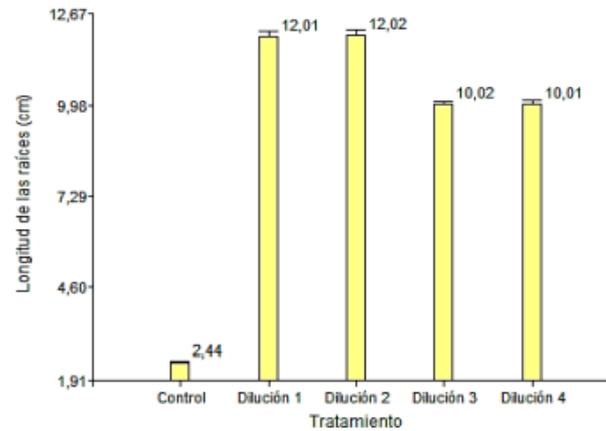
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto Alelopático en *Cynodon dactylon* (Persoon)

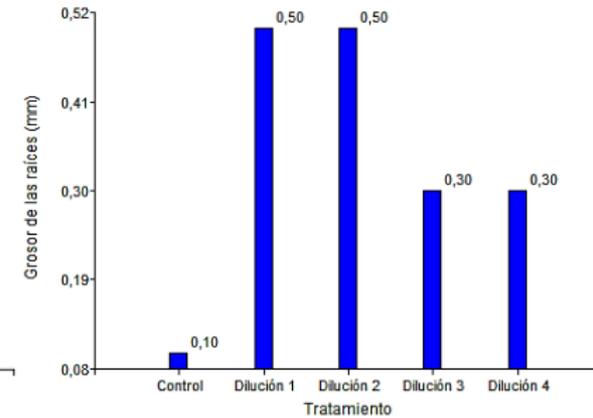
Número de raíces secundarias



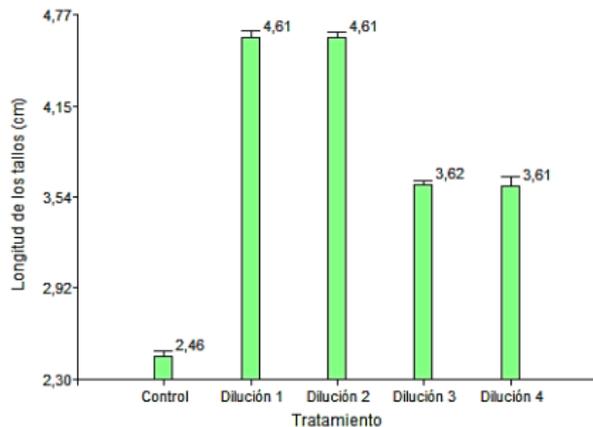
Longitud de Raíces



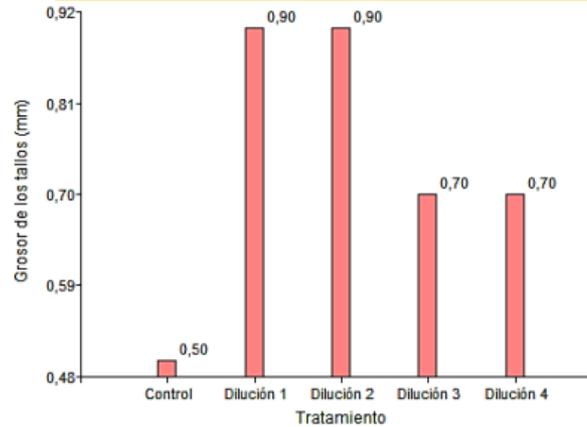
Grosor de Raíces



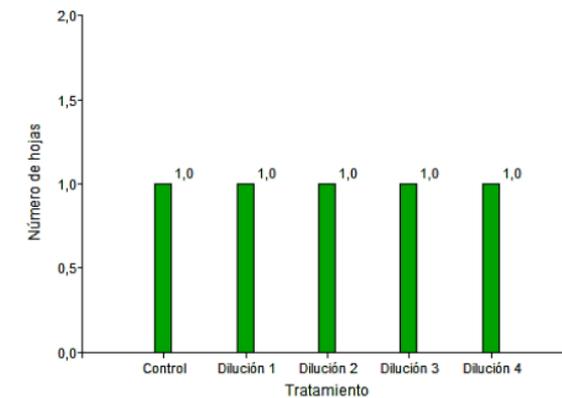
Longitud de Tallos



Grosor de Tallos

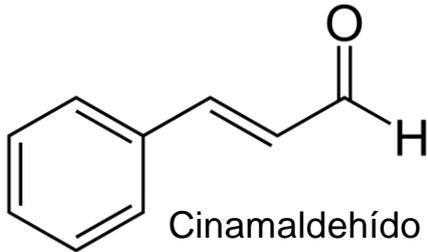


Número de Hojas



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

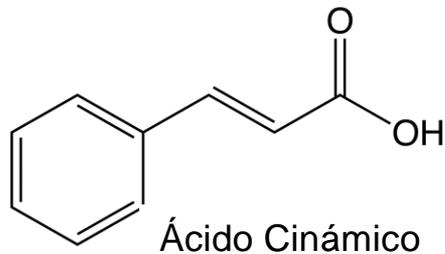
Efecto Alelopático en *Cynodon dactylon* (Persoon)



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, α - 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