



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA  
SALUD

LICENCIATURA EN: AGRONOMÍA

### ***Informe final para liberación de Servicio Social***

**Datos Generales:**

**Nombre:** Eric Iván Espinoza Campos

**Matrícula:** 2193029642

**Lugar de realización:** Colegio de Postgraduados campus Montecillo

**Periodo:** del 26 de agosto de 2024 al 26 de febrero de 2025.

**Unidad:** Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

**Licenciatura:** Agronomía

Ultrasonido como tecnología asistida para la extracción de metabolitos secundarios de plantas con aplicaciones en alimentos

**Nombre y cargo de los asesores:**

**Interno:** Mtro. Raymundo Cid Rodríguez

Firma de asesor: 

Número económico: 8755

**Externo:** Dr. Luis Manuel Carrillo López

Firma de asesor: 

Número económico: 093078

## INDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	3
II.	GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN .....	4
III.	DEPARTAMENTO DE ADSCRIPCIÓN .....	5
IV.	RESULTADOS OBTENIDOS .....	8
V.	CONCLUSIONES .....	21
VI.	AGRADECIMIENTOS .....	21
VII.	RECOMENDACIONES .....	22
VIII.	ANEXO .....	22

## **I. INTRODUCCIÓN.**

Este informe final tiene como objeto dar a conocer las actividades que realicé durante mi prestación de servicios en el Colegio de Postgraduados (campus Montecillo), institución en donde realicé mi servicio social en un periodo de seis meses (del 26 de agosto de 2024 al 26 de febrero de 2025).

Este informe detalla las actividades que realicé en el Posgrado de Botánica, en colaboración con el Dr. Luis Manuel Carrillo López, Investigador por México de la SECIHTI adscrito a dicho posgrado.

El servicio social prestado en la institución me permitió conocer y realizar de manera práctica el desarrollo de técnicas utilizadas en la investigación, para que un futuro posea las herramientas de ingreso a un posgrado relacionado con la producción, mejoramiento y/o aprovechamiento del sector agrícola, tomando en cuenta particularidades como la gestión de la calidad e inocuidad, así como cumplir el compromiso con la sociedad satisfaciendo necesidades o resolviendo problemáticas de la población.

Por otra parte, de manera personal, pude conocer y llevar a la práctica técnicas de laboratorio básicas, así como mejorar las capacidades de investigación y resolución de problemas.



## **II. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN.**

### **1. Nombre de la institución donde presté mis servicios:**

Colegio de Postgraduados Campus Montecillo,

### **2. Ubicación.**

Carretera Federal México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, 56264, Texcoco de Mora, estado de México.

### **3. Servicios que presta.**

El Colegio de Postgraduados (Colpos) es una institución educativa mexicana dedicada a la educación, investigación y vinculación en ciencias agropecuarias. Se fundó en 1959, como parte de la entonces Escuela Nacional de Agricultura.

El Colegio de Postgraduados (Colpos) ofrece servicios académicos y de laboratorio; forma recursos humanos de posgrado.

El Colegio de Postgraduados es reconocido actualmente como una institución líder en ciencias agrícolas y agroalimentarias en México y América Latina. En su trayectoria ha formado científicos, académicos, tomadores de decisiones y emprendedores que han contribuido, en mucho, al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad, tanto en México como en otros países, consolidándose como una institución de excelencia a nivel internacional.

Gracias al impacto social que tienen los resultados de sus tres actividades sustantivas, la Institución forma parte del registro de Centros Públicos de Investigación reconocidos por la Ley de Ciencia y Tecnología. Actualmente cuenta con siete Campus en diferentes regiones agroecológicas del país, localizados en: Champotón, Campeche; Montecillo, Estado de México; Cholula, Puebla; Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí; Cárdenas, Tabasco; y Manlio Fabio Altamirano y Amatlán de los Reyes, en Veracruz.

El Colpos presta servicios de laboratorio:

Agua, suelo, planta, microbiología, fitopatología, entomología, geomática, nutrición, entre otros.

Otros servicios incluyen la transmisión de conocimientos, innovaciones y desarrollos tecnológicos; la formación de personas creativas, innovadoras y

con sentido humanista; la generación, enseñanza, difusión, aplicación e innovación de conocimiento científico y tecnológico; y la contribución en la mejora de la calidad de vida.

### **III. DEPARTAMENTO DE ADSCRIPCIÓN.**

#### **4. Nombre:**

Posgrado en Botánica

#### **5. Funciones desarrolladas durante la prestación de mis servicios:**

A continuación, enlisto las actividades realizadas por trimestre, de un periodo total de seis meses que duró el servicio social.

##### **1erº Trimestre**

1. Recorrido por las instalaciones y presentación de la plantilla de trabajo.
2. Inmersión en las temáticas abordadas en la institución y las problemáticas que busca resolver.
3. Apoyo en el secado y trituración de muestra de tuna roja (*Opuntia ficus-indica*).
4. Utilización de liofilizador (equipo de laboratorio que deshidrata sustancias mediante congelación y sublimación, a fin de evitar dañar el contenido o los metabolitos de interés de las muestras).
5. Búsqueda de información sobre plantas silvestres nativas de la zona de Texcoco y su posible uso en alimentos.
6. Muestreo, recolección e identificación de material vegetal (*Chenopodium graveolens*).
7. Preparación de muestras, lavado y separación por etapas fenológicas para su posterior estudio.
8. Capacitación en el uso de equipos en el laboratorio de Fitoquímica (dentro de la institución).
9. Asistencia al 2do Foro de Agro negocios y Agro-Expo-Boutique 2024, realizado en las instalaciones de la institución.

Temas abordados:



- ✓ Importancia de las PYMEs que son las Pequeñas y Medianas Empresas en el ámbito agrícola.
- ✓ Impacto de las MIPYMES que son las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas en la economía.
- ✓ Proyecciones de empresas agrícolas (estimaciones sobre la producción, el comercio, los ingresos y las perspectivas de los mercados agrícolas).
- ✓ Evaluación de riesgos y oportunidades en una empresa agrícola.
- ✓ Procesos productivos de una MIPIME.
- ✓ Cultivos innovadores con alto potencial de producción y comercialización.

10. Pesaje de muestras de planta de epazote de zorrillo (*Chenopodium graveolens*) para evaluar rendimientos.

11. Revisión literaria sobre metabolómica en plantas (estudio de los metabolitos que se encuentran en las células, tejidos u organismos de las plantas); así como procesos de extracción de los mismos.

12. Revisión literaria sobre extracción de compuestos fenólicos en los cultivos.

13. Suspensión de material vegetal seco de epazote de zorrillo (*Chenopodium graveolens*) en etanol para la sonicación en baño ultrasónico (dispositivo que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia).

14. Sonicación de muestras por tiempos determinados para evaluar el efecto del tiempo en el rendimiento de extracción.

15. Utilización de la extracción Soxhlet (aparato de laboratorio diseñado para extraer sustancias de baja solubilidad en el disolvente de extracción) para contrastar métodos de extracción (comparado con el ultrasonido).

16. Capacitación en técnica de extracción de aceite esencial por medio de destilación por arrastre por vapor.

17. Utilización de rota vapor para separar disolventes de muestras orgánicas con la finalidad de llevar a sequedad la muestra de interés.

18. Visita en el área de microscopia del campus, en donde aprendí el proceso de montaje de muestras para el microscopio de barrido. También recibí capacitación sobre el funcionamiento y manejo del microscopio electrónico de barrido (JEOL JSM-6390).

## 2º Trimestre

1. Apoyo en laboratorio de Fitoquímica en extracciones de aceite esencial de *Chenopodium graveolens*.
2. Revisión literaria de funciones y tipos de tricomas presentes en plantas nativas, en este caso del epazote de zorrillo (*Chenopodium graveolens*).
3. Montaje de muestras de polvo de epazote de zorrillo (*Chenopodium graveolens*) para visualización del daño en el tejido vegetal por el efecto del tratamiento con ultrasonido.
4. Toma de fotografías mediante el microscopio electrónico de barrido de diferentes órganos en epazote de zorrillo (*Chenopodium graveolens*) para identificar la localización y morfología de los tricomas que alojan el aceite esencial.
5. Reactivación de cepas de hongos de interés agrícola, en este caso *Fusarium oxysporum* y *Botrytis cinérea*, para su posterior utilización en bioensayos.
6. Esterilización de material para bioensayos y preparación de agar papa dextrosa (PDA).
7. Realización de técnica "Preliminares de metabolitos secundarios" con muestras de extracto de planta (*Chenopodium graveolens*).
8. Capacitación sobre realización de cortes de muestras en resina para su observación en el microscopio electrónico de transmisión (las muestras en resina para microscopia son muestras biológicas que se han incluido en resina endurecida, se pueden cortar en secciones muy finas, de pocos nanómetros). Esto permite que el haz de electrones pase a través de la muestra hasta el detector del microscopio.
9. Capacitación en el uso de micrótopo para cortes ultrafinos de muestras biológicas.
10. Reactivación de cepas de bacterias, de interés agrícola y en la salud.
11. Realización de bioensayos con bacterias y extractos.
12. Asistencia a presentación de trabajos de investigación realizados en el postgrado en botánica.



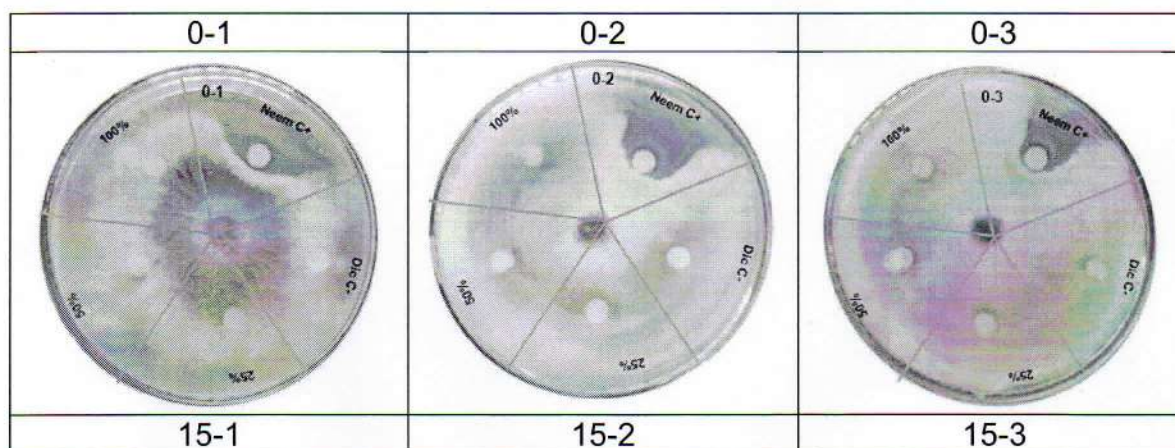
13. Capacitación en reactivación y preservación de bacterias según sus características, para su utilización en pruebas con extractos orgánicos.

#### IV. RESULTADOS OBTENIDOS.

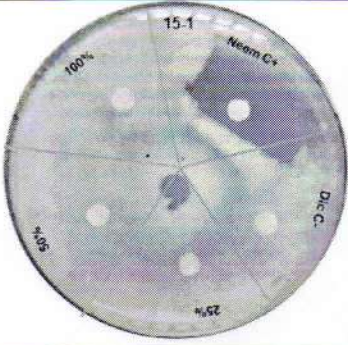
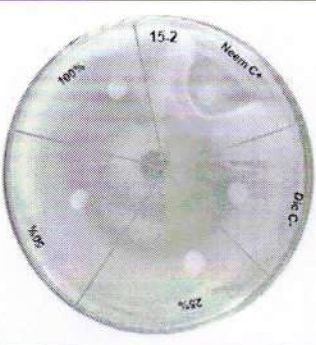
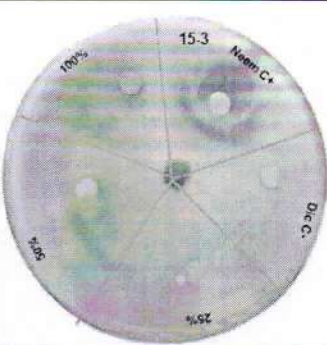
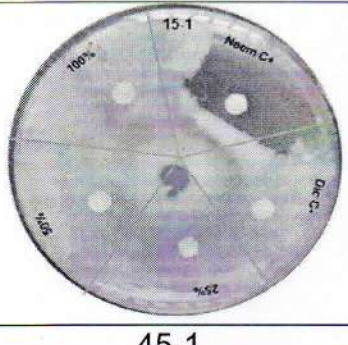
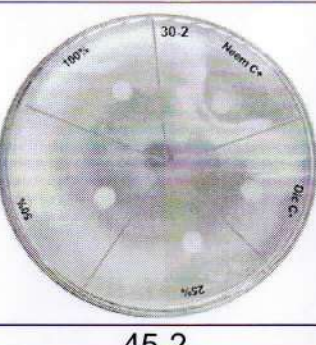
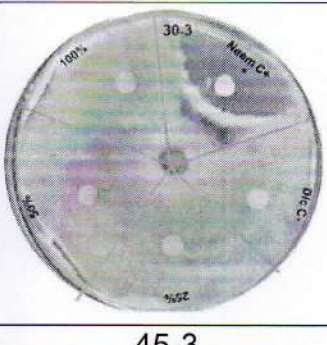
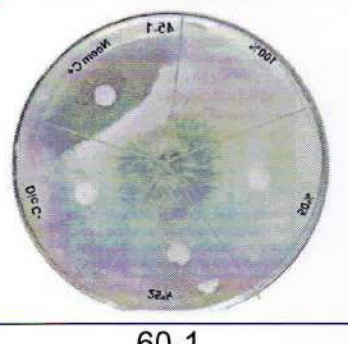
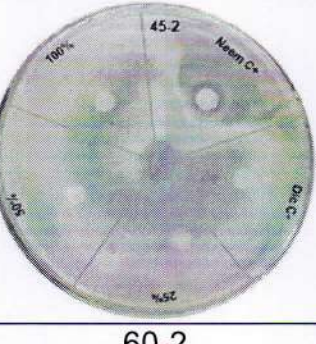
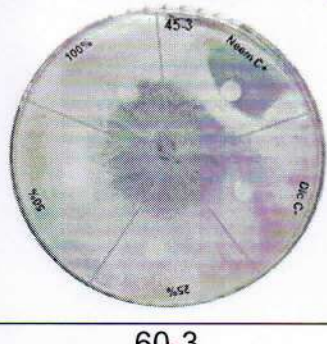
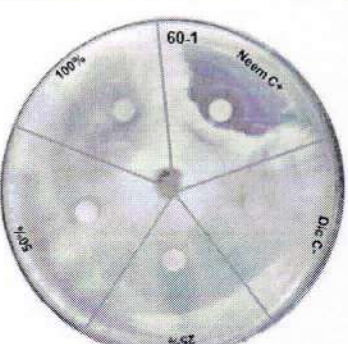
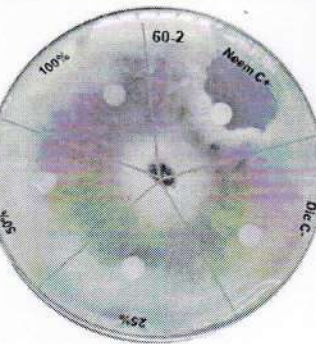
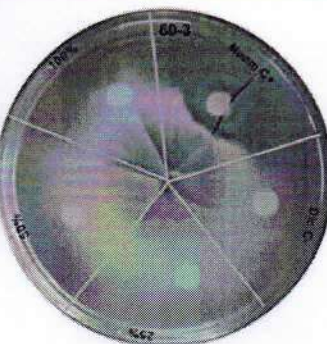
El servicio social que realicé en el Colegio de Postgraduados fue una experiencia muy gratificante y enriquecedora para mi formación como ingeniero agrónomo, pues además de obtener resultados con valor curricular, fortalecí mis conocimientos logrando obtener una ventaja competitiva en el ambiente laboral mediante la práctica y la experiencia, además de aprender, desarrollar y pulir técnicas básicas vistas en mis estudios de licenciatura. Además, conocí un poco más sobre los intereses, aspectos, problemáticas y maneras de trabajar en la institución, lo que reafirma mi convicción de realizar mis estudios de posgrado en el Colpos-Montecillo.

#### Resultados de bioensayos de hongos

Figura 1: Fotografías de bioensayos sobre el efecto de extractos hidroalcohólicos de *Chenopodium graveolens* sobre la actividad de *Botrytis cinérea*. La extracción se realizó con la asistencia de ultrasonido (0, 15, 30, 45 y 60 min) y Soxhlet. De izquierda a derecha en cada fila, repeticiones 1, 2 y 3, respectivamente.





		
30-1	30-2	30-3
		
45-1	45-2	45-3
		
60-1	60-2	60-3
		
	Soxhlet	

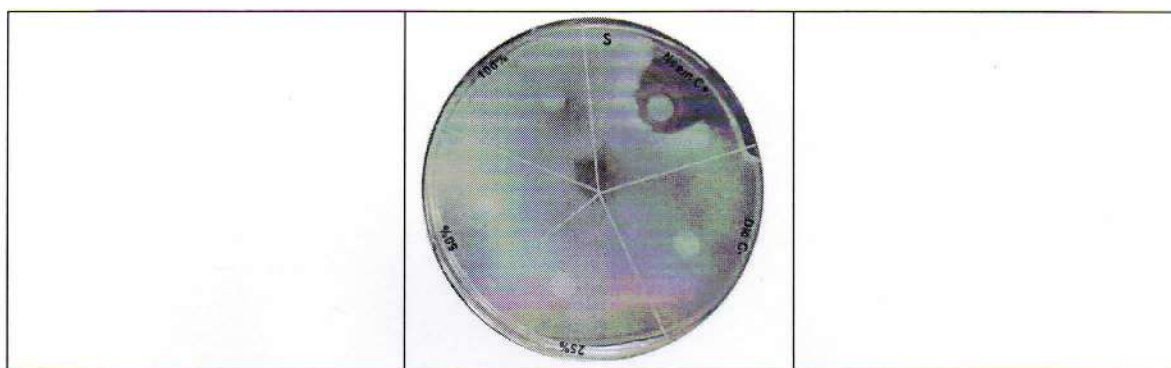
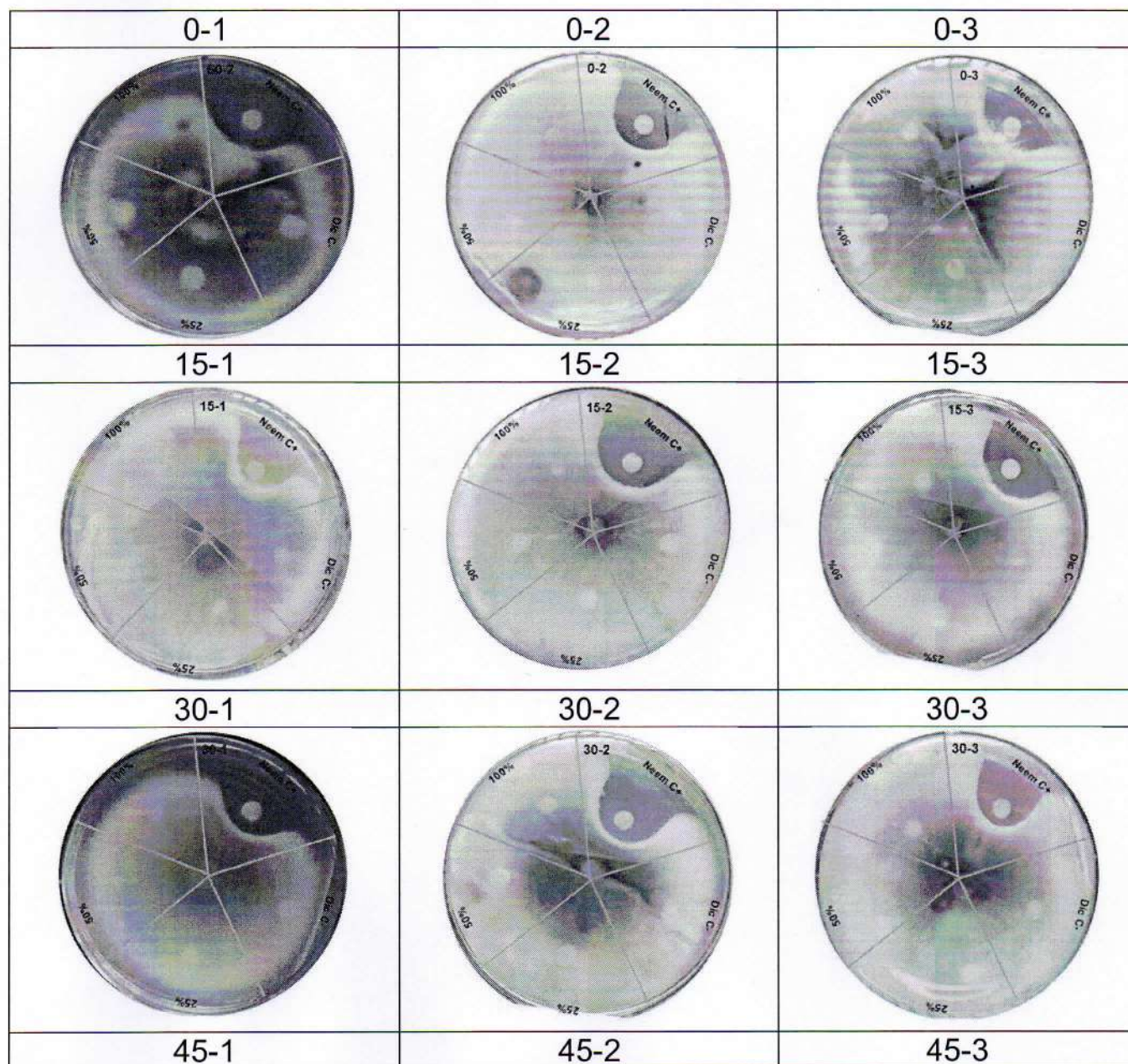


Tabla 1: Diámetros de halos de inhibición de extractos de *Chenopodium graveolens* contra *Botrytis cinerea*. Las extracciones se realizaron con la asistencia de ultrasonido (0, 15, 30, 45 y 60 min) y Soxhlet. 1, 2 y 3 hacen referencia a las repeticiones por tratamiento.

Botrytis	Halo de inhibición
0-1	30 mm
0-2	13 mm
0-3	13 mm
15-1	35 mm
15-2	15 mm
15-3	15 mm
30-1	10 mm
30-2	15 mm
30-3	32 mm
45-1	30 mm
45-2	20 mm
45-3	25 mm
60-1	23 mm
60-2	15 mm
60-3	20 mm
Soxhlet	15 mm



Figura 2: Fotografías de bioensayos sobre el efecto de extractos hidroalcohólicos de *Chenopodium graveolens* sobre la actividad de *Fusarium oxysporum*. La extracción se realizó con la asistencia de ultrasonido (0, 15, 30, 45 y 60 min) y Soxhlet. De izquierda a derecha en cada fila, repeticiones 1, 2 y 3, respectivamente.





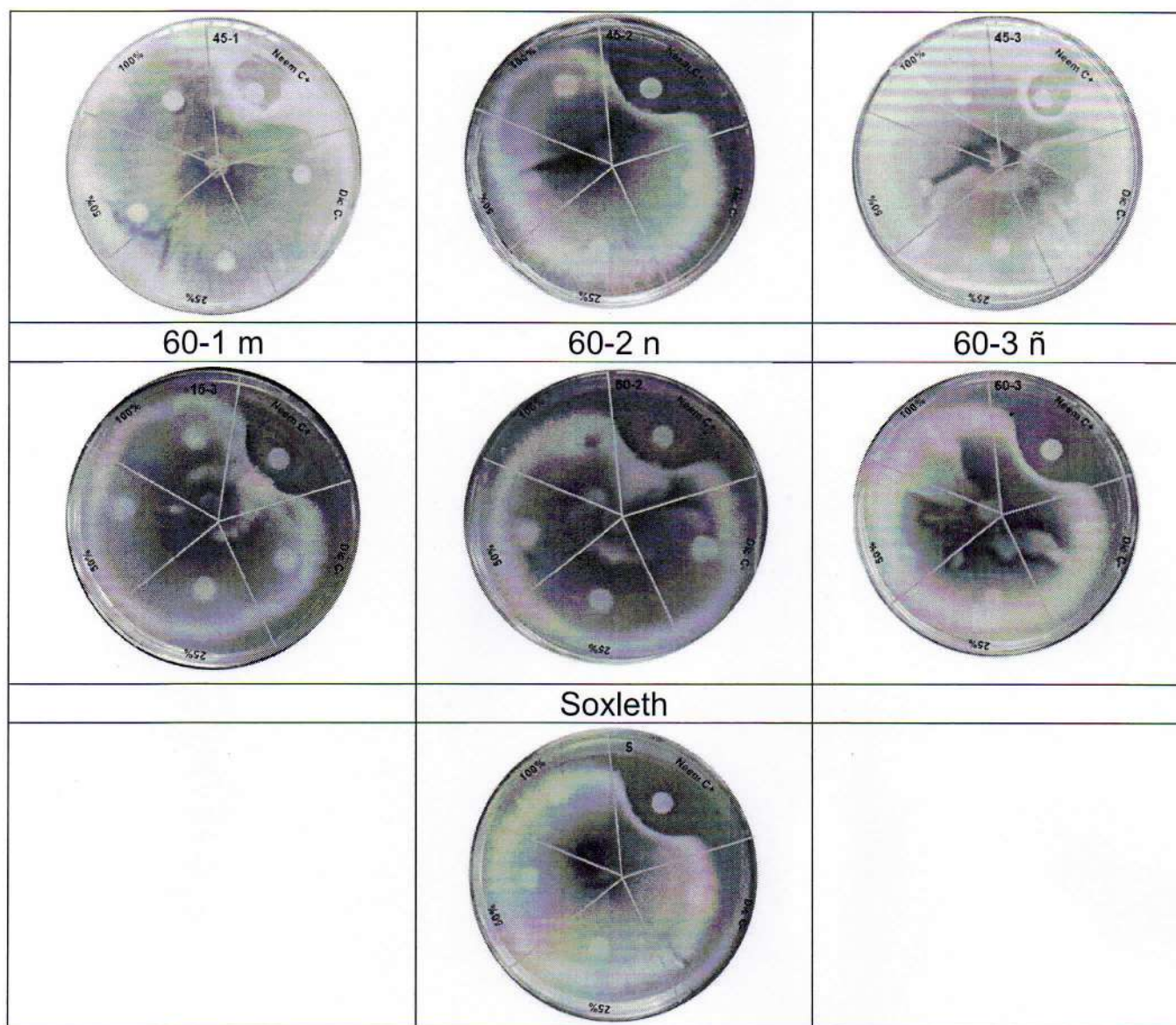


Tabla 2: Diámetros de halo de inhibición de extractos de (*Chenopodium graveolens*) en hongo *Fusarium oxysporum*. Las extracciones se realizaron con la asistencia de ultrasonido (0, 15, 30, 45 y 60 min) y Soxhlet. 1, 2 y 3 hacen referencia a las repeticiones por tratamiento.

Fusarium	Halo de inhibición
0-1	14 mm
0-2	22 mm
0-3	10 mm
15-1	15 mm

<b>15-2</b>	23 mm
<b>15-3</b>	24 mm
<b>30-1</b>	20 mm
<b>30-2</b>	20 mm
<b>30-3</b>	17 mm
<b>45-1</b>	14 mm
<b>45-2</b>	25 mm
<b>45-3</b>	14 mm
<b>60-1</b>	25 mm
<b>60-2</b>	24 mm
<b>60-3</b>	25 mm
<b>Soxhlet</b>	20 mm

### Resultados de la técnica “Análisis preliminar de metabolitos secundarios”

Tabla 3: Abundancia de metabolitos secundarios en los extractos hidroalcohólicos de *Chenopodium graveolens*. Las extracciones se realizaron con la asistencia de ultrasonido (0, 15, 30, 45 y 60 min) y Soxhlet.

	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>60</b>	<b>P</b>	<b>S</b>
<b>Taninos</b>	-	-	-	+	+	-	-
<b>Flavonoides</b>	++	++	++	++	++	+	++
<b>Fenoles</b>	++	++	++	++	++	+	++
<b>Terpenoides</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>Alcaloides</b>	+	+	+	+	+	+	+
<b>Saponinas</b>	-	-	-	-	-	-	-

Interpretación: (+) Presencia, (++) Presencia en cantidad considerable y (–) Ausencia. (P) Material vegetal, extracción 10 min., (S) Soxhlet.



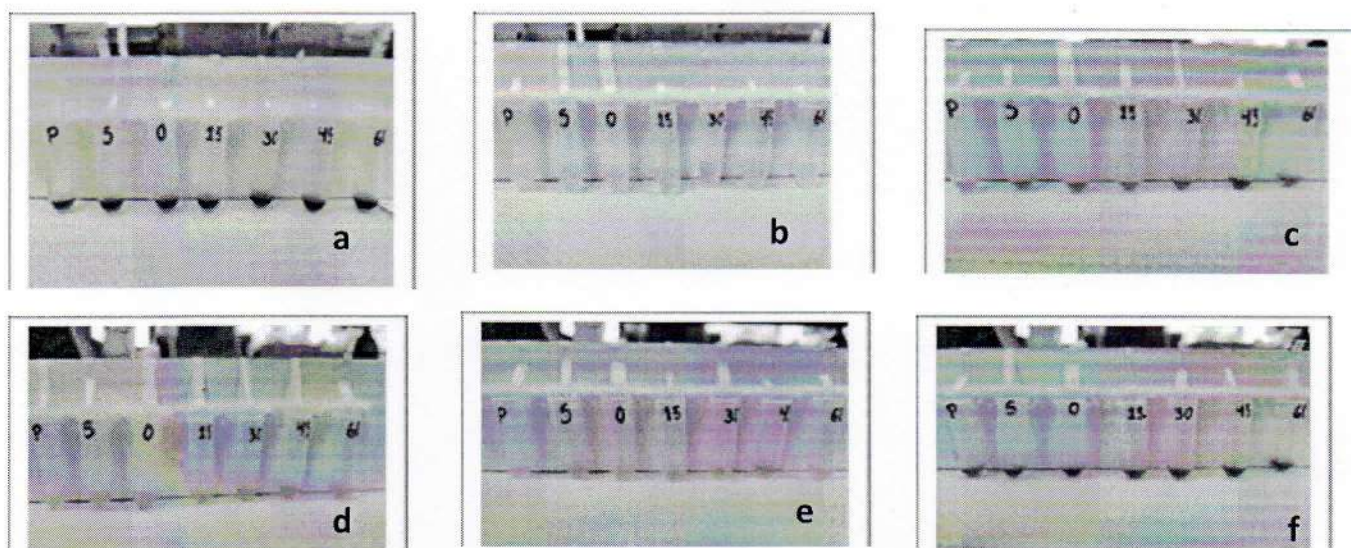


Figura 3. Análisis preliminar de metabolitos secundarios de extractos hidroalcohólicos de *Chenopodium graveolens*. Descripción: (a) taninos, (b) flavonoides, (c) terpenoides, (d) alcaloides, (e) saponinas y (f) fenoles. Las extracciones se realizaron con la asistencia de ultrasonido (0, 15, 30, 45 y 60 min) y Soxhlet. (P) Material vegetal, extracción 10 min.

## Resultados de bioensayos de bacterias

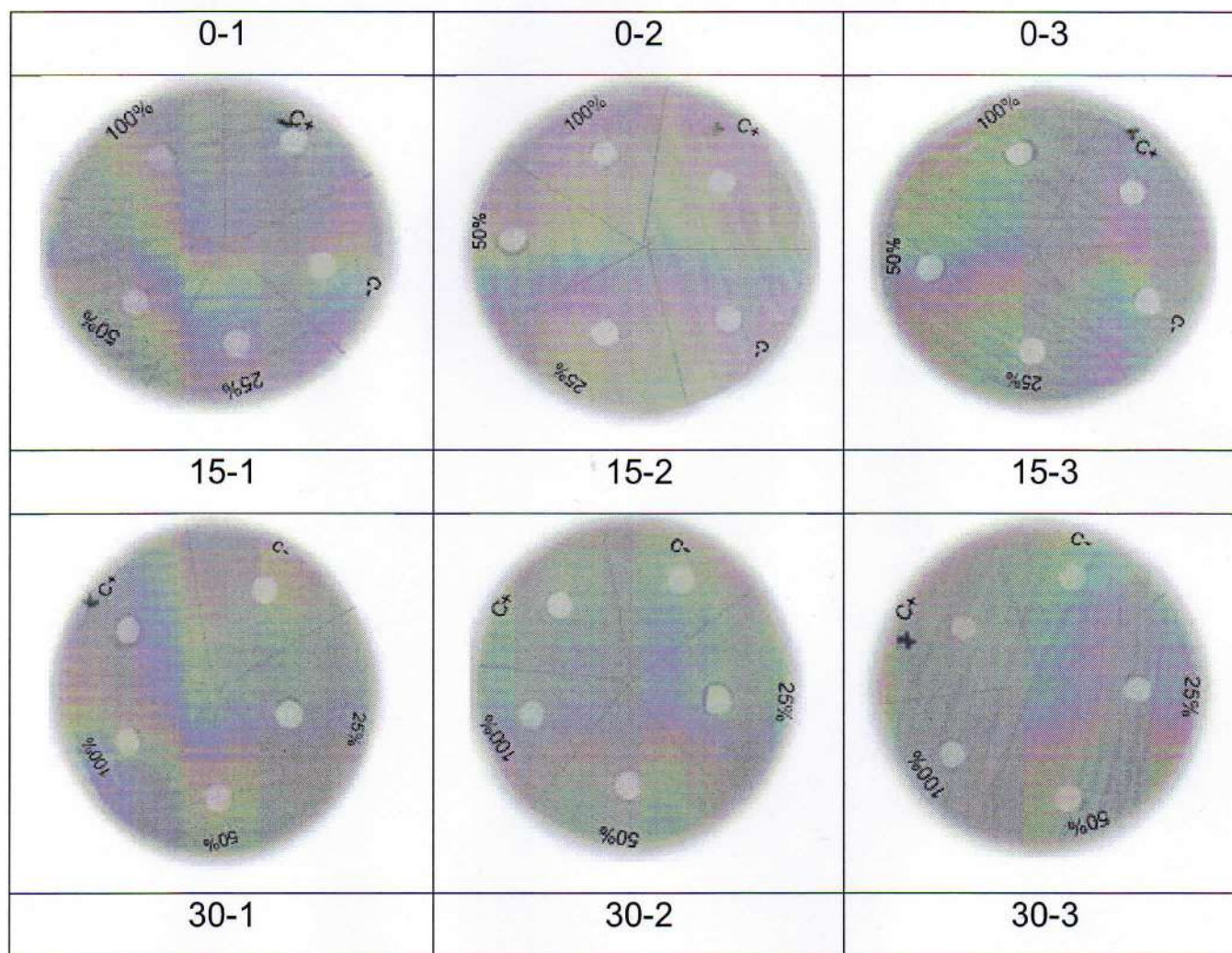
Tabla 4: Diámetros en (mm) de halo de inhibición de extractos de (*Chenopodium graveolens*) en *Pseudomona palleruniniana*. Las extracciones se realizaron con la asistencia de ultrasonido (0, 15, 30, 45 y 60 min) y Soxhlet. 1, 2 y 3 hacen referencia a las repeticiones por tratamiento. C+ control positivo, C- control negativo, C repetición 3, B repetición 2, A repetición 1.

Tratamiento	C+	C-	C	B	A
0-1	6	6	6	7	6
0-2	8	6	7	7	6
0-3	10	7	7	5	7
15-1	6	8	7	6	6
15-2	6	6	7	7	0
15-3	6	7	6	7	6
30-1	6	5	5	8	0
30-2	7	6	6	5	7
30-3	6	7	6	5	6
45-1	0	6	6	7	7

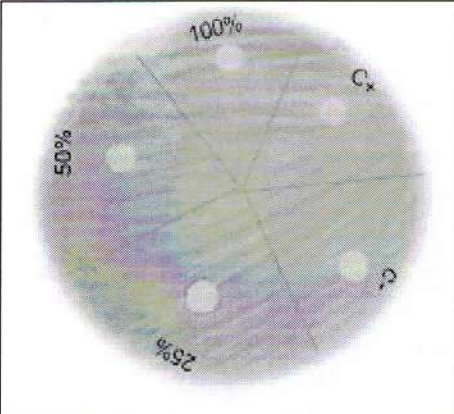
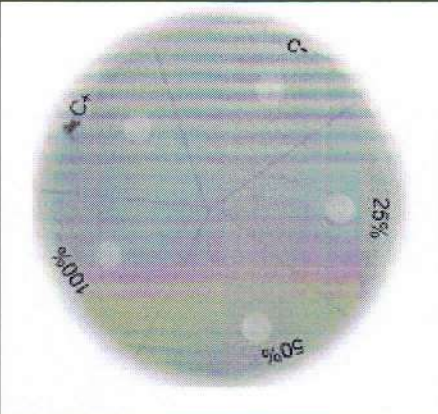
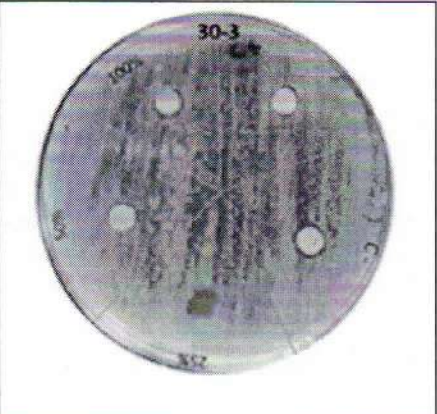
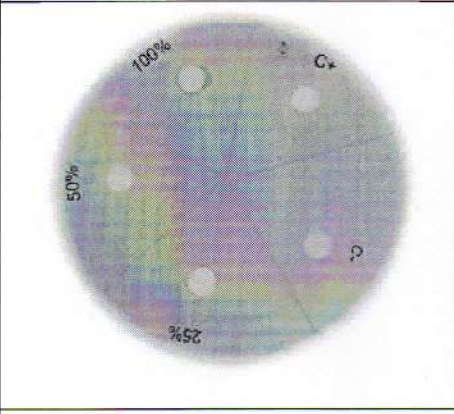
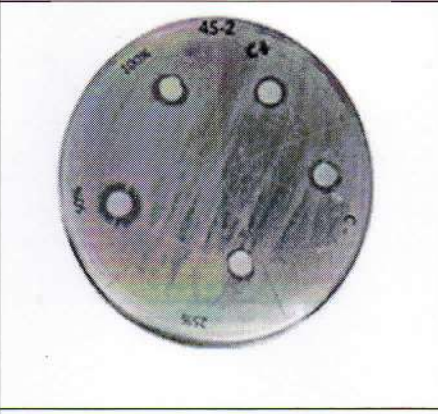
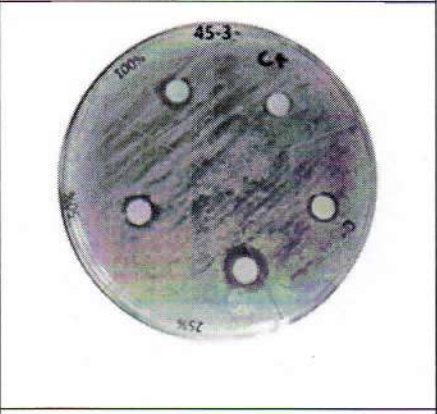
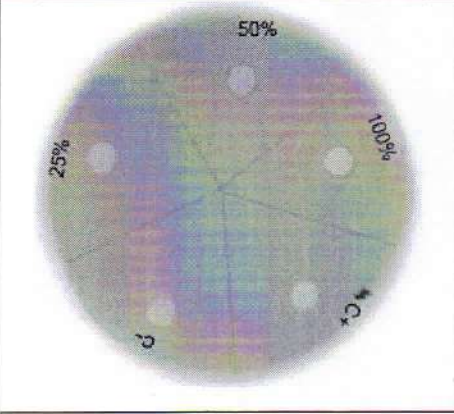
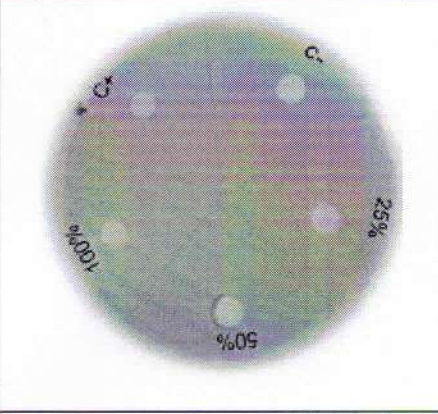
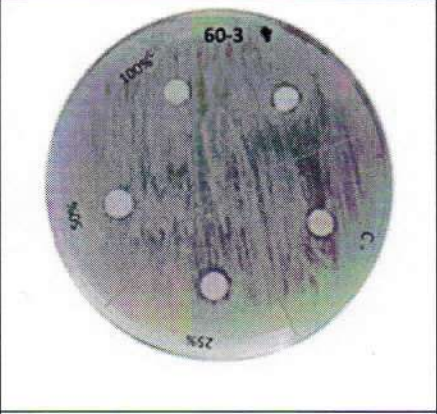


<b>45-2</b>	7	7	7	10	8
<b>45-3</b>	7	8	12	8	9
<b>60-1</b>	6	7	5	6	6
<b>60-2</b>	6	7	7	10	6
<b>60-3</b>	7	6	7	5	6
<b>S</b>	8	5	10	8	8

Figura 4: Fotografías de bioensayos del efecto de los extractos hidroalcohólicos de *Chenopodium graveolens* sobre la actividad de *Pseudomonas palleruniniana*. Las extracciones se realizaron con la asistencia de ultrasonido (0, 15, 30, 45 y 60 min) y Soxhlet. 1, 2 y 3 hacen referencia a las repeticiones por tratamiento.





		
45-1	45-2	45-3
		
60-1	60-2	60-3
		
	Soxleth	

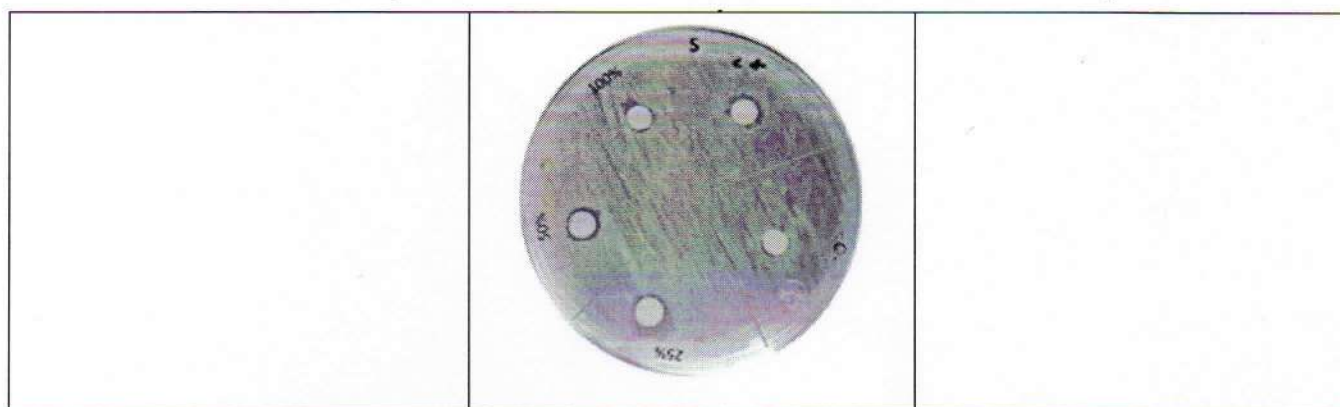
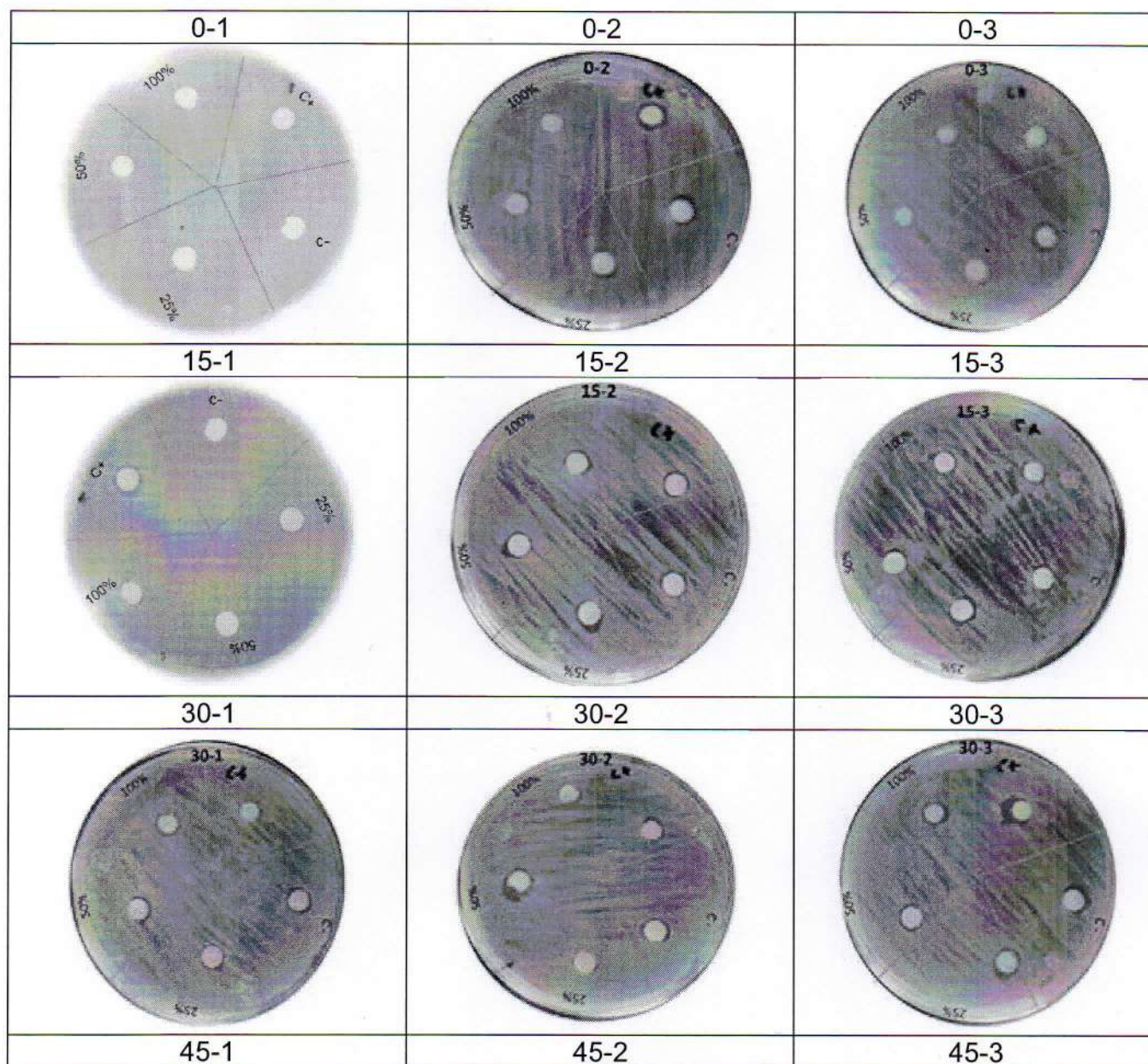


Tabla 5: Diámetros en (mm) de halo de inhibición de extractos de (*Chenopodium graveolens*) en *Rahnella aquatilis*. Las extracciones se realizaron con la asistencia de ultrasonido (0, 15, 30, 45 y 60 min) y Soxhlet. 1, 2 y 3 hacen referencia a las repeticiones por tratamiento. C+ control positivo, C- control negativo, C repetición 3, B repetición 2, A repetición 1.

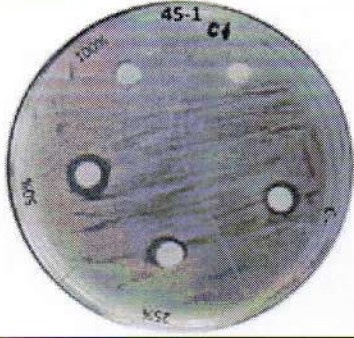
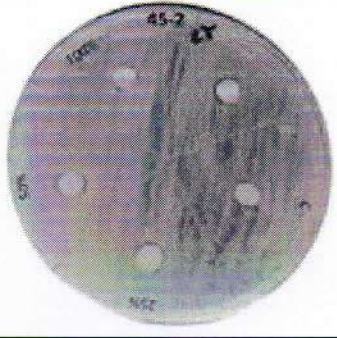
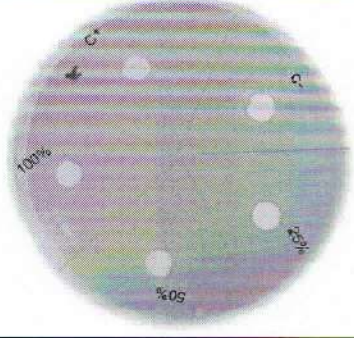

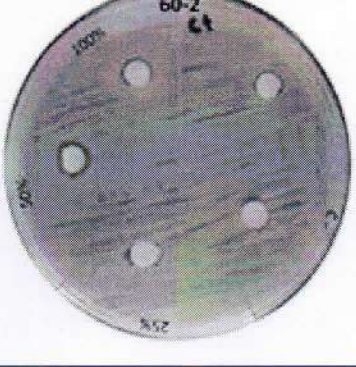
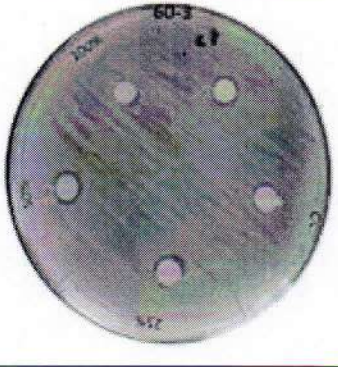
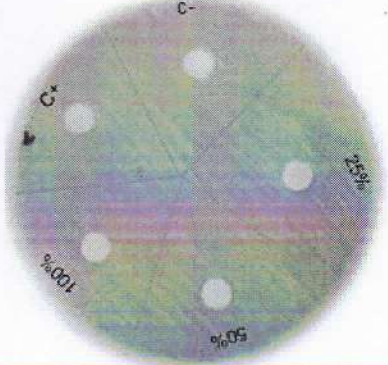
Tratamiento	C+	C-	C	B	A
0-1	6	5	6	6	5
0-2	7	7	7	6	6
0-3	6	8	5	6	6
15-1	6	6	6	8	6
15-2	6	6	8	7	7
15-3	6	6	7	6	6
30-1	6	6	6	6	6
30-2	7	6	6	11	6
30-3	9	8	8	6	7
45-1	5	7	7	10	6
45-2	6	6	6	6	6
45-3	7	6	8	6	6
60-1	7	7	6	7	7
60-2	6	6	7	7	8
60-3	6	6	7	8	6
S	6	6	7	6	6



Figura 5: Fotografías de bioensayos del efecto de los extractos hidroalcohólicos de *Chenopodium graveolens* sobre la actividad de *Rahnella aquatilis*. Las extracciones se realizaron con la asistencia de ultrasonido (0, 15, 30, 45 y 60 min) y Soxhlet. 1, 2 y 3 hacen referencia a las repeticiones por tratamiento.





		
60-1	60-2	60-3
		
	Soxleth	
		

## Rendimientos de los extractos utilizados en las pruebas.

Tabla 10: Rendimientos (%) de extractos de *Chenopodium graveolens*. Las extracciones se realizaron con la asistencia de ultrasonido (0, 15, 30, 45 y 60 min) y Soxhlet. 1, 2 y 3 hacen referencia a las repeticiones por tratamiento.

Tratamiento		Peso de vial	Peso con muestra	Peso de muestra mg	Total de muestra mg	Muestra g	Rendimiento
0-1		1153.7	1211.3	57.6	61.6	0.0616	3.08
0-2		1092.8	1150.2	57.4	61.4	0.0614	3.07
0-3		1143.1	1205.2	62.1	66.1	0.0661	3.305
15-1		1109	1165.8	56.8	60.8	0.0608	3.04
15-2		1110.6	1172.7	62.1	66.1	0.0661	3.305
15-3		1118.5	1181.9	63.4	67.4	0.0674	3.37
30-1		1164.3	1229	64.7	68.7	0.0687	3.435
30-2		1119.4	1163.6	44.2	48.2	0.0482	2.41
30-3		1133.7	1191.7	58	62	0.062	3.1
45-1		1129.1	1185.4	56.3	60.3	0.0603	3.015
45-2		1107.4	1168.8	61.4	65.4	0.0654	3.27
45-3		1105.6	1166	60.4	64.4	0.0644	3.22
60-1		1099.4	1160.9	61.5	65.5	0.0655	3.275
60-2		1135.4	1183.4	48	52	0.052	2.6
60-3		1140.3	1192.2	51.9	55.9	0.0559	2.795
S		73537.9	74680	1142.1	1146.1	1.1461	22.922



## **V. CONCLUSIONES.**

Tuve una buena experiencia en la institución receptora. Es satisfactorio saber que los conocimientos adquiridos durante la licenciatura son aplicados fuera de las instalaciones de la universidad, logrando darle continuidad a mi formación mediante la aplicación del conocimiento.

## **VI. AGRADECIMIENTOS.**

Agradezco al Dr. Luis Manuel Carrillo López, por apoyarme, brindarme las herramientas y orientación durante estos meses, además de asesorarme de manera externa a la universidad.

De igual forma quiero agradecer a mi asesor interno, el Mtro. Raymundo Cid Rodríguez, por asesorarme durante este proceso de 6 meses, y sobre todo, por su calidad académica y como persona.

Y, por último, pero no menos importante, agradezco a mi casa de estudios UAM, por otorgarme las herramientas necesarias para defenderme durante mi experiencia en el servicio social.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

Recomiendo hacer difusión de los servicios y oportunidades que ofrece la institución y hacer trabajos conjuntos con la UAM para atender problemáticas dentro de la ciudad, misma que por ser una metrópoli, se ignoran zonas con problemáticas significativas, tal es el caso de las zonas chinamperas.



## VIII. ANEXO.

Algunas fotos tomadas durante mi estancia en el Colegio de Postgraduados campus Montecillo.

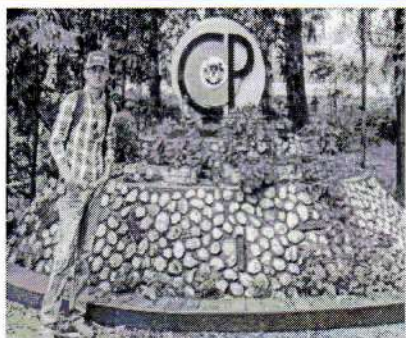


Imagen 1: Foro Agro negocios en Colpos Campus Montecillo



Imagen 2: Preparación de muestra de epazote de zorrillo (*Chenopodium graveolens*).



Imagen 3: Pesaje de polvo de epazote de zorrillo (*Chenopodium graveolens*).



Imagen 4: Utilización de Soxhlet.



Imagen 5: Utilización de rotavapor.



Imagen 6: Evaporación de disolvente para recuperar muestra.



Imagen 7: Condensador de rotavapor.



Imagen 8: Extracción de aceite

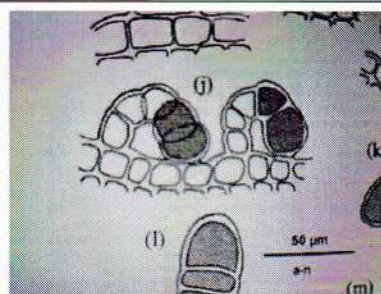


Imagen 9: Identificación de tricomas glandulares de la planta (*Chenopodium graveolens*).



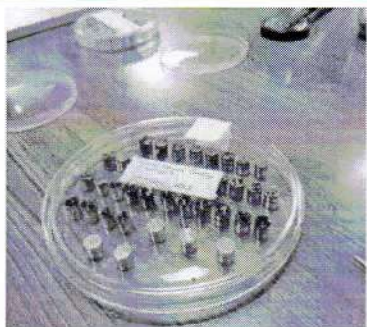


Imagen 10: Montaje de muestra de polvo de (*Chenopodium graveolens*).



Imagen 11: Fotografías de planta (*Chenopodium graveolens*) en floración.



Imagen 12: Fotografías de planta (*Chenopodium graveolens*) en senescencia.



Imagen 13: Apoyo en laboratorio de Fitoquímica



Imagen 14: Activación de cepas de hongos de interés agrícola (*Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* y *Alternaria solani*)



Imagen 15: Esterilización de material con autoclave.



Imagen 16: Resuspensión de extractos de epazote de zorrillo (*Chenopodium graveolens*) en etanol para posteriores pruebas.

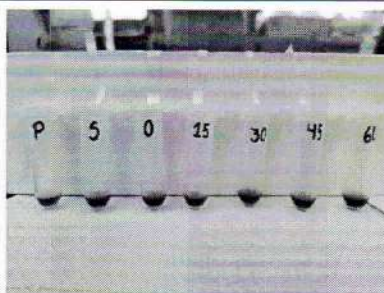


Imagen 17: Prueba preliminar (Taninos)



Imagen 21: Cortes con micrótopo en microscopia.