



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLÁN

Tesis



“Efecto del proceso de cocción del ayocote (*Phaseolus coccineus*) sobre el contenido de compuestos fenólicos”

PRESENTA:

MARÍA LIZBETH VÁZQUEZ GARCÍA

CON NÚMERO DE CONTROL

19TE0556

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

CLAVE DEL PROGRAMA ACADÉMICO

IIAL-2010-219

DIRECTOR (A) DE TESIS:

DRA. MAYRA NICOLÁS GARCÍA

“La Juventud de hoy, Tecnología del Mañana”

TEZIUTLÁN, PUEBLA, FEBRERO 2024



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLÁN

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de Teziutlán, Puebla., el día 09 del mes de enero del año 2024, la que suscribe **María Lizbeth Vázquez García** de la carrera de **Ingeniería en Industrias Alimentarias** con número de control **19TE0556**, adscrita al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, manifiesta que es autora intelectual del presente trabajo de Tesis de licenciatura bajo la dirección de la **Dra. Mayra Nicolás García y Dra. Julieta del Carmen Villalobos Espinosa** ceden los derechos del trabajo titulado **“Efecto del proceso de cocción del ayocote (*Phaseolus coccineus*) sobre el contenido de compuestos fenólicos”**, al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán y a los directores del proyecto para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director (es) del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a las siguientes direcciones: mayra.ng@teziutlan.tecnm.mx; julieta.ve@teziutlan.tecnm.mx, L19TE0556@teziutlan.tecnm.mx; si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.



María Lizbeth Vázquez García

Alumna

Vo. Bo



Dra. Mayra Nicolás García
Director (a) de Tesis



Dra. Julieta del Carmen Villalobos Espinosa
Director (a) de Tesis

Preliminares

Agradecimientos

A la universidad que es el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán que me dio la oportunidad de estudiar la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias de las cuales curse 4 años y medio con mucho esfuerzo, dedicación y sacrificio. Aprendí que es el momento de ver las cosas como una persona responsable que deja de ser joven para convertirse en una persona adulta y que hay que afrontar los problemas que se nos presenten.

Gracias a la institución me llevo enseñanzas de vida que forman parte de mi vida y que afectan de alguna manera la persona que soy hoy en día y deseo ser mejor de lo que soy ahora.

Dedicatoria

A Dios

Por ser alguien que ha estado conmigo en los tiempos buenos como en los tiempos malos, el cual me llena de paz porque él es el único que sabe de mis preocupaciones más íntimas y por mis aspiraciones y doy gracias por sus bendiciones por él estoy concluyendo una parte de mi vida en el ámbito académico.

A mis padres

Porque sin ellos no podría haber estudiado y a ver llegado hasta donde estoy ahoray por sus palabras de aliento para no poder rendir tan fácilmente.

A mi hermano

Por ser un ser especial en mi vida que me llena de alegría, que siempre me hace reír y por ayudarme a buscarle el lado positivo a mis problemas y por ello culminar con mis estudios.

A mis tíos

Por ser unas personas que me dan su apoyo incondicionalmente.

A mis asesoras

Dra. Mayra Nicolás García por ser una persona que me alienta a seguir esforzándome sin importar los problemas que se tengan y por ser una persona paciente, tolerante y sobre todo positiva ante cualquier situación; a la Dra. Julieta del Carmen Villalobos Espinosa, por brindarme todo su apoyo para poder concluir este trabajo.

Resumen

El ayocote es una leguminosa que destaca por sus coloraciones y por el tamaño que posee ante las demás variedades del género *Phaseolus* por lo que es de interés en el ámbito del estudio, estos cuentan con distintos compuestos bioactivos que son buenos para la salud. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del proceso de cocción de 5 variedades de ayocote (*Phaseolus coccineus*) sobre los compuestos fenólicos. Se analizaron 5 variedades de color negro, morado, café, beige y lila. La extracción de los compuestos fenólicos se realizaron mediante el método maceración y baño en ultrasonido utilizando una solución acetona, agua y ácido acético (70:29.5:0.5; v/v/v). Se realizó la identificación (flavonoides y taninos) y cuantificación de compuestos fenólicos (Folin-Ciocalteu) y capacidad antioxidante (DPPH). Los resultados mostraron variaciones en la presencia de flavonoides y taninos, observándose una disminución con respecto al método de extracción en ultrasonido y por el proceso de cocción de las semillas, de las cuales hubo mayor pigmentación en extracción por maceración. El contenido de la cuantificación de fenoles totales y capacidad antioxidante mostraron diferencias con respecto al método de extracción. El método por ultrasonido presentó mayor concentración en la cuantificación de fenoles totales oscilando de 5.87 a 72.12 mg EAG/ 100 g para extractos en crudo y cocido a diferencia de la maceración (2.62 a 21.42 mg EAG/ 100 g, respectivamente). Para la capacidad antioxidante se obtuvieron valores que van desde 39.17 a 181.56 mg ET/ 100 g por ultrasonido en extractos en crudo y cocido, observando una disminución en maceración con valores de 16.69 a 47.60 mg ET/ 100 g en extractos crudo y cocidos. El proceso de cocción ocasiono una disminución de fenoles totales, indicando que estos se lixivian en el agua de cocción.

Palabras clave: Ayocote, cocción, flavonoides, taninos, fenoles totales, antioxidantes.

Abstract

Ayocote is a legume that differs from other varieties of the *Phaseolus* genus because of its coloration and size, which makes it of interest in the field of study, as it contains different bioactive compounds that are good for health. The aim of the present work was to evaluate the effect of the cooking process of 5 varieties of ayocote (*Phaseolus coccineus*) on phenolic compounds. Five varieties were analyzed: black, purple, brown, beige and lilac. The extraction of phenolic compounds was carried out by the maceration and ultrasonic bath method using a solution of acetone, water and acetic acid (70:29.5:0.5; v/v/v). Identification (flavonoids and tannins) and quantification of phenolic compounds (Folin-Ciocalteu) and antioxidant capacity (DPPH) were performed. The results showed variations in the presence of flavonoids and tannins, showing a decrease with respect to the ultrasound extraction method and by the cooking process of the seeds, of which there was greater pigmentation in extraction by maceration. The content of total phenol quantification and antioxidant capacity showed differences with respect to the extraction method. The ultrasound method showed higher concentration in the quantification of total phenols ranging from 5.87 to 72.12 mg AGE/100 g for raw and cooked extracts, as opposed to maceration (2.62 to 21.42 mg AGE/100 g, respectively). For the antioxidant capacity, values ranging from 39.17 to 181.56 mg ET/ 100 g were obtained by ultrasound in raw and cooked extracts, observing a decrease in maceration with values from 16.69 to 47.60 mg ET/ 100 g in raw and cooked extracts. The cooking process caused a decrease in total phenols, indicating that these are leached in the cooking water.

Keywords: Ayocote, cooking, flavonoids, tannins, total phenols, antioxidants.

Introducción

El ayocote (*Phaseolus coccineus*) es una leguminosa perteneciente al género *Phaseolus*, su cultivo, comercialización y consumo a nivel nacional e internacional es menor en comparación con el frijol común (*Phaseolus vulgaris*) que se produce en un 48.2%. Por esta razón, no es tan cosechada ya que solo es consumida a nivel local por los agricultores o son vendidos dentro de los mercados locales dependiendo de la zona en la que fueron cosechados (López, 2018). El ayocote aporta nutrientes como proteínas, lípidos, minerales, fibra dietética, carbohidratos y posee una gran cantidad de almidón. Sin embargo, de manera similar a las semillas de frijol común, las semillas de frijol ayocote pueden presentar factores antinutricionales que incluyen inhibidores enzimáticos, hemoglutininas, oligosacáridos, taninos, fenoles y ácido fítico (Vázquez &Taboada, 2023). Además, el ayocote se puede diferenciar a simple vista ya que tiene un tamaño particularmente más grande que la del frijol común, así como el color de la testa de la semilla reportándose coloraciones como negro, café, beige, morado, lila, moteados y blanco (Vargas et al., 2011).

Se ha evidenciado que la coloración se relaciona con la presencia de fitoquímicos. Los compuestos fenólicos presentan propiedades antioxidantes por lo que pueden prevenir el daño oxidativo, muy relacionado con el inicio de diversas enfermedades. La mayoría de los compuestos fenólicos son bioaccesibles y biodisponibles mediante vías mecánicas, enzimáticas y químicas (Cereceres, 2020). Estos compuestos en alimentos de origen vegetal aportan en la calidad sensorial, contribuyen en la pigmentación tales como las antocianidinas que son responsables de los colores rojo, azul, violeta, naranja y púrpura de la mayoría de las plantas y de sus productos. Además, la reacción de oxidación de los compuestos fenólicos hacia la formación de quinonas, catalizada por las enzimas polifenol oxidasas, produce un pardeamiento enzimático en los alimentos (Cosi, 2020).

La actividad antioxidante de los compuestos fenólicos tiene interés desde un punto de vista tecnológico y nutricional. Asimismo, estos compuestos intervienen como antioxidantes naturales de los alimentos, por lo que la obtención y preparación de

alimentos con un alto contenido en estos compuestos supone una reducción en la utilización de aditivos antioxidantes, a la vez que se obtienen alimentos más saludables (Coa, 2020). El ayocote es de interés para la investigación con respecto a sus propiedades físicas, químicas y nutricionales en los estados de madurez, como semilla seca y durante su procesamiento que incluye la cocción. Por lo anterior, el objetivo fue evaluar el comportamiento de los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante después del proceso de cocción del ayocote.

Índice General

Pág.

Preliminares	1
Agradecimientos	2
Dedicatoria	3
Resumen	4
Abstract	5
Introducción	6
Capítulo I Generalidades del Proyecto	12
1.1 Descripción de la Empresa u Organización	13
1.1.1 Antecedentes.....	13
1.2 Problemas de Investigación	14
1.3 Preguntas de Investigación	14
1.4 Objetivos (General y Específicos)	15
1.5 Justificación de la Investigación	15
1.6 Hipótesis	15
Capítulo II Marco Teórico	16
2.1 Ayocote (<i>Phaseolus coccineus</i>)	17
2.1.1 Descripción Botánica y Taxonómica de <i>Phaseolus coccineus</i>	18
2.1.1 Importancia del Ayocote.....	19
2.2 Compuestos Fenólicos	20
2.2.1 Estructura Química de los Compuestos Fenólicos	20
2.3 Clasificación de los Compuestos Fenólicos	21
2.3.1 Flavonoides	21

2.3.2 Taninos	22
Capítulo III Desarrollo y Metodología.....	24
3.1 Procedimiento y Descripción de las Actividades Realizadas	25
3.1.1 Desarrollo Experimental	25
3.1.2 Obtención de las Muestras	26
3.1.3 Obtención de la Harina Cruda	26
3.1.4 Proceso de Cocción y Obtención de la Harina	27
3.2 Extracción de los Compuestos Fenólicos	27
3.2.1 Extracción por Maceración	28
3.2.2 Extracción por Baño en Ultrasonido.....	28
3.3 Identificación de Compuestos Fenólicos.....	29
3.3.1 Identificación de Flavonoides por el Ensayo con Álcali	29
3.3.2 Identificación de Flavonoides	30
3.3.3 Identificación de Taninos	31
3.4 Cuantificación de Compuestos Fenólicos.....	32
3.4.1 Determinación del Contenido Fenólico	32
3.4.2 Capacidad Antioxidante por el Método DPPH (1-difenil-2-picril-hidrazilo)	35
3.5 Análisis Estadístico	37
Capítulo IV Resultados y Discusión	38
4.1 Identificación de Flavonoides y Taninos.....	39
4.2 Cuantificación de Fenoles Totales y Capacidad Antioxidante	41
Capítulo V Conclusiones.....	45
5.1 Conclusiones	46

Capítulo VI Competencias Desarrolladas	47
6.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas	48
Capítulo VII Fuentes de Información	49
7.1 Fuentes de Información	50
Capítulo VIII Anexos	54

Índice de Figuras

Figura 1. Plantel del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán	13
Figura 2. Variedades de Ayocote (<i>Phaseolus coccineus</i>)	17
Figura 3. Estructura química del fenol	21
Figura 4. Estructura de los flavonoides	22
Figura 5. a) Estructura de taninos hidrolizables y b) estructura taninos condensados	23
Figura 6. Diagrama experimental	25
Figura 7. Harina de ayocote crudo	26
Figura 8. Harina de ayocote cocida	27
Figura 9. Muestra de maceración	28
Figura 10. Baño en ultrasonido de muestra de ayocote	29
Figura 11. Identificación de flavonoides por medio del ensayo de álcali en variedades de ayocote	30
Figura 12. Identificación de flavonoides en variedades de ayocote	31
Figura 13. Identificación de Taninos en variedades de ayocote (negro, morado, café, beige y lila)	32
Figura 14 Curva de ácido gálico (0.1 mg/mL)	33
Figura 15 Medición de la absorbancia de fenoles totales	33

Figura 16. Curva de Trolox (0.1 mg/mL)	36
Figura 17. Celdas en reposo por 30 min para capacidad antioxidante	37

Índice de Tablas

Tabla 1. Taxonomía del frijol ayocote (<i>Phaseolus coccineus</i>)	18
Tabla 2. Composición mineral de <i>Phaseolus coccineus</i>	19
Tabla 3. Concentraciones para la realización para la curva de ácido gálico al (0.1 mg/mL)	33
Tabla 4. Concentraciones para la realización de la curva tipo Trolox al (0.1 mg/mL)	35
Tabla 5. Identificación de flavonoides y taninos en diferentes variedades de ayocote crudo y cocido	40
Tabla 6. Contenido de fenoles totales (mg EAG/ 100 g) en 5 variedades de ayocote crudo y cocido	43
Tabla 7. Capacidad antioxidante de variedades de ayocote (mg ET/ 100 g) en 5 variedades de ayocote crudo y cocido	44

Capítulo I

Generalidades del Proyecto

1.1 Descripción de la Empresa u Organización

1.1.1 Antecedentes

El Instituto tecnológico Superior de Teziutlán, inicio actividades el primer día del mes de septiembre del año de 1993 ofreciendo las carreras de Ingeniería Industrial y Licenciatura en Administración, siendo el primer Tecnológico Descentralizado del Estado de Puebla. El Instituto se certificó a través de la Norma ISO 9001-2008 que recibió en el año 2006 del mes de abril de la empresa QMI-SAIGLOBAL, quien la certifica como una Institución de Calidad en su proceso de Enseñanza – Aprendizaje. Así como, certificación del Sistema de Gestión Ambiental bajo la Norma ISO-14001:2004.

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán (Figura 1), ofrece las carreras de: Ingeniería en Gestión Empresarial, Ingeniería en Industrias Alimentarias, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería Industrial, Ingeniería Informática e Ingeniería Mecatrónica que cuentan con certificaciones como CONAIC (Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación), CACECA (Consejo de acreditación para la Enseñanza de la Contaduría y Administración) y CACEI (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería). Actualmente, se incorporó la carrera de Turismo.



Figura 1. Plantel del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.

1.2 Problemas de Investigación

El ayocote (*Phaseolus coccineus*) es una leguminosa (Fabaceae) poco conocida, comercializada y consumida. Los principales estados productores de ayocote son Puebla y Morelos, con una superficie sembrada en conjunto de 946 ha de frijol ayocote, donde la producción anual es de 825 t con un rendimiento promedio de 0.87 t/ ha (Victoria et al., 2023). En la sierra nororiental del estado de Puebla se cultivan diversas variedades o coloraciones de ayocote, sin embargo, se carece de la información nutricional y la presencia de compuestos bioactivos. Así mismo, el comportamiento de estos componentes después de su procesamiento térmico. A pesar de ser una buena fuente de nutrientes, las variedades en estudio no han sido evidenciadas, considerando que la composición del ayocote varía de acuerdo a factores como variedad, ubicación geográfica, condiciones climáticas y de cultivo.

1.3 Preguntas de Investigación

- 1.- ¿Qué compuestos fenólicos se encuentran presentes en las variedades de ayocote?
- 2.- ¿El proceso de cocción tiene un efecto en el contenido fenólico de las variedades?
- 3.- ¿Cuál de todas las variedades del ayocote analizadas poseen un valor mayor de compuestos fenólicos?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar el efecto del proceso de cocción del ayocote (*Phaseolus coccineus*) sobre el contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el método de extracción (maceración y ultrasonido) de compuestos fenólicos en ayocote crudo y cocido.
- Cuantificar el contenido fenólico de extractos de ayocote.
- Determinar la capacidad antioxidante de extractos fenólicos de ayocote crudo y cocido.

1.5 Justificación de la Investigación

Se ha informado que el ayocote es buena fuente de nutriente. Además, es una fuente de compuestos bioactivos de interés para el beneficio de la salud mediante la prevención de enfermedades crónico-degenerativas como los compuestos fenólicos que son de interés para su estudio. El ayocote predomina por sus coloraciones en la testa de la semilla y de su tamaño. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue extraer compuestos fenólicos mediante maceración y ultrasonido de ayocote crudo y cocido, así como su identificación y cuantificación.

1.6 Hipótesis

El proceso de cocción de las variedades de ayocote influye en el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante.

Capítulo II

Marco teórico

2.1 Ayocote (*Phaseolus coccineus*)

Phaseolus coccineus comúnmente es conocido como ayocote o ayecote (nahuatlismo de ayecohtli) (Ruíz et al., 2019). Es una leguminosa que se origina y doméstica en México el cual se ubica en las zonas altas de los estados de Puebla, Oaxaca, y Chiapas. Existen diversas coloraciones desde las moradas, negras, cafés, beige, lilas, blancas, rosas, hasta moteados como se puede observar en la Figura 2 (SITU, 2016).



Figura 2. Variedades de Ayocote (*Phaseolus coccineus*).

2.1.1 Descripción Botánica y Taxonómica de *Phaseolus coccineus*

El ayocote es una leguminosa que se clasifica dependiendo a la planta ya que si esta es doméstica se le da por nombre *Phaseolus coccineus* y si es silvestre lleva por nombre *Phaseolus formosus*. Se comprobó que no hay diferencia entre las dos taxonomías de las dos plantas por lo que el ayocote es el nombre que se le da a la planta que esta domesticada y como no hay diferencia significativa entre las dos plantas, a ambas se les denomina como ayocote. Ambas semillas se muestran variaciones graduales de caracteres tales como tamaño y color de la flor, tamaño de las brácteas, tamaño y pubescencia de las bractéolas (Vázquez, 2021). En la Tabla 1 se presenta la taxonomía del ayocote.

Tabla 1. Taxonomía del frijol ayocote (*Phaseolus coccineus*).

Género	<i>Phaseolus</i>
Reino	Plantae
Especie	<i>Phaseolus coccineus</i>
Division	Magnoliophyta (Plantas con flor)
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Familia	Fabaceae
Orden	Fabales

Fuente: Vázquez (2021).

2.1.2 Importancia del Ayocote

El ayocote es poco cultivado y consumido en México. Sin embargo, en regiones de Europa principalmente España, Holanda y Reino Unido su consumo ha sustituido al frijol común (*Phaseolus vulgaris*) y se consume principalmente en su presentación de ejote y de grano seco en el sur de Italia. Por otra parte, se ha notado su cultivo y consumo en Japón principalmente en zonas montañosas (Ruíz et al., 2019). El frijol ayocote proporciona un bajo contenido lipídico, con sólo el 1.7%; sin embargo, contiene fibra dietética (5.4%) compuesta por pectinas y amilopectinas; sus enzimas y sobre todo las fibras mejoran la digestión porque nutren a la microbiota intestinal y por lo tanto estimulan al sistema inmunológico (Espinosa, 2016). Así como, otros nutrientes que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición mineral de *Phaseolus coccineus*.

Nutriente	Contenido (mg)
Calcio	116
Fósforo	262
Hierro	6
Potasio	1359
Magnesio	138
Sodio	12
Contenido (µg)	
Zinc	2790
Selenio	1
Vitamina A	0.5

Fuente: Espinosa (2016).

2.2 Compuestos Fenólicos

Los compuestos fenólicos engloban a todas aquellas sustancias que poseen varias funciones fenol, nombre popular del hidroxibenceno unidas a estructuras aromáticas o alifáticas. Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios que juegan una serie de funciones metabólicas como en el crecimiento y reproducción, protección contra el estrés como la radiación UV, en la protección contra patógenos externos y depredadores. Estos compuestos son responsables del color y las características sensoriales de las plantas y alimentos (Ayala, 2022). Estos compuestos participan en diversas funciones, tales como la asimilación de nutrientes, la síntesis proteica, la actividad enzimática, la fotosíntesis, la formación de componentes estructurales, la alelopatía y la defensa ante los factores adversos del ambiente (García & G, 2020). La cantidad de compuestos fenólicos en un alimento varía en función de la especie, variedad y parte del vegetal considerada (fruto, semillas, brotes, hojas), tiempo de exposición solar, grado de madurez, condiciones de cultivo, procesado y condiciones de almacenamiento (Ayala, 2022).

2.2.1 Estructura Química de los Compuestos Fenólicos

Para comprender la estructura química de los compuestos fenólicos es importante comenzar con el fenol, que es la molécula básica (Figura 3). El fenol se compone de un anillo aromático (fenil) unido a un grupo hidroxilo (OH). La presencia del anillo aromático hace que los ácidos débiles, generando un efecto inductivo en el hidrogeno del grupo hidroxilo. El anillo aromático juega un papel importante en las propiedades antioxidantes (Peñarrieta et al., 2014). Dependiendo del número de anillos fenólicos y los grupos funcionales presentes, los compuestos fenólicos se dividen en varias clases y subclases diferentes. Los principales grupos de polifenoles incluyen ácidos fenólicos, estilbenos, lignanos, alcoholes fenólicos y flavonoides (Aldegheiri, 2023).

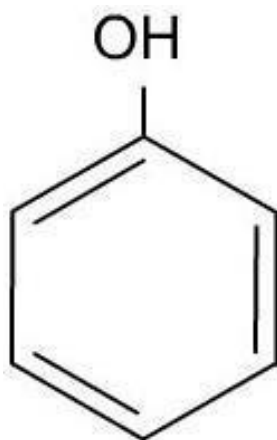


Figura 3. Estructura química del fenol (Peñarrieta et al., 2014).

2.3 Clasificación de los Compuestos Fenólicos

2.3.1 Flavonoides

Los flavonoides constituyen el grupo más importante dentro de esta clasificación, dividiéndose en varias subclases con más de 5000 compuestos, siendo los polifenoles más distribuidos en las plantas (Ros, 2000). Estos compuestos son los responsables de los colores amarillo, rojo y azul en los alimentos de origen vegetal tales como uvas, manzanas, cebollas, cerezas, repollos, entre otras. Se clasifican de acuerdo al origen biosintético tales como antocianinas, flavonas, flavonoles, flavanos, flavanonas e isoflavonoides. Estructuralmente se caracterizan por poseer un esqueleto básico de 15 átomos de carbono, en una secuencia de enlace C6-C3-C6, que corresponde a dos anillos aromáticos A y B, unidos por un fragmento de 3 átomos de carbono, esta unión puede o no dar origen a un tercer anillo. Los flavonoides están compuestos de dos anillos fenilos (A y B), ligados mediante un anillo pirano (C) como se muestra en la Figura 4. Un esqueleto de difenilpirano: C6-C3-C6, es común en la mayoría de los flavonoides, gracias a las variaciones del pirano se logran clasificar. Los miembros de esta familia se diferencian entre sí por el grado de insaturación del anillo C y sustituyentes que presenten. Los flavonoides son compuestos de origen natural que presentan una diversidad de actividades biológicas, entre las que se destacan su acción

antioxidante. La actividad antioxidante de los flavonoides resulta de una combinación de sus propiedades quelatantes de hierro y secuestradoras de radicales libres, además de la inhibición de las oxidasas y desactivación de oxígeno singulete (Díaz, 2020).

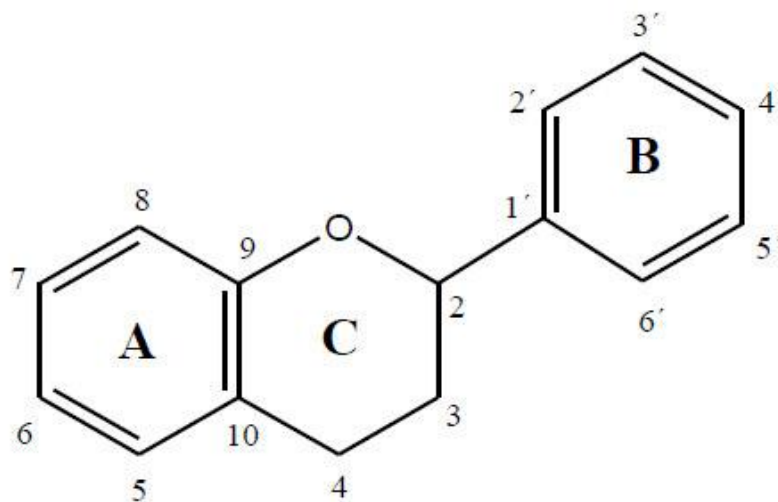


Figura 4. Estructura de los flavonoides (Herrera, 2014).

2.3.2 Taninos

Los taninos se pueden definir como compuestos fenólicos que son de origen vegetal con masas moleculares relativamente elevadas y propiedades astringentes. Se pueden encontrar en diferentes partes de la planta como puede ser hoja, tallo, raíz, corteza, semilla. Los taninos químicamente se caracterizan por su contenido de grupos funcionales fenólicos. En ocasiones, están en forma de glucósidos, con diferentes azúcares en su molécula, también en otros están exentos de ellos, son solubles en agua e insolubles en la mayoría de los solventes orgánicos y forman soluciones coloidales y no son cristalizables (Guevara & Martínez, 2023). Los taninos se pueden clasificar en el tipo de estructura base que el tanino presente, dando así lugar a dos clases: taninos hidrolizables y taninos condensados (Figura 5).

Los taninos hidrolizables son poliésteres que se encuentran compuestos por un polialcohol o un azúcar y por ácidos orgánicos, el azúcar principal que contienen es la

glucosa, pero en otras ocasiones se pueden encontrar la fructuosa, xilosa y sacarosa. En dependencia del ácido utilizado para su hidrólisis se pueden encontrar los elagitaninos los cuales son derivados del ácido elágico y también los galotaninos los cuales son derivados del ácido gálico, estos compuestos producen reacción de coloración al hacerse reaccionar con FeCl_3 dando como resultado la aparición de coloración azul. Los taninos condensados o proantocianidinas fueron definidos como "polímeros donde la unidad estructural es el núcleo de flavan-3-ol, tales como catequina y/o epicatequina y epigallocatequina. Formados por la unión de dos a seis unidades, los cuales se unen en posición del carbono 4 y 8". Al reaccionar con FeCl_3 dan como resultado coloración verde (Avello, 2016; Guevara & Martínez, 2023).

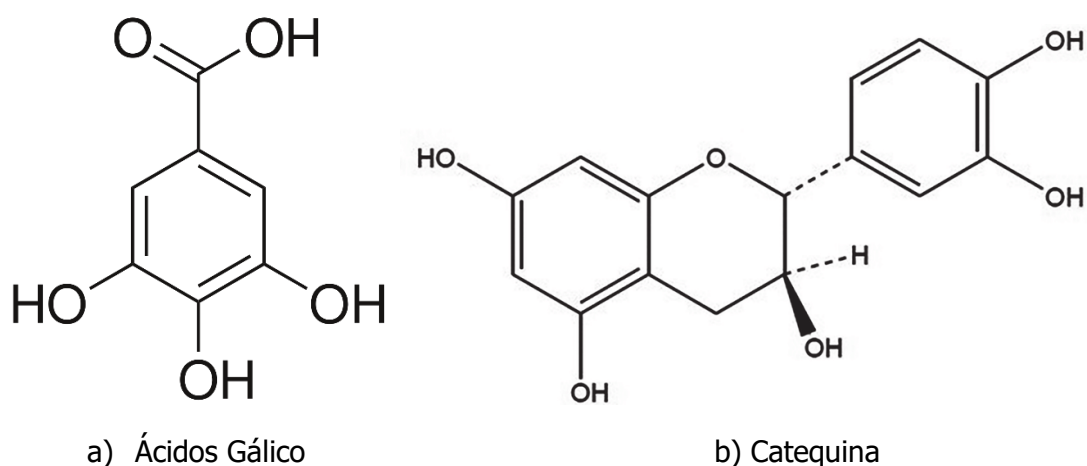


Figura 5. a) Estructura de taninos hidrolizables y b) estructura taninos condensados (Avello, 2016).

Capítulo III

Desarrollo y Metodología

3.1 Procedimiento y Descripción de las Actividades Realizadas

3.1.1 Desarrollo Experimental

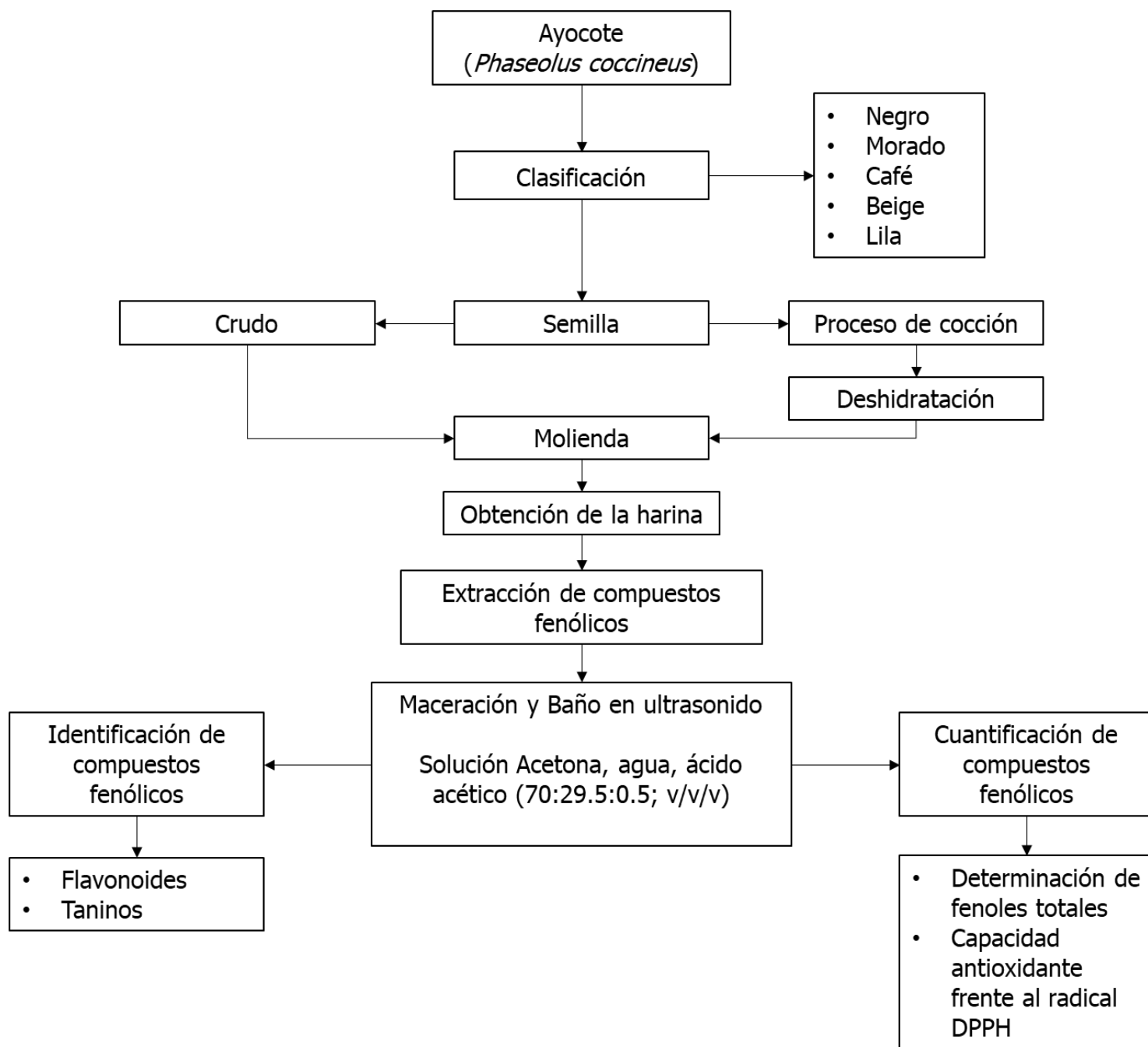


Figura 6. Diagrama experimental.

3.1.2 Obtención de las Muestras

El ayocote se obtuvo del mercado local "Victoria", ubicado en avenida Cuauhtémoc, 73800 Teziutlán, Puebla. Las semillas se clasificaron de acuerdo al color obteniendo variedades negro, morado, café, beige, lila.

3.1.3 Obtención de la Harina Cruda

Una vez que se obtuvo la materia prima se clasificaron los ayocotes dependiendo del tipo de coloración de la testa, ya que esta variedad de leguminosa posee distintas coloraciones dentro de la misma vaina. Una vez que se clasificaron se procedió a moler en una licuadora SLOPE OSTERIZER® modelo 6662 lo más fina posible cada una de las variedades escogidas para su análisis, se tomaron solo los frijoles de color negro, morado, café, beige y lila. Se puede mostrar en la Figura 7 la harina cruda de ayocote molida.



Figura 7. Harina de ayocote crudo.

3.1.4 Proceso de cocción y Obtención de la Harina

Se pesaron 150 g de semillas y se sometieron al proceso de hidratación con 450 mL de agua destilada durante 24 h, una vez transcurrido el tiempo se colocaron en ollas con capacidad de un 1 L por variedad, en cada olla se le agregaron 450 mL de agua destilada nuevamente, se dejaron a temperatura mínima durante 70 min. Posteriormente, las semillas cocidas se colocaron en un deshidratador de modelo Iproods y se dejaron durante 19 h a una temperatura de 55 °C. Finalmente, se procedió a la molienda en un mortero y una licuadora SLOPE OSTERIZER® (Modelo 6662) para disminuir el tamaño de partícula como se muestra en la Figura 8.



Figura 8. Harina de ayocote cocida.

3.2 Extracción de los Compuestos Fenólicos

Los compuestos fenólicos en las muestras de ayocote en harina cruda y cocida se extrajeron mediante las técnicas de maceración y baño en ultrasonido.

3.2.1 Extracción por Maceración

Para la extracción por maceración se siguió la metodología descrita por Bochi et al. (2014) con algunas modificaciones. La extracción se realizó usando una relación 1:10 (p/v) con la solución de acetona, agua y ácido acético (70:29.5:0.5; v/v/v) durante 24 h con agitación magnética y en la oscuridad. Posteriormente, se centrifugó a 2432 xg durante 15 min a temperatura ambiente (Figura 9), se filtró para eliminar impurezas y se almacenó en frascos ámbar a una temperatura de -20 °C para su posterior análisis.



Figura 9. Muestra de maceración.

3.2.2 Extracción por Baño en Ultrasonido

La extracción por ultrasonido se realizó en un baño ultrasónico (BRANSON, modelo M1800-H) utilizando la metodología descrita por Jiang et al. (2017) con modificaciones. En un tubo para centrifuga se agregó 0.5 g de harina de ayocote y se mezcló con 15 mL de la solución de acetona, agua y ácido acético (70:29.5:0.5; v/v/v). Después se

colocaron en el baño ultrasónico como se muestra en la Figura 10 a temperatura ambiente y a 40 kHz durante 15 min. Posteriormente, los extractos resultantes se centrifugaron a 2432 xg durante 15 min y se filtraron. El extracto se almacenó a -20 °C para su posterior análisis.



Figura10. Baño en ultrasonido de muestra de ayocote.

3.2 Identificación de Compuestos Fenólicos

3.3.1 Identificación de Flavonoides por el Ensayo con Álcali

En tubos de ensaye se colocó 1 mL de extracto y 5 gotas de NaOH al 5%. Si presento las coloraciones mencionadas, si hay presencia de flavonoides como se muestra en la Figura 11.

- Flavonas, flavanoles e isoflavonas: amarillo
- Flavanonas y flavanol: amarillo o naranja
- Calconas: naranja a rojo



Figura11. Identificación de flavonoides por medio del ensayo de álcali en variedades de ayocote.

3.3.2 Identificación de Flavonoides

En esta prueba se añadieron 0.6 mL de cloruro de aluminio al 1% a 1 mL de extracto. Si se observó una coloración amarilla indica si hay presencia de flavonoides como se observa en la Figura 12.



Figura 12. Identificación de flavonoides en variedades de ayocote.

3.3.3 Identificación de Taninos

En un vaso de precipitados se colocó 1 mL del extracto en un tubo de ensaye, lo cual se le agrego 5 gotas de cloruro férrico al 0.1% y si presentaron coloraciones de verde o azul-negra se confirmará la presencia de taninos como se muestra en la Figura 13.



Figura 13. Identificación de Taninos en variedades de ayocote (negro, morado, café, beige y lila).

3.4 Cuantificación de Compuestos Fenólicos

3.4.1 Determinación del Contenido Fenólico

El contenido de fenoles totales se cuantifico por el método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton et al. (1999) con algunas modificaciones. En una celda de plástico se añadió 100 µL del extracto o solución estándar; se colocaron 500 µL de solución del reactivo de Folin-Ciocalteu/agua (1:2 v/v). Posteriormente se añadió y se mezcló 400 µL de solución de carbonato de sodio (Na_2CO_3) al 10%. La solución se incubo en la oscuridad a temperatura ambiente durante 30 min. La absorbancia se midió con un espectrofotómetro UV visible (VELAB, modelo VE 5100UV) a 765 nm (Figura 15). El contenido de fenoles totales se calculó utilizando una curva estándar de ácido gálico (0.1 mg/mL) como se muestra en la Figura 14 y los resultados se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico (EAG)/g de muestra en peso seco como se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Concentraciones para la realización para la curva de ácido gálico al (0.1 mg/mL).

Número	Concentración de ácido gálico (mg/mL)	Ác. Gálico (µL)	Agua destilada (µL)
1	0	0	1000
2	0.02	200	800
3	0.04	400	600
4	0.06	600	400
5	0.08	800	200
6	0.1	1000	0

Figura 14. Curva de ácido gálico (0.1 mg/mL).

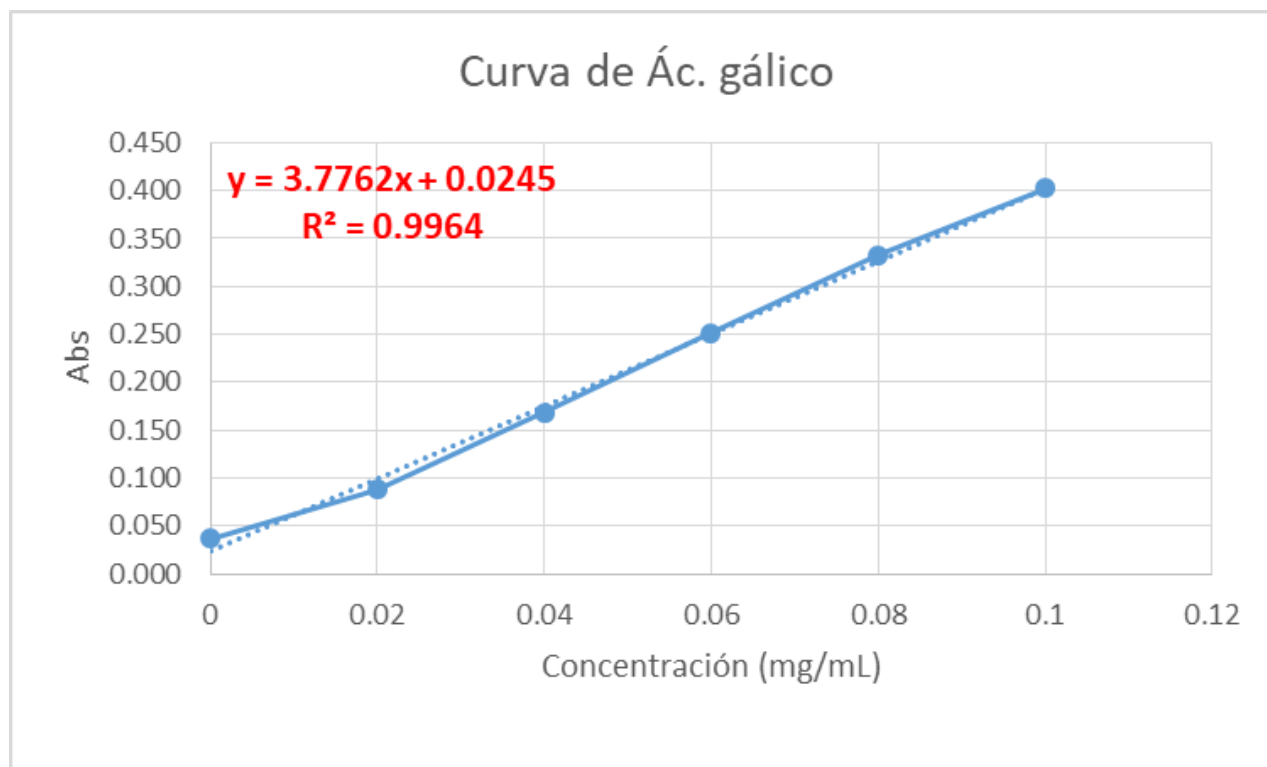


Figura 15 .Medición de la absorbancia de fenoles totales.

3.4.2 Capacidad Antioxidante por el Método DPPH (1-difenil-2-picril-hidrazilo)

La captación del radical libre DPPH se realizó de acuerdo al método descrito por Udenigwe et al. (2009) con modificaciones. Se añadieron 200 μ L del extracto fenólico y 800 μ L del radical DPPH (100 μ M). Las celdas de plástico se mantuvo protegida de la luz a temperatura ambiente durante 30 min (Figura 17), se leyó a 515 nm en un espectrofotómetro UV visible VELAB modelo VE 5100UV. Se realizó una curva tipo de Trolox (0.1 mg/mL) (Figura 16), los resultados se expresaron como mg equivalentes a trolox (ET)/g de muestra en peso seco como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Concentraciones para la realización de la Curva tipo Trolox al (0.1 mg/mL).

Número	Concentración de Trolox (mg/mL)	Trolox (μ L)	Agua destilada (μ L)
1	0	0	1000
2	0.02	200	800
3	0.04	400	600
4	0.06	600	400
5	0.08	800	200
6	0.1	1000	0

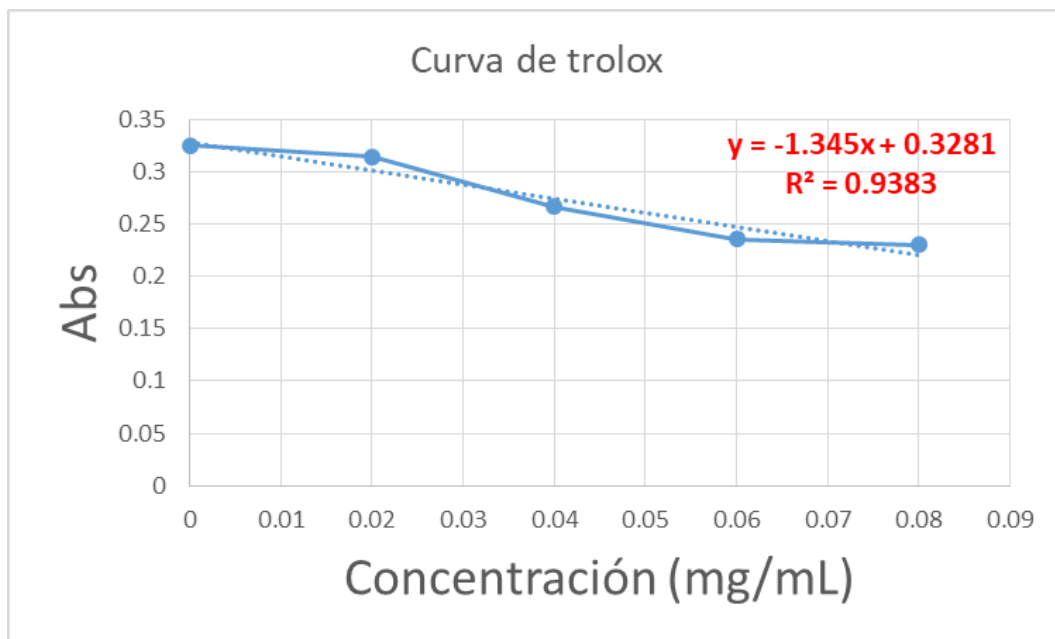


Figura 16. Curva de Trolox (0.1 mg/mL).

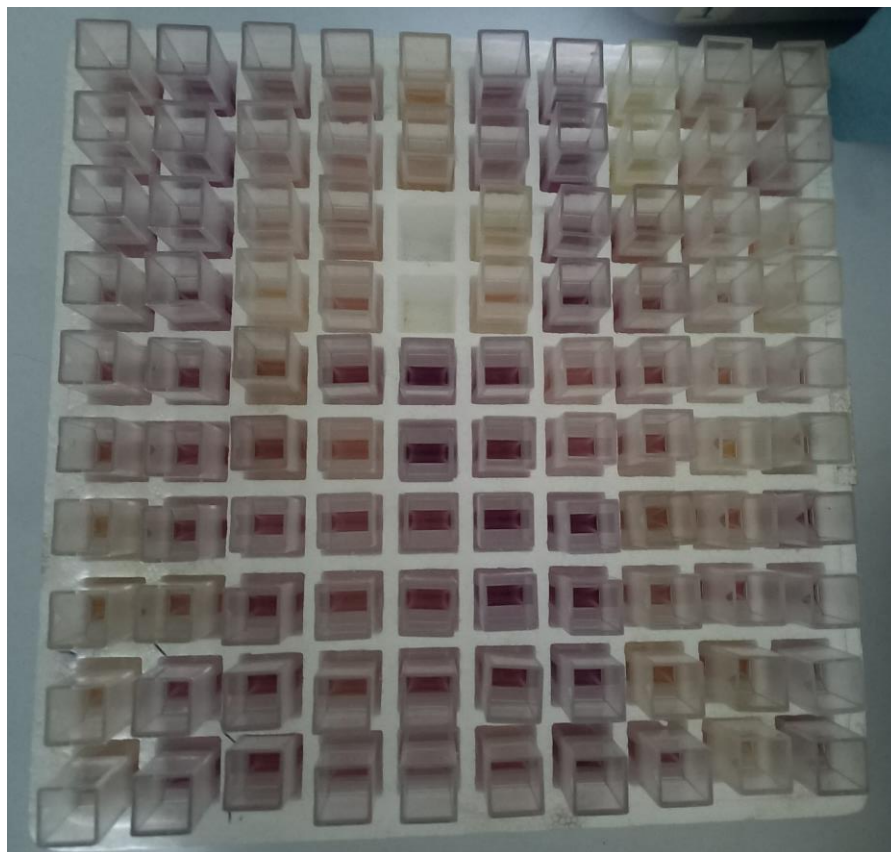


Figura 17. Celdas en reposo por 30 min para capacidad antioxidante.

3.5 Análisis Estadístico

Los datos que se utilizaron para realizar el análisis estadístico fueron la variedad de ayocote, la extracción de compuestos fenólicos, el estado de la harina, los fenoles totales, capacidad antioxidante y la significancia que se utilizó fue de ($p \leq 0.05$) para lo cual se utilizó un análisis de varianza ANOVA con el fin de identificar la variación existente en cada uno de los triplicados, realizados en el software Minitab para Windows.

Capítulo IV

Resultados y Discusión

4.1 Identificación de Flavonoides y Taninos

En la Tabla 5 se evidenció la presencia de flavonoides en las variedades de ayocote crudo y cocido. Los extractos obtenidos por el proceso de maceración presentaron mayor pigmentación. Por otra parte, se observó que las muestras de color negro, morado y café presentaron mayor pigmentación con respecto a las variedades claras. Aldegheri (2023) menciona que la extracción por maceración utiliza medios como la agitación se emplean disolventes polares, como por ejemplo agua, etanol entre otras. Sin embargo, estos métodos suelen tener ciertas limitaciones, como la degradación de los compuestos de interés por los tiempos largos de extracción.

Además, otro de los factores que intervino para la obtención de flavonoides y taninos fue el estado en crudo y cocido de la harina en los extractos evaluados. Pérez et al. (2020) mencionan que esto se debe a que el efecto del cocimiento se ve reflejado en algunas de las muestras decreciendo o bien aumentando su rendimiento. Se sabe que el cocimiento puede llegar a degradar los compuestos influyendo en el rendimiento final. Por otra parte, puede haber una transformación de ellos y la formación de nuevos compuestos ya que la temperatura afecta a las estructuras formando nuevas moléculas. Alcázar et al. (2020) determinaron un contenido de 1.4 a 1.8 mg QE/g para flavonoides y 1.34 a 1.70 mg CAE/g de taninos condensado en ayocote morado en su estado en crudo.

Tabla 5. Identificación de flavonoides y taninos en diferentes variedades de ayocote crudo y cocido.

Variedad	Flavonoides				³ Taninos	
	¹ Método AlCl ₃		² Método álcali			
	Extracción por maceración					
	CR	CO	CR	CO	CR	CO
Negro	++	++	++ ^b	+++ ^b	++	+++
Morado	+++	+++	++ ^b	++ ^b	++	+++
Café	++	++	+++ ^b	++ ^b	++	+++
Beige	++	++	++ ^b	++ ^b	++	+++
Lila	+	+	++ ^b	+ ^b	++	+++
Extracción por ultrasonidos						
Negro	+++	+	++ ^a	+ ^b	+	+
Morado	++	+	++ ^a	+ ^b	+	+
Café	+	+	++ ^b	+ ^b	+	+
Beige	+	+	++ ^b	+ ^b	+	+
Lila	+	+	++ ^a	+ ^b	+	+

CR: Crudo ; CO: Cocido

¹Flavonoides totales (Coloración amarilla): Bajo (+), medio (++), alto (+++).

²Flavonoides: a) Amarillo (Flavonas, flavanoles e isoflavonas), b) amarillo o naranja (Flavanonas y flavanol) y c) naranja a rojo (Calconas).

³Coloración verde o azul-negra: Bajo (+), medio (++), alto (+++).

4.2 Cuantificación de Fenoles Totales y Capacidad Antioxidante

En la Tabla 6 se observó que la variedad de ayocote beige presentó un contenido de fenoles totales mayores que en las otras variedades de ayocote obteniendo un promedio de 72.12 mg EAG/ 100 g en su estado en crudo por ultrasonido en comparación con la variedad de ayocote lila por lo que se obtuvo un promedio de 2.62 mg EAG/100 g. El mejor rendimiento se obtuvo por el método de extracción por ultrasonido. Aldegheri (2023) indicó que la extracción asistida por ultrasonidos es una de las técnicas más prometedoras debido a su bajo consumo energético, con menores temperaturas de trabajo y tiempos de extracción, así como también requiere una menor cantidad de disolvente y aumenta la eficiencia de extracción. Por otra parte, Rochín (2021) menciona que el contenido de compuestos fenólicos entre las diferentes variedades de frijol podrían ser atribuidas a las características genéticas, propiedades físicas de los granos y particularmente a la relación de la distribución anatómica de los diferentes componentes del frijol; ya que la testa es la estructura del grano donde son sintetizados la mayoría de los compuestos fenólicos.

Los resultados obtenidos en la capacidad antioxidante frente al radical libre se presentan en la Tabla 7 de las cuales la variedad de ayocote que presentó una mayor contenido en la capacidad antioxidante fue la del ayocote beige en su proceso de cocción en maceración en un promedio de 30.87 mg ET/ 100 g que con la variedad de ayocote café es menor tanto en maceración y ultrasonido en estado de cocción de los cuales se obtuvo un valor de 16.69 a 27.43 mg ET/ 100 g. Alcázar et al. (2020) realizaron la cuantificación para fenoles totales en el ayocote de color morado obteniendo de 627.4 a 506.0 mg GAE/g a diferencia de los resultados obtenidos que se realizaron en la 5 variedades de ayocote. Por otra parte, Martínez & López (2013) determinaron la actividad antioxidante de frijol común cocido con un valor de 0.7 a 37.4 $\mu\text{g/mL}$.

Tabla 6. Contenido de fenoles totales (mg EAG/ 100 g) en 5 variedades de ayocote crudo y cocido.

Método de extracción	Variedad					
	Negro		Morado		Café	
	CR	CO	CR	CO	CR	CO
Maceración	6.94 ± 0.04 ^a	3.19 ± 0.04 ^b	12.57 ± 0.04 ^a	4.60 ± 0.07 ^b	10.78 ± 0.08 ^a	3.87 ± 0.11 ^b
Ultrasonido	17.70 ± 0.08 ^a	10.11 ± 0.26 ^a	18.07 ± 0.06 ^b	5.87 ± 0.03 ^a	21.45 ± 0.53 ^b	12.47 ± 0.19 ^a

Método de extracción	Variedad			
	Beige		Lila	
	CR	CO	CR	CO
Maceración	21.42 ± 0.71 ^a	6.70 ± 0.61 ^b	5.39 ± 0.00 ^b	2.62 ± 0.35 ^b
Ultrasonido	72.12 ± 0.61 ^b	6.99 ± 0.39 ^a	14.96 ± 0.05 ^a	10.37 ± 0.08 ^a

Resultado representan el promedio ± desviación estándar (n=3). ^{a,b} Indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$). CR: Harina cruda, CO: Harina cocida, EAG: Equivalente de Ácido Gálico.

Tabla 7. Capacidad antioxidante de variedades de ayocote (mg ET/ 100 g) en 5 variedades de ayocote crudo y cocido.

Método de extracción	Variedad					
	Negro		Morado		Café	
	CR	CO	CR	CO	CR	CO
Maceración	27.78±0.28 ^b	27.09±6.55 ^a	32.36±0.19 ^b	38.87±0.49 ^a	47.60±0.00 ^b	16.69±0.11 ^a
Ultrasonido	25.19±6.48 ^a	39.17±0.48 ^b	5.59±0.17 ^a	34.76±3.52 ^a	181.56±0.00 ^a	27.43±3.13 ^b

Método de extracción	Variedad			
	Beige		Lila	
	CR	CO	CR	CO
Maceración	19.47±0.74 ^a	30.87±9.50 ^a	21.81±1.24 ^a	30.94±1.02 ^a
Ultrasonido	155.79±3.10 ^a	38.16±0.93 ^b	34.22±3.22 ^b	32.88±4.64 ^b

Resultado representan el promedio± desviación estándar (n=3). ^{a,b} Indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$). CR: Harina cruda, CO: Harina cocida, ET: Equivalente de Trolox.

Capítulo V

Conclusiones

5.1 Conclusiones

Los compuestos fenólicos son una rama amplia de información que están presentes en los alimentos en donde el ayocote es una leguminosa que destaca por el contenido de compuestos fenólicos por lo que se obtuvo un mayor rendimiento por el método de extracción por ultrasonido que con maceración esto es debido a los tiempos en los que se extrajeron los extractos.

Se presentó una variación en la identificación de flavonoides y taninos con respecto a la variedad de ayocote. Se observó una disminución en la cuantificación de fenoles totales por lo que algunos de estos compuestos en el pudieron pasar por una degradación térmica, una lixiviación y otros factores que conducen a la obtención de niveles más bajos o altos para la obtención de antioxidantes. Para la obtención de la capacidad antioxidante aumento en estado de cocción que en su estado en crudo.

Capítulo VI

Competencias Desarrolladas

6.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas

- Trabajo en equipo
- Habilidad en el manejo de los instrumentos del laboratorio.
- Aprender las metodologías para implementarlas en el trabajo en el laboratorio.
- Ser ordenada y contemplar tiempos para llevar a cabo el trabajo a tiempo dentro del laboratorio.

Capítulo VII

Fuentes de Información

7.1 Fuentes de Información

Aldegheri, F. (2023). Estudio experimental y diseño de un proceso de ósmosis inversa para concentrar una corriente enriquecida en compuestos fenólicos procedentes de 120 m³/día de extractos hidroalcohólicos de alperujo (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

Alcázar-Valle, M., Lugo-Cervantes, E., Mojica, L., Morales-Hernández, N., Reyes-Ramírez, H., Enríquez-Vara, J. N., & García-Morales, S. (2020). Bioactive compounds, antioxidant activity, and antinutritional content of legumes: a comparison between four phaseolus species. *Molecules*, 25(15), 3528.

Avello, Z. C. (2016). Determinación del contenido de taninos y evaluación de la disminución del infiltrado celular de distintos genotipos de UGNI MOLINAE TURCZ. 87.

Ayala, E. V. G. (2022). Correlación entre compuestos fenólicos y color (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Asunción).

Cereceres-Aragón, J. R.-G.-P.-T. (2020). Ingestión de compuestos fenólicos en población adulta mayor.

Coa Sarmiento, M. A. (2022). Determinación de la capacidad antioxidante in vitro del fruto *Quararibea cordata* Zapote.

Cosi Cutipa, R. V. (2020). Evaluación de la pérdida de color en harina de Lúcura (Poutería lucuma (R&P) Kuntze) durante el almacenamiento.

Díaz Uribe, C. E. (2020). Estudio cinético de la reactividad del oxígeno singulete con flavonoides y derivados de chalconas. Editorial Universidad del Atlántico.

Erreguin, A. M. (2023). Caracterización fitoquímica y análisis bromatológico de *Lophocereus marginatus* DC

Espinosa, R. G. (07 de Mayo de 2016). Frijol ayocote: alimento saludable de la semana.

García Santiago, G. (2020). Cinética de extracción asistida con ultrasonido de potencia de compuestos fenólicos a partir de uva Syrah (*Vitis vinífera* L.) (Bachelor's thesis).

Guevara Mayorga, L. A., & Martínez Chávez, M. C. (2023). Comparación del contenido de taninos en bebidas medicinales de hojas de *Ambrosia peruviana* Willd simulando condiciones ancestrales y comerciales mediante espectrofotometría ultravioleta (Doctoral dissertation).

Fernández Núñez, J. C., & Poveda López, S. N. (2021). Análisis químico y actividad antioxidante de las hojas y fruto del airambo (*Phytolacca rivinoides*) (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas).

Herrera Calderón, O. (2014). Efecto antioxidante y antitumoral in vitro del extracto etanólico de la raíz de *Waltheria ovata* Cav. "lucraco" en línea celular de cáncer de próstata DU-145.

Martínez Dotor, J., & López Martínez, L. X. (2013). Efecto del procesamiento en el contenido de Compuestos Fenólicos y las propiedades antioxidantes de diferentes variedades de Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L) Mexicano.

Peñarrieta, J. M., Tejeda, L., Mollinedo, P., Vila, J. L., & Bravo, J. A. (2014). Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química*, 31 (2), 68-81.

López-Báez, L. I., Taboada-Gaytán, O. R., Gil-Muñoz, A., López, P. A., Ortiz-Torres, E., Vargas-Vázquez, M. L. P., & Díaz-Cervantes, R. (2018). Diversidad morfoagronómica del frijol ayocote en el altiplano centro-oriente de Puebla. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41 (4A), 487-497.

Pérez-Pérez, L. M., Toro Sánchez, C. L. D., Sánchez Chávez, E., González Vega, R. I., Reyes Díaz, A., Borboa Flores, J. & Flores-Cordova, M. A. (2020). Bioaccesibilidad de compuestos antioxidantes de diferentes variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México, mediante un sistema gastrointestinal in vitro. *Biotecnia*, 22 (1), 117-125.

Rochín-Medina, J. J., Mora-Rochín, S., Navarro-Cortez, R. O., Tovar-Jimenez, X.,

Quiñones-Reyes, G., Ayala-Luján, J. L., & Aguayo-Rojas, J. (2021). Contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de variedades de frijol sembradas en el estado de Zacatecas. *Acta universitaria*, 31.

Ros, I. M.-V. (Marzo de 2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta.

Ruíz-Salazar, R., Mayek-Pérez, N., Vargas-Vázquez, M. L. P., Hernández-Delgado, S., & Muruaga-Martínez, J. S. (2019). Análisis de la estructura poblacional del frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) Mediante AFLP. *Polibotánica*, (47), 13-24.

Singleton, V.L., Orthofer, R. y Lamuela-Raventós, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in Enzymology*, Lester, P (Ed.), 152-178. Academic Press.

SITU, I. Y. C. M. I. (2016). Centro universitario de noroccidente carrera de ingeniería agronómica con énfasis en fruticultura (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA)

Udenigwe, C. C., Lu, Y. L., Han, C. H., Hou, W. C., & Aluko, R. E. (2009). Flaxseed protein-derived peptide fractions: Antioxidant properties and inhibition of lipopolysaccharide-induced nitric oxide production in murine macrophages. *Food Chemistry*, 116 (1): 277-284.

Vargas-Vázquez, P., Muruaga-Martínez, J. S., Martínez-Villarreal, S. E., Ruiz-Salazar, R., Hernández-Delgado, S., & Mayek-Pérez, N. (2011). Diversidad morfológica del frijol ayocote del Carso Huasteco de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82 (3), 767-775.

Vázquez-Herrera, P., & Taboada-Gaytán, O. R. (2023). El almacenamiento prolongado afecta la calidad nutricional y el tiempo de cocción del frijol ayocote. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14 (29): 1-8.

Vázquez-Mendoza, M. (2021). "Análisis de las propiedades fisicoquímicas de tostadas de

maíz y frijol ayocote (*Phaseolus coccineus*) (Doctoral dissertation), UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE FRANCISCO I. MADERO.

Victoria, N. J. R., Estrada, J. A. S. E., & Carpio, C. A. (2023). ANALYSIS OF GROWTH, GRAIN YIELD OF AYOCOTE BEAN (*Phaseolus coccineus* L.) IN A NITROGEN FERTILIZACION SYSTEM. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 26 (1)

Capítulo VIII

Anexos

LICENCIA DE USO OTORGADA POR María Lizbeth Vázquez García, de nacionalidad mexicana, mayor de edad, con domicilio ubicado en la calle Artemiza, Colonia Chowis en la ciudad de Teziutlán, Puebla, en mi calidad de titular de los derechos patrimoniales y morales y autor(a) de la tesis denominada "Efecto del proceso de cocción del ayocote (*Phaseolus coccineus*) sobre el contenido de compuestos fenólicos" en adelante "LA OBRA" quien para todos los fines del presente documento se denominará "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR", a favor del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán del Tecnológico Nacional de México, la cual se regirá por las cláusulas siguientes:

PRIMERA –OBJETO: "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR", mediante el presente documento otorga al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán del Tecnológico Nacional de México, licencia de uso gratuita e indefinida respecto de "LA OBRA", para almacenar, preservar, publicar, reproducir y/o divulgar la misma, con fines académicos, por cualquier medio en forma física y a través del repositorio institucional y del repositorio nacional, éste último consultable en la página: (<https://www.repositorionacionalcti.mx/>).

SEGUNDA - TERRITORIO: La presente licencia se otorga, de manera no exclusiva, sin limitación geográfica o territorial alguna, de manera gratuita e indefinida.

TERCERA -ALCANCE: La presente licencia contempla la autorización para formato uso de "LA OBRA" en cualquier formato o soporte material y se extiende a la utilización, de manera enunciativa más no limitativa a los siguientes medios: óptico, magnético, electrónico, virtual (en red), mensaje de datos o similar, conocido o por conocerse.

CUARTA – EXCLUSIVIDAD: La presente licencia de uso aquí establecida no implica exclusividad en favor del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán; por lo tanto, "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR" conserva los derechos patrimoniales y morales de "LA OBRA", objeto del presente documento.

QUINTA – CRÉDITOS: El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán y/o el Tecnológico Nacional de México reconoce que "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR" es el(la) único(a), primigenio(a) y perpetuo(a) titular de los derechos morales sobre "LA OBRA"; por lo tanto, siempre deberá otorgarle los créditos correspondientes por la autoría de la misma.

SEXTA – AUTORÍA: "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR" manifiesta ser el(la) único(a) titular de los derechos de autor que derivan de "LA OBRA" y declara que el material objeto del presente fue realizado por él(ella), sin violentar o usurpar derechos de propiedad intelectual de terceros; por lo tanto, en caso de controversia sobre los mismos, se obliga a ser el(la) único(a) responsable. Dado en la Ciudad de Teziutlán, Puebla, al primer día del mes de febrero de 2024.

"EL(LA) AUTOR(A) Y/O
EL(LA) TITULAR",



María Lizbeth Vázquez García
Nombre y Firma

"EL INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE TEZIUTLÁN"

Arminda Juárez Arroyo
Directora General
Nombre, Firma y Sello





Asunto: **Asignación de Asesor(a), Comisión Revisora, Entrega de Trabajo Profesional y Dictamen**

Teziutlán, Puebla, **15/enero/2024**

Asesor(a): **MAYRA NICOLAS GARCIA**
Integrante de Comisión Revisora: **JULIETA DEL CARMEN VILLALOBOS ESPINOSA**
Integrante de Comisión Revisora: **LILLIAN PATRICIA GONZALEZ RIOS**
Presentes

Por este medio me permito informar que ha sido asignado como asesor(a) y comisión revisora del trabajo profesional que se convertirá en Tesis de:

Alumno(a): **VAZQUEZ GARCIA MARIA LIZBETH**
Apellido paterno/materno/nombre (s)
Número de Control: **19TE0556** Licenciatura o Posgrado: **INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**
Plan: **2010** Correo Electrónico: **L19TE0556@TEZIUTLAN.TECNM.MX**

Cuyo tema es: **EFFECTO DE PROCESO DE COCCION DEL AYOCOTE (PHASEOLUS COCCINEUS) SOBRE EL CONTENIDO DE COMPUESTOS FENOLICOS**

25 palabras (máximo)

Se ha enviado a su correo institucional el trabajo profesional o de grado, por lo cual la comisión revisora tendrá 5 días hábiles para realizar las observaciones al alumnado, el(la) interesado(a) tendrá igualmente **5 días** para corregir y las enviará al correo electrónico institucional de la comisión revisora, agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de licenciatura o de posgrado de nuestro alumnado egresado.

Dictamen de Comisión Revisora, Aprobación de Impresión o Grabación y Autorización para subirla al Repositorio del TecNM

Siendo el día: 3 de febrero de año 2024 se reunieron los miembros de la comisión para revisar el trabajo asignado y una vez analizado se decidió liberarlo y aprobarlo para su grabación y programación de examen profesional.

MAYRA NICOLAS GARCIA
Nombre y Firma del(la) Asesor(a)

LILLIAN PATRICIA GONZALEZ RIOS
Nombre y Firma de integrante de la Comisión Revisora



JULIETA DEL CARMEN VILLALOBOS ESPINOSA
Nombre y Firma de integrante de la Comisión Revisora

MYRIAM SANCHEZ PEREZ
Subdirección Académica

R08/06/2023
Folio:52

**INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE TEZIUTLÁN
SUBDIRECCIÓN
ACADÉMICA**

F-SAC-18



Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL(LA) AUTOR(A) PARA LA CONSULTA Y
PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El que suscribe:

MARÍA LIZBETH

VÁZQUEZ

GARCÍA

Con Número de
Control **19TE0556**

Perteneciente
al Programa **INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**
Educativo

Por este conducto me permito informar que he dado mi autorización para la consulta y publicación electrónica del trabajo de investigación en los repositorios académicos.

Registrado con
el producto: **TESIS**

Cuyo Tema es:

EFFECTO DEL PROCESO DE COCCIÓN DEL AYOCOTE (PHASEOLUS COCCINEUS) SOBRE EL CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS

Correspondiente al periodo:

AGOSTO-DICIEMBRE 2023

Y cuyo(a) director(a) de tesis es:

DRA. MAYRA NICOLÁS GARCÍA

ATENTAMENTE



MARÍA LIZBETH VÁZQUEZ GARCÍA

Nombre y firma

Fecha de emisión: **01/02/2024**
c.c.p. Subdirección Académica