

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



Estudio comparativo de la calidad del extracto de ajo obtenido por arrastre de vapor e hidrodestilación sometido previamente a un proceso de deshidratación”

Por:

ESTEFANIA ALEJANDRA CERDA MORALES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Noviembre del 2018

Noviembre del 2018

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

TESIS

“Estudio comparativo de la calidad del extracto de ajo obtenido por arrastre de vapor e hidrodestilación sometido previamente a un proceso de deshidratación”

Por:

ESTEFANIA ALEJANDRA CERDA MORALES

Que se somete a consideración del Jurado Examinador como Requisito Parcial

Para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

El presente trabajo ha sido dirigido por el siguiente comité:



Dra. Dolores Gabriela Martínez Vázquez

ASESOR PRINCIPAL



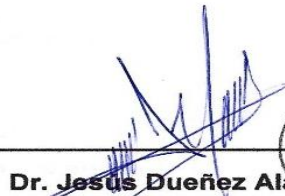
Dra. María Hernández González

COASESOR



M.C. Sarahí Rangel Ortega

COASESOR



Dr. Jesús Dueñez Alanís

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, noviembre del 2018

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

TESIS

“Estudio comparativo de la calidad del extracto de ajo obtenido por arrastre de vapor e hidrodestilación sometido previamente a un proceso de deshidratación”

Por:

ESTEFANIA ALEJANDRA CERDA MORALES

Que se somete a consideración del Jurado Examinador como Requisito Parcial

Para obtener el título de:


INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Aprobada por el comité:

Dra. Dolores Gabriela Martínez Vázquez (Presidente)




Dra. María Hernández González (Vocal)



Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez (Vocal)



M.C Sarahí Rangel Ortega (Vocal suplente)



DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Te doy gracias Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

***Confía en el Señor de todo
corazón,
y no en tu propia
inteligencia.
Reconócelo en todos tus
caminos,
y él allanará tus sendas.
Proverbios 3:5***

***No temas, porque yo estoy
contigo; no te desalientes,
porque yo soy tu Dios. Te
fortaleceré, ciertamente te
ayudaré, sí, te sostendré
con la diestra de mi justicia.***

Isaías 41:10

A mi padre Miguel Ángel

Papá, éste es un logro que quiero compartir contigo, gracias por ser mi papá y por creer en mí. Quiero que sepas que ocupas un lugar muy especial para mí. Te agradezco por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y tu amor. Gracias por verme dado la oportunidad de tener una excelente educación, pero sobre todo ser un ejemplo a seguir.

A mi madre Hilda

A mi Madre, por ser la amiga y compañera que me ha ayudado a crecer, gracias por estar siempre conmigo en todo momento. Gracias por la paciencia que has tenido para enseñarme, por el amor que me das, por tus cuidados en el tiempo que hemos vivido juntos, por los regaños que me merecía y que no entendía. Gracias Mamá por estar al pendiente durante toda esta etapa

A mi esposo Adrián

Quien me brindó su amor, su cariño, su estímulo y su apoyo constante. Su cariño, comprensión y paciente espera para que pudiera terminar mi carrera. Esta tesis es el resultado de lo que me has enseñado en estos 10 años, ya que siempre has sido una persona honesta, entregada a tu trabajo, y un gran líder, pero más que todo eso, una gran persona que siempre ha podido salir adelante y ser triunfador. Es por ello que hoy te dedico este trabajo de tesis. Gracias por confiar en mí y darme la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida.

A mis hermanos

Miguel y Beto, gracias por su paciencia y soportar mis regaños de mi hacia ustedes, gracias por preocuparse por su hermana mayor y menor, gracias por compartir sus vidas conmigo, pero, sobre todo, gracias por estar una vez más en otro momento tan importante en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mis profesores

Agradezco de todo corazón las enseñanzas brindadas por todos y cada uno de mis maestros a lo largo de estos 5 años que estuve en la Universidad. De todos me llevo algo muy especial y sé que lo aprendido jamás lo olvidaré. Gracias profesores por el tiempo que dedican a esta hermosa profesión, en el cual, por su dedicación, por sus esfuerzos, por su paciencia y compromiso, es mi base fundamental de mi desarrollo como persona, con el cual por tus consejos, enseñanza y sabiduría sé cómo afrontar de la mejor manera los problemas y obstáculos que a diario me voy a enfrentar.

Quiero agradecerle a la Dra Gaby Martínez, Mari Hernández ya que creyón en mí y en mi proyecto desde un inicio y no me dejo descansar ni un solo momento hasta lograr mi meta. No tengo palabras suficientes para agradecerle por todos los consejos, este logro se lo debo enteramente a ustedes.

¡¡Gracias!!

RESUMEN

Se obtuvieron extractos de ajo a partir de métodos alternativos, arrastre por vapor e hidrodeshidratación, a partir de dos diferentes estados de materia prima (fresco y deshidratado). Se realizó un estudio comparativo de la calidad de dichos extractos en términos de su capacidad antioxidante y parámetros fisicoquímicos como el color, la densidad, viscosidad e índice de refracción. El análisis de los resultados muestra que los máximos porcentajes de actividad antioxidante se obtuvieron al adicionar 100 μL de los extractos, AV-S, HD-F AV-F y HD-S, con valores de 40.48, 38.45, 36.54 y 35.93% respectivamente, seguidos por las muestras AV-S al incorporar 50 y 75 μL con 11.57 y 10.24%, respectivamente. El color de la muestra AV-S concuerda con lo descrito en la hoja de datos técnicos Kalsec, para aceite de ajo. La muestra HD-F presentó un IR de 1.00, y así como la viscosidad más alta (0.1023cp).

De los diferentes métodos de extracción que existen hoy en día y que son utilizados para extraer aceites esenciales como, extracción por solventes, el método soxhlet, prensado en frío, por microondas, extracción mediante ultrasonido, por fluidos supercríticos, por autoclavado entre otros. En este trabajo se compara la calidad de los extractos obtenidos sin el uso del solvente orgánico, estableciendo algunas de sus ventajas de los métodos convencionales que se utilizaron. Cabe mencionar que en los métodos utilizados se requirieron de tiempos de extracción prolongados.

En cuanto a la incidencia de las diferentes formas de extracción sobre algunas características fisicoquímicas, se obtuvo que estos extractos se ven afectados por el estado de la materia, por lo tanto, se concluyó en esta investigación, que el extracto de *Allium sativum* (ajo) es factible obtenerlo por el método de arrastre de vapor con materia prima deshidratada, debido a que cumple con los parámetros de calidad.

INDICE GENERAL

Contenido	
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
CAPITULO 1	1
I.INTRODUCCION	1
1.1Justificación	2
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Hipótesis	4
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1.1 Características del Ajo (<i>Allium sativum</i>)	4
2.1.2 Estacionalidad.....	5
2.1.3 Valoración nutricional del ajo.....	6
2.2 Extractos de diferente materia prima.....	7
2.2.1 Extracto de vainilla	7
2.2.2 Extracto de cebolla.....	9
2.2.3 Extracto de Laurel	11
2.2.4 Extracto de pimienta negra.....	12
2.2.5 Extracto de jengibre	13
2.2.6 Extracto de orégano.....	15
2.3 Métodos de extracción de aceites esenciales.....	16
2.3.1 Extracción por solventes	16
2.3.2 Extracción Soxhlet.....	17
2.3.3 Prensado en frío	17
2.3.4 Extracción por microondas	19
2.3.5 Extracción mediante ultrasonido.....	20
2.3.6 Extracción por fluidos supercríticos.....	22
2.3.7 Extracción por Autoclavado	23
2.3.8 Método de arrastre de vapor	23
2.3.9 Método de hidrodestilación.....	25

2.4 Parámetros de calidad	27
2.4.1 Índice de Refracción	27
2.4.3 Color	30
2.4.5 Capacidad antioxidante	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1.1 Materia prima	35
3.1.2 Etapa 1: Preparación y acondicionamiento de la muestra	37
3.1.3 Etapa 2: Métodos para obtención de extracto de ajo	38
Extracción de extracto de ajo por el método de hidrodestilación :	38
Extracción del extracto de ajo por el método de Arrastre de vapor:	39
Segundo proceso de destilación	39
3.1.4 Etapa 3: Determinación de capacidad antioxidante por el método DPPH en extracto de ajo	40
3.1.5 Etapa 4: Determinación de Color	40
3.1.6 Etapa 5: Determinación de viscosidad en extracto de ajo	41
3.1.7 Etapa 6: Determinación de Densidad en extracto de ajo	42
3.1.8 Etapa 7: Determinación de IR en extracto de ajo	43
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	44
4.1.1 Determinación de índice de refracción de extracto de ajo	44
4.1.2 Determinación de Densidad de extracto de ajo	45
4.1.3 Determinación de Viscosidad de extracto de ajo	48
4.1.4 Determinación de color en extracto de ajo	49
4.1.5 Determinación de capacidad antioxidante de extracto de ajo	51
5. CONCLUSIÓN	53
CAPOTULO VII	54
LITERATURA CITADA	54
ANEXOS	67
Figura 18. Ficha técnica de aceite de Ajo	68
Tablas Estadísticas	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición	6
Tabla 2.Reactivos,material y equipo utilizado	36
Tabla 3 Valores del índice de refracción del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S).	45
Tabla 4 Valores promedios de densidad	45
Tabla 5 Origen Vegetal y animal, según la norma del Codex	47
Tabla 6 Valores de viscosidad del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S).	48
Tabla 7 Coordenadas CIE L*, a* y b* de los extractos de ajo obtenidos mediante los métodos de destilación por arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de muestra de ajo fresco (F) y deshidratado (S).	49
Tabla 8 Porcentaje de actividad antioxidante del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S) en diferentes cantidades de extracto (50, 75 y 100 µL).	52
Tabla 9 Estadístico (IR).....	74
Tabla 10. Estadístico de viscosidad de los extractos de ajo obtenido del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S).....	75

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ajo (<i>Allium Sativum</i>) Candidiasis.com	5
Figura 2. Extracción con solvente (Universidad Autónoma de Perú 2015).....	16
Figura 3 Extractor Soxhlet (Francisco Luna, 2016)	17
Figura 4. Extracción por prensado en frio (www.prensadoenfrio.com)	18
Figura 5 Representación de un equipo de hidrodestilacion asistida con microondas. Adaptado de Golmakani (2008)	20
Figura 6 Extracción de ultrasonido Hielscher ultrasound technology).....	21
Figura 7 Extracción por fluidos supercríticos (Marínela Barrero y Rafael J. Carreño, 1998)	22
Figura 8 Equipo de extracción de aceite esencial.....	25
Figura 9 Equipo de extracción de aceite esencial.....	30
Figura 10 Ajo (<i>Allium Stativum</i>).....	35
Figura 11 Determinación de color.....	41
Figura 12 Determinación de Índice de Refracción.....	43
Figura 13 Grafico de Índice de Refracción del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S).	44
Figura 14 <i>Valores de densidad del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S)</i>	46
Figura 15. Gráfico de viscosidad del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S).	48
Figura 16 Grafico de color CIE L*A*B*, en extracto de ajo obtenido por HD y AV	50
Figura 17 Grafico de la capacidad antioxidante del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S) en diferentes cantidades de aextracto (50, 75 y 100 µL).	52
Figura 18. Ficha técnica de aceite de Ajo	68

CAPITULO 1

I.INTRODUCCION

En los últimos años, los consumidores han mostrado mayor interés y preocupación por reducir el consumo de aceites considerados de mala calidad por tener la presencia de trazas de solventes o haber sufrido degradación térmica, que bien son encontrados de forma como aditivo en los alimentos, ya que la sociedad hoy en día busca hacer consumo de productos más naturales. Cabe mencionar que el ajo se ha utilizado desde la antigüedad tanto por sus aplicaciones culinarias como por sus múltiples propiedades terapéuticas. La producción mundial anual es de 11.79 millones de toneladas, destacando China con 74% de la producción, seguido por Corea, India y Estado Unidos. México tiene 0.55% de dicha producción, con 65 200 toneladas y una superficie sembrada de 5 654, los estados con mayor producción son Zacatecas, Guanajuato, Baja California, Aguascalientes y Sonora (Ochoa, Cema, Gallegos G, Landeros J, Delgado JC, Hernández S.,2012 y Calderón E, Serwatowskin R, Cabrera J, Gracia C, 2013). Debido a lo anterior en esta investigación se pretende hacer un análisis sobre la calidad de aceite de ajo realizando la comparativa con diferentes métodos alternativos de extracción con diferente estado de la materia prima, así como abordar la capacidad antioxidante y otros parámetros de calidad; para posteriormente hacer uso de este como conservador en alimentos y mostrar su diversa funcionalidad.

El aceite de ajo por lo tanto ofrece importantes beneficios para la salud, como proporcionar protección contra las enfermedades cardiovasculares, debido a que otros estudios realizados por Damnau (1941) en pacientes con enfermedad coronaria arterial, la medicación con aceite esencial de ajo durante 5 meses provoco una disminución del 10% del colesterol y un 21% en los triglicéridos.

López (2007) señala que los componentes que principalmente tiene mayor actividad antioxidante son S-alil-cisteína y alicina. La aliina es una sustancia inodora e inestable. El efecto antioxidante es dependiente de la dosis y el tiempo

en el que es aplicado. Asimismo, el efecto antioxidante refuerza el mecanismo de captación de radicales endógenos, aumentan la actividad de enzimas.

Años después Rahman reporta que la alicina es el principal compuesto biológicamente activo del ajo fresco (*Allium sativum*). Este es producido por la interacción de la aliina aminoácido no proteico con la enzima alliinasa. Para la determinación de la cantidad del compuesto presente en el tejido, sometieron el extracto de *Allium sativum* un análisis de cromatografía líquida (HPLC) ya que la alicina es un compuesto inestable y con otros métodos de separación resultan alterados los resultados.

La ciencia moderna lo considera con buenas propiedades (bacteriostáticas, fungistáticas, hipolipemiantes, antiplaquetarias, antioxidantes), tanto para uso humano, veterinario como agronómico. El Instituto del Cáncer de los EE.UU. recomienda el uso del ajo en la dieta como método preventivo de las afecciones y lo coloca al límite del triángulo de la salud. (Burba, 2003).

1.1 Justificación

El motivo por el cual se realiza esta investigación es para obtener un extracto lo más natural libre de trazas de solventes orgánicos que pueden repercutir en la salud de quien lo consuma, para su utilización como aditivo en los alimentos, ya que el ajo contiene ciertos componentes antimicrobianos.

Hoy en día, las necesidades de las personas, requieren de un producto de buena calidad, por lo que la utilización del aceite de ajo se ha incrementado, ya que es una grasa poliinsaturada y es un ácido graso bueno para el organismo, que también está lleno de antioxidantes, vitaminas y nutrientes que pueden protegerlo contra enfermedades.

Los métodos utilizados para extraer el aceite a nivel industrial, suelen ser dos métodos convencionales: prensado y extracción con solventes orgánicos en ambos casos el material es triturado utilizando mortero cerámico hasta formar una masa fina, convirtiéndose en la muestra de estudio. Cabe recalcar que estos tipos

de métodos se basan en tiempos muy cortos de extracción, más sin embargo una calidad de aceite bajo debido al uso de solventes orgánicos, como, hexano comercial, benceno, tricloroetileno y sulfuro de carbono, por lo cual el aceite obtenido cuenta con pequeños residuos del solvente, que son perjudiciales para la salud del ser humano.

Estudios demuestran que estas sustancias al usarlas en el proceso productivo de extracción de aceite, presentan un riesgo en la salud, ya que el solvente arrastra consigo el aceite, también es importante hacer mención que el uso de estos químicos resultan ser un peligro desde el punto de vista de seguridad.

Por lo anterior es necesario encontrar una nueva alternativa para la extracción de aceites vegetales la cual elimine o reduzca drásticamente el uso de solventes orgánicos volátiles o reduzca significativamente el nivel de su expedición.

La alternativa que se ofrece en esta investigación es la aplicación de los métodos de hidrodestilación y arrastre de vapor, con lo cual se pretende obtener un aceite más natural sin la presencia de algún residuo químico, garantizando que durante el proceso no se realice la aplicación de ningún solvente químico, por lo que ambos métodos, es muy fácil de usar con un proceso continuo, por lo que requieren poca mano de obra a comparación de los demás métodos.

Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Aplicar los métodos de hidrodestilación y arrastre de vapor con el fin de obtener un extracto libre de solventes orgánicos, así como evaluar su calidad a partir de parámetros fisicoquímicos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Obtener extracto de ajo mediante los métodos de hidrodestilación y arrastre de vapor.
- Caracterizar fisicoquímicamente el extracto obtenido utilizando la materia prima fresca y previamente deshidratada

1.3 Hipótesis

Es factible obtener extracto de ajo libre de solventes de calidad aceptable, utilizando los métodos de hidrodestilación y arrastre de vapor.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1.1 Características del Ajo (*Allium sativum*)

Es una planta perenne, de la familia de la cebolla. Las hojas son planas y delgadas, de hasta 30 cm. de longitud. Las raíces alcanzan fácilmente profundidades de 50 cm. o más. El bulbo, de piel blanca, forma una cabeza dividida en gajos, comúnmente llamados dientes. Cada cabeza puede contener de 6 a 12 dientes, cada uno de los cuales se encuentra envuelto en una delgada película de color blanco o rojizo. Cada uno de los dientes puede dar origen a una nueva planta de ajo, ya que poseen en su base una yema terminal, que es capaz de germinar, incluso sin necesidad de plantarse previamente. Este brote comienza a aparecer luego de los tres meses de cosechado, dependiendo de la variedad y condiciones de conservación. Las flores son blancas y en algunas especies el tallo también produce pequeños bulbos o hijuelos. Una característica particular del bulbo es el fuerte olor que emana al ser cortado. Esto se debe a dos sustancias altamente volátiles, denominadas aliina y disulfuro de alilo. (AguilarJimenez,2007)

Ajo, es el nombre común de varias herbáceas intensamente olorosas de la familia de las liliáceas y de los bulbos de estas plantas. El ajo tiene flores pequeñas, blanquecinas, de seis piezas, dispuestas en umbelas. El fruto es una cápsula que encierra unas semillas negras arriñonadas. El bulbo, de olor y sabor intensos característicos, está cubierto por una envoltura papirácea y consta de varias piezas fáciles de separar llamadas dientes; contiene una sustancia denominada aliína, la cual por acción de un fermento contenido en ellos se transforma en disulfuro de alilo, presentando el olor característico de los ajos. Su origen se sitúa en Asia Central, y desde allí se extendió a todo el mundo. (Castell, 2017)



Figura 1. Ajo (*Allium Sativum*) Candidiasis.com

2.1.2 Estacionalidad

Su cultivo es muy simple, pues se siembran los dientes de ajo a finales de otoño, y se cosechan en verano, cuando las largas hojas verdes y planas se han secado y marchitado por completo. Los ajos tiernos, se cosechan antes de la floración de la planta, especialmente en primavera. (Castell, 2017)

Este cultivo necesita un periodo de latencia para germinar, una vez recolectado varía en función de la variedad y la temperatura. En diversos cultivos es necesario someter los bulbos a bajas temperaturas para evitar que broten de nuevo. Dentro de las variedades de otoño que son bulbos grandes y pocos dientes, no hay buena

conservación, ya que su periodo de latencia es corto, que al contrario de los pequeños con numerosos dientes. Para la formación de bulbos requiere fotoperiodos largos y temperaturas medias, además de tener un crecimiento vigoroso con temperaturas nocturnas inferiores a 16° C. Bajo condiciones de día corto y bajas temperaturas no forman bulbos. Esta planta no es sensible al frío, aunque se desarrolla mejor en climas templados. (Revista Tecnoagro,2016)

2.1.3 Valoración nutricional del ajo

El ajo tiene distintos componentes, entre ellos, se encuentran el agua y los carbohidratos como la fructosa, compuestos azufrados, fibra y aminoácidos libres. Contiene altos niveles de vitamina C y A y bajos niveles de vitaminas del complejo B (Tabla 1). Así mismo, posee un alto contenido de compuestos fenólicos, polifenoles y fitoesteroles. En cuanto a los minerales, tiene niveles importantes de potasio, fósforo, magnesio, sodio, hierro y calcio. Entre los compuestos azufrados que predominan en el ajo se encuentran: alicina, aliina, ajo en, adenosina, alil metano tiosulfonato, dialil disulfuro, dialil trisulfuro, alil metil trisulfonato, S-alil mercaptocisteína, 2-vinil-4H-1,2-ditiina y 5-alilcisteína. (Ramírez,2016)

Tabla 1 Composición

Análisis proximal	*Cantidad
Agua	58.58 g
Energía	149 kcal
Proteína	6.36 g
Lípidos totales	0.5 g
Carbohidratos (por diferencia)	33.06 g
Fibra dietética	2.1 g
Azúcares totales	1 g

*100 g de ajo fresco.

Composición química de *Allium Sativum* (Ramírez,2016)

Al ajo se le han atribuido numerosas propiedades beneficiosas para salud: efecto antiséptico, antiinflamatorio, bactericida, antiviral, antifúngico y antiparasitario intestinal. Estudios in vitro han indicado que el extracto de ajo, incluso a bajas concentraciones, es un potente inhibidor de *Helicobacter pylori*. (Castell, 2017)

La protección que ejercen los compuestos alil-sulfidos está probablemente relacionada con la capacidad de inhibir la formación y activación de inductores cancerígenos como las nitrosaminas; también actúan propiciando la reparación del material genético celular dañado y mejorando las defensas del individuo. Así mismo, parecen retardar de forma efectiva la proliferación tumoral (Castell, 2017). El ajo ejerce un importante papel en la prevención de la enfermedad cardiovascular, reduciendo los niveles de lípidos en sangre. Ayuda a reducir el LDL-colesterol (colesterol malo), a inhibir su oxidación, y a proteger a las células endoteliales de estas lipoproteínas modificadas. Además, ofrece otros beneficios sobre la salud cardiovascular, ya que disminuye la presión arterial y la agregación plaquetaria.—Ofrece un efecto hipoglucemiante, ayudando a prevenir la diabetes tipo II. Los efectos del ajo parecen manifestarse, sobre todo, cuando éste se ingiere crudo, sin embargo, ciertos autores señalan que mantiene sus propiedades tras el proceso de fritura o cocción (Castell, 2017).

2.2 Extractos de diferente materia prima

2.2.1 Extracto de vainilla

Las esencias o extractos de vainilla natural se elaboran picando finamente vainas de vainilla y colocándolas en maceración o infusión en mezclas de alcohol y agua. El proceso generalmente se mantiene a temperatura ambiente (de preferencia frío) para reducir las pérdidas del sabor, aunque algunos fabricantes sugieren que la aplicación de calor favorece la extracción (Jacobs, 1998).

La vainillina es uno de los componentes naturales que da sabor y olor a los extractos de vainilla (Negishi, 2009). Recientes investigaciones del perfil químico de los extractos de vainilla la han colocado como el componente principal de las vainas curadas con una concentración del 0.3 a 3%, reconociendo que representa un tercio del sabor y olor de los extractos de vainilla (Shyamala et al., 2007). La vainillina es un compuesto de coloración ligeramente amarilla, volátil, con un olor dulce y carácter cremoso (Tenailleau, 2004), que se encuentra acumulado en las vainas verdes de vainilla como un glucósido.

Se pueden clasificar como componentes volátiles a todos aquellos que se separaron de los diversos extractos de vainilla mediante cromatografía de gases: vainillina, p-hidroxibencil alcohol, p-hidroxibenzaldehído, alcohol vainílico, ácido p-hidroxibenzoico, ácido vainílico, alcohol anísico, ácido anísico, etil hexanoato, etil nonanoato, etil decanoato, p-metoxibenzaldehído, entre otros. A estos compuestos se les atribuyen totalmente las propiedades de aroma debido a su volatilidad, además del sabor que otorgan a los extractos de vainilla (Kaunzinger, 1997; Sostaric, 2000).

En la técnica de microextracción en fase sólida se encuentran componentes químicos volátiles y semivolátiles, los cuales se obtienen por espacio de cabeza. Estos componentes químicos pueden ser separados mediante cromatografía líquida o de gases, siendo los componentes semivolátiles de las vainas de vainilla a los que se les ha atribuido la menor contribución al aroma y sabor (Sostaric, 2000).

De manera similar analizaron diversos extractos alcohólicos de dos diferentes cosechas para determinar los perfiles químicos de autenticidad de la vainilla de esta especie (a través de la caracterización química de componentes). Se utilizó un cromatógrafo de gases adaptado a un espectrómetro de masas de relación isotópica (CG-EMRI), determinando a p-hidroxibenzaldehído, vainillina, alcohol anísico, ácido anísico y ácido p-hidroxibenzoico como los componentes mayoritarios. De la misma forma se determinó la autenticidad de la vainilla de la especie. (Kaunzinger, 1997)

Si bien es reconocido que la mayoría de los componentes volátiles (carbonilos, alcoholes aromáticos, ácidos aromáticos, ésteres aromáticos, alcoholes alifáticos, ácidos, ésteres, lactonas, hidrocarburos aromáticos, terpenoides, hidrocarburos alifáticos y heterocíclicos) que fueron separados y caracterizados mediante cromatografía de gases espectrómetro de masas son responsables de la esencia de las vainas de vainilla, existen también diversas macromoléculas y metabolitos no volátiles (separados y caracterizados mediante cromatografía de líquidos-espectrómetro de masas) que contribuyen al olor y sobre todo al sabor. Tal es el caso de compuestos como taninos, polifenoles, resinas, ácidos grasos, aminoácidos libres, ácido caféico, minerales, proteínas, ligninas, entre otros (Sinha, 2008; Dunphy y Bala, 2010). Son todos estos componentes químicos los que producen un delicado y delicioso aroma a especias de maderas dulces y balsámicas (Ranadive, 2006).

Se han mostrado los diversos componentes químicos en los extractos de vainas de vainilla, estableciendo que el perfil químico obtenido depende de la especie o variedad de vainilla utilizada, método de extracción y/o disolventes empleados, así como del equipo analítico con el que se lleva a cabo la caracterización química. (Cid. Pérez y A. López Malo, 2011).

Se conoce que el olor y sabor de los extractos de vainilla depende de una mezcla de componentes volátiles, semivolátiles y no volátiles que hace del extracto de vainilla una esencia exótica que sigue conquistando al mundo. También se detectó la necesidad de estandarizar técnicas de separación y caracterización con la finalidad de establecer perfiles de comparación entre diferentes extractos y variedades de vainilla. (Cid. Pérez y A. López Malo, 2011).

2.2.2 Extracto de cebolla

En cuanto al valor nutritivo de la cebolla, se puede indicar que el contenido de agua oscila entre un 87 y un 94%; la proteína entre 0,5 y 1,4%; el contenido

lipídico en torno a 0,2% y los carbohidratos de 4,5 a 10%. La vitamina C está cerca de 5 mg/100 g. Pero el mayor interés de este alimento se refiere a sus compuestos bioactivos (MataixVerdú, 1995; Souci , 2008).

Entre los compuestos bioactivos de los bulbos que nos ocupan son los polifenoles, entre los que destacan los flavonoides, que son compuestos orgánicos en los vegetales (Moreno & Plazas, 2005).

Existe un interés especial en los favonoides debido a sus posibles efectos en la salud humana. Se sabe que al menos el 60 % de los cánceres humanos se relacionan con factores extrínsecos identificables, los que puede ser de carácter físico, químico o biológico (Moreno y Plazas, 2005).

Para la extracción del extracto de cebolla se lavó y se trocearon los bulbos de cebollas. Para después agregar 2 litros de agua en 1 kg de cebolla, dejando fermentar esta mezcla durante 9 días. Luego de los 9 días se procede a cernir y se aplica con bomba de mochila. (Paredes, 2011).

La aplicación del extracto de cebolla de bulbo disminuye la incidencia y severidad de la pudrición en ajo, incrementando la productividad y calidad de los bulbos. (Paredes, 2011).

Tal como lo señala Torija, Cruz y Chalup (2013) quienes, citando un trabajo realizado, sobre el análisis de compuestos en cebolla encontraron una mayor cantidad de Vitamina C.

Dichas investigaciones determinan la acción activadora de esclerocios de sustancias secretadas por las plantas, en condiciones de laboratorio, campo e invernadero. Los principales resultados alcanzados permitieron recomendar que utilizando extractos fermentados de plantas de cebolla de bulbo en dosis de 1 kg/ 2 litros de agua como activador de esclerocios mediante aplicaciones 30 días antes de la siembra, se puede disminuir la incidencia del patógeno. (Paredes,2011).

2.2.3 Extracto de Laurel

El laurel tiene una importancia industrial para la extracción de productos químicos (Masten, 1999), pero ha sido más utilizado en forma tradicional como planta medicinal y condimento de cocina, con una influencia importante en el uso ritual-religioso por las comunidades rurales en su área de distribución (INEGI, 2005; Montañez Armenta, 2006).

Las hojas contienen 329 cal/g, 8% de agua, 13.7% de proteínas, 7% de grasas, 66% de carbohidratos, 23.7% de fibra, 4.9% de ceniza, 803 µg/dl de calcio, 114 µg/dl de fósforo, 15 µg/dl de hierro, 8300 µg/dl de caroteno, 0.10 µg/dl de tiamina, 0.65 µg/dl de riboflavina, 2.5 µg/dl de niacina (Duke, 1986).

El aceite esencial ha demostrado importante actividad repelente contra larvas de *Tenebrio molitor* (Cosimi, 2009). Se ha demostrado una significativa disminución de los recuentos de *Listeria monocytogenes* en condiciones de laboratorio en un jugo de brócoli (Muñoz, 2009).

Los extractos acuosos, así como el aceite esencial de las semillas de laurel fueron evaluados en ratas con úlceras gástricas inducidas por etanol, evidenciando efectos protectores. El aceite esencial de hojas evidenció actividad hipoglucemiante en ratas, a la vez que redujo el transporte de glucosa en el intestino delgado. (Cruz,2013).

Extractos metanólicos de laurel presentaron actividad antioxidante por las pruebas de DPPH, peroxidasa/guaiacol comparables con ácido ascórbico y α -tocoferol . Los extractos metanólicos y sus fracciones (0.01 mg/ml) inhibieron la producción en macrófagos y disminuyeron la actividad de la mieloperoxidasa, por lo que se sugiere que los extractos de corteza pueden ser beneficiosos en condiciones inflamatorias (Choi & Hwang, 2007). Fueron evaluados 11 constituyentes del aceite esencial de las hojas de *L. cubeba* contra larvas de insectos de los cuales 5 (1% en 100 µl de disolvente) mostraron ser repelentes (Amer y Mehlhorn, 2006).

La corteza de Laurel presentó inhibición sobre los receptores, involucrados en desórdenes del sistema nervioso central, presentando un porcentaje promedio de inhibición de 84 ± 1 (Chung, et al. 2005). Los flavonoides totales de las hojas de laurel. presentaron efectos preventivos sobre el modelo de esteatosis hepática inducida por dieta alta en grasa en ratas, 27 reduciendo los niveles séricos de alanina aminotransferasa y aspartato aminotransferasa; disminuyendo la acumulación de lípidos en suero e hígado, además de incrementar la expresión por su acción antioxidante (Wang, 2009).

Se evaluó el rendimiento de la oleorresina de las hojas de *L. guatemalensis* a nivel planta piloto utilizando dos tamices diferentes y dos disolventes etanol y hexano, obteniendo mayor rendimiento con el etanol y el tamiz No. 7 y 20, de acuerdo al análisis cualitativo se evidenció la presencia de 1,8- cineol, linalol y terpineol en todas las muestras analizadas. Se realizó la extracción y caracterización de la oleorresina de hoja, evaluándose tres concentraciones de etanol (35, 50 y 95%), el mayor rendimiento se obtuvo con etanol al 95%, el componente mayoritario presentado en el extracto fue el linalol (Cáceres, 2009).

2.2.4 Extracto de pimienta negra

Los extractos etanólicos, cloróformicos y acuosos de la pimienta negra poseen propiedades antimicrobianas contra bacterias Gram positivas y Gram negativas, contra *Escherichia coli* y *Proteus*, también inhiben la acción del estafilococo dorado y una cepa de *Salmonella*. (Cabello,2007)

En relación con la pimienta negra, la cual posee diversos usos y propiedades, dentro de ellas antibacterianas y antioxidantes, el mejor método para extraer el aceite esencial es por destilación por arrastre con vapor (Brenes, Campos,2016).

La presente investigación, se llevó a cabo en el laboratorio de análisis fisicoquímicos y la planta piloto de Extracción-Destilación de la Sección de Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad

de San Carlos de Guatemala conllevó el realizar un estudio sobre la obtención de la oleorresina y aceite esencial a nivel de planta piloto de pimienta negra (*Piper nigrum L.*) Evaluando el rendimiento obtenido mediante el proceso de destilación atmosférica por arrastre con vapor para obtener el aceite esencial, evaluando el rendimiento en función del factor tamaño de lote; y como proceso consecutivo la extracción de oleorresina por maceración con solvente alcohólico, evaluando el rendimiento en función de dos factores: tamaño de lote y concentración del solvente. (Godínez,2002)

Para la extracción de aceite esencial de pimienta negra (*Piper nigrum L.*) en la planta piloto de extracción-destilación, el tiempo de extracción se fijó en cuatro horas para todas las extracciones y se varió el tamaño de lote, se utilizó el método de extracción de arrastre con vapor directo. (Godínez,2002)

El valor más alto de porcentaje de rendimiento total de oleorresina, efectuando la sumatoria de los rendimientos de las diferentes maceraciones para un tamaño fijo de lote fue de 6.3249%, para un lote de 10 libras, utilizando como solvente alcohol etílico al 70%. Se considera que el valor bajo obtenido para el aceite esencial puede deberse a varios factores: La molienda de la materia prima se realizó en seco, utilizando un molino de martillos, procediendo posteriormente a tamizar, utilizando tamices entre un rango de No. 16-20. Otro de los factores que puede influir es el tiempo de extracción ya que se considera que en el caso de la pimienta negra cuya forma y consistencia son bayas duras es más difícil que el vapor arrastre las partículas de aceite. El valor promedio del índice de refracción del aceite esencial de pimienta negra obtenido es de 1.478 a 20°C. (Godínez,2002)

El valor promedio de la densidad del aceite esencial de pimienta negra obtenido es de 0.8577 g/mL a 25 °C. (Godínez,2002).

2.2.5 Extracto de jengibre

El jengibre (*Zingiber officinale*) es una planta nativa de Asia, cultivada en numerosas partes del mundo incluyendo el oeste de la India, Jamaica y África. Esta planta ha sido introducida a Colombia, actualmente existen algunos cultivos tecnificados y es una de las plantas medicinales comercializadas y avaladas por la OMS (Duque, 2000).

El aceite esencial y la oleorresina obtenidas del jengibre son de gran interés para el sector alimenticio y la medicina, debido a diferentes propiedades asociadas a su consumo tales como capacidad antioxidante (Stoilova, 2007); (Taghizadeh, 2007), anticáncer (Shukla, 2007), antiespasmódico y antidiarreico (World Health Organization, 1999), entre otras. Estas características son debidas a algunas sustancias químicas presentes en dicho material vegetal, tales como los gingeroles. Adicionalmente, el aceite esencial de jengibre se compone de otros grupos de sustancias como monoterpenos y sesquiterpenos, responsables de las correspondientes características sensoriales (Gong, 2004).

El aceite esencial de jengibre es obtenido tradicionalmente por destilación con arrastre de vapor o extracción soxhlet. Estos procesos no son costosos, pero pueden inducir transformaciones de algunos componentes del aceite (degradación térmica y oxidativa); por otra parte, los extractos obtenidos con solventes orgánicos contienen residuos que contaminan los alimentos y las fragancias en los que se empleen (Vásquez, 2001).

En general, la composición de los extractos obtenidos en este trabajo empleando CO₂ SC es relativamente similar, sin embargo, existen diferencias considerables respecto a la concentración relativa de cada uno de los compuestos identificados, algo que también se evidencia al comparar dichos extractos con los obtenidos por soxhlet. (Reyes,2011)

En la obtención de aceite esencial a partir de rizoma de jengibre, empleando como solvente CO₂, presentó los mejores resultados respecto a cantidad y composición de los extractos obtenidos; adicionalmente ésta es una metodología selectiva y amigable con el ambiente que permitió la obtención de extractos libres de solventes. (Reyes,2011).

2.2.6 Extracto de orégano

Desde tiempos antiguos la medicina tradicional ha usado extensamente las especies del género *Lippia* como analgésicos, antiinflamatorios, antipiréticos, antifúngicos, etc. Numerosos estudios describen diversos compuestos presentes en extractos acuosos, metanólicos, o aceites esenciales de estas plantas, siendo los flavonoides los compuestos más abundantes. Sin embargo, la composición y cantidad de los metabolitos secundarios dependen de la zona geográfica, factores climáticos, altitud, época de cosecha y estado de crecimiento de estas plantas. (Soto García, Ramírez, Serrano ,2012).

Estudios indican que el orégano *Lippia graveolens* de la sierra de Jimulco, en el estado de Coahuila del Norte de México, presenta actividad antioxidante que se incrementa conforme aumentan las concentraciones del extracto sin tener un efecto toxico in vitro e in vivo. La mayor actividad antioxidante se presenta a 160 mg/mL (Soto García, Ramírez, Serrano ,2012), esta concentración es menor a las descritas en el estudio de (Zavala Nigoa,2006) usando extractos acuosos de orégano de los estados de Guanajuato, Querétaro y Puebla, México, en donde se encontraron valores de la capacidad antioxidante a $357,15 \pm 11,84$, $397,99 \pm 22,02$ y $406,96 \pm 15,14$ mg/ml, respectivamente. Esta concentración además es mucho mayor a la descrita por (González Güereca, 2007), usando un extracto acuoso del tallo, del estado de Durango, México. Esta variación en las concentraciones del efecto antioxidante observado entre plantas de distintos estados en el territorio nacional puede ser debido a que presenta una composición y cantidad de los metabolitos secundarios que dependen de la zona geográfica, factores climáticos, altitud, época de cosecha y su estado de crecimiento (Cimanga,Lecona, Salgueiro, Hernández , 2009), por lo que los resultados confirman que la cantidad de compuestos antioxidantes presentes en las plantas del género *Lippia* es distinta en cada una de las regiones (Soto García, Ramírez, Serrano ,2002).

2.3 Métodos de extracción de aceites esenciales

2.3.1 Extracción por solventes

Se basan principalmente en la selección de solventes, temperatura o agitación, con el fin de incrementar la solubilidad de los materiales y la tasa de transferencia de masa (Gao y Liu, 1997). Se separan los compuestos con base en sus solubilidades por dos líquidos inmiscibles, usualmente agua y un solvente orgánico. En la industria, este proceso se realiza continuamente bombeando una corriente orgánica y otra acuosa dentro de una mezcladora, donde se incorporan ambos componentes y se permite el intercambio iónico hasta que se logra el equilibrio. (Mkipedia, 2006). La introducción de un transductor ultrasónico dentro de la unidad de extracción, puede incrementar considerablemente la eficiencia del método, debido a que, por lo general, se utilizan solventes fríos (Vinatoru, 2001).

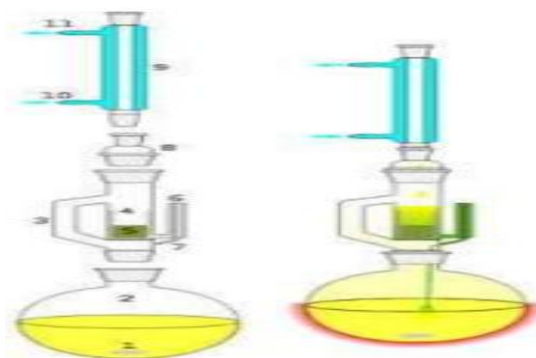


Figura 2 .Extracción con solvente (Universidad Autónoma de Perú 2015)

2.3.2 Extracción Soxhlet

Consiste en un método de extracción sólido-líquido, que se utiliza generalmente para aislar los componentes lipídicos de una muestra, por medio de un solvente apolar. Es un método de extracción directa, aplicable a alimentos en general, aunque con excepción de aquellos en los que la grasa está recubierta (como los productos lácteos), y para la obtención de la fracción de grasa libre de la muestra para su posterior caracterización. Los solventes más utilizados para extraer la grasa libre son el éter dietílico, éter de petróleo y hexano, y para fines de cuantificación de grasa se requiere una muestra anhidra, para no extraer además azúcares y otros compuestos. El equipo está integrado por un extractor, un condensador especial de tipo bulbo y un matraz. (Matissec, 1992).

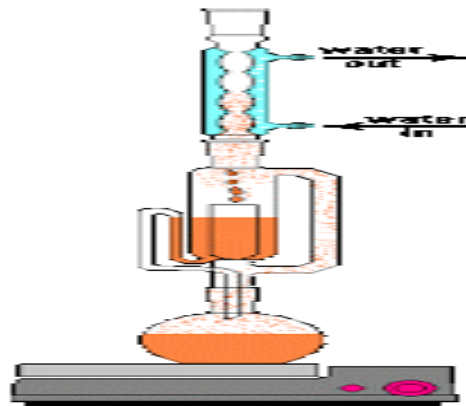


Figura 3 Extractor Soxhlet (Francisco Luna, 2016)

2.3.3 Prensado en frío

Antes de realizar la extracción por prensado en frío, se efectúa un tratamiento térmico para inactivar las enzimas presentes, se utilizan 30 g de la materia prima se incuban a 100 °C por 20 minutos. Posteriormente en el tratamiento enzimático

se ajusta el contenido en humedad hasta 60%, disolviendo las enzimas en el agua necesaria para alcanzar dicha humedad. La hidrólisis enzimática se evalúa para razones E/S del 0,5 y 2% (p/p) b.s a una temperatura de 5 °C por 4 horas. Para cada experiencia se prepara un control, el cual consiste en el mismo procedimiento sustituyendo la solución enzimática por agua. Previo al prensado, las semillas se secan en estufa a 105 °C hasta alcanzar un contenido en humedad cercana al 14% b.s que ha sido seleccionado como el más adecuado para la operación de prensado. El prensado se realiza en una prensa hidráulica bajo una presión de 39,2 MPa por 30 minutos. El aceite extraído se calcula por diferencia entre el contenido en aceite inicial y el remanente en la torta residual de prensado, el rendimiento de extracción se expresa en base al contenido inicial de aceite en la muestra (E. G. Guerra y M. E. Zúñiga, 2003).

En la extracción por prensado se pesan 100g de muestra, en una balanza analítica con precisión; el material triturado es calentado y prensado utilizando una prensa hidráulica con cilindro de superficie lisa donde se introduce la muestra y un pistón al que se aplica una fuerza de compresión de 10 toneladas, el aceite extraído de esta operación se recoge en un vaso de precipitados, la torta que queda en el cilindro se vuelve a prensar en las mismas condiciones para obtener mayor cantidad de aceite(E. G. Guerra y M. E. Zúñiga, 2003).



Figura 4. Extracción por prensado en frío (www.prensadoenfrio.com)

2.3.4 Extracción por microondas

El uso de microondas es otra alternativa para la extracción de aceites esenciales. Esta técnica puede utilizarse asistiendo un método convencional como la hidrodestilación o adaptando un equipo para establecerlo como un método independiente, como la extracción sin disolvente (Kimbaris, 2006). La extracción por microondas sin disolvente, combina el calentamiento por microondas y la destilación seca. No se necesita agregar ningún disolvente o agua si se emplea material fresco. En caso de que el material esté seco, éste se rehidrata remojándolo en agua y drenando el exceso antes de la extracción.

La extracción asistida por microondas aprovecha la polaridad de las moléculas que componen la estructura como los lípidos y las proteínas para crear fricción y por calor de calorías, o cual hace que el agua contenida en la célula escape debilitando la pared celular. La extracción de lípidos asistidos por microondas se caracteriza por una técnica que disminuye el tiempo y aumenta la eficacia del proceso. (Ángel D, 2009).

Según estudios realizados, la extracción asistida por microondas de flavonoides es más eficiente sobre métodos tradicionales como extracción por solventes a temperatura ambiente, reflujo térmico y Soxhlet. (Azuola, 2007)

Los equipos para llevar a cabo esta técnica se pueden adaptar modificando un horno de microondas convencional, haciendo un orificio en la parte superior que conecte un matraz de fondo plano con un aparato de refrigeración (un condensador conectado a un tubo de separación por gravedad, por el que pasa una corriente de agua fría), sellando la conexión con el horno para evitar la fuga de microondas (Bayramoglu, 2008). De igual forma, la hidrodestilación asistida con microondas adapta un aparato de destilación a un horno de microondas (Kimbaris, 2006) En la En la Figura 9 se muestra el esquema de un equipo de laboratorio para este tipo de método de extracción.

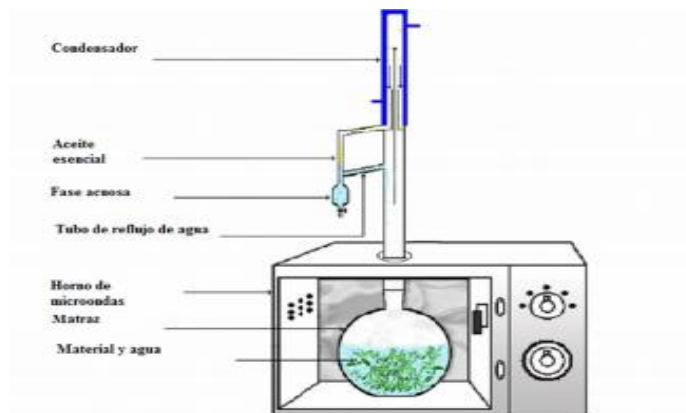


Figura 5 Representación de un equipo de hidrodestilación asistida con microondas. Adaptado de Golmakani (2008)

La extracción por microondas ofrece beneficios como una reducción considerable del tiempo y del consumo de energía (Kitubmis, 2006, Bajnanauglu, 2008; Golmakani y Rezaei, 2008; Bousbia, 2009). Este método puede realizarse a gran escala con reactores de microondas, pero se requieren altos niveles de seguridad (Bousbia, 2009).

2.3.5 Extracción mediante ultrasonido

La técnica de ultrasonido consiste en la exposición de la materia prima a ondas acústicas de una frecuencia definitiva, la utilización de ondas acústicas para la destrucción celular de la materia prima fue estudiada por (Faerman, 2002), quienes demostraron experimentalmente que la aplicación de ultrasonido a baja frecuencia, causa una fuerte muerte celular, incluso mayor que cuando se tiene ondas de alta frecuencia. (Cravotto, 2008) Desarrolló una técnica de extracción con ultrasonido y asistió por microondas simultáneamente, trabajando a frecuencias entre 19 y 300 kHz obtuvieron dos muestras significativas en la cantidad de aceite de microalgas extraídas en comparación con métodos más convencionales. Adicionalmente, se obtuvo mejores resultados utilizando el microondas que con la técnica de ultrasonido. Sin embargo, en productos en los cuales la temperatura de extracción puede afectar la funcionalidad de la sustancia extraída, el uso del ultrasonido es de suma importancia. Tal es el caso del aceite esencial de ajo,

cuyos componentes se liberan por acción enzimática, la cual es desactivada por acción del calor ya sea por lo cual lo convierte en una técnica con aplicaciones muy limitadas. Se realizó un estudio donde se utilizó la extracción con fluidos supercríticos sobre almendras con ultrasonido o sin éste; con resultados de 15 a 20% de mayor extracción utilizando ultrasonido (2004).



Figura 6 Extracción de ultrasonido Hielscher ultrasound technology)

Según Palma & Barroso, las variables que se deben analizar para optimizar la técnica de extracción asistida por ultrasonido son temperatura, solvente, volumen del solvente, tiempo de extracción, tamaño de la punta de prueba, poder del ultrasonido y duración del ciclo aplicado. Analizar estas variables para la extracción de ácido málico y tartárico a partir de uvas y semillas de uva, se determinó que, a mayor temperatura, mayor extracción de estos compuestos (Palma y Barroso, 2001). Según Cabredo Pinillos, otra variable importante por analizar durante la optimización del método de extracción asistida por ultrasonido es la concentración de sales en el medio, ya que estas disminuyen la solubilidad de analitos en el medio, favoreciendo su extracción. Durante su investigación, encontraron que los mejores resultados para la extracción de compuestos volátiles en vinos, se obtuvieron al añadir cloruro de sodio (Pinillos ,2006).

2.3.6 Extracción por fluidos supercríticos.

En este método tradicional se han encontrado con grandes cantidades de solventes tóxicos para la realización de extracciones, este tipo de procesos de extracción de líquidos supercríticos, y la extracción con agua subcrítica, estas técnicas se caracterizan por poseer tiempos cortos de extracción y altas selectividades (King, J. W,2000).Un fluido recibe el nombre de supercrítico cuando es forzado a permanecer a las condiciones de seguridad y temperatura superior a sus presiones y temperaturas críticas, bajo esas condiciones, el elemento posee características tanto de un gas, como de un líquido, que algunas propiedades especiales como baja viscosidad y alta difusividad relativa, lo que les permite penetrar fácilmente en los sólidos y ofrecer una extracción más rápida. Adicionalmente, a estos efectos se puede modificar su densidad con un cambio de presión y / o temperatura, como la densidad está ligada con la solubilidad (Del Valle, ,1999)., la actividad del fluido puede ser modificada. Otra característica que puede ser útil para la extracción de los supercríticos, la posibilidad de acoplar el sistema de extracción, con sistemas de caracterización como la cromatografía de gases, o la cromatografía de los dos supercríticos(Chester,2004).

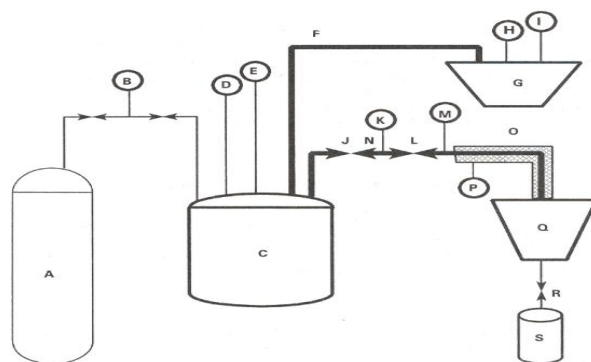


Figura 7 Extracción por fluidos supercríticos (Marínela Barrero y Rafael J. Carreño,1998)

2.3.7 Extracción por Autoclavado

Un autoclave es un aparato que se usa para esterilizar los instrumentos u otros objetos para el medio ambiente y el agua a altas temperaturas, el principio de la extracción por autoclavado es similar a la extracción por agua subcrítica, una ventaja de esta técnica para ser utilizado en la extracción de aceite , es que se puede trabajar con la biomasa húmeda, lo cual evade la etapa de secado de la biomasa, durante la cual se puede degradar en los lípidos presentes en el material y aumenta los costos La metodología de utilización de esta técnica es variable, (Minowa, 1995) usaron una solución salina como el motor de trabajo y autoclave a 300 ° C y 100 MPa con tiempos que oscilan entre 5 y 60 minutos, adicionalmente purgan con nitrógeno el aire residual (Méndez,2001), usaron autoclavado para extraer carotenoides a 121 ° C y 1 atm de presión durante 30 minutos, obteniendo mayor porcentaje de extracción que con otras técnicas evaluadas. No obstante, todos los experimentos que utilizan autoclavado para la extracción de aceite, incorporan una etapa adicional de extracción con solvente químico, por qué puede decirse que el autoclavado es una técnica de pretratamiento para una posterior extracción química, que una técnica de extracción en sí misma. (Salazar,2012)

2.3.8 Método de arrastre de vapor

En la destilación por arrastre de vapor de agua se lleva a cabo la vaporización selectiva del componente volátil de una mezcla formada por éste y otros "no volátiles" (Paredo,2009). Para eliminar el agua se coloca esta mezcla en un embudo de separación, donde debido a la diferencia de densidades, es posible separar la mayor parte del agua. (Vásquez ,2001).

La función de este método es "arrastrar" el componente volátil, sino condensarse formando otra fase inmiscible que cederá su calor latente a la mezcla a destilar para lograr su evaporación. En este caso se tendrá la presencia de dos fases inmiscibles a lo largo de la destilación (orgánica y acuosa), por lo tanto, cada líquido se comportará como si el otro no estuviera presente. Es decir, cada uno de

ellos ejercerá su propia presión de vapor y corresponderá a la del líquido puro a una temperatura de referencia (Wankat, 1988). La condición más importante para que este tipo de destilación pueda ser aplicado es que tanto el componente volátil como una impureza sean insolubles en agua, ya que el producto destilado (volátil) formará dos fases al condensarse, lo cual permitirá la separación del producto y del agua fácilmente. La presión total del sistema será la suma de las presiones de vapor de los componentes de la mezcla orgánica y del agua. Sin embargo, si la mezcla a destilar es un hidrocarburo con algún aceite, la presión de vapor del aceite al ser muy pequeña se considera despreciable.

Existe una gran diferencia entre una destilación por arrastre y una simple ya que en la primera no se presenta un equilibrio de fases líquido-vapor entre los dos componentes a destilar como se da en la destilación simple. Por lo tanto, no es posible realizar diagramas de equilibrio, ya que en el vapor nunca estará presente el componente "no volátil" mientras esté destilando el volátil. Además, en la destilación por arrastre de vapor el destilado obtenido será puro en relación al componente no volátil (aunque requiera de una decantación para ser separado del agua), algo que no sucede en la destilación simple, en la cual el destilado sigue presentando ambos componentes, aunque más enriquecido en alguno de ellos. Por otra parte, si este tipo de mezclas con aceites de alto peso molecular fueran destiladas sin la adición del vapor se requeriría de gran cantidad de energía para calentarlas y se emplearía mayor tiempo, pudiéndose descomponer si se trata de aceites esenciales. (Peredo, 2009).

El comportamiento que tendrá la temperatura a lo largo de la destilación será constante, ya que no existen cambios en la presión de vapor o en la composición de los vapores de la mezcla, es decir, el punto de ebullición permanecerá constante mientras ambos líquidos estén presentes en la fase líquida. En el momento que uno de los líquidos se elimine por la propia ebullición de la mezcla, la temperatura ascenderá bruscamente (Wankat, 1988).

El rendimiento de aceite esencial de jengibre fue de 0.8% en masa, usando la técnica de extracción por arrastre de vapor, y su composición está basada

principalmente en sesquiterpenos y monoterpenos. El secado de la materia prima debe realizarse bajo cobertizo y a temperaturas que no pasen 40°C, para evitar la pérdida de componentes volátiles. Es necesario realizar una molienda previa de la materia prima para facilitar el proceso de extracción. Para la separación del agua que arrastra al aceite esencial es necesario hacer una decantación y luego congelar el agua remanente. Las características sensoriales del producto obtenido por este método son adecuadas y concordantes con los de la literatura revisada. (Vásquez ,2001).

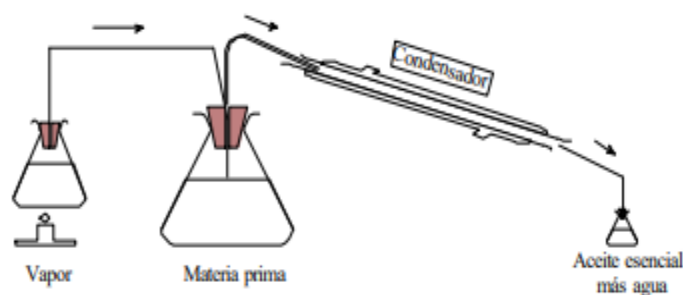


Figura 8 Equipo de extracción de aceite esencial
fuente: Revista Amazónica de Investigación Alimentaria

En cuanto al aceite esencial, se encontró que el mejor método de extracción se realiza por arrastre de vapor, siendo necesario realizar un secado la materia prima, así como una molienda adecuada. La separación final del aceite esencial se realizó por decantación y luego por congelación, obteniéndose un rendimiento de 0.8% del peso del material seco. Las características físicas del aceite esencial índice de refracción 1.49, densidad 0.877 y soluble en etanol de 96° (Vásquez ,2001).

2.3.9 Método de hidrodestilación

El proceso de extracción por hidrodestilación es llamado en algunas veces como, hidrodifusión o hidroextracción”. Su principio consiste en llevar el agua contenida en un recipiente a la temperatura de ebullición, el material vegetal se encuentra en suspensión acuosa, los vapores generados son condensados y recogidos mediante la trampa de Clevenger.” (Cerpa, 2007)

El principio de la destilación con agua (hidrodestilación) es llevar a estado de ebullición una suspensión acuosa de un material vegetal aromático, de tal manera que los vapores generados se puedan condensar y colectar. En este método el vapor de agua se genera en el mismo espacio donde se deposita el material vegetal, es decir, no se requiere un generador de vapor externo. (Albarracín,2003)

En la hidrodestilación el agua junto con el material vegetal (que puede estar en trozos, molida, y pueden ser las flores, hojas, tallos de la planta) van en un recipiente el cual puede ser un balón, la generación del calor se hace en el interior del recipiente por medio de una placa calefactora, a medida que el vapor entra en contacto con la materia vegetal esta se calienta y libera diversos componentes volátiles entre los que se encuentra el aceite esencial, dichos componentes son arrastrados junto con el vapor, esta mezcla es llevada a un condensador donde se enfría lo que hace que caiga en la trampa de Clevenger, la cual permite separar el aceite esencial debido a que este es inmisible en agua y ya que este es más denso que el agua flota en la superficie y puede ser fácilmente decantado, el vapor condensado recibe los nombres de agua floral o hidrolato y contiene algunos compuestos químicos de la planta y el aceite esencial. El agua que va en el recipiente junto con el material vegetal debe ser suficiente para que en el proceso no ocurra un sobrecalentamiento a la muestra con lo cual se podría carbonizar y producir efectos adversos al aceite esencial. (Perez,2014)

Albarracín y Gallo en el 2002 mencionan que este método es el más común y se considera como convencional para la extracción de aceites esencial, en la actualidad se presentan varias desventajas en este método los cuales son:

- Requiere de un tiempo muy largo para realizar la extracción.

- Pérdida de compuestos volátiles, debido a las altas temperaturas.
- Temperaturas elevadas que pueden degradar algunos compuestos como los monoterpenos.
- Altos costos debido al tiempo que requiere y el alto costo energético.

2.4 Parámetros de calidad

2.4.1 Índice de Refracción

El índice de refracción es una determinación física que está relacionada con el peso molecular de la sustancia, el grado de insaturación, el grado de conjugación de los componentes y la longitud de sus cadenas, que depende de la temperatura (Gunstone, 2002). Pequeñas variaciones se emplean para verificar la identidad, calidad y pureza del aceite.

Es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio a otro distinto. Es una constante que depende del carácter y del estado de la sustancia analizada. El índice de refracción mide el cambio de dirección que se produce cuando un rayo de luz pasa a través de la sustancia problema. (Rivas, 2018) En general, los Índices de refracción de las sustancias oscilan entre 1.4600 y 1.5000 a más o menos 15 o 20 °C. Como es una constante es útil para identificar como para el análisis cuantitativo. Es un índice rápidamente determinable y es muy útil para seguir un proceso de hidrogenación y sirve para determinar el IR. El aumento de la temperatura y de los ácidos grasos libres baja Índice de refracción. Para los aceites se aplica a 25°C, para las grasas parcialmente hidrogenadas a 40, para grasas hidrogenadas a 60 °C y para ceras a 80 °C. Se pueden hacer las determinaciones a otras temperaturas, pero se deben hacer las correcciones. (Medina, 2008)

El índice de refracción mide el cambio de dirección que se produce cuando un rayo de luz pasa a través de la sustancia problema. Por ejemplo, el índice de

refracción del agua a 20°C es 1.3. La presencia en el agua de compuestos sólidos disueltos determina un cambio en el índice de refracción del solvente. Es posible, por tanto, determinar la cantidad de soluto disuelto midiendo el índice de refracción de la solución acuosa que se investiga. Esta misma propiedad se usa para comprobar la calidad de los aceites y las grasas. Si se mezclan dos líquidos mutuamente solubles, el índice de refracción de la disolución resultante es función de la concentración y del índice de refracción de cada uno de los líquidos.

El índice de refracción en aceites y grasas es de gran importancia, puesto que este valor está ligado a la instauración de los ácidos grasos, aumentando conforme aumenta el grado de instauración y el porcentaje de ácidos insaturados. Así como el incremento del peso molecular de los ácidos grasos(Paucar,2013).

El índice de refracción de los aceites y las grasas es muy útil como criterio de calidad e identidad, al referirse a un aceite, esta relación aumenta el índice de yodo y se puede utilizar para controlar los procesos de hidrogenación de los aceites insaturados (Cecchi, 2003).

2.4.2 Densidad

La conversión de volumen a peso es directamente dependiente de la densidad del aceite y de la temperatura a la que se mide ésta. La densidad relativa no tiene unidades, pero la densidad aparente está dada en miligramos por mililitro, aunque en general se expresa como kilogramos por litro. También se usa el término "peso litro en aire" para transacciones comerciales. La densidad también se puede expresar como "densidad verdadera" que es la masa por unidad de volumen a una determinada temperatura, dada la gravedad específica, definida como la razón de cierto peso de aceite al mismo volumen de agua. Cabe mencionar que las definiciones exactas varían un poco de país a país. Para fines prácticos las densidades relativas y gravedades específicas son las mismas dentro de límites experimentales a cualquier temperatura dada. (Fora,2018)

Existen diversos métodos de determinación de la densidad de un líquido, entre los cuales el método del picnómetro ofrece cierta sencillez. Este procedimiento permite el cálculo de la densidad de cualquier líquido a través de tres determinaciones gravimétricas (a través de la determinación de tres masas con una balanza analítica). Se trata de un método simple, pero que requiere de la comprensión de sus fundamentos. Además, para obtener resultados fiables, se requiere cierta destreza y tener en cuenta algunas precauciones que se describirán aquí. Del mismo modo, es importante tener en cuenta que, puesto que los líquidos varían su volumen con la temperatura, la densidad también sufre esta variación. (Atarés,2011)

2.4.3 Viscosidad

Tanto para la ingeniería como para la ciencia en general es de suma importancia predecir el comportamiento de los aceites bajo condiciones de proceso, por lo que el conocimiento de las propiedades de masa como viscosidad, densidad o su tensión superficial es de relevancia. Es por ello por lo que trabajos como el de (Ceriani,2008) intentan generar modelos matemáticos a partir de la composición química del aceite, que permitan determinar dichas propiedades. La viscosidad y la densidad, además de indicar una propiedad de flujo de la sustancia, también se usan como un índice de la polimerización para el caso de los aceites (Sims, 1955).

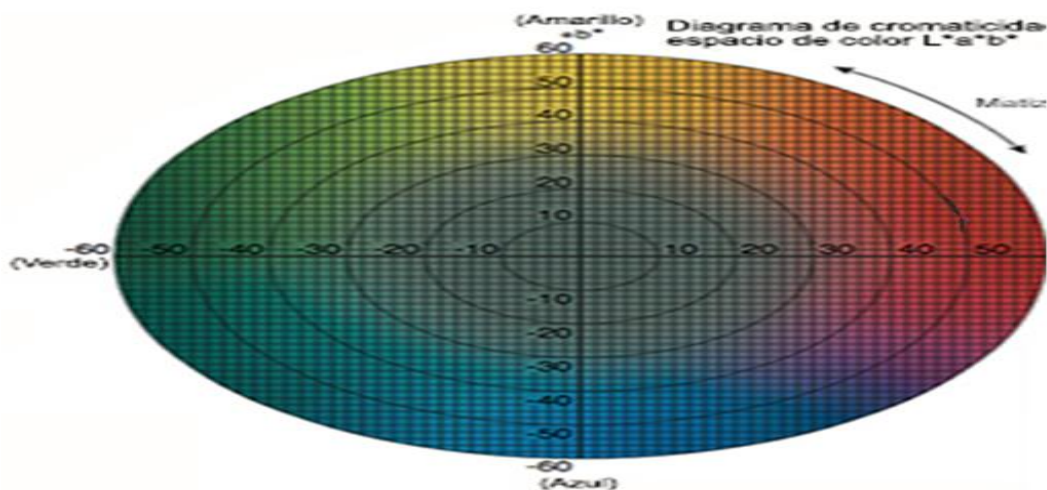
La viscosidad es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales y se debe a las fuerzas de cohesión moleculares. Todos los fluidos conocidos presentan algo de viscosidad. Un fluido que no tiene viscosidad se llama fluido ideal.

La viscosidad solo se manifiesta en líquidos en movimiento. Se ha definido la viscosidad como la relación existente entre el esfuerzo cortante y el gradiente de velocidad. Esta viscosidad recibe el nombre de viscosidad absoluta o viscosidad dinámica. La viscosidad varía inversamente proporcional con la temperatura. (Universidad Nacional de Tumbes,2017).

2.4.3 Color

El color es la propiedad sensorial más importante asociada con el sentido de la vista, aunque también existen otros atributos sensoriales detectados por medio de este sentido: apariencia, forma, superficie, tamaño y brillo. La primera impresión que se tiene de los alimentos generalmente es visual y su aceptación depende en mayor o menor medida de su color. La apreciación de esta cualidad puede dar lugar a ideas preconcebidas acerca de otros factores de calidad como son el sabor y el aroma. (Magariños y Bauzá,2003)

Este sistema de medición también es conocido como CIELAB, expresa la luminosidad L^* (claro u oscuro); a^* y b^* indican la orientación del color, como ya se ha comentado brevemente. Para la determinación de los espacios de color L^* a^* b^* se parte de las ecuaciones que relacionan valores triestímulos de la muestra y valores triestímulos del blanco patrón de referencia elegido (Alonso Felipe, 2016).



Fig

ura 9 Equipo de extracción de aceite esencial
fuente: Revista Amazónica de Investigación Alimentaria

La aplicación de la colorimetría es amplia, se utiliza en diversas industrias como: pinturas, tintas, textiles, cerámicos, plásticos, papel, automotriz, fotografía, alimentos, cosméticos y farmacéuticos. Para la aplicación de estos sistemas de medición de color la CIE se consideran diferentes tipos de iluminantes ya que cada fuente de luz viene caracterizada por la energía que emite en las diferentes longitudes de onda. Se define un iluminante como la distribución energética espectral de una luz determinada, considerada estándar, realizable o no físicamente. (Alonso Felipe, 2016).

El modelo CIELAB se basa en la respuesta de los observadores patrones (estándares) a un estímulo luminoso, es decir, trata de imitar la respuesta humana promedio a las longitudes de onda de la luz y cómo una persona promedio ve el color a través del espectro visible. Este modelo ha sido muy utilizado para el control de calidad de otros productos en la industria de textiles, de pinturas, de alimentos y en otras frutas y hortalizas, debido a su facilidad de diferenciar el color de la muestra con el color patrón o estándar. En este modelo, el espacio de color es un sistema coordinado cartesiano definido por tres coordenadas rectangulares (L^* , a^* , b^*) de magnitudes adimensionales. La coordenada acromática L^* es la luminosidad o claridad y representa si un color es oscuro, gris o claro, variando desde cero para un negro hasta 100 para un blanco. Las coordenadas cromáticas a^* y b^* forman un plano perpendicular a L^* . La coordenada a^* corresponde a rojo si $a^* > 0$, o a verde si $a^* < 0$. La coordenada b^* corresponde al amarillo si $b^* > 0$, y al azul si $b^* < 0$. Un espacio de color similar a CIE $L^*a^*b^*$. (Carvajal ,2011).

Cuando la luz alcanza una superficie, parte de ésta penetra en ella, pudiendo ser absorbida, dispersada o, incluso si la capa es lo bastante delgada, transmitida. Sin embargo, parte de la luz incidente se ve reflejada por la superficie. La distribución angular de esta luz depende de la naturaleza de la superficie y la luz que se refleja en un ángulo opuesto al de la luz incidente, se llama reflectancia especular. La reflectancia ha sido definida como porcentaje de luz reflejado de un objeto. Los espectrofotómetros miden la reflectancia. (Carvajal ,2011).

Entre los factores que afectan al color del aceite se encuentran: la variedad y el grado de madurez del material, la zona de producción, el proceso de elaboración y la conservación del aceite (Tous y Aroca, 1992).

2.4.5 Capacidad antioxidante

Los antioxidantes son un conjunto de moléculas reconocidas por su capacidad para neutralizar los radicales libres; estas sustancias han surgido como una alternativa para combatir las deficiencias asociadas al estrés oxidativo, tales como las enfermedades cardiovasculares, reumáticas y a un evento tan común en el ser humano como el envejecimiento (López y Echeverría, 2007). Un antioxidante puede ser definido como una sustancia que hallándose presente en los alimentos a bajas concentraciones, con respecto a las de un sustrato oxidable, retarda o inhibe significativamente la oxidación de dicho sustrato (Halliwell y Gutteridge, 1998).

Los antioxidantes ayudan a prevenir la degradación de biomoléculas como proteínas, lípidos de membrana, carbohidratos y ácidos nucleicos, así como el ataque de los RL (radicales libres) sobre dichas moléculas biológicas. Un radical libre es aquella especie química, ya sea átomo, molécula o parte de ésta, con existencia independiente que posee uno o varios electrones desapareados en su orbital más externo (Fridovich, 1978).

Un radical libre es considerado como un agente oxidante, se genera cuando una molécula pierde un electrón, quedando de esta manera con un electrón desapareado, lo que provocara la inestabilidad de la molécula o átomo. Para que dicha molécula se estabilice nuevamente buscara un electrón. La formación de radicales libres en el sistema humano es muy problemático, debido a que muchas moléculas de nuestro cuerpo participan en las funciones esenciales fisiológicas normales del organismo. Muchas de estas moléculas que se encuentran en contacto con los radicales libres terminan siendo destruidas o alteradas (Cox, S. 2001).

menciona que la mayoría de los productos grasos tienen sus propios antioxidantes naturales, aunque muchas veces estos se pierden durante el procesado industrial y han de ser aportados nuevamente.

Los antioxidantes actúan de diferentes maneras:

- a) deteniendo la reacción en cadena de oxidación de las grasas.
- b) eliminando el oxígeno atrapado o disuelto en el producto, o en el espacio de cabeza de los envases.
- c) eliminando trazas de ciertos metales.
- d) inactivándose ellos mismos.

Los flavonoides son pigmentos naturales presentes en los vegetales y que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la polución ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, etc. El organismo humano no puede producir estas sustancias químicas protectoras, por lo que deben obtenerse mediante la alimentación o en forma de suplementos ampliamente distribuidos en plantas, frutas, verduras y en diversas bebidas y representan componentes sustanciales de la parte no energética de la dieta humana. Los flavonoides contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos y excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición, lo que les confiere una gran capacidad antioxidante. Por ello, desempeñan un papel esencial en la protección frente a los fenómenos de daño oxidativo, y tienen efectos terapéuticos en un elevado número de patologías, incluyendo la cardiopatía isquémica, la aterosclerosis o el cáncer. Sus propiedades anti-radicales libres se dirigen fundamentalmente hacia los radicales hidroxilos y superóxido, especies altamente reactivas implicadas en el inicio de la cadena de peroxidación lipídica. (Martínez, 2002)

En los últimos años se ha empezado a estudiar distintas enfermedades que afectan la salud del ser humano y que son causadas por un incremento de especies reactivas de oxígeno (EROS), también conocidos comúnmente como radicales libres. Los compuestos endógenos son generados principalmente por el cuerpo humano y los exógenos provienen de los procesos y desechos de la

industria. Las altas concentraciones de estos compuestos son los responsables de generar el estrés oxidativo en las células. A este se le atribuye la generación de diversas patologías como el Alzheimer, Parkinson, lesión cerebral hipertensiva, distrofia muscular, esclerosis múltiple, cáncer, catarogénesis, degeneración de la retina, fibroplasia retrolental, enfermedades autoinmunes, artritis reumatoide, diabetes mellitus (DM), síndrome metabólico, anomalías cardiovasculares, hipertensión, trastornos nefrológicos, enfisema pulmonar, infarto, artritis reumatoide, anemia, hepatitis, pancreatitis, envejecimiento, enfermedad de Werner (envejecimiento prematuro), arrugas prematuras y resequedad de la piel, disfunción endotelial, entre otras. Estudios e investigaciones han dejado claro que este efecto se puede prevenir con el consumo de moléculas antioxidantes.

En estudios realizados, Navarro hizo hincapié sobre el efecto antioxidante que tiene el extracto de *Allium sativum*, ya que en estudios in vitro realizados con células amnióticas humanas, se observó la disminución de la producción de radicales libres. De la misma manera existen trabajos que mencionan que el ajo puede aumentar los niveles de glutatión (GSH) en las células y al mismo tiempo disminuye los niveles de la forma oxidada (Navarro,2007)

El ajo tiene una capacidad antioxidante muy potente, debido a que muchos de sus componentes activos son eficaces para inhibir la formación de radicales libres. Además, refuerzan el mecanismo de captación de radicales endógenos, aumentan las enzimas antioxidantes celulares como la superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidasa y protegen a las lipoproteínas de baja densidad de la oxidación causada por los radicales libres (López, 2007).

La aplicación del ajo como agente antimicrobiano y/o antioxidante en alimentos debido a que los componentes activos del ajo tienen un espectro antimicrobiano amplio, se ha evaluado su uso en la conservación de diversos productos alimenticios. En cuanto a su capacidad antioxidante, se ha considerado esta propiedad para aumentar la vida de anaquel de algunos alimentos, buscando retardar principalmente la oxidación de lípidos en productos cárnicos. (D. Bender y Bárcenas,2013).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1 Materia prima

Localización

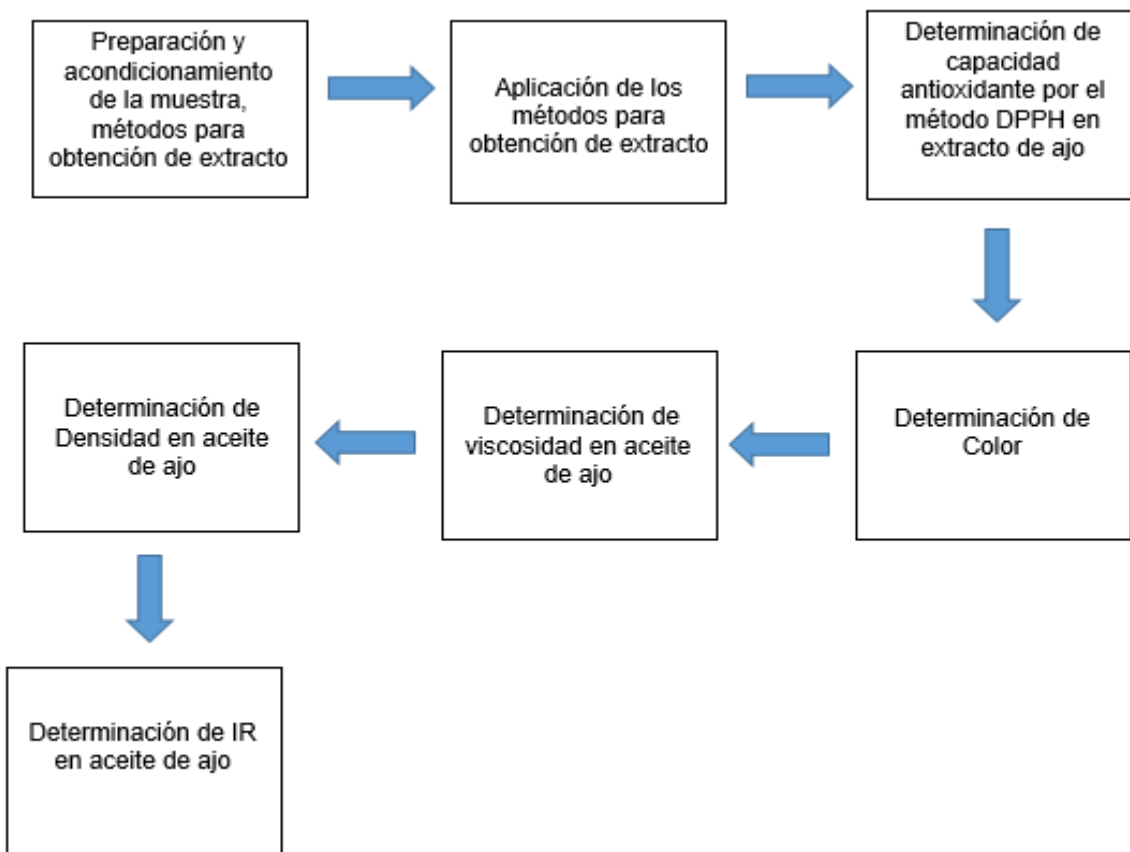
Se usó como materia prima ajo, que es obtenido a las afueras de la ciudad de Saltillo Coahuila sobre la carretera saltillo Monterrey, el ajo es seleccionado en estado fresco, como se muestra en la figura 13.



Figura 10 Ajo (*Allium Sativum*)

La fase experimental del proyecto conto con 7 etapas, que fueron; Preparación y acondicionamiento de la muestra, métodos para obtención de extracto,

determinación de capacidad antioxidante por el método DPPH en extracto de ajo, determinación de Color, determinación de viscosidad en extracto de ajo, determinación de Densidad en extracto de ajo, determinación de IR en extracto de ajo.



Los reactivos, material y equipo utilizado en la presente investigación se mencionan en la tabla 2.

Tabla 2.Reactivos,material y equipo utilizado

Reactivos	Material	Equipo
DPPH	Charolas	Refractómetro
Agua destilada	Cuchillo de acero inoxidable	Espectrofotómetro
Ajo fresco	Frascos de vidrio	Balanza analítica
Ajo deshidratado	Refrigerante de vidrio	Colorímetro
Metanol	Mangueras	Parrilla de calentamiento
Extracto de ajo	Matraz de destilación	Estufa
	Matraz bola de 3 bocas	Bomba de recirculación
	Corchos	Recipientes de acero inoxidable
	Puntillas	Cuarto frio
	Micro pipetas	
	Celdillas para espectrofotómetro	
	Probetas de 500 ml	
	Termómetro	
	Viscosímetro de tubo capilar	
	Picnómetro	
	Placas de vidrio para aglutinación	
	Embudo	

3.1.2 Etapa 1: Preparación y acondicionamiento de la muestra

La materia prima se almacenó en un cuarto frio controlando la humedad para evitar el deterioro por flora microbiana. Posteriormente se seleccionan los bulbos que se encuentren en perfecto estado, sin daños físicos. El material vegetal se

procedió a limpiar y eliminar la cáscara exterior de los bulbos seleccionados, posteriormente a cortar y secar de la siguiente manera:

Obtención de material en ajo fresco: se limpió el ajo se desdentó manualmente, para poder reducir el tamaño, realizando un corte de polo a polo de cada uno de los dientes utilizando un cuchillo de acero inoxidable.

Obtención de material ajo seco: se limpió el ajo, se desdentó manualmente, para poder reducir el tamaño, realizando un corte de polo a polo de cada uno de los dientes utilizando un cuchillo de acero inoxidable. Se llevó el ajo con un tamaño de partícula más pequeño a una estufa de secado mod: Sincé 1889 Yamato a una temperatura de 70 °C durante 24 horas.

Para llevar a cabo cada uno de los métodos de hidrodestilación y arrestre de vapor se realizó la extracción con material fresco y seco. Después de obtener la materia para cada tratamiento fue pesada con exactitud en una balanza Ohaus marca Pioneer. Cabe mencionar que para cada extracción se utilizó una cantidad de 100 gramos como material a analizar, tanto como en estado fresco y en seco para cada uno de los métodos aplicados.

3.1.3 Etapa 2: Métodos para obtención de extracto de ajo

Extracción de extracto de ajo por el método de hidrodestilación:

En este método se introdujo la materia vegetal de ajo dentro del matraz de destilación con un peso de 100 gamos, colocando un volumen de agua destilada de aproximadamente 500 ml. El matraz va sujeto a un soporte universal con unas pinzas tres dedos, de igual forma el refrigerante va sujeto por un soporte universal y unas pinzas de tres dedos. Colocando una parrilla en la parte inferior del matraz. El experimento se llevó a cabo por triplicado. Una vez montado el sistema, se enciende la parrilla de calentamiento y las bombas de recirculación de agua en el refrigerante. La temperatura del agua con el material dentro del matraz se monitorea una temperatura de ≤ 100 °C.

El vapor producido lleva consigo compuestos volátiles provenientes de la materia prima, los cuales forman parte del aceite esencial de ajo.

Después la mezcla de vapor-aceite esencial se hace pasar por una superficie fría (refrigerante) ocasionando la condensación del vapor, obteniéndose en forma líquida.

Extracción del extracto de ajo por el método de Arrastre de vapor:

En este método el sistema consta de tres etapas; en la primera etapa, se acomoda el soporte universal con una pinza de tres dedos, colocando un matraz de 1 L con 500 ml de agua destilada como volumen durante la determinación, en la parte inferior se coloca una parrilla de calentamiento para la ebullición del agua. En la segunda etapa, se introdujo 100 gramos de material vegetal dentro del matraz de tres bocas con una capacidad de 500 ml, así como también se coloca en la parte inferior una parrilla de calentamiento para el arrastre de vapor de agua con el extracto. En la tercera etapa del sistema se tiene un soporte universal, con un refrigerante (El refrigerante se conectó con una bomba de recirculación de agua por medio de unas mangueras de plástico), sostenido por unas pinzas de tres dedos. El extracto junto con el vapor pasa través del condensador, obteniendo el extracto en el vaso.

El experimento se llevó a cabo por triplicado. La temperatura del agua con él con el que se trabajó el material dentro del matraz se monitoreo una temperatura de ≤ 100 °C.

Segundo proceso de destilación

Es necesario llevar los extractos de ajo a un segundo proceso de destilación, obtenidos por los 2 métodos tanto en estado fresco y en seco, haciendo uso del mismo sistema de HD, con la finalidad de retirar una gran cantidad de trazas de

agua aun presentes en el extracto. La temperatura del extracto agua con el material dentro del matraz se monitoreo una temperatura de ≤ 100 °C. Ya que en esta segunda destilación de los extractos ha llevado el tiempo necesario para retirar el agua, el extracto es colocado en un embudo de vidrio de decantación, de forma que se deje en reposo, encontrar los anillos de aceite suspendidos en la parte superficial del embudo. El agua restante en la parte inferior del anillo es drenada por medio de las llaves, una vez que el agua restante de ha retirado por completo se recolecta el extracto, con ayuda de una micro pipeta.

3.1.4 Etapa 3: Determinación de capacidad antioxidante por el método DPPH en extracto de ajo

El compuesto 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) es un radical estable que presenta una intensa coloración violeta y que absorbe radiación a 517 nm, de forma que su concentración se puede encontrar mediante métodos espectrofotométricos (Betancort, 2006), el análisis se realizó durante 45 minutos tomando lectura cada 30 segundos. En el estudio se puede determinar la concentración inicial de DPPH y la concentración final, una vez que se ha agregado el posible antioxidante a distintas concentraciones de 50, 75 y 100 μ l de extracto de ajo obtenido por HD y AV en fresco y seco, de forma que una disminución de la absorción de radiación se traduce en una disminución de la concentración de DPPH debida a la donación de electrones de la especie antioxidante, lo que da como resultado un cambio de color púrpura menos intenso esta determinación se realizó en un espectrofotómetro digital de la marca Biobase. El experimento se llevó a cabo por triplicado.

3.1.5 Etapa 4: Determinación de Color

Se analizaron 12 muestras de extracto de ajo, extraídos mediante un método alternativo continuo, Entre los factores que afectan al color del extracto de ajo se encuentran: la variedad y el grado de madurez del ajo, la zona de producción, el

proceso de elaboración y la conservación del aceite (Tous y Aroca,1992). El extracto se mantuvo en almacenamiento y se colocaron en placas de vidrio de aglutinación, colocando cantidades pequeñas de aceite en la concavidad de la placa para evitar el desperdicio de la muestra. Se identificaron y se mantuvieron protegidas de la luz y a una temperatura de 25 °C, hasta el momento de realizar los análisis. Una vez calibrado el instrumento, la muestra filtrada y atemperada la medición del color se efectuó mediante el colorímetro de la marca Konica Minolta obteniendo los factores a, b y L. Para el tratamiento de datos se utilizaron los softwares Corel Draw X7 (Corel Corporation).

El parámetro a representa tonalidades que van del verde (valores negativos) al rojo (positivos). El parámetro b representa tonos azules para los valores negativos y amarillos para los positivos. Para ambos parámetros, el cero equivale al gris. A través de la coordenada L se representa la luminosidad: 100 es el blanco, 50 el gris y 0 el negro (Dasso, 1986).



Figura 11 Determinación de color

3.1.6 Etapa 5: Determinación de viscosidad en extracto de ajo

La determinación se realizó con un viscosímetro tubo capilar. Los viscosímetros capilares son del tipo Canon Fenske para líquidos transparentes según las normas ASTM D 445 y ASTM D 2515 en función del tipo de ácido graso y la gama de

temperatura de trabajo a 25 °C, obteniéndose como medida la viscosidad cinemática, expresada en cp(Centipoises).

3.1.7 Etapa 6: Determinación de Densidad en extracto de ajo

Se usaron dos picnómetros de 25.31 y 25.068 cm³ calibrados según el procedimiento citado en Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Soaps (International Union of Pure and Applied Chemistry, 1954). Para ello, se realizan medidas de temperatura, Se utiliza una balanza analítica para las pesadas a realizar tipo Ohaus (PIONEER™). Los intervalos de las medidas experimentales realizadas son: para el extracto de ajo obtenido por HD y AV en fresco y seco atemperado a 25 °C. A continuación, se describe el procedimiento experimental que se siguió para determinar la densidad del extracto de ajo: primeramente, se pesó la masa del mismo picnómetro vacío en una balanza analítica de la marca Oahus (Pioneer™) con la tapa. Una vez que él se registró el peso del picnómetro de enrasó el picnómetro con agua destilada como fluido de referencia por lo que, al cerrarlo, el nivel de agua subió por el capilar, quedando el capilar también lleno de agua y se tomó registro del dato Una vez él se llenó por completo, se llevó a una estufa de secado de la marca mod: Sincé 1889 Yamato se sometió el picnómetro a un secado previo para garantizar que se encontrara libre de humedad antes de pesarlo. Posteriormente una vez que se secó y se enfrió el picnómetro se enrasó con el extracto de ajo obtenido por dos métodos distintos y se vuelve a pesar con el aceite y nuevamente se toma registro del peso. Se siguió el mismo procedimiento para todos los extractos, cabe mencionar que se deben tener tres datos de masa para la determinación de la densidad de la disolución: mp, mp+w (mp=masa del picnómetro, mp+W=.masa del picnómetro más el producto) el experimento se llevó a cabo por triplicado.

$$\varphi = \frac{v_p}{v_{pic}}$$

Donde:

$$v_p = w_{pic.vacio} - \omega_{lleno}$$

3.1.8 Etapa 7: Determinación de IR en extracto de ajo

Los extractos acuosos se sometieron a pruebas de índice de refracción. En esta determinación se utilizó el refractómetro digital marca Atago. Las muestras de extracto se atemperaron a 25 °C. El aparato digital se calibró primeramente con agua destilada a una temperatura de 25 °C y, posteriormente se colocaron unas gotas del extracto sobre el prisma y área de muestreo del equipo. Las mediciones son desplegadas en manera digital de la pantalla.

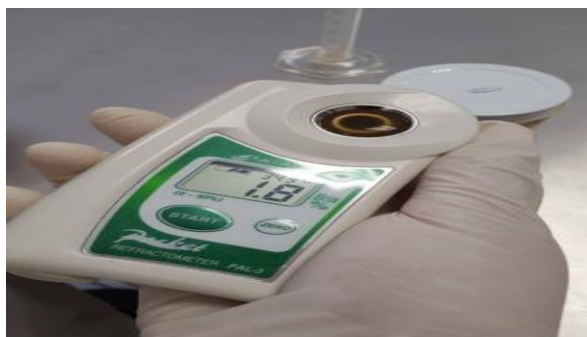


Figura 12 Determinación de Índice de Refracción.

4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.1 Determinación de índice de refracción de extracto de ajo.

El índice de refracción es una propiedad utilizada para controlar la pureza y la calidad de los extractos tanto a nivel laboratorio como industrial. Se relaciona con su grado medio de instauración, y también es útil para observar el progreso de las reacciones tales como hidrogenación e isomerización (Karabulut et al., 2003)

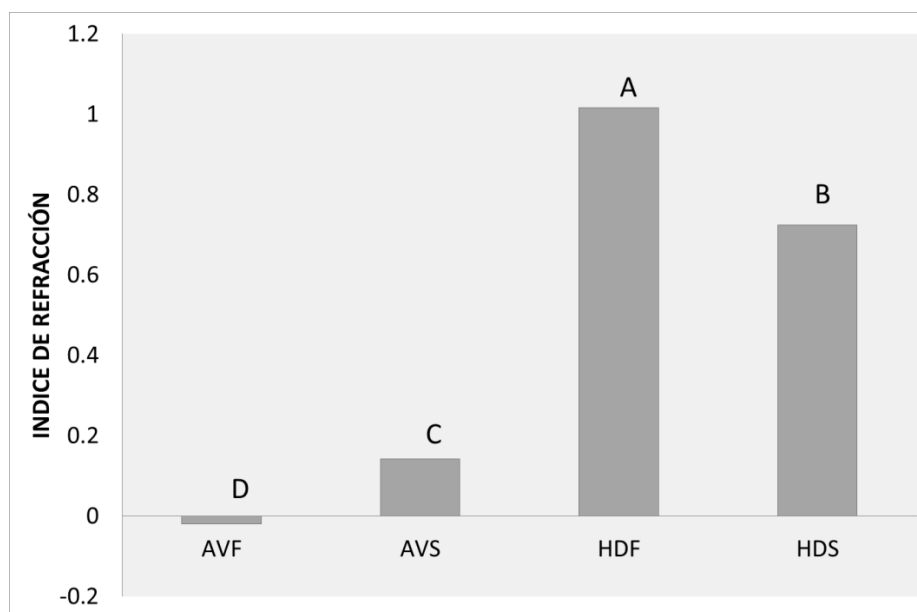


Figura 13 Grafico de Índice de Refracción del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S).

Tabla 3 Valores del índice de refracción del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S).

LEVEL		LEAST SQ MEAN
HDF	A	1.01640
HDS	B	0.72380
AVS	C	0.14245
AVF	D	-0.01925

NOTA: Letras diferentes, indican una diferencia estadística significativa ($p = 0.019 < 0.05$).

Al aplicar la prueba t al 5% de significancia, los extracto obtenidos por los métodos de HDF, HDS, AVF y AVS existe una diferencia estadísticamente significativa entre cada uno de ellos. Cabe mencionar que el extracto obtenido por el método de hidrodestilacion en fresco obtiene un valor más cercano al rango que muestra la ficha técnica por kalsec, 2016. Esto último se puede discutir debido a que las características físico-químicas de cualquier extracto depende del tipo de materia prima utilizada para su obtención (López, 2014)

El IR en aceites y grasas va aumentando conforme aumenta el grado de instauración y el porcentaje de ácidos insaturados (MPA, 2010)

4.1.2 Determinación de Densidad de extracto de ajo

Tabla 4 Valores promedios de densidad

DENSIDAD* (gr/ml)	
AVF	0.1035
AVS	0.0947
HDF	0.1017
HDS	0.1031

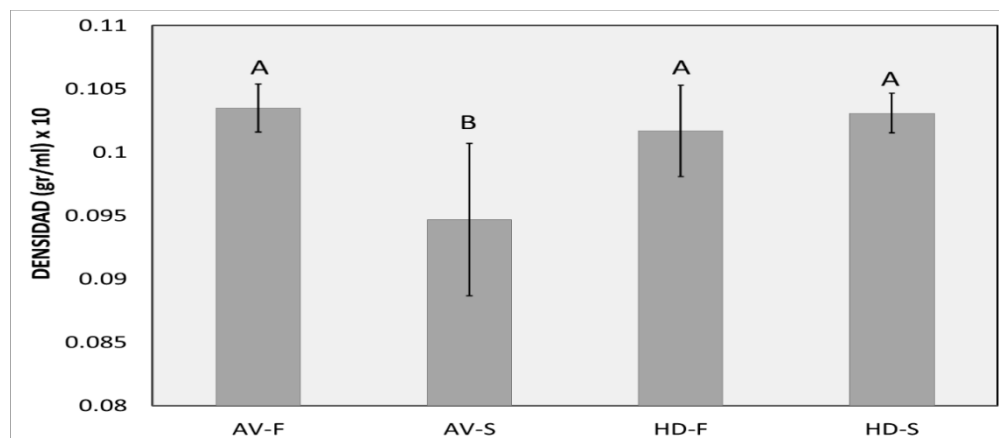


Figura 14 *Valores de densidad del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S)*

Los resultados obtenidos de extracto por los métodos de Hidrodestilación y arrastre de vapor, con materia vegetal fresca y deshidratada se muestran en la Figura 14. El extracto que fue sometido al método de arrastre de vapor en seco muestra una gran diferencia de densidad, aun siendo el mismo método aplicado con material fresco por lo que posiblemente el tratamiento previo que se le ha dado al material afecta directamente en la densidad del extracto. Mientras tanto, cuando el ajo se encuentra en estado fresco la densidad del extracto no se ve afectada por el método de extracción.

De origen Vegetal	densidad relativa
Aceite de Soja comestible	0.919 - 0.925
Aceite de cacahuate (maní)	0.914 - 0.917
Aceite de algodón comestible	0.918 - 0.926
Aceite de girasol	0.918 - 0.923
Aceite de colza comestible	0.910 - 0.920
Aceite de maíz comestible	0.917 - 0.925
Aceite de oliva virgen	0.910 - 0.916
Aceite de oliva refinado	0.910 - 0.916

Tabla 5 Origen Vegetal y

(Paucar,2013)

animal, según la norma

del Codex

A medida que un aceite es menos denso es mejor, pues es más digerible y posee un punto de fusión muy bajo. En base a ello, se recomienda el consumo de aceite para su consumo diario en frío.

4.1.3 Determinación de Viscosidad de extracto de ajo

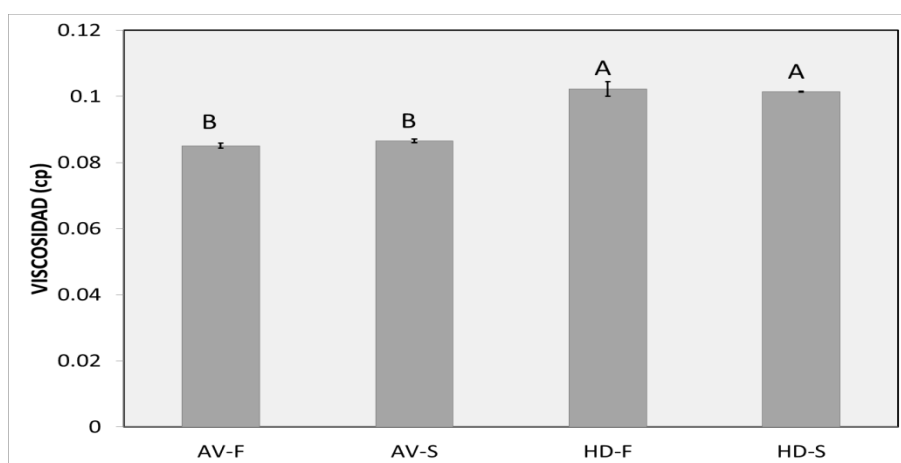


Figura 15. Gráfico de viscosidad *del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S).*

Tabla 6 Valores de viscosidad del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S).

LEVEL		Least Sq Mean
HD-F	A	0.10233
HD-S	A	0.10147
AV-S	B	0.08654
AV-F	B	0.08508



Para la prueba de viscosidad de los extractos, se puede deducir que el tratamiento térmico (deshidratación) de la muestra no afecta la viscosidad del extracto en un mismo método de extracción; sin embargo, la naturaleza del método si tiene influencia en esta propiedad. Los resultados muestran que el extracto obtenido por hidrodestilación es más viscoso respecto al obtenido por arrastre de vapor; lo anterior podría deberse al hecho que, en este último método, el vapor no tiene un contacto tan prolongado con el material vegetal en estudio comparado con el de la hidrodestilación, en donde el proceso de ebullición constante podría extraer una mayor cantidad de compuestos volátiles y cuya presencia se ve reflejada en la viscosidad del extracto.



4.1.4 Determinación de color en extracto de ajo

El tono, bien conocido como índice de color o bien como diferencia de color la relación a^*/b^* , entre otros, pueden ser utilizados objetivamente para dar una estimación real de la percepción (López-Camelo y Gómez 2004).

En la tabla 7 se presentan las coordenadas L^* , a^* y b^* (espacio de color CIE- $L^*a^*b^*$) y los puntos específico en el gráfico de color, el extracto fue obtenido por dos métodos de extracción diferentes como anteriormente se han mencionado AV y HD, con materia vegetal en dos diferentes estados fresca y deshidratada.

Tabla 7 Coordenadas CIE L^* , a^* y b^* de los extractos de ajo obtenidos mediante los métodos de destilación por arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de muestra de ajo fresco (F) y deshidratado (S).

COLOR				
MUESTRA	L^*	a^*	b^*	TONO**
AV-F	99.6	-0.5	2.1	
AV-S	93.55	-5.14	50.05	

HD-F	89.76	-2.6	19.29	
HDS	95.77	-1.29	8.52	

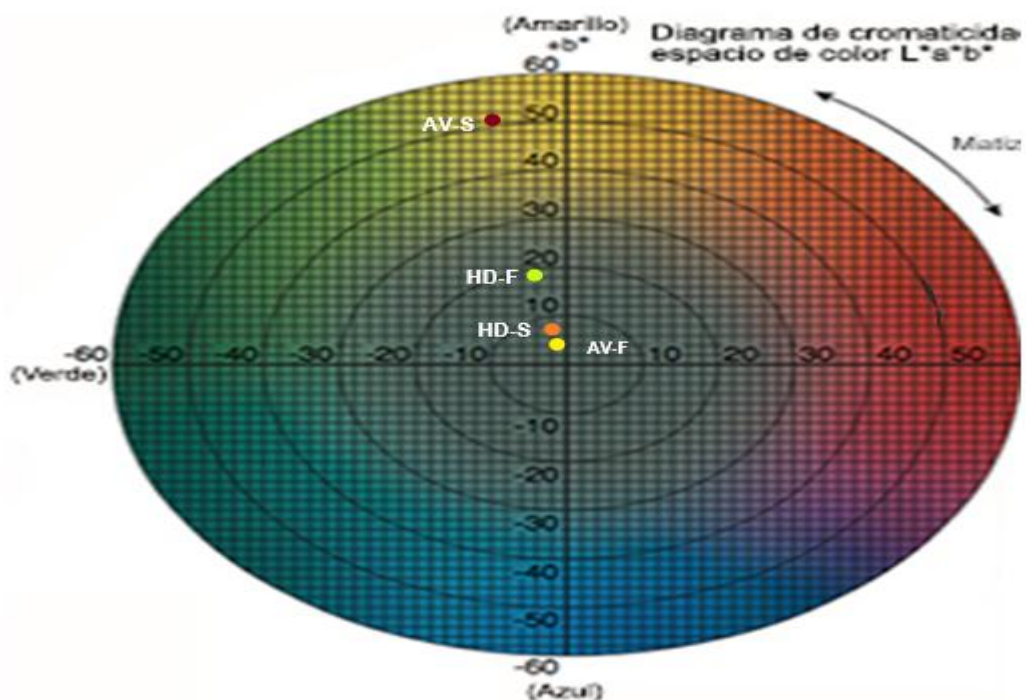


Figura 16 Grafico de color CIE $L^*A^*B^*$, en extracto de ajo obtenido por HD y AV

Los cambios de coloración durante el proceso de extracción del aceite resultan ciertos cambios en los valores L^* , a^* y b^* . En la tabla 7, se observa que la coordenada a^* mostró el mayor cambio, y dio inicio con valores negativos. Mientras que las coordenadas de b^* para cada extracto obtenido por diferente método con diferente estado de la materia prima muestra una variación bastante significativa con valor positivos, por lo que (Martínez, Herrera,2016) menciona que las tonalidades que van de rojo (positivos) y los verdes (valores negativos).

De acuerdo a estos resultados, el método de extracción por arrastre de vapor a partir de muestra de ajo deshidratada, podría ser el más adecuado para la obtención del extracto de ajo, ya que cumple con lo establecido en la hoja de datos técnicos (Kalsec,2016), el cual indica que la apariencia del aceite de ajo puro oscila entre amarillo luminoso a un rojo- anaranjado. Entre los factores que afectan al color del extracto de ajo se encuentran: la variedad y el grado de madurez del ajo, la zona de producción, el proceso de elaboración y la conservación del aceite

4.1.5 Determinación de capacidad antioxidante de extracto de ajo

La actividad antioxidante de los extractos obtenidos se presenta en la figura 17, expresada como las medias del porcentaje de la actividad antioxidante, del análisis de varianza realizado ($p \leq 0.05\%$). De donde es posible apreciar que al adicionar 100 μL de cada uno de los extractos obtenidos (AV-S, HD-F AV-F y HD-S), se presentaron los máximos valores de actividad antioxidante (40.48, 38.45, 36.54 y 35.93% respectivamente), no manifestando diferencias estadísticamente significativas entre ellas. Seguidos por aquellas obtenidas mediante arrastre por vapores en materia seca (AV-S) las cuales fueron agregadas en cantidades de 50 y 75 μL (11.57 y 10.24 del porciento de la actividad antioxidante, respectivamente), no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes. Finalmente, las muestras AV-F HD-S y HD-F adicionadas al 75 y 50 μL , no mostraron actividad antioxidante significativa, encontrándose al mismo nivel de significancia.

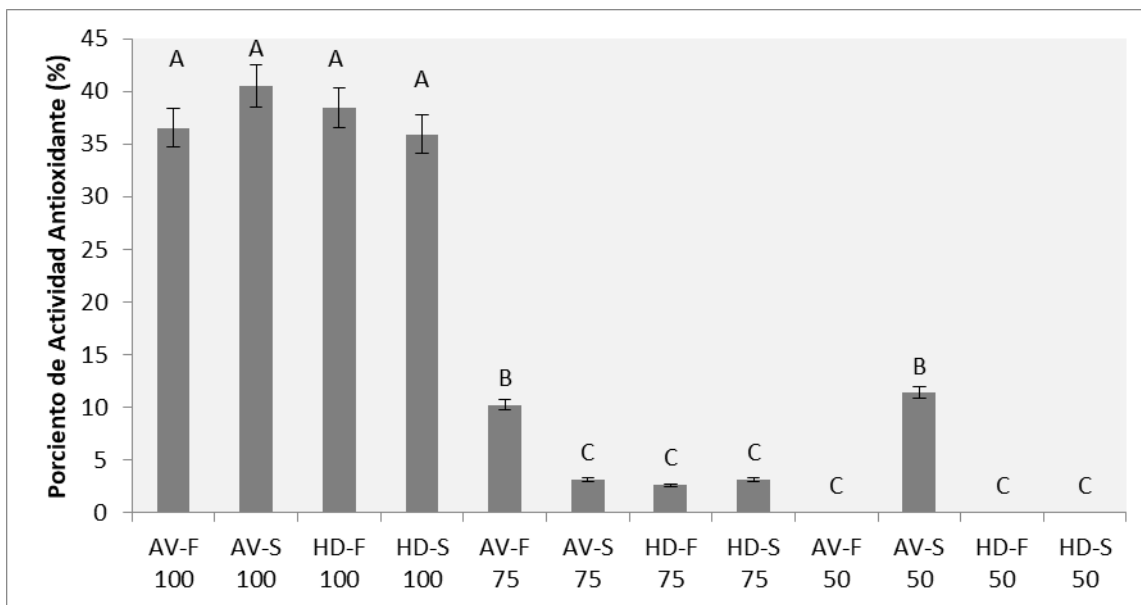


Figura 17 Grafico de la capacidad antioxidante del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S) en diferentes cantidades de extracto (50, 75 y 100 μ L).

Tabla 8 Porcentaje de actividad antioxidante del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S) en diferentes cantidades de extracto (50, 75 y 100 μ L).

LEVEL		Least Sq Mean
AV-S 100	A	40.4800
HD-F 100	A	38.4550
AV-F 100	A	36.5450
HD-S 100	A	35.9350
AV-S 50	B	11.3700
AV-S 75	B	10.2400
HD-S 50	C	3.1650
AV-F 75	C	3.1650
DH-F 75	C	2.6350
HD-F 50	C	-1.776e-15
HD-S 75	C	-2.442e-15
AV-F 50	C	-3.331e-15

NOTA: Letras diferentes, indican una diferencia estadística significativa ($\alpha = 0.05$)

De los datos anteriores, se puede apreciar que el método de extracción que presentó la mejor actividad antioxidante, fue el de AV-S, ya que este tratamiento fue el único que evidenció actividad a menores concentraciones (75 y 50 μ L), esto puede deberse a que como la muestra se encontraba en estado seco, el contenido de compuestos con actividad antioxidante, estaba más concentrado, permitiendo así un arrastre más eficiente de los componentes de interés, y con menor presencia de humedad.

La actividad antioxidante presentada en este trabajo se encuentra dentro de los rangos reportados para otros aceites esenciales obtenidos de fuentes naturales, como el del orégano (41.88% de actividad antioxidante), obtenido mediante arrastre por vapores (Vargas Negrete., 2009), por lo que los resultados obtenidos a partir de la fuente y los métodos propuestos en la presente investigación son favorables al concordar con los del aceite esencial del orégano, que es reconocido como un buen aditivo natural (Lucera y col, 2014).

5. CONCLUSIÓN

A partir de la revisión de literatura sobre el ajo y sus componentes activos, se puede entender más ampliamente la funcionalidad que tienen en la salud y dentro del área alimentos. Esto es debido a las capacidades antioxidantes y antimicrobianas intrínsecas del ajo. Lo anterior se ha hecho con la finalidad de crear más alternativas a la sociedad que permitan darle al consumidor un beneficio adicional en la salud, atribuyendo en la prevención de la oxidación celular, esencialmente esta función se debe a la actividad antioxidante de la alicina, asegurando que los componentes activos del ajo no se pierdan durante su extracción.

Los métodos de extracción de hidrodestilación y arrastre por vapores, permitieron obtener extractos acuosos de ajo, a partir de materia prima tanto en fresco como en seco. Los extractos de aceite esencial de ajo en seco, obtenidos por arrastre

con vapor, presentaron la mejor actividad antioxidante al añadir a partir de 50 y hasta 100 µL de extracto, teniendo también que el parámetro de color de la muestra AV-S concuerda con lo establecido en la ficha técnica Kalsec, para AEA. Por lo que se pudiera establecer a este proceso y condición de la materia prima como el más adecuado; sin dejar de lado que en cuanto a los parámetros densidad y viscosidad las muestra HD-S, fueron las que más se acercaron a los datos reportados por otros autores para AEA

Como ventaja que presenta la aplicación del método de AV es que la destilación se realiza a una temperatura baja que a lo que se encuentra el punto de ebullición del aceite lo que quiere decir que por ende esto evita la descomposición del aceite de ajo.

CAPITULO VII

LITERATURA CITADA

A

Angel D. González, Viatcheslav Kafarv, Alexander Guzmán Monsalve. (2009,). Desarrollo de métodos de extracción de aceite en la cadena de producción de biodiesel a partir de microalgas. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, 7, 53-60.

Alton Edward Bailey. (2001). Aceites y grasas industriales. España: Reverté S.A 1984.

Atarés Huerta, Lorena. (2011). Determinación de la densidad de un líquido con el método del picnómetro. ETSIAMN (Universidad Politécnica de Valencia) ,1.

Amer, A. & Mehlhorn, H. (2006). Larvicidal effects of various essential oils against *Aedes*, *Anopheles* and *Culex* larvae (Diptera, Culicidae). *Parasitology Research*, 99,466-472.

Alonso Felipe José Vicente. (2016). Taller sobre el color y su medición. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales Universidad Politécnica de Madrid, 47.

B

Bayramoglu, B, Shanin, S. y Summu, G. 2008. Solvent-free microwave extraction of essential oil from oregano. *Journal of food Engineering*. 88:535-540.

Badui Dergal S. 1999. *Química de los alimentos*. Ed. Pearson educación. México, Df. Pp. 211-278.

B.Bender bojalil, M.E Barcenás Pozos . (2013). El ajo y aplicaciones en la conservación de alimentos. *temas selectivos de ingeniería de alimentos*, 25-26, 7.

Benjamín Alberto Rojano. (abril de 1997). oxidación de lípidos y antioxidantes, de universidad nacional de Colombia.

Betancort Rodríguez Juana Rosa. 2006. Evaluación de la actividad antioxidante de polifenoles de algas marinas. Facultad de Ciencias del Mar (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria). España.

Burba J.L. (2003). producción de ajo. *INTA*, 5,6.

C

Cabredo Pinillos, S.; Cedron-Fernandez, T.; Gonzalez-Barrio, M.; Punte-Pascual, L. y Sáenz-Barrio, C. 2006 "Ultrasound assisted extraction of volatile compounds from wine samples: Optimisation of the method". *Talanta* N°69:1123-1129.

Cox. E. S (2001). Lycopene analysis and horticultural attributes of tomatoes Thesis the Degree of Master of Science. Colorado State University. Fort Collins, Colorado U.S.a

Cerpa C., (2007). Hidrodestilación de aceites esenciales: modelado y caracterización. Valladolid, España. Universidad de Valladolid

Chester.L. Pinkston J.D. (2004), cromatografía supercrítica con unidFed y anal, Anal. Chem. 76 4606-4613

Cecilia Magariños 2 Mónica Bauzá 2. (2003). Determinación del color de aceites de oliva vírgenes. Fca uNCuyo, 2, 71-76.

Calderón E, Serwatowskin R, Cabrera J, Gracia C. Siembra mecanizada del ajo: métodos y equipos. Agrociencia. 2013; 37(5): 483-93.

Conchillo, A.; Valencia, I.; Puente, A.; Ansorena, D.; Astiasarán, I. 2006. Componentes funcionales en aceites de pescado y de alga. Nutrición Hospitalaria 21(3): 369-373.

Cravotto G, Boffa L, Mantegna S, Perego P, Avogadro M, Cintas P.(2008), Improved extraction of vegetable oils under high-intensity ultrasound and/or microwaves. Ultrasonics Sonochemistry; 15(5):898–902.

Ceriani, R.; Paiva, F.; Goncalves, C.; Batista, E.; Meirelles, A. 2008. Densities and Viscosities of Vegetable Oils of Nutritional Value. J. Chem. Eng. Data 53 (8): 1846-1853.

Cid. Perez y A.Lopez Malo. (2011). Extractos de Vainilla:una mezcla de componentes quimicos de aroma y sabor . Temas seleccionados de ingeniería de alimentos, 1,5.

Cosimi, S. et al. (2009). Bioactivity and quantitative analysis of some essential oils from Mediterranean plants against store-products pest. J. Stored Prod. Res. In press.

Cruz Velásquez Sully Margot (2013). Evaluación biológica y fisicoquímica de extractos de hojas del complejo laurel (*Litsea glaucescens* Kunth, *L. guatemalensis* Mez y *L. neesiana* (Schauer) Hemsl.). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala

Choi, E.M. & Hwang, J.K. (2004). Effects of methanolic extract and fractions from *Litsea cubeba* bark on the production of inflammatory mediators in RAW264.7 cells. Fitoterapia. 75(2):141-148.

Chung, L.Y., Goh, S.H. and Imiyabir, Z. (2005). Central nervous system receptor activities of some Malaysian plant species. Pharmaceutical Biology. 43(3): 280-288.

Cáceres, A. (2005). Vademécum Nacional de Plantas Medicinales. Editorial Universitaria. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. 273 p.

Cabello M, Belloso G, Colivet B, Méndez J. Actividad antimicrobiana de los extractos acuoso, etanólico y clorofórmico de *Piper nigrum* L. (pimienta) sobre el crecimiento de bacterias Gram negativas. RevFav. Agron. (LUZ). 2007; 24(Sup11):355-59

Cimanga, K.; Kambu, K.; Tona, L.; Apers, S.; De Bruyne, T.; Hermans, N.; Totté, J.; Pieters, L. & Vlietinck, A. J. Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo. J. Ethnopharmacol., 79:213-20, 2002

Carvajal Herrera José Jaime. (2011). Colorimetría del Fruto de Café (*Coffea arabica* L.) Durante su Desarrollo y Maduración. Scielo, 2, 64.

D

DeGarmo J.T., Black R.A. (1992) Materiales y procesos de fabricación. Editorial Reverté, S.A. Barcelona.España.

Del Valle, J. M., y Aguilera, J. M. (1999). Revisión: extracción de CO₂ a alta presión. Fundamentos y aplicaciones en la industria alimentaria. Ciencia y Tecnología de los Alimentos Inter-nacional, 5, 1-24.

Dasso, I. 1986. Control de color en alimentos: sistemas numéricos de expresión. Revista La Alimentación Latinoamericana. Vol. 41. Nº 156. Pág. 41-46

Damnau F. The use of garlic concentrate in vascular hypertension. Med Record. 1941; 153(34): 249-51.

Duque A. (2000). Encuesta Nacional de Plantas Medicinales y Aromáticas una Aproximación al Mercado de las PMyA en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Duke, J.A. (1985). Handbook of Medicinal Herbs. CRC. New York pp. 378-383, 521, 563.

Duke, J.A. (1986). Handbook proximate analysis tables of higher plants. Boca Raton. CRC Press pp. 99.

D. Bender - Bojalir y M. E. Bárcenas - Pozos. (2013). El ajo y sus aplicaciones en la conservación en alimentos. Temas selectos de ingeniería de alimentos, 1-7, 25-26.

E

E. G. Guerra y M. E. Zúñiga. (2003). Tratamiento enzimático en la extracción de aceite de pipa de uva, *Vitis vinifera*, por prensado en frío. Escuela de Ingeniería Bioquímica, 54., 53-57

https://www.researchgate.net/profile/Maria_Zuniga18/publication/26523851_Tratamiento_enzimatico_en_la_extraccion_de_aceite_de_pipa_de_uva_Vitis_vinifera_por_prensado_en_frio/links/571e390808aead26e71a8450.pdf

F

Fridovich I.(1978).The biology of oxygen radicals. Science. 201(4359):875-880.

Faerman, V.; Mukmenev, I.; Shreiber, I. (2002), Sonication of Microalgae and its Precipitation Acta Acustica united with Acustica, 88, 4, 592-593(2).

G

Garcia J. (2007) Especies deliciosas exóticas. Intemon Oxfam. Barcelona.

GAO, M. & LIU, C. 2005. 'Comparison technique for the extraction of flavonoides from cultures cell of saussurea medusa maxim". Word journal of microbiology & biotechnology.

Gloria cristina albarracín montoya sonia giovanna gallo palma. (2003). comparación de dos métodos de extracción de aceite esencial utilizando piper aduncum (cordoncillo) procedente de la zona cafetera. universidad nacional de colombia , 42.

Gilma Beatriz Medina M. (..). ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. 10 junio, de UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA DEPARTAMENTO DE FARM
Sitio web:
http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/424/Gilma_Medina/Grasasyaceites/Documento_Grasas_y_aceites.pdf

Graciani, E. 2006. Los aceites y grasas: composición y propiedades. AMV Ed. y Mundi-Prensa, Madrid; p. 171

Gunstone, F. 2002. Vegetable Oils in Food Technology: Composition, properties and uses, Blackwell Publishing, p. 59-93

Gong F, Fung Y, Liang Y. (2004). Determination of volatile components in Ginger using gas chromatography-mass spectrometry with resolution improved by data processing techniques. J. Agric. Food Chem. 52:6378-6383.

González-Güereca, M. C.; Soto-Hernández, M.; Kite, G. & Martínez-Vázquez, M. Actividad antioxidante de flavonoides del tallo de orégano mexicano (*Lippia graveolens* HBK var. *berlandieri* schauer). Rev. Fitotec. Mex., 30:43-9, 2007.

Godínez Lemusy Jorge Emilio y Blanca Luz hávez qQuiñónez. (2002). btención y caracterización del aceite esencial y oleorresina de la pimienta negra (*piper nigrum* l.) cultivada en guatemala. una alternativa de desarrollo agroindustrial para el agricultor Guatemalteco . Facultad de ngeniería Centro de Investigaciones de Ingeniería (cii) , 69.

H

Halliwel B.(1990). How to characterize a biological antioxidant. Free Radical Res (vol.9). Commun.

Halliwel B, Gutteridge MC.(1998) Free Radicals in Biology and Medicine. 3 Ed. Oxford Science Puplications. Oxford. 936 pp.

H.A. Paredo. (2009). Aceites esenciales:metodos de extraccion . Temas selectos de ingeniería de alimentos, 3, 24-32.

Hirano R, Sasamoto W, Matsumoto A, Itakura H, Igarashi O y Kondo K: Antioxidant ability of various flavonoids against DPPH radicals and LDL oxidation. Internal Medicine I, National Defense Medical College, Tokorozawa, Saitama, Japan. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo), 2001, 47:357-362. 47.

Heidi Rubí Ramírez-Concepcióna , Liliana Narcedalia Castro-Velascoa , Erika Martínez-Santiagoa. (Mayo-Agosto 2016). Efectos Terapéuticos del Ajo (*Allium Sativum*) . Artículos de revisión, Volumen 3 N, 30,40,41.

I

INEGI (Instituto Nacional de Geografía e Informática). (2005b). La Diversidad Religiosa en México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Consulta en internet realizada el 16 de enero de 2012 en www.inegi.gob.mx.

J

Juan M. Parreño Tipián¹ , Elmer Gutiérrez Paredes. (2010). Colesteroly Triglicéridos y su Relación con el ÍNDICE DE MASA CORPORAL en Pacientes Adultos en Lima Me. Revista de Investigación de la Universidad Norbert Wiener, 61.

Jacobs. M. 1998. *Ile Chemical Analysis of Foods and Food Products*. Tercera edición. Van Nostrand Reinhold. New York. 22-24 p.

K

King, J. W. (2000). Avances en tecnología de usuario crítica para el procesamiento de alimentos. *Ciencia de los alimentos y tecnología* ± oday, 14, 186-191

Kimbaris, A.C Siatis, N.G. Daferera, D. J., Tarantilis, P.A.Pappas, C.S y Polissiou, M.G 2006. Comparison of distillation and ultrasound assisted extraction methods from garlic (*Allium sativum*). *Ultrasonics Sonochemistry*. 13:54:60.

Karabulut, I.; Kayahan, M.; Yaprak, S. 2003. Determination of changes in some physical and chemical properties of soybean oil during hydrogenation. *Food Chemistry* 81: 453-456

Kaunzinger, A., Juckelka, D. y Mosandl, A. 1997. Progress in the Authenticity Assessment of Vanilla. I. Initiation of Authenticity Profiles. *Journal of Agriculture, and Food Chemistry*. 45:1752-1757.

L

Lehninger Albert L. 1995. *Bioquímica y grasas Alimentarias de la estructura y función celular*. 2da. Edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.

Lawson Harry. 1999. *Aceites y grasas Alimentarias Tecnología, utilización y nutrición* Edit. Acibia, S.A. Zaragoza España.

Lawson L.D. y Wang Z.J. Alicin and alicin- derived garlic compounds increase breath Acetone through Allyl Methyl Sulfide: use in measuring

Alliin bioavailability. *Journal of agricultural and food chemistry*, volumen 53, pp.1974-1983. 2005.

Lawson L. D. T. Bioactive organosulfur compounds of garlic and garlic products: role in reducing blood lipids. In: *Human medicinal agents from plants*. American Chemical Society, Chapter 21, pp. 306-330.1993

Laughton MJ, Halliwell B, Evans PJ y cols.: Antioxidant and prooxidant actions of the plant phenolic quercetin, gossypol and myricetin. Effect on lipid peroxidation, hydroxyl radical generation, and bleomycin-dependent damage to DNA. *Biochem Pharmacol*, 1989, 38:2859-286

Luis Eduardo Salazar Pérez. (29 de marzo de 2012). Evaluación de métodos de extracción de aceite de microalgas para la producción de biodiesel. Pirhua, 50.

Luz paucar menacho. (2013). guía de práctica de tecnología de aceites y grasas. ustria dra. luz paucar menacho universidad nacional de la santa facultad de ingeniería e. a. p. de agroindustria, 5.

Lopez MT. El ajo, propiedades farmacológicas e indicaciones terapéuticas. *OFFARM*. 2007; 26(1): 79-81

LÓPEZ-CAMELO A.F., GÓMEZ P.A. 2004. Comparison of color indexes for tomato ripening. *Horticultura Brasileira* 22(3):534-537

Lehninger AL. *Bioquímica. Las Bases Moleculares de la Estructura y la Función Celular*. 3ra ed. Omega. Barcelona, 1997

Lucera, A., Costa, C., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2014). Food applications of natural antimicrobial compounds. *Antimicrobial compounds from natural sources*, 103.

M

MATISSEC, R.;SCHNEPEL, F, M;STEINER, G; Analisis de los alimentos grasas y sustancias acompañantes, Berlin, Alemania, 1992, Editorial: Springer Verlag , GMBH & Co., KG

Mason, T.J. 1999 ‘ Sonochemistry: current use and future prospects in the chemical and processing industries’. *Philosophical transactions of the royal society A: Mathematical Physical and Engineering Sciences*. 357 (1751):355-369

Mendes-Pinto, M. M .; Raposo, M. F. J .; Bowen, J .; Young, A. J .; Morais, R (2001). Evaluación de diferentes procesos de disrupción celular en células enquistadas de *Haematococcus pluvialis*: efectos sobre la recuperación de astaxantina e implicaciones para la biodisponibilidad. *J. Appl. Phycol.* 13, 19-24

Minowa ', Yokoyama S, Kishimoto M, Okakurat'. (1995) Producción de petróleo a partir de células de algas de *Dunaliella ter-tiolecta* por licuefacción termoquímica directa. *J Combustible*; 74 (12): 1735-8

MPA. 2010. Ministério da Pesca e Aquicultura. Produção pesqueira e aquícola: Estatística 2008 e 2009. Brasília, DF.

Mataix Verdú, J., Mañas Almendros, M., Llopis González, J., Martínez de Victoria Moreiras, O. & Varela, G. 2005. Algunos aspectos históricos de la alimentación en el Camino de Santiago. III Reunión Internacional La alimentación y la nutrición en el siglo XXI. Dieta atlántica, obesidad y la nutrición en el Camino de Santiago. ASOMEGA (Asociación de Médicos Gallegos). Fundación Española de la Nutrición. Fundación Española de la Nutrición. Madrid.

Moreno Romero Carmen Andrea & Plazas Bonilla Clara Eugenia (2005). Validación de una metodología analítica para la cuantificación por HPLC de quercetina en una matriz vegetal.

Marco onofre paredes solís. (2011). efecto del extracto de cebolla de bulbo (*allium cepa*), dentro de una estrategia de manejo ecológico de la pudrición blanca (*sclerotium cepivorum* berk.), que ataca al cultivo de ajo (*allium sativum*).. trabajo de investigación estructurado de manera independiente como requisito para optar el título de ingeniero agrónomo, 24.

Masten, S. (1999). Toxicological Summary for Terpinolene. Integral Laboratory Sistema. USA, 29 p.

Muñoz, M., Guevara, L., Palop, A., Tabera, J., Fernández, P.S. (2009). Determination of the effect of plant essential oils obtained by supercritical fluid on the growth and viability of *Listeria monocytogenes* in broth and food systems using flow cytometry. *LWT-Food Sci. Technol.* 42:220-227

Martínez-Herrera, A.L. (2016) Caracterización del color en la tinción de lana para la fabricación de productos textiles artesanales. Tesis de Maestría de la Universidad Autónoma de Coahuila 4-11

Martínez-Flórez, J. González Gallego, J. M. Culebras* y M.^a J. Tuñón. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutricion hospitalaria*, 6, 271-278.

Medina M. Gilma Beatriz. (2008). *Aceites y Grasas Comestibles*. Universidad de Antioquia Departamento de Farmacia Bromatologia

N

Navarro C. Posibilidades terapéuticas del bulbo de ajo (*Afilan" sativum*). *Rev. fitoter.* 2007; 7(2): 132-35.

Negishi, O., Sugiura, K. y Negishi, Y. 2009. Biosíntesis of Vanillin via Ferulic Acid in !anilla plaafora. *Joanzal of Agricultura ami Food Chemistry*. 57:9956-9961.

Noelio Fora. (2018). determinacion de humedad del aceite de canola. *Scribf*, 2.

Ñ

O

Olga isabel sarmiento pérez. (2016). evaluación de la cinética de extracción del aceite esencial de calendula officinalis I. mediante hidrodestilación y calentamiento óhmico asistido por hidrodestilación. . *universidad nacional abierta y a distancia unad*, ., 41.

Oscar Vásquez Ribeiro. (2001). Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*). *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, 1, 38 - 42.

Ortiz Ortuño Yael. Compuestos volátiles de la rancidez oxidativa. 10 junio 2018, de Seminario-Compuestos volátiles del a rancidez oxidativa Sitio web: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Seminario-Compuestosvolatilesdelarancidezoxidativa_26743.pdf

Ochoa Y M, Cema E, Gallegos G, LanderosJ, Delgado JC, Hernández S, et al. Identificación de especies de fusarium en semilla de ajo en Aguascalientes, México. *Rey. Mex. Mic.* 2012; 36(1): 27-31.

Palma, M. & Borroso, C.G. 2001 “ Ultrasound assisted extraction and determination of tartaric and malic acids from grapes and winemaking by-products”. *Analytica Chimica Acta*.N° 458:119-130.

Pace-Asciak CR, Hahn S, Diamandis EP, Soleas G y Goldberg DM.: The red wine phenolics trans-resveratrol and quercetin block human platelet aggregation in eicosanoid synthesis: implication for protection against coronary heart disease. Clin Chim Acta, 1995, 235:207-219

Pérez, V. (2014) caracterización físico-química, composición y capacidad antioxidante do óleoessencial de myrcia amazonica dc. (myrtaceae). Santarém, Pará. Universidad federal do oeste de Paraca.

Paredes Solís Marco Onofre. (2011). Efecto del extracto de cebolla de bulbo (*allium cepa*), dentro de una estrategia de manejo ecológico de la pudrición blanca (*sclerotium cepivorum* berk.), que ataca al cultivo de ajo (*allium sativum*).. Universidad écnica de Ambato Facultad de Ingeniería Agronómica, 141.

Paucar Menacho luz m. (2013). Guía de práctica de tecnología de aceites y grasas. Universidad acional del Santa Facultad de Ingeniería e. a. p. de Agroindustria, 44.

Q

R

Rahman MM, Fazlic V, Saad NW. Antioxidant

Ranadive. A. 2006. Chemistry and Biochemistry of Vanilla flavor. Perfumer & Flavor. 31: 38-46.

Reyes Najar Armando, Castro Vargas Henry (2011). Obtención de extractos de jengibre (*zingiber officinale*) empleando CO₂ supercrítico. Scielo, 35, 136.

S

Sefidkon, F., Abbasi, K. y Khaniki, G. B 2006 influence of drying and extraction methods on ngibre (*Zingiber officinale*9, Revista Amazonica de investigación Alimentaria, 1(1):38 – 42. Universidad Nacional Amazónica del Peru.

S. Martínez-Flórez, J. González-Gallego, J. M. Culebras* y M.^a J. Tuñón. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Nutrición Hospitalaria, 6, 271-278.

Sims, R. 1955. Empirical Viscosity Relations of Heated Vegetable Oils. Ind. Eng. Chem 47(5): 1049-1052.

Shyamala, B., Madhava, M., Sulochanamma, O. y Srinivas, P. 2007. Studies on the Antioxidant activities of natural Vanilla Extract and its constituent compounds through in Vitro models. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 55: 7738-7743.

Sinha, A., Sharma, U. K. y Sharm N. 2008. A comprehensive review on vanilla flavor: Extraction, isolation and quantification of vanillin and other constituents. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 59(14): 299-326.

Stoilova I, (2007) Krastanov A, Stoyanova A, Denev P, Gargova, S. Antioxidant activity of a ginger extract (*Zingiber officinale*). *Food Chem*. 102:764-770.

Shukla Y, Singh M. 2007. Cancer preventive properties of ginger: a brief review. *Food Chem. Toxicol*. 45:683-690

Soto Domínguez Adolfo, García Garza Rubén, Ramírez Casas Yolanda, MoránMartínez Javier, Serrano Gallardo Luis Benjamín. (2012). El Extracto Acuoso de Orégano (*Lippia graveolens* HBK) del Norte de México Tiene Actividad Antioxidante sin Mostrar un Efecto Tóxico in vitro e in vivo. Departamento de Histología, Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Departamento de Bioquímica y Farmacología, Centro de Investigación Biomédica, Universidad Autónoma de Coahuila, México. Departamento de Biología Celular y Ultraestructura, Centro de Investigación Biomédica, Universidad Autónoma de Coahuila, Méx, 30(3), 937-944.

Sostaric, T., Boyce, M. C. y Spickett, E. 2000. Analysis of the volatile Components in vanilla extract and Flavoring by Solid-Phase Microextraction and Gas Chromatography. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*.

T

Terao J, Yamaguchi S, Shirai M y cols.: Protection by quercetin and quercetin 3-O-beta-D-glucuronide of peroxynitrite-induced antioxidant consumption in human plasma low-density lipoprotein. *Free Radic Res*, 2001, 35:925-931.

Tous Martí, J. y Romero Aroca, A. 1992. Caracterización del color de los aceites de oliva vírgenes de cultivares catalanes. *Revista Grasas y Aceites*. Edición española. Vol. 43. Fascículo 6. Pág. 347-351

Tecno Agro. (2016). Generalidades del ajo. TecnoAgro, 113.

Tenailleau, E. J., Lancelin, P., Robins, R. J. y Akoka S. 2004. Authentication of the origin of vanillin using Quantitative Natural Abundante ^{13}C NMR. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 52:7782-7787.

Torija, M., Cruz, M., y Chalup, N. 2013. El ajo y la cebolla: de las medicinas antiguas al interés actual. Revista Sociedad Española de Historia Natural. Sección Biología Vol. 107, 2013 pp 29-37 ISSN: 0366-3272.

Taghizadeh A, Shirpoora A, Farshid A, Saadatian R, Rasmi Y, Saboory E, Ilkhanizadeh B, Allameh A. 2007. The effect of ginger on diabetic nephropathy, plasma antioxidant capacity and lipid peroxidation in rats. Food Chem. 101:148-153

U

Ursini F, Maiorino M, Morazzoni P y cols.: A novel antioxidant flavonoid (IdB 1031) affecting molecular mechanisms of cellular activation. Free Rad Biol Med, 1994, 16:547-553. 45.

Universidad Nacional de Tumbes. (2017). Física del Acelerador. Apuntes de Física del Acelerador. Universidad Nacional de Tumbes

United States Department of Agriculture (USDA). Nutrient data for raw garlic. [Web site]. United States: USDA; 2016 [March 9, 2016]. Available at: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/29537fg=Vegetables+and+Vegetable+Products&facet=&format=&count=25&offset=150&sort=&gbokup=>

V

Vinatoru, M. 2001. An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs". Ultrasonics Sonochemistry. N. ° 8: 303-313

Vásquez O, Alba A, Marreros J. 2001. Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*). Rev. Amaz. Inv. Alim. 1:38-42

W

Wankt, P.C 1988. Equilibrium staged separations. Separation in Chemical yield and chemical composition of the essential oil of *Satureja hortensis*. Food Chemistry: 99:19-23

Wang, S. Y., & Jiao, H. (2009). Correlation of antioxidant capacities to oxygen radical scavenging enzyme activities in blackberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48:5672–5676.

World Health Organization. 1999. *Monographs on Selected Medicinal Plants*. World Health Organization. Geneva, Switzerland.

X

Y

Z

Zavala-Nigoa, J.; Loarca-Piña, G. & García-Gasca, T. Evaluación del contenido fenólico, capacidad antioxidante y actividad citotóxica sobre células CaCo-2 del extracto acuoso de orégano (*Lippia graveolens kunth*). Querétaro, México, 4 al 8 de septiembre, 2° Congreso Nacional de Química Médica, 2006

ANEXOS

A continuación, se presenta algunas palabras que serán de gran utilidad para la comprensión de esta investigación.

- Antioxidante: Es toda sustancia que hallándose presente en bajas concentraciones respecto a la de un sustrato oxidable, retarda o previene la oxidación de dicho sustrato. (Halliwell, 1990)
- Capacidad antioxidante: Es la capacidad relativa que tiene un alimento de bloquear los radicales libres, es decir las sustancias nocivas para el cuerpo (García, 2007).
- Tratamiento térmico: Es todo proceso de calentamiento y enfriamiento realizados a propósito para obtener otras propiedades (Degarmo, 1994).

- Secado de alimentos: Se entiende por secado de alimentos la extracción liberada del agua que contienen, operación que se lleva en la mayoría de los casos evaporando el agua por adición de su calor latente de evaporación. (Catarina, UNLAP).
- Aliína: Es el compuesto sulfurado más abundante en ajo fresco, es inodora y estable. (Lawson L. D, Y Wang Z. J., 2005).
- Alicina : Es un componente oxidante producido por el ajo crudo.(Lawson L. D., 1993).



TECHNICAL DATA SHEET

Page: 1 of 1

OIL OF GARLIC, PURE

Code: 31-01

Replaces Temporary Code:	NOT APPLICABLE
Update:	OCTOBER 7, 2014
Raw Material Source:	Fresh garlic cloves, (<i>Allium sativum</i> L.), comminuted, extracted and distilled.
TECHNICAL INFORMATION	
Specific Gravity:	1.05 - 1.15 @ 25°C
Refractive Index:	1.55 to 1.60 @ 20° C
Appearance:	A clear light yellow to red-orange.
Shelf Life:	We recommend dry warehousing in full, tightly sealed containers at temperatures not to exceed 75° F. Shelf life under these conditions is one year.
GM Status:	This product does not contain ingredients from genetically modified source materials and, where appropriate, ingredients are traceable back to origin with an Identity Preserved system.
Replacement/Usage Level:	One part should replace approximately 750 parts of ground garlic powder.
Warning!:	Due to the highly concentrated nature of this product, caution should be used in handling to avoid spillage or leakage from the container.
Additional Assistance:	For additional assistance on the qualification of Kalsec® products, such as supplier and product questionnaires, allergen declarations, nutritional, labeling, ingredient range declarations (component range breakdowns) and other documentation in support of your approval of Kalsec® products, please contact the Kalsec® Regulatory team at trequest@kalsec.com .

1-JAN-2000

Form: SF-0005

Address:

Telephone:

Fax:

Figura 18. Ficha técnica de aceite de Ajo

Product Code: 31-01
OIL OF GARLIC, PURE

SDS Version: 6.0
Revision Date: 07/02/2016

SECTION 1 - IDENTIFICATION OF PRODUCT AND COMPANY

Product Identifier: Product Code: CAS Number: Intended Use: Details of the supplier of the safety data sheet: Manufacturer/Supplier: Emergency Contact: Fax:	OIL OF GARLIC, PURE 31-01 For the manufacture of foods. Kalsec® 3713 West Main Street Kalamazoo, Michigan 49006 USA 1-352-323-3500 COLLECT (IN U.S. & CANADA ONLY 1-800-535-5053) (269) 382-3060
---	--

SECTION 2 - HAZARDS IDENTIFICATION

Classification of the substance or mixture:
 Flash Point Warning: H227 - Combustible liquid.
 Acute Oral Toxicity Warning: H302 - Harmful if swallowed.
 Eye damage/irritation: H319 - Causes serious eye irritation.
 Skin corrosion/irritation: H315 - Causes skin irritation.
 Skin Sensitization: H317 - May cause an allergic skin reaction.
 Label Elements:



Signal Word Warning

Precautionary Code	Precautionary Code Description
P101	If medical advice is needed, have product container or label at hand.
P210	Keep away from heat/sparks/open flames/hot surfaces. – No smoking.
P261	Avoid breathing dust/fume/gas/mist/vapours/spray.
P264	Wash thoroughly after handling.
P270	Do not eat, drink or smoke when using this product.
P272	Contaminated work clothing should not be allowed out of the workplace.
P280	Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection.
P301+P312	IF SWALLOWED: Call a POISON CENTER or doctor/physician if you feel unwell.



SAFETY DATA SHEET:

acc. to OSHA HCS, Regulation (EC) 1907/2006, Regulation (EC) 1272/2008:

Product Code: 31-01
OIL OF GARLIC, PURE

SDS Version: 6.0
Revision Date: 07/02/2016

Precautionary Code	Precautionary Code Description
P302+P352	IF ON SKIN: Wash with plenty of soap and water.
P304+P340	IF INHALED: Remove victim to fresh air and keep at rest in a position comfortable for breathing.
P305+P351+P338	IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing.
P321	Specific treatment (Reference Section 3 in SDS).
P330	Rinse mouth.
P332+P313	If skin irritation occurs: Get medical advice/attention.
P333+P313	If skin irritation or rash occurs: Get medical advice/attention.
P337+P313	If eye irritation persists: Get medical advice/attention.
P362	Take off contaminated clothing and wash before reuse.
P370+K301	In case of fire: Use CO2 or dry powder as the extinguishing media. Fight larger fires with foam. Use water only for cooling.
P370+P378	In case of fire: Use ... for extinction.
P403	Store in a well-ventilated place.
P404	Store in a closed container.

SECTION 3 - COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS

NAME	CAS	wt %	CLASSIFICATION
Allyl Disulphide	218-548-6	50-70	Acute Tox Derm. 5, Acute Tox Oral 3, Eye Irrit. 2, Flam. Liq. 3, Skin Irrit. 2, Skin Sens. 1, H313, H301, H319, H226, H315, H317
Please see section 16 for classification details.			

SECTION 4 - FIRST AID MEASURES

General Advice:	If medical advice is needed, have product container or label at hand.
General Advice:	IF ON SKIN: Wash with plenty of soap and water. If skin irritation occurs: Get medical advice/attention. If skin irritation or rash occurs: Get medical advice/attention. Take off contaminated clothing and wash before reuse.
General Advice:	IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. If eye irritation persists: Get medical advice/attention.
General Advice:	IF SWALLOWED: Call a POISON CENTER or doctor/physician if you feel unwell. Rinse mouth.

Product Code: 31-01
 OIL OF GARLIC, PURE

 SDS Version: 6.0
 Revision Date: 07/02/2016

SECTION 5 - FIRE FIGHTING MEASURES

Extinguishing Media:	In case of fire: Use CO2 or dry powder as the extinguishing media. Fight larger fires with foam. Use water only for cooling.
Protective equipment:	See Section 8. According to the size of the fire, it may be necessary to wear a protective suit, eye protection, gloves and/or self-contained breathing apparatus.

SECTION 6 - ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal precautions, protective equipment & emergency procedures:	See section 7.
Methods and materials for containing and cleaning up:	Clean up with suitable absorbent material (sand, vermiculite, diatomite, saw dust etc.).

SECTION 7 - HANDLING AND STORAGE

Precautions for safe handling:	Keep away from heat/sparks/open flames/hot surfaces. – No smoking. Avoid breathing dust/fume/gas/mist/vapours/spray. Wash thoroughly after handling. Do not eat, drink or smoke when using this product. Contaminated work clothing should not be allowed out of the workplace. Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection.
Conditions for safe storage:	Store in a well-ventilated place. Store in a closed container.

SECTION 8 - EXPOSURE CONTROLS

<u>Exposure Limits</u>	Unknown.
<u>Appropriate engineering controls</u>	See section 7.
<u>Personal protection equipment</u>	See section 7.

SECTION 9 - PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Appearance:	Clear light yellow to red-orange
Odor:	Characteristic
Odor Threshold:	Not determined
pH:	Not determined
Melting / Freezing Point:	Not determined
Initial Boiling Point & Range:	Not determined
Flash Point:	61°C
Evaporation Rate:	Not determined
Flammability:	Not determined
Upper/Lower	Not determined
Flammability Limits:	
Vapour Pressure:	Not determined
Vapour Density:	Not determined
Relative Density:	Not determined
Solubility:	Not determined
Partial Coefficient (n-octanol/water):	Not determined
Auto-ignition Temperature:	Not determined
Decomposition Temperature:	Not determined



SAFETY DATA SHEET:

acc. to OSHA HCS, Regulation (EC) 1907/2006, Regulation (EC) 1272/2008:

Product Code: 31-01
OIL OF GARLIC, PURE

SDS Version: 6.0
Revision Date: 07/02/2016

Viscosity:	Not determined
Explosive Properties:	Not determined
Oxidising Properties:	Not determined

SECTION 10 - STABILITY AND REACTIVITY

Reactivity:	No known reactions
Chemical Stability:	Under normal ambient storage this product is stable
Possibility of Hazardous Reactions:	No dangerous reactions known
Conditions to Avoid:	Extremes of temperature
Incompatible Materials:	No known
Hazardous Decomposition Products:	No dangerous decomposition products known

SECTION 11 - TOXICOLOGY INFORMATION

Acute Toxicity (Oral):	CAT4
Acute Toxicity (Dermal):	Not Classified
Acute Toxicity (Inhalation):	Not Classified
Skin Corrosion / Irritation:	CAT2
Serious Eye Damage / Irritation:	CAT2
Skin Sensitization:	CAT1
Respiratory Sensitization:	Not Classified
Germ Cell Mutagenicity:	Not Classified
Carcinogenicity:	Not Classified
Specific Organ Toxicity (RE):	Not Classified
Specific Organ Toxicity (SE):	Not Classified
Aspiration Hazard:	Not Classified

SECTION 12 - ECOLOGICAL INFORMATION

Acute (short-term) toxicity:	Not Classified
Chronic (long-term) toxicity:	Not Classified
Persistence and degradability:	No data
Bioaccumulative potential:	No data
Mobility in soil:	No data
Results of PBT and vPvB assessment:	No data
Other adverse effects:	No data

SECTION 13 - DISPOSAL CONSIDERATIONS

Product:	Dispose of contents/container in accordance with local, regional, national or international regulations.
Contaminated packaging:	Dispose of contents/container in accordance with local, regional, national or international regulations.

SECTION 14 - TRANSPORT INFORMATION

UN Number



SAFETY DATA SHEET:

acc. to OSHA HCS, Regulation (EC) 1907/2006, Regulation (EC) 1272/2008:

Product Code: 31-01
OIL OF GARLIC, PURE

SDS Version: 6.0
Revision Date: 07/02/2016

	ADR/RID: Not Regulated
	IMDG: Not Regulated
	IATA: Not Regulated
Proper Shipping Name	
	ADR/RID: None
	IMDG: None
	IATA: None
Hazard Class	
	ADR/RID: None
	IMDG: None
	IATA: None
Packing Group	
	ADR/RID: N/A
	IMDG: N/A
	IATA: N/A
Environmental Hazards:	No Known
Special precautions for user:	Refer to Section 7

SECTION 15 - REGULATORY INFORMATION

Safety, health and environmental regulations / legislation specific to mixture:
This safety datasheet has been prepared in accordance with Regulation (EC) No. 1907/2006.

Chemical safety assessment:
No chemical safety assessment has been carried out.

SECTION 16 - OTHER INFORMATION

- H227: Combustible liquid.
- H302: Harmful if swallowed.
- H314: Causes severe skin burns and eye damage.
- H315: Causes skin irritation.
- H317: May cause an allergic skin reaction.
- H318: Causes serious eye damage.
- H319: Causes serious eye irritation.

Further Information

The above information is provided to the best of our knowledge and represents the current state of that knowledge. However there is no guarantee that the information is all-inclusive and it is intended to be used as a guide only. It is applicable only to the appropriate safety precautions of the product and does not represent any guarantee of the properties of the product.

Tablas Estadísticas

Tabla 9 Estadístico (IR)

Least Squares Means Table			
Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
AVF	-0.50000	2.06477 E ⁻⁷	-0.500
AVS	3.70000	2.06477 E ⁻⁷	3.700
HDF	26.40000	2.06477 E ⁻⁷	26.400
HDS	18.80000	2.06477 E ⁻⁷	18.800

Tabla__.LS Means Differences Tukey HSD (IR)

MEAN[i]- MEAN[j] STAND ERR DIF LOWER CL DIF UPPER CL DIF	AVF	AVS	HDF	HDS
AVF	0 0 0 0	-4.2 2.92e ⁻⁷ -4.2 -4.2	-26.9 2.92 e ⁻⁷ -26.9 -26.9	-19.3 2.92 e ⁻⁷ -19.3 -19.3
AVS	4.2 2.92 e ⁻⁷ 4.2 4.2	0 0 0 0	-22.7 2.92 e ⁻⁷ -22.7 -22.7	-15.1 2.92 e ⁻⁷ -15.1 -15.1
HDF	26.9 2.92 e ⁻⁷ 26.9 26.9	22.7 2.92 e ⁻⁷ 22.7 22.7	0 0 0 0	7.6 2.92 e ⁻⁷ 7.6 7.6
HDS	19.3 2.92 e ⁻⁷ 19.3 19.3	15.1 2.92 e ⁻⁷ 15.1 15.1	-7.6 2.92 e ⁻⁷ -7.6 -7.6	0 0 0 0

Viscosidad de extracto de ajo

Tabla 10. Estadístico de viscosidad de los extractos de ajo obtenido del extracto de ajo obtenido por los métodos de arrastre de vapor (AV) e hidrodestilación (HD) a partir de ajo fresco (F) y deshidratado (S).

least Squares Means Table			
level	least Sq Mean	Std Error	
AVF	0.00087088	0.00001047	0.000871
AVS	0.00088550	0.00001047	0.000886
HDF	0.00105397	0.00001047	0.001054
HDS	0.00101839	0.00001047	0.001018

MEAN[i]- MEAN[j] STAND ERR DIF LOWER CL DIF UPPER CL DIF	AVF	AVS	HDF	HDS
AVF	0	-1.5 e-5	-0.0002	-0.0001
	0	0.00001	0.00001	0.00001
	0	-6.2 e-5	-0.0002	-0.0002 e-5
	0	0.00003	-0.0001	-0.0001
AVS	0.00001	0	-0.0002	-0.0001
	0.00001	0	0.00001	0.00001
	-3.3 e-5	0	-0.0002	-0.0002
	0.00006	0	-0.0001	-8.5 e-5
HDF	0.00018	0.00017	0	0.00004
	0.00001	0.00001	0	0.00001
	0.00014	0.000012	0	-1.2 e-5
	0.00023	0.00022	0	-8.5 e-5
HDS	0.00015	0.00013	-3.6 e-5	0
	0.00001	0.00001	0.00001	0
	0.0001	0.00009	-8.3 e-5	0
	0.00019	0.00018	0.00001	0

Determinación de capacidad antioxidante de aceite de ajo.

MEAN[i]- MEAN[j] STAND ERR DIF LOWER CL DIF UPPER CL DIF	AVF,50	AVS,75	AVF100	AVS50	AVS75	AVS100	HDF50	HDF75	HDF100	HDS 50	HDS75	HDS100
AVF50	0 0 0 0	-3.165 1.6856 -9.8572 3.5272	-36.545 1.68563 -43.237 -29.853	-11.37 1.68563 -18.062 -4.6778	-10.24 1.68563 -16.932 -3.5478	-40.48 1.68563 -17.172 -33.788	-2 e ⁻¹⁵ 1.68563 -6.6922 6.6922	-2.635 1.68563 -6.3272 4.0572	-38.455 1.68563 -45.147 -31.763	-3.165 1.68563 -9.8572 3.5272	-9 e ⁻¹⁶ 1.68563 -6.6922 6.6922	-35.935 1.68563 -42.627 -29.243
AVF75	3.165 1.68563 -3.5272 9.8572	0 0 0 0	-33.38 1.68563 -40.072 -26.688	-8.205 1.68563 -14.897 -1.5128	-7.075 1.68563 -13.767 -0.3828	-37.315 1.68563 -44.007 -30.623	3.165 1.68563 -3.5272 9.8572	0.53 1.68563 -6.1622 7.2222	-35.29 1.68563 -41.982 -28-598	-1 e ⁻¹⁵ 1.68562 -6.6922 6.6922	3.165 1.68563 -3.5272 9.8572	-32.77 1.68563 -39.462 -26.078
-AVF100	36.545 1.68563 29.8528 43.2372	33.38 1.68563 26.6878 40.0722	0 0 0 0	25.175 1.68563 18.4828 31.8672	26.305 1.6856 19.6128 32.9972	-3.935 1.68563 -10.627 2.7572	36.545 1.68563 27.2178 40.6022	33.91 1.68563 27.2178 40.6022	-1.91 1.68563 -8.6022 4.7822	33.38 1.6856 29.8528 43.2372	36.545 1.6856 29.8528 43.2372	0.61 1.68563 -6.0822 7.3022
AVS50	11.37 1.68563 4.6778 18.0622	8.205 1.68563 1.5128 14.8972	-25.175 1.68563 -31.867 -18.483	0 0 0 0	1.13 1.68563 -5.5622 7.8222	-29.11 1.69563 -35.802 -22.418	11.37 1.68563 4.6778 18.0622	8.735 1.68563 2.0428 15.4272	-27.085 1.68563 -33.777 -20.393	8.205 1.68563 1.5128 14.8972	11.37 1.68563 4.6778 18.0622	-24.565 1.68563 -31.257 -17.873
AVS75	1.68563 3.5478 16.9322	1.6863 0.3828 13.7672	1.68563 -32.997 -19.613	1.68563 -7.8222 5.5622	0 0 0	1.68563 -36.932 -23.548	1.68563 3.5478 16.9322	1.68563 0.9128 14.2972	1.68563 -34.907 -21.523	1.68563 0.3828 13.7672	1.68563 3.5478 16.9322	1.68563 -32.387 -19.003
AVS100	40.48 1.68563 33.7878 47.1722	37.315 1.68563 30.6228 44.0072	3.935 1.68563 -2.7572 10.6272	29.11 1.68563 22.4178 35.8022	30.24 1.68563 23.5478 36.9322	0 0 0	40.48 1.68563 33.7878 47.1722	37.845 1.68563 31.1528 44.5372	2.025 1.68563 -4.6672 8.7172	37.315 1.68563 30.6228 44.0072	40.48 1.68563 33.7878 47.1722	4.545 1.68563 -2.1472 11.2372
HDF50	1.6 e ⁻¹⁵ 1.68563 -6.6822 6.6922	-3.165 1.68563 -9.8572 3.5272	-36.545 1.68563 -43.237 -29.853	-11.37 1.68563 -18.062 -4.6778	-10.24 1.68563 16.932 -3.5478	-40.48 1.68563 -47.172 -33.788	0 0 0	-2.635 1.68563 -9.3272 4.0572	-38.455 1.68563 -45.147 -31.763	-3.165 1.68563 -9.8572 3.5272	6.7 e ⁻¹⁶ 1.68563 -6.6922 6.6922	-35.935 1.6863 -42.627 -29.243
HDF75	2.635 1.68563 -4.0572 9.3272	-0.53 1.68563 -7.2222 6.1622	-33.91 1.68563 -40.602 -27.218	-8.735 1.68563 -15.427 -2.0428	-7.605 1.68563 -14.297 -0.9128	-37.847 1.68563 -44.537 -31.153	2.635 1.68563 -4.0572 9.3272	0 0 0	-35.82 1.68563 -42.512 -29.128	-0.53 1.68563 -7.2222 6.1622	2.635 1.68563 -4.0572 9.3272	-33.3 1.68563 -39.992 -26.608
HDF100	38.455 1.68563 31.7628 45.1472	35.29 1.68563 28.5978 41.9822	1.91 1.68563 -4.7822 8.6022	27.085 1.68563 20.3928 33.7772	28.215 1.68563 21.5228 34.9072	-2.025 1.68563 -8.7172 4.6672	38.455 1.68563 31.7628 45.1472	35.82 1.68563 29.1278 42.5122	0 0 0	35.29 1.68563 28.5978 41.9822	38.455 1.68563 31.7628 45.1472	2.52 1.68563 -4.1722 9.2122
HDS50	3.165 1.68563 -3.5272 9.8572	1.3 e ⁻¹⁵ 1.68563 -6.6822 6.6922	-33.38 1.68563 -40.072 -26.688	-8.205 1.68563 -14.897 -1.5128	-7.075 1.68563 -13.767 -0.3828	-37.315 1.68563 -44.007 -30.623	3.165 1.68563 -3.5272 9.8572	0.53 1.68563 -6.1622 7.2222	-35.29 1.68563 -41.982 -28.598	0 0 0	3.165 1.68563 -3.5272 9.8572	-32.77 1.68563 -39.462 26.078
HDS75	8.9 e ⁻¹⁶ 1.68563 -6.6922 6.6922	-3.165 1.68563 -9.8572 3.5272	-36.54 1.68563 -43.237 -29.853	-11.37 1.68563 -18.062 -4.6778	-10.24 1.68563 -16.932 -3.5478	-40.48 1.68563 -47.172 -33.788	-7 e ⁻¹⁶ 1.68563 -6.6922 6.6922	-2.635 1.68563 -9.3272 4.0572	-38.45 1.6856 -45.147 -31.763	-3.165 1.68563 -9.8572 3.5272	0 0 0	-35.935 1.68563 -42.627 -29.243
HDS100	35.935 1.68563 29.2428 42.6272	32.77 1.68563 26.0778 39.4622	-0.61 1.68563 -7.3022 6.0822	24.565 1.68563 17.8728 31.2572	25.696 1.68563 19.0028 32.3872	-4.545 1.68563 -11.237 2.1472	35.935 1.68563 29.2428 42.6272	33.3 1.68563 26.6078 39.9922	-2.52 1.68563 -9.2122 4.1722	32.77 1.68563 26.0778 39.4622	35.935 1.68563 29.2428 42.6272	0 0 0 0