

**EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA AVENA LÍQUIDA TRATADA CON
EL EXTRACTO DE HOJAS DE NIM (*Azadirachta Indica*)**

**MARLON SERRATO ARENGAS
MATIAS JOSÉ BAGETT CASSIANI**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA DE ALIMENTOS
CARTAGENA DE INDIAS
VIERNES 26 DE OCTUBRE DE 2012**

**EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA AVENA LÍQUIDA TRATADA CON
EL EXTRACTO DE HOJAS DE NIM (*Azadirachta Indica*)**

**MATIAS JOSÉ BAGETT CASSIANI
MARLON SERRATO ARENGAS**

**INFORME FINAL DE INVESTIGACION PRESENTADO COMO REQUISITO
PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS.**

DIRECTOR

**CLEMENTE GRANADOS CONDE
INGENIERO DE ALIMENTOS**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA DE ALIMENTOS
CARTAGENA DE INDIAS
VIERNES 26 DE OCTUBRE DE 2012**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos a Dios por permitirnos realizar esta investigación que ha sido muy satisfactorio y enriquecedora para nuestra realización personal.

La Universidad de Cartagena, la Facultad de Ciencias e Ingeniería y en especial al Programa Ingeniería de Alimentos por abrirnos las puertas de los laboratorios, planta piloto y sus menajes, para alcanzar nuestros objetivos y obtener este primer triunfo.

Le agradecemos mucho además al Ingeniero y Director del Trabajo de Grado CLEMENTE GRANADOS CONDE, quien nos orientó y gestionó algunos equipos, indispensables para la realización de esta investigación.

Igualmente al Auxiliar de laboratorio de la Facultad de Química y Farmacia, el señor Orlando de la Rosa que nos colaboró mucho en la extracción.

A Germán Villadiego y al Ingeniero Angel por toda su colaboración y participación en la parte experimental.

De mi parte, Marlon Serrato Arengas, agradezco grandemente a mi Familia y a mi novia por su apoyo moral incondicional, su motivación y por la sencilla razón de escucharme en todos los instantes que he invertido en esta investigación.

De mi parte, Matías José Bagett agradezco enormemente a Dios porque siempre está a mi lado apoyandome en todo proyecto que emprendo; a mi madre Manuela, por colocarme en sus oraciones para que todo saliera bien y entregara a tiempo los resultados para la realización de este trabajo, y a cada uno de mis familiares que me apoyaron emocional y económicamente para culminar todo esto.

Finalmente a los evaluadores Arnulfo Taron y Marlene Durant y a todos aquellos que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este proyecto.

2. TABLA DE CONTENIDO

	Página
3. ABREVIATURAS Y SIMBOLOS	7
4. RESUMEN	8
5. INTRODUCCIÓN	9
6. MARCO TEÓRICO	10
6.1.1 El Neem	10
6.1.2 Historia del Neem	11
6.1.2.1 Ecología	11
6.1.3 Clasificación Científica	12
6.1.4 Sustancias Identificadas en las Hojas de Neem	13
6.1.4.1 Componentes Químicos	14
6.1.4.1.1 Clasificación de los Terpenoides	16
6.1.4.2 Terpenoides con Poder Biocida presentes en el arbol de Neem	18
6.1.5 ¿Qué tan Seguro es el Neem?	22
6.1.6 Extraccion Fitoquímica	23
6.1.7 Extraccion de Arrastre con Vapor	23
6.2.1 AVENA (<i>Avena Sativa</i>)	23
6.2.2 Clasificación Científica	24
6.2.3 Historia de la Avena	24
6.2.4 Valor Nutricional	25
6.2.5 Composición Nutricional de la Avena	26
6.3.1 LECHE	26
6.3.2 Historia de la Leche	27
6.3.3 Valor Nutricional	28
6.3.4 Composición Nutricional de la Leche	28
6.4.1 AVENA LÍQUIDA	28
6.4.2 Especificaciones del producto	29
6.4.3 Aporte nutricional de la avena líquida	29
6.4.4 Diagrama de Flujo para la elaboracion de la Avena Líquida	30
6.4.5 Ficha Tecnica Avena líquida	31
7. JUSTIFICACIÓN	32

8.	OBJETIVOS	33
8.1	OBJETIVO GENERAL	33
8.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
9.	METODOLOGÍA	34
9.1	Enfoque de la Investigación	34
9.2	Diseño Experimental	34
9.2.1	Análisis de la variación del pH	34
9.2.2	Evaluación Sensorial	35
9.3	Procedimiento Experimental	36
9.3.1	Recolección	36
9.3.2	Acondicionamiento	36
9.3.3	Extracción por Arrastre con Vapor	36
9.3.4	Elaboración de la avena líquida y análisis de bioensayos	37
10.	RESULTADOS	39
10.1	CÁLCULOS	45
10.2	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	46
11.	CONCLUSIONES	49
12.	RECOMENDACIONES	50
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

3.

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

pH	Potencial de hidrogeniones
% V/V	Porcentaje volumen a volumen
% V/P	Porcentaje Volumen a Peso.
[]	Concentración
[] 1	Concentración correspondiente a 0.005 ml en 50 ml, equivalente a 0.01 % V/V
[] 2	Concentración correspondiente a 0.01 ml en 50 ml, equivalente a 0.02 % V/V
<i>p</i>	Probabilidad
P	Panelista no entrenado.
P1	Panelista no entrenado 1
P2	Panelista no entrenado 2
P3	Panelista no entrenado 3
M	Muestras control
M1	Muestra de [] 1
M2	Muestra de [] 2
+	Característico, hace referencia a las propiedades normales del Alimento.
-	No Característico, las cualidades no pertenecen al Alimento.
H°	Hipótesis nula
H	Hipótesis alternativa.

4.

RESUMEN

Se evaluó la estabilidad de la Avena Líquida tratada con dos concentraciones de un extracto obtenido por arrastre de vapor de las hojas de neem, comparándolas con una muestra control en las mismas condiciones de elaboración y conservación.

Al obtener el extracto, se procedió a determinar el volumen de extracto máximo que no alterara el color, olor y sabor, concluyendo que a un volumen superior a 0.01 ml en 50 ml de la bebida láctea, deja un sabor amargo remanente, por consiguiente se estandarizó dos volúmenes de 0,01 y 0,005 mililitros a usar.

La avena líquida tratadas con estas concentraciones y comparadas con una muestra control sin la adición del extracto y almacenadas a una temperatura media de 15 °C, se evaluaron diariamente para determinar su estabilidad, basadas en los cambios de pH y análisis sensoriales de color, sabor y olor, con la ayuda de 4 panelistas.

Las concentraciones de extracto de neem si afectaron significativamente los resultados de pH. Sin embargo al compararlo con las evaluaciones sensoriales, dichas concentraciones no son factibles en la conservación de la avena líquida, ya que la vida útil de todas las muestras no superó los 9 días de estabilidad.

Por consiguiente el extracto de Neem por medio de arrastre con vapor no puede usarse satisfactoriamente en la avena líquida para prolongar su conservación, principalmente debido a su cambio en el sabor, al dejar un amargo remanente en concentraciones mucho más altas a las aplicadas en esta investigación.

Existe habitualmente en el mundo un amplio uso de preparaciones a base de hierbas e ingredientes activos de plantas medicinales para el cuidado de la salud. Esto es particularmente cierto en las áreas rurales de los países asiáticos, donde la medicina herbaria es en muchos casos el único procedimiento de elección para el tratamiento de las dolencias humanas. Con relación a esto, la *Azadirachta Indica* (Neem) es una de las plantas más utilizadas; en la India está considerada popularmente como una panacea desde hace más de 5.000 años. Sus propiedades han sido corroboradas por la ciencia actual. Se saca provecho de todas las partes del árbol, principalmente tiene muchas aplicaciones en la medicina ayurvédica, sobre todo para heridas, lesiones y problemas en la piel, entre otras; el aceite que se obtiene del prensado de las semillas se utiliza contra la mosca de la fruta, actuando como insecticida y antiséptico; la corteza y las hojas son altamente efectivas para prevenir enfermedades dentarias, tales como gingivitis y las caries (Keshava, P. 2008).

El aceite de Neem es utilizado en la agricultura biológica por ser biodegradable y no tóxico; se cree que podría sustituir a los insecticidas petroquímicos. Es muy activo contra los insectos fitófagos e inactivo contra abejas y fauna auxiliar. El principal componente insecticida es la azadirachtina (Rondón, A. 2009).

Es repelente de insectos, antifúngico, antibacterial, antiinflamatorio, antipirético, analgésico, estimulante del sistema inmunológico, antihelmíntico, antiemético, antitumoral, antiulceroso, antimalárico, antifertilidad, antiviral, hepatoprotector, antioxidante, hipoglicemiante y diurético. En su acción interna no elimina la flora intestinal beneficiosa y no tiene efectos secundarios. Fácilmente previene y elimina la Candida y el herpes. Se ha probado su eficacia en el tratamiento de la úlcera de estómago, sus componentes antihistamínicos y antibacterianos reducen la inflamación y destruyen las bacterias que la causan. Entre los principales compuestos bioactivos del Neem tenemos los siguientes: nimbidina, nimbidato de sodio, nimbolida, gedunina, azadirachtina, ácido gálico, margolona y polisacáridos, entre otros (Biswas, K. 2002).

6.

MARCO TEÓRICO

Datos empíricos señalan que el árbol de Neem ingreso al país hace más de 30 años, con la siembra de cultivos ilícitos en los departamentos de Santander y Antioquia: en la Zona del Magdalena Medio, Puerto Triunfo y Dorada específicamente, y algunos otros cultivos aislados en la zona norte del departamento del Valle del Cauca (Giy, 2005)

En Colombia, donde la palabra insecticida es sinónimo de toxicidad y contaminación, causa mucha curiosidad el Neem, que se presenta, como productor de un insecticida vegetal que controla insectos, nematodos, babosas, virus y hongos en plantas y además se utiliza para alimentar el ganado, como medicamento para combatir las lombrices intestinales en humanos y aun para preparación de licores. (Figueroa, A. 2007)

El árbol del Neem (*Azadirachta indica*), es una especie vegetal de una importancia potencial relevante, en virtud de sus características muy distintas, las cuales se reconocen en el mundo científico de occidente, y reconocido su uso milenario en las culturas del viejo mundo. Esta especie arbórea, ha despertado la atención del mundo científico biológico, por sus múltiples propiedades y usos; también se le conoce con los nombres comunes de “cinamomo”, “acederaque”, y “margoza”, o “la planta milagrosa”, o “la botica del pueblo” como lo llaman en la India, donde desde hace siglos los indios recurren a este árbol para aliviar el dolor, la fiebre y las infecciones. Por ese motivo, en los últimos años ha ido en aumento el interés de la ciencia por esta especie, ya que dos decenios de investigación revelan resultados prometedores en tantos campos, que esta especie pudiera aportar enormes beneficios a la humanidad. (Osuna, E. 2000)

6.1.1 EL Neem

El nombre científico del Neen es *Azadirachta indica*, pertenece a la familia Meliácea. Es un árbol de crecimiento rápido, de hoja perenne, que alcanza alturas de hasta 20 metros en condiciones óptimas, con un diámetro medio de la copa de 5 a 10 metros, destacando su sistema radicular por tener una raíz pivotante muy desarrollada (Ramos, R. 2002).

El árbol logra su máxima producción de frutos a los 10 años y llegan a vivir más de 100. (Singh, K. 2006)

6.1.2 Historia del Neem

El uso del neem se remonta miles de años atrás. En el yacimiento arqueológico de Mohenjodaro, en la cuenca del Indo —en el actual Pakistán—, además de otros productos que figuran en la farmacopea sánscrita y que todavía se utilizan hoy, como los cuernos de ciervo sámbar o el betún, se encontraron hojas de neem, probablemente destinadas a una utilización terapéutica, de unos 4.500 años de antigüedad. Posteriormente, cuando los arios del Pamir se establecieron en el valle del Indo y dieron inicio a la cultura védica, el neem fue elevado al rango de árbol sagrado. En uno de los antiguos textos védicos se explica que Garuda, el semidiós mitad hombre y mitad ave, dejó caer unas gotas de Amrita o ambrosía sobre el árbol neem cuando llevaba al cielo este elixir de inmortalidad. En otros textos —los Puranas— se explica que cuando los dioses buscaron refugio en varios árboles para escapar de los demonios que habían logrado vencerles, el dios sol se ocultó en el neem. Otro mito explica la relación entre el árbol de los mil usos y Dhanvantri, el dios indio de la medicina y otro, que Indira, el dios del cielo, roció el elixir Amrita sobre la Tierra, lo que dio origen al neem. (Pijoan, M. 2004).

6.1.2.1 Ecología

El Neem se adapta a un extenso rango de climas y condiciones de suelos, en elevaciones entre el nivel del mar y los 700m, sin embargo puede crecer en altitudes de hasta 1500m, en tanto las temperaturas permanezcan moderadas, ya que no soporta el frío o la congelación; tolera temperaturas extremadamente altas, pero su rango normal está cerca de los 9.5°C a 37°C. También es altamente tolerante de la sequía y una vez establecido, puede sobrevivir a estaciones secas de 7 a 8 meses. Requiere tan poco como 150 mm de lluvia por año en áreas en donde el sistema de raíz pueda acceder al agua subterránea dentro de los 9 a 12 metros de la superficie; sin embargo, se desarrolla mejor en zonas que reciben de 450 a 1200 mm al año. (Stoney, C. 1998)

Prefiere los suelos profundos, permeables y arenosos, pero puede plantarse en una amplia variedad de tipos de suelo, incluyendo sitios difíciles donde la mayoría de otras especies no se desarrollan bien. Puede prosperar en suelos rocosos, secos, poco profundos e infértiles, pero no se recomienda para ciénagas barrosas o fangosas, suelos barrosos, salinos, o donde la

superficie sea dura o se hallen capas de laterita. Tampoco debe sembrarse donde los suelos se vuelvan empapados o temporalmente inundados. Prefiere un pH de suelo en el rango de 5.2 a 7.0, pero puede crecer dentro de un rango de pH de 5.0 a 8.0. Los árboles maduros demandan mucha luz, pero las plántulas toleran la sombra moderada durante su primera temporada de crecimiento en sitios secos. (Stoney, C. 1998)

El árbol Neem se propaga naturalmente por semillas; los frutos cuando están maduros caen al suelo pudiendo germinar si las condiciones son adecuadas, siendo su capacidad de germinación muy alta durante las primeras 4 semanas, descendiendo luego rápidamente. Los frutos empiezan a aparecer cuando el árbol alcanza una edad de 3 a 5 años, hasta los 10 años la producción de frutos no es rentable. (Sánchez, R. 2007).

6.1.3 Clasificación Científica

Dentro de la representación botánica, se describe- de corteza gris, o gris oscura, áspera, café rojiza en su interior, de hojas compuestas imparipinadas alternas de 20 a 38 centímetros de largo, y provistas de 8 a 19 foliolos alternados u opuestos, ovalo-lanceolados, oblicuos o subfalciformes, falciforme-lanceolados, brillantes,, las flores son blancas o amarillo-pálido, pequeñas, olorosas, numerosas en largas panículas axiales, hermafroditas (ver figura 1) el fruto es una drupa pequeña, indehiscente en forma de nuececilla, verdes, amarillas cuando maduran, aromático, oblongo u ovoide-oblongo, de 1,3 a 1,8 centímetros de largo, con una sola semilla exalbuminosa (Muños, 2001).

Según recopilación de Parrotta, 1995, Muños, 2001 y Biswas et al., 2002.

Reino _____ Vegetal.
División _____ Embriofitas
Subdivisión _____ Angiospermas.
Clase _____ Dicotiledóneas.
Orden _____ Rutales.
Suborden _____ Rutinae.
Familia _____ Meliáceas.
Subfamilia _____ Melioideae
Genero _____ Azadirachta.

6.1.4 Sustancias identificadas en las hojas de Neem

Un sin número de compuestos han sido identificados en las hojas a partir de extractos fitoquímicos usando solventes de diferentes polaridades entre los que se encuentra:

Vilasina-3-acetil-7-tigloil-lactona, 3-desacetil-3-cinnamoil-azadiractina, 3-deacetil-salanina, 6-desacetilnimbinena, ASH, Azadiractina-A, nimbina, salinina, Beta-sitosterol, Calcio, Carbohidratos, Fibra, Hiperósido, Isoazadirolide, Magnesio, Nimbaflavona, Nimbadiol, Fosforo, Proteínas, Quercetina, Quercitrina, Rutina, y Vilasanin entre otros. (Williams et al, 2007).

El Neem contiene cientos de compuestos químicos, de especial interés, los Terpenoides, compuestos por C,H y O., la presencia del oxígeno hace esos compuestos más solubles en agua, metanol o etanol que en hexano, gasolina u otros solventes similares.

Actualmente se conoce la existencia de unos 100 terpenoides. En el Neem, el más activo es la azadiractina de la que existen varios tipos que varían desde la Azadiractina A a la Azadiractina K (Angulo, et al, 2004).

Entre los principales compuestos bioactivos del Neem se encuentra, nimbinina, nimbidato de sodio, nimbolida, gedunina, azadiractina, ácido gálico, margolona y polisacáridos. Tiene además características destacables como resistencia a algunos insectos por tratarse de una mezcla de componentes bioactivos. (Salazar y pariacote, 2004).

Debido a que la planta (*Azadirachta indica*) solo fructifica en determinado periodo del año abril-mayo-junio sería de gran ayuda aprovechar su forrajes, la cual ya no sería óbice para extraer el principio activo durante todo el año.

Realmente, los primeros trabajos sobre la química del Neem se hicieron en la India en los años 20, con el aislamiento de un ácido en el aceite de Neem al que se llamó ácido margósico. Desde los primeros estudios del Dr. Siddiqui en 1942, más de 100 componentes terpenoides, la mayoría de los tetranotriterpenoides, diterpenoides, triterpenoides, pentanotriterpenoides, hexanotriterpenoides y algunos compuestos no terpenoides han sido aislados de varias partes del árbol. Existen muchos más compuestos activos en el árbol del Neem. De las hojas se pueden aislar varias moléculas como un flavonoide, polifenólico llamado quercetina, un β - sitosterol, el nimbosterol, nimbina y otros liminoides, como lanimocinolida e isonimocinolida. (Osuna, .E. 2000.)

6.1.4.1 Componentes Químicos

Limonoides

Los Limonoides son fitoquímicos, abundantes en frutos de cítricos y otras plantas de las familias Rutaceae y Meliaceae. Los limonoides están bajo investigación por una amplia variedad de efectos terapéuticos tales como antivirales, antifúngicos, antibacterianos, antineoplásicos y antimaláricos. Ciertos limonoides son insecticidas tales como la azadiractina del árbol de neem.

Son una subclase de terpenos (d-limoneno, pineno, eucalitol). Químicamente consisten de variaciones de la estructura del núcleo de la furanolactona. La estructura prototipo consiste de 4 anillos de seis miembros y un anillo furano. Los limonoides son clasificados como tetranortriterpenos.

Los frutos de cítricos contienen los limonoides limonina, nomilina y ácido nomilínico, mientras que semillas y hojas del árbol de neem contienen el limonoide azadiractina, aunque las concentraciones más altas están en las semillas.

Los limonoides amargos de las frutas de cítricos, obacunona y limonina, poseen efectos quimiopreventivos en la carcinogénesis inducida de colon de ratas. (Roy, A. Saraf, S. 2006).

Terpenoides

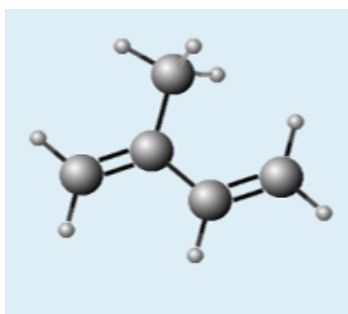


Figura N° 1. Estructura Molecular del Isopreno, la unidad química de los Terpenoides.

Los Terpenoides, algunas veces referidos como isoprenoides, son una vasta y diversa clase de compuestos orgánicos similares a los terpenos. El nombre proviene que los primeros miembros de esta clase fueron derivados del aguarrás “turpentine” en inglés, “terpentin” en alemán. Los terpenoides pueden verse como formados por unidades de 5-carbono isopreno

(pero el precursor es el isopentenildifosfato), ensambladas y modificadas de muchas maneras diferentes, siempre basadas en el esqueleto del isopentano. La mayoría de los terpenoides tiene estructuras multicíclicas, las cuales difieren entre sí no sólo en grupo funcional sino también en su esqueleto básico de carbono. Los monómeros generalmente son referidos como “unidades de isopreno” porque la descomposición por calor de muchos terpenoides da por resultado ese producto; y porque en condiciones químicas adecuadas, se puede inducir al isopreno a polimerizarse en múltiplos de 5 carbonos, generando numerosos esqueletos de terpenoides. Por eso se relaciona a los terpenoides con el isopreno, si bien se sabe ya desde hace más de 100 años que el isopreno no es el precursor biológico de esta familia de metabolitos. (Croteau, T. Kutchan, N. Lewis. G. 2000).

Estos lípidos se encuentran en toda clase de seres vivos, y son biosintetizados en las plantas, donde son importantes en numerosas interacciones bióticas (Goodwin 1971). En las plantas los terpenoides cumplen muchas funciones primarias: algunos pigmentos carotenoides son formados por terpenoides, también forman parte de la clorofila y las hormonas giberelina y ácido abscísico. Los Terpenoides también cumplen una función de aumentar la fijación de algunas proteínas a las membranas celulares, lo que es conocido como isoprenilación. Los esteroides y esterolés son producidos a partir de terpenoides precursores.

Los terpenoides de las plantas son extensamente usados por sus cualidades aromáticas. Juegan un rol importante en la medicina tradicional y en los remedios herbolarios, y se están investigando sus posibles efectos antibacterianos y otros usos farmacéuticos. Están presentes, por ejemplo, en las esencias del eucalipto, los sabores del clavo y el jengibre. También en el citral, mentol, alcanfor, y los cannabinoides. La biosíntesis de los terpenoides en las plantas es a través de la vía del ácido mevalónico. (Goodwin, T. 1971)

6.1.4.1.1 Clasificación de los Terpenoides

Los terpenos son hidrocarburos que pueden verse como una combinación de numerosas unidades isopreno, por lo general unidas de forma cabeza-cola, pero también pueden darse combinaciones cabeza-cabeza y algunos compuestos están formados por uniones cabeza-medio. Los terpenoides pueden ser considerados como terpenos modificados donde grupos

metilo han sido reacomodados o removidos, o a los que se les han añadido átomos de oxígeno. Algunos autores usan el término terpeno para referirse a los terpenoides.

La clasificación de los terpenoides según su estructura química, es similar a la de los terpenos, los cuales son clasificados en base al número de unidades isoprenopresentes y en el caso de los triterpenoides, si están ciclados. Se los clasifica en:

- Hemiterpenoides.

Los terpenoides más pequeños, con una sola unidad de isopreno. Poseen 5 carbonos. El hemiterpenoide más conocido es el isopreno, un producto volátil que se desprende de los tejidos fotosintéticamente activos.

- Monoterpenoides.

Terpenoides de 10 carbonos. Llamados así porque los primeros terpenoides aislados del aguarrás en los 1850s, fueron considerados la unidad base, a partir de la cual se hizo el resto de la nomenclatura. Los monoterpenos son mejor conocidos como componentes de las esencias volátiles de las flores y como parte de los aceites esenciales de hierbas y especias, en los que ellos forman parte de hasta el 5 % en peso de la planta seca.

- Sesquiterpenos o sesquiterpenoides:

Terpenoides de 15 carbonos (es decir, terpenoides de un monoterpenoide y medio). Como los monoterpenoides, muchos sesquiterpenoides están presentes en los aceites esenciales. Además muchos sesquiterpenoides actúan como fitoalexinas, compuestos antibióticos producidos por las plantas en respuesta a la aparición de microbios, y como inhibidores de la alimentación (“antifeedant”) de los herbívoros oportunistas. La hormona de las plantas llamada ácido abscísico es estructuralmente un sesquiterpeno, su precursor de 15 carbonos, la xantosina, no es sintetizada directamente de 3 unidades isopreno sino producida por un “cleavage” asimétrico de un carotenoide de 40 unidades.

- Diterpenoides.

Terpenoides de 20 carbonos. Entre ellos se incluye el fitol, que es el lado hidrofóbico de la clorofila, las hormonas giberelinas, los ácidos de las resinas de las coníferas y las especies de legumbres, las fitoalexinas, y una serie de metabolitos farmacológicamente importantes, incluyendo el taxol, un agente anticáncer encontrado en muy bajas concentraciones (0,01% de peso seco) en la madera del tejo (“yew”), y forskolina, un compuesto usado para tratar el glaucoma. Algunas giberelinas tienen 19 átomos de carbono por lo que no son consideradas diterpenoides porque perdieron un átomo de carbono durante una reacción de “cleavage”.

- Triterpenoides.

Terpenoides de 30 carbonos. Son por lo general generados por la unión cabeza-cabeza de dos cadenas de 15 carbonos, cada una de ellas formada por unidades de isopreno unidas cabeza-cola. Esta gran clase de moléculas incluye a los brassinoesteroides, componentes de la membrana que son fitoesteroles, algunas fitoalexinas, varias toxinas y “feeding deterrents”, y componentes de las ceras de la superficie de las plantas, como el ácido oleanólico de las uvas.

- Tetraterpenoides.

Terpenoides de 40 carbonos (8 unidades de isopreno). Los tetraterpenos más prevalentes son los pigmentos carotenoides accesorios que cumplen funciones esenciales en la fotosíntesis.

- Politerpenoides.

Los politerpenoides, que contienen más de 8 unidades de isopreno, incluyen a los “prenylated quinone electron carriers” como la plastoquinona y la ubiquinona, también poliprenoles de cadena larga relacionados con las reacciones de transferencia de azúcares (por ejemplo el dolicol), y también a enormemente largos polímeros como el “rubber”, usualmente encontrado en el látex.

- Meroterpenoides.

Así se llama a los metabolitos secundarios de las plantas que tienen orígenes sólo parcialmente derivados de terpenoides. Por ejemplo, tanto las citokininas como numerosos fenilpropanoides contienen cadenas laterales de un isoprenoide de 5 carbonos. Algunos alcaloides, como las drogas anticáncer vincristina y vinblastina, contienen fragmentos terpenoides en sus estructuras. Además algunas proteínas modificadas incluyen una cadena lateral de 15 o 20 carbonos que es un terpenoide, que es el que ancla la proteína a la membrana.

- Esteroides.

Triterpenos basados en el sistema de anillos ciclopentanoperhidrofenantreno (“cyclopentane perhydro-phenanthrene ring system”). Buchanan et al. No los consideran terpenoides.

6.1.4.2 Terpenoides con poder biocida presentes en el árbol del Neem

Hasta ahora, al menos nueve triterpenos del neem han demostrado una habilidad para impedir el crecimiento en los insectos, afectando a un número de especies que incluyen algunas de las plagas más mortíferas para la agricultura y la salud humana. Son los componentes **azadiractina**, **salannina**, **melantriol**, **nimbina** y **nimbidina**, los más conocidos y por ahora al menos, parecen ser los más significativos. (Judd, W. Campbell, C. 2002).

Azadiractina:

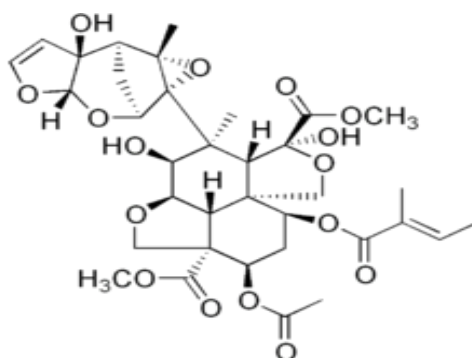


Figura N° 2. Estructura molecular de la Azadiractina.

La Azadiractina es un compuesto químico que pertenece a los limonoides. Es un metabolito secundario presente en las semillas del árbol de Nim o margosa. La fórmula molecular es $C_{35}H_{44}O_{16}$.

Inicialmente se descubrió que tenía actividad como inhibidor de la alimentación en la langosta del desierto (*Schistocerca gregaria*). Actualmente se sabe que afecta a más de 200 especies de insectos, actuando principalmente como un disruptor en la alimentación y crecimiento, y como tal posee considerable toxicidad hacia los insectos (DL_{50} (*S. littoralis*): 15 $\mu\text{g/g}$). Cumple con muchos de los criterios necesarios para un insecticida natural si es para reemplazar a los compuestos sintéticos. La azadiractina es biodegradable (se degrada dentro de las 100 horas una vez expuesta a la luz y agua) y tiene muy baja toxicidad para mamíferos (la DL_{50} en ratas es $>3.540\text{mg/kg}$ haciéndolo prácticamente no tóxico). (Gemma E. 2007).

Es el principal agente de la planta a la hora de combatir los insectos. Normalmente se encuentra en la semilla en proporciones del 0,1 al 0,9 %. Dosis de 30-60 g/h de este componente son suficientes para controlar diversos tipos de plagas chupadoras y masticadoras. La azadiractina está constituida por al menos nueve isómeros estrechamente relacionados, nombrados de la A a la K. Los tipos A y B de azadiractina son los que se presentan en mayor cuantía. Se piensa que el 83 % de la azadiractina natural es de tipo A y el 16 % es de tipo B. El resto lo constituyen las variaciones de C a K, por lo que al aislar la azadiractina se detectaban 4 isómeros amorfos con actividad biológica similar. Para muchos autores la mayoría de los efectos antihormonales y antialimentarios del Neem son debido a la azadiractina. De hecho se considera que del 72 al 90 % de la actividad biológica del Neem es debida al contenido en azadiractina, (William Quarters, 1994). Es estructuralmente parecido a las ecdisonas (hormonas que se encuentran en los insectos y que controlan el proceso de metamorfosis del insecto desde el estado de larva hasta que llega a ser adulto).

Esta materia activa no mata insectos, al menos no inmediatamente, sino que en lugar de ello, repele y destruye su crecimiento y reproducción. Los últimos 20 años de investigación han mostrado que es uno de los más poderosos reguladores de crecimiento y frenador de la alimentación que se ha probado. Repele y reduce la alimentación de muchas especies de plagas de insectos así como de algunos nemátodos. Algunos autores demostraron una reducción en la síntesis de ecdisona al aplicar el principio activo. Otros autores (Rembold et

al., 1984), sugieren que la azadiractina interviene en el sistema neuroendocrino para controlar la síntesis de la hormona ecdisona y juvenil. (Sánchez, R. 2007)

La azadiractina aparece por tanto como una materia activa de origen natural que resulta bastante eficaz; de hecho, es tan potente que una simple señal de su presencia previene a algunos insectos de incluso tocar las plantas. No obstante se han mostrado algunas limitaciones sobre todo debido al efecto de los rayos ultravioletas sobre esta sustancia que aceleran su degradación. El efecto residual dura unos cinco días, aunque los efectos juvenoides, es decir sobre el crecimiento, pierden su actividad normalmente después de uno o dos días bajo condiciones de campo. (Warthen, J.1989)

Meliantriol

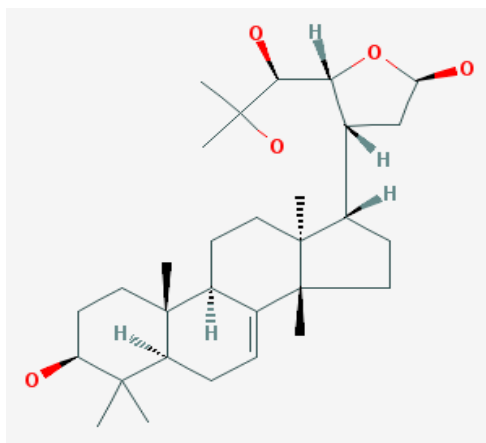


Figura N° 3.Estructura Molecular Del Meliantriol

Fue aislado por primera vez por Lavie en 1967. Su estructura es también muy complicada al igual que la de la azadiractina. Este compuesto actúa también como inhibidor de la alimentación. Hace posible que en concentrados extremadamente bajos, los insectos cesen de comer. Además también actúa sobre el crecimiento de los insectos y afecta también a nematodos.

La demostración de su habilidad para prevenir el mascado de las langostas en los cultivos, fue la primera prueba científica del uso tradicional del Neem para el control de insectos en los cultivos de La India. (Tovar, H. 2000).

Salannina.

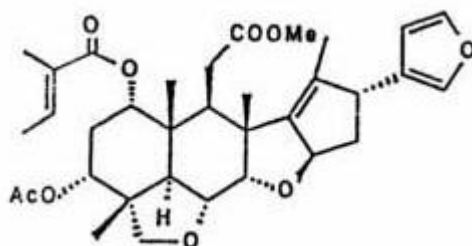


Figura N° 4. Estructura Molecular De La Salannina

Fue la tercera materia activa aislada del Neem. Estudios indican que este compuesto inhibe también, poderosamente la alimentación, pero no influye en los distintos cambios hasta que los insectos no llegan a ser adultos. Se probó su poder en laboratorio contra varios tipos de plagas, (langosta migratoria, trepadora roja de California, el escarabajo rayado del pepino, el escarabajo japonés y la mosca doméstica), en todos los casos se demostró su alto poder inhibidor de la alimentación. (Cohen, E. Quistad, G. Casida, J. 1996)

Nimbina y Nimbidina

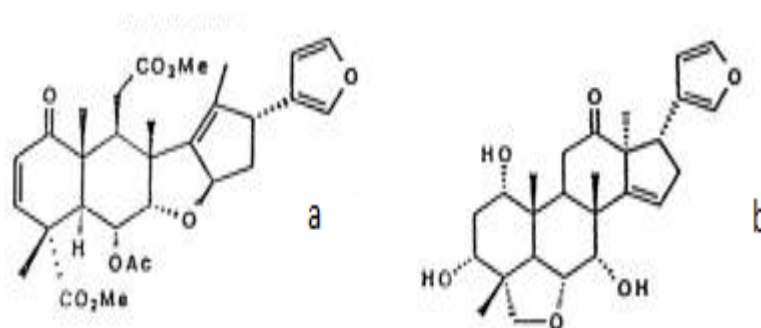


Figura N°5. Estructura molecular de Nimbina (a) y Nimbidina (b).

Estos compuestos han demostrado su actividad sobre el Virus X de la Patata, Vaccinia virus, y sobre el virus de las enfermedades venéreas de las aves. La Nimbidina es el componente primario de principios amargos, que se produce cuando las semillas de Neem son sometidas a un proceso de extracción con alcohol. Esto ocurre en cantidades bastante grandes; sobre el 2 % del núcleo.

6.1.5 ¿Que tan seguro es el Neem?

El Neem es una de las hierbas más ancestrales y usada en la tierra, pero las investigaciones científicas de sus propiedades hasta hace poco se están realizando. Estos estudios están encaminados a conocer la eficacia del Neem para combatir enfermedades y se han ido encontrando nuevos usos para este árbol, la semilla, la corteza y las hojas tienen compuestos con usos antisépticos, antivirales, antipiréticos, antiinflamatorios. (Lilia, M. 2008).

El árbol del Neem ha sido altamente utilizado en la India desde hace miles de años, ellos utilizan la corteza, la raíz, las hojas, el fruto, las semillas, para tratar diversas enfermedades, y no solo le dan usos medicinales, sino que el Neem ya forma parte de su vida cotidiana, puesto que lo utilizan como especia en sus comidas, le dan uso en la agricultura con productos como pesticidas, fertilizantes, en su higiene personal al utilizar diversos productos como jabones, shampoo, talco entre otros. (Garg, S. 2008).

Su extenso uso en la India es la primera evidencia de la seguridad del Neem, esta evidencia nos la dan los animales y los seres humanos, las hojas se las comen los animales, la fruta por las aves y también por los humanos, esta fruta es muy querida por los niños de África, las semillas, la fruta y la hojas se utiliza en la India como condimento amargo para algunas comidas picantes (Ketkar 1976). Mucha gente acostumbra a comer semillas de la fruta después de la comida para ayudar a la digestión y matar las bacterias de la boca. Se han realizado estudios sobre la toxicidad de Neem y los resultados fueron que las hojas y la corteza tienen muy poca toxicidad cuando son tomadas por vía oral, incluso el neem está avalado por las autoridades de la India para su empleo en preparados medicinales, además las concentraciones altas no son tolerables por su amargor. (Lilia, M. 2008)

Según Theophrastus Bombastus von Hohenheim, llamado Paracelso; *Alle Dinge sind ein Gift und nichts ist ohne Gift. Allein die Dosis macht, daß ein Ding kein Gift ist.* ("Todo es veneno, nada es sin veneno. Sólo la dosis hace el veneno").

Según la observación de Paracelso, todas las sustancias son tóxicas a dosis altas, como el agua, el oxígeno y las vitaminas. Los venenos son sustancias nocivas a dosis o concentraciones muy bajas.

6.1.6 Extracción Fitoquímica

Los extractos son preparaciones concentradas de consistencia líquida, sólida o intermedia, obtenidos por agotamiento en frío o caliente de productos de origen animal o vegetal con disolventes permitidos, los que posteriormente podrían ser eliminados o no. (Guevara, 2002).

Los métodos de extracción del material vegetal deben obedecer a la naturaleza química de las sustancias presentes en la planta y al propósito de la investigación.

Los métodos de extracción se basan en las diferentes solubilidades de los diversos compuestos encontrados en el material vegetal, así, para sustancias de baja polaridad se utilizan solventes como el éter de petróleo y cloroformo. Para sustancias de mediana polaridad y alta polaridad el acetato de etilo, etanol y acetona (Torrenegra, 1983).

6.1.7 Extracción por Arrastre con Vapor

La destilación por arrastre con vapor también se emplea con frecuencia para separar aceites esenciales de tejidos vegetales. Los aceites esenciales son mezclas complejas de hidrocarburos, terpenos, alcoholes, compuestos carbonílicos, aldehídos aromáticos y fenoles y se encuentran en hojas, cáscaras o semillas de algunas plantas.

En el vegetal, los aceites esenciales están almacenados en glándulas, conductos, sacos, o simplemente reservorios dentro del vegetal, por lo que es conveniente desmenuzar el material para exponer esos reservorios a la acción del vapor de agua. (Cerpa, M. 2007).

6.2.1 Avena (*Avena Sativa*)

Avena es un género de plantas de la familia de las poáceas, utilizada como alimento y como forraje para los animales. Es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas. Las especies más cultivadas son Avena sativa y Avena byzantina, en ese orden. (Rada P, et al 2005).

Es rica en proteínas de alto valor biológico, grasas y un gran número de vitaminas y minerales. Es el cereal con mayor proporción de grasa vegetal, un 65% de grasas no saturadas y un 35% de ácido linoleico. También contiene hidratos de carbono de fácil absorción, además de sodio, potasio, calcio, fósforo, magnesio, hierro, cobre, cinc, vitaminas B1, B2, B3, B6 y E. Además contiene una buena cantidad de fibras, que no son tan importantes como nutrientes pero que

contribuyen al buen funcionamiento intestinal. La avena también contiene pequeñas cantidades de gluten, por lo que no puede ser utilizada como cereal alternativo para la dieta de los celíacos. (Silva G. 2012).

Es una planta de raíces reticulares, potentes y más abundantes que en el resto de los cereales. Su tallo es grueso y recto con poca resistencia al vuelco, su longitud puede variar de 50 cm a un metro y medio. Su hojas son planas y alargadas, con un limbo estrecho y largo de color verde oscuro. Sus flores se presentan en espigas de dos o tres de ellas. (Alzate et al 2004).

6.2.2 Clasificación Científica

Clasificación científica (Watson L y Dallwitz M, 2008).

Reino: _____ Plantae
División: _____ Magnoliophyta
Clase: _____ Liliopsida
Orden: _____ Poales
Familia: _____ Poaceae
Subfamilia: _____ Pooideae
Tribu: _____ Aveneae
Género: _____ Avena L.

6.2.3 Historia de la Avena

Por los restos arqueológicos encontrados se sabe que el cultivo de la avena se remonta a la edad del bronce y se sitúa en la Europa central. La avena fue considerada al principio como simple maleza, y convivió junto con otros cereales como el trigo y la cebada durante mucho tiempo. Probablemente una mutación de la avena salvaje originó que se cultivase para su consumo en Asia menor y en el sudeste de Europa. Mientras las civilizaciones o pueblos del norte de Europa consumían avena, sus vecinos del sur, los romanos y los griegos, se reían por ello. Sin embargo, tanto los romanos como los griegos utilizaban la avena para alimentar al ganado y a los caballos. (Alzate et al 2004).

Algo similar sucedió en Gran Bretaña, mientras los ingleses daban de comer a sus caballos avena, los escoceses se alimentaban con gachas y copos de avena.

En la actualidad, cada día más, la comunidad médica recomienda el consumo de cereales y entre ellos el consumo de la avena, la razón principal es porque ayuda a combatir el colesterol, enfermedades cardiovasculares y problemas estomacales.

Los principales países que cultivan avena son Rusia, Canadá, EEUU, Finlandia, Polonia y Escocia, entre otros. Aunque su cultivo continúa siendo principalmente para alimentar el ganado y las aves. El consumo humano de avena, es muy pequeño todavía comparándolo con otros cereales. La avena se consume principalmente como copos y salvado de avena en los cereales del desayuno. También se pueden encontrar panes y harinas de avena en algunos países. (Diego, 1940)

6.2.4 Valor Nutricional

La avena es uno de los cereales más nutritivos. Es el cereal que más aminoácidos esenciales contiene, principalmente la Lisina. Además contiene una buena proporción y cantidad de ácidos grasos esenciales, comparado con el resto de cereales. La avena también es muy rica en fibra. (Martínez, 2000).

Las personas que realizan un gran esfuerzo físico y las personas que desean adelgazar, tienen en el cereal de la avena un gran aliado, ya que sus hidratos de carbono se metabolizan lentamente en el hígado aportando la glucosa necesaria para no tener la sensación de pérdida de energía.

A diferencia de otros cereales, la avena siempre se consume en su forma integral, el motivo es porque el salvado y el germen están unidos al grano. Por eso, la avena contiene más vitaminas, minerales y fibra que los demás cereales. (Rada P, et al 2005)

- La avena contiene Avenina y trigonelina. La avenina ayuda a reducir la ansiedad y el insomnio. Mientras que la trigonelina es estimulante y combate la fatiga.
- La avena contiene ácidos grasos esenciales. Al tener ácido linoleico ayuda a prevenir y disminuir los niveles de colesterol. Además la avena contiene Lecitina y avenasterol que también ayudan a reducir el colesterol y prevenir posibles problemas cardiovasculares.
- El sistema nervioso del organismo se ve favorecido al contener avenina.

- La fibra de la avena y el contenido de betaglucanos mejora el sistema digestivo, previniendo enfermedades como la gastritis, la diarrea, pirosis, estreñimiento, etc.
- La avena contiene pequeñas cantidades de gluten. Las personas celiacas no suelen empeorar al consumir avena, pero el grano de la avena suele guardarse en los mismos graneros que se guarda el trigo, por lo que no es de extrañar que contenga restos de trigo. (Colbert, 2003).

6.2.5 Composición nutricional de la Avena

Por cada 100 gramos aproximadamente contiene: (Flores, 2010)

Hidratos de carbono. 66,3g

Fibra. 10,6g

Proteínas. 16,9g

Azúcares.

Ácidos grasos totales. 6 g

Ácidos grasos saturados (AGS). 1,2g

Ácidos grasos mono insaturados (AGM). 2,2g

Ácidos grasos poli insaturados (AGP). 2,5g

Omega-3. 1,1mg

Omega-6. 2424mg

6.3.1 La Leche

La leche es una secreción nutritiva de color blanquecino opaco producida por las glándulas mamarias de las hembras (a veces también por los machos) de los mamíferos (incluidos los monotremas). Esta capacidad es una de las características que definen a los mamíferos. La principal función de la leche es la de nutrir a los hijos hasta que son capaces de digerir otros alimentos. Además cumple las funciones de proteger el tracto gastrointestinal de las crías contra patógenos, toxinas e inflamación y contribuye a la salud metabólica regulando los procesos de obtención de energía, en especial el metabolismo de la glucosa y la insulina.(Spreer E, 2003).

6.3.2 Historia de la leche

El consumo humano de la leche de origen animal comenzó hace unos 11.000 años con la domesticación del ganado durante el llamado óptimo climático. Este proceso se dio en especial en oriente medio, impulsando la revolución neolítica. El primer animal que se domesticó fue la vaca, a partir del *Bos primigenius*, después la cabra, aproximadamente en las mismas fechas, y finalmente la oveja, entre 9000 y 8000 a. C. (ver apartado siguiente). Existen hipótesis, como la del genotipo ahorrador, que afirman que esto supuso un cambio fundamental en los hábitos alimentarios de las poblaciones cazadoras-recolectoras, que pasaron de alimentarse con ingestas abundantes pero esporádicas a recibir aportes diarios de carbohidratos. (Amiot, J. et al 2007).

Respecto a la capacidad de los adultos para tolerar los productos lácteos sin fermentar, en especial la leche, se han esgrimido varias hipótesis. Una de ellas es que el gen responsable de la *lactasa* (enzima que hidroliza la lactosa), un gen raro y poco frecuente en las poblaciones europeas del Neolítico, posiblemente se ha conservado como consecuencia de incluir los productos lácteos en la alimentación humana. Habría aparecido hace 7.500 en una zona centrada alrededor de la actual Hungría, y aunque este gen compensaría la deficiente síntesis de vitamina D en latitudes septentrionales, éste no parece un factor imprescindible para su aparición. (Spreer E, 2003).

Durante la Edad Antigua y la Edad Media, la leche era muy difícil de conservar y, por esta razón, se consumía fresca o en forma de quesos. Con el tiempo se fueron añadiendo otros productos lácteos como la mantequilla. La revolución industrial en Europa, alrededor de 1830, trajo la posibilidad de transportar la leche fresca desde las zonas rurales a las grandes ciudades gracias a las mejoras en los transportes. Con el tiempo, han ido apareciendo nuevos instrumentos en la industria de procesado de la leche. Uno de los más conocidos es el de la pasteurización, sugerida para la leche por primera vez en 1886 por el químico agrícola alemán Franz von Soxhlet. Estas innovaciones han conseguido que la leche tenga un aspecto más saludable, unos tiempos de conservación más predecibles y un procesado más higiénico. (Luquet F, 2009).

6.3.3 Valor Nutricional

Su diversificada composición, en la que entran grasas (donde los triglicéridos son la fracción mayoritaria con el 98% del total lipídico y cuyos ácidos grasos que los forman son mayormente saturados), proteínas, (caseína, albúmina y proteínas del suero) y glúcidos (lactosa, azúcar específica de la leche), la convierten en un alimento completo. Además, la leche entera de vaca es una importante fuente de vitaminas (vitaminas A, B, D3, E). La vitamina D es la que fija el fosfato de calcio a dientes y huesos, por lo que es especialmente recomendable para niños. El calostro es un líquido de color amarillento, rico en proteínas y anticuerpos, indispensables para la inmunización del recién nacido. A pesar de ello, no tiene aplicación industrial. (Alaís, C. 1971).

6.3.4 Composición nutricional de la Leche por cada 100 ml.

Agua (ml) 88	Riboflavina (B2) (mgr) 0,18
Energía (Kcal) 65,00	Riboflavina (B2) (mgr) 0,18
Carbohidratos (gr) 5,00	Ácido ascórbico (C) (mgr) 1,80
Proteínas (gr) 3,30	Tiamina (B1) (mgr) 0,04
Lípidos (gr) 3,70	Ácido fólico (microgr) 5,00
Colesterol (mgr) 14,00	Cianocobalamina (B12) (microgr) 0,30
Sodio (mgr) 50,00	Fibra vegetal (gr) 0,00
Potasio (mgr) 140,00	Ácidos Grasos Poliinsaturados (gr) 0,10
Calcio (mgr) 121,00	Ácidos Grasos Monoinsaturados (gr) 0,95
Fósforo (mgr) 95,00	Ácidos Grasos Saturados (gr) 0,00
Hierro (mgr) 0,10	Ácido Linoleico (gr) 0,05
Retinol (mg) 48,00	

(Gresti et al., 1993).

6.4.1 Avena Líquida

Segun la NTC 5246 la Bebida láctea con avena pasteurizada es una mezcla de leche, leche en polvo, agua, avena, edulcorantes y saborizantes naturales o artificiales y estabilizantes, sometida a una adecuada relación de tiempo y temperatura para destruir la flora patógena y casi la totalidad de su flora banal, sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo, ni sus características fisicoquímicas y organolépticas. Las condiciones mínimas de pasteurización

son aquellas que tienen efectos bactericidas equivalentes al calentamiento de cada partícula a 72 °C por 15 s (pasteurización de flujo continuo) o a 63 °C por 30 min (pasteurización discontinua).

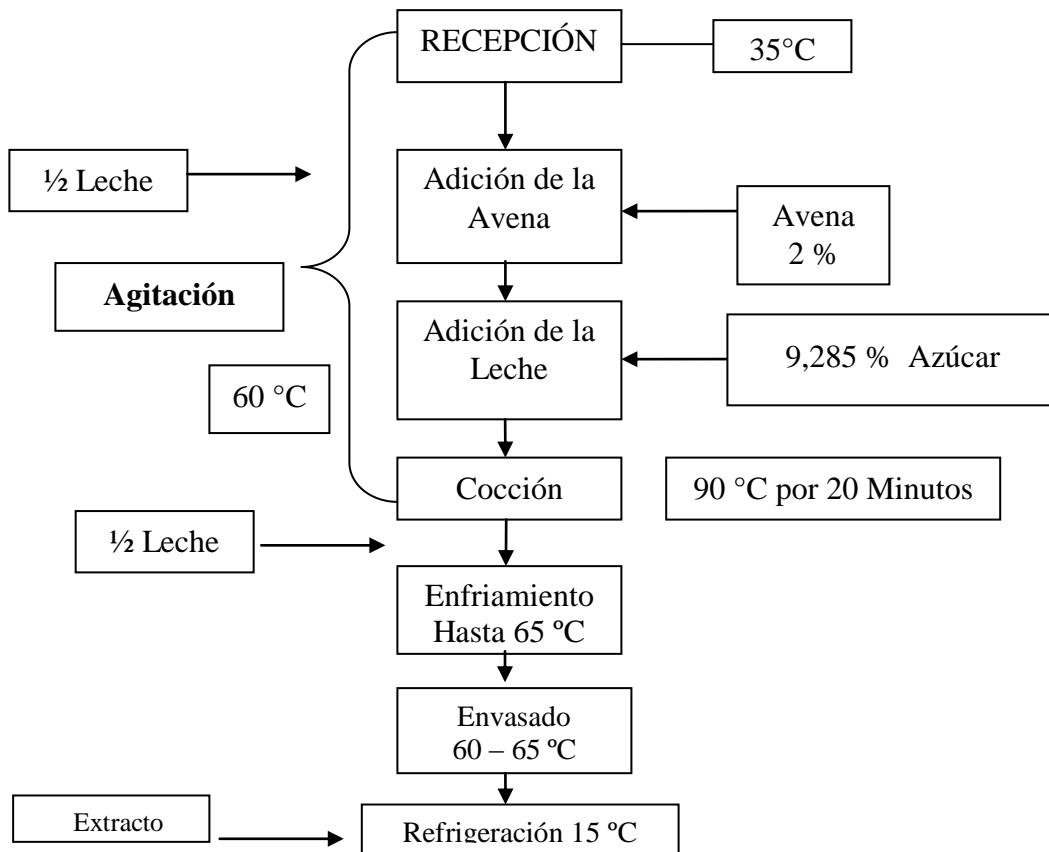
6.4.2 Especificaciones del Producto

La NTC 5246 establece que la bebida láctea con avena debe tener como ingrediente de elaboración, mínimo 50 % de leche fluida y mínimo 3 % de avena (hojuela, molida, o en grano). La bebida láctea con avena debe mantenerse sin alteración, estable y debe conservar buena calidad hasta el término de su vida útil. Las características sensoriales sabor, aroma y color deben ser las propias del producto. No debe presentar separación de fases, partículas quemadas o extrañas, residuos de materiales vegetales diferentes a la de la avena

6.4.3 Aporte nutricional de la Avena Líquida

La avena además de su carácter nutritivo presenta propiedades funcionales relacionadas con la reducción de niveles de colesterol asociados a los LDL y la atenuación de las respuestas de glucosa e insulina en sangre. La fibra soluble, concretamente el Beta glucano presente en el salvado, la avena integral y la avena prensada, parece ser responsable de estos efectos (Hernández y Ruiz, 2010).

6.4.4 Diagrama de Flujo para la elaboracion de la Avena Líquida



6.4.5

Ficha Técnica de la avena líquida.

NOMBRE DEL PRODUCTO	AVENA LÍQUIDA	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Bebida láctea a partir de la leche fresca líquida con adición de avena en polvo u ojuelas, con la mezcla de ingredientes como azúcar. Leche en polvo entre otros, es un producto pasteurizado nutritivo porque aporta nutrientes como el calcio, fósforo que ayuda al fortalecimiento de los huesos y dientes sanos.	
LUGAR DE ELABORACIÓN	Producto elaborado en las plantas pilotos del Programa de Ingeniería de Alimentos de la Universidad de Cartagena.	
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	Carbohidratos	17%
	Proteínas	4%
	Lípidos-grasa	4%
	Minerales	1%
	Agua	74%
	Calorías aportadas por 100g	90
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	Debe estar libre de materias y sabores extraños, debe poseer un color blanco invierno uniforme con una consistencia líquida, semiviscosa y olor y sabor Característicos.	
REQUISITOS MINIMOS Y NORMATIVIDAD	NTC 5246 – Productos Lácteos. Bebida Láctea con Avena. Establece los requisitos y ensayos que debe cumplir la bebida láctea con avena obtenida por cualquiera de los medios de higienización.	
CONSIDERACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO	Se almacenara las muestras en la planta piloto de lácteos del programa de Ingeniería de alimentos a una temperatura de 15 °C.	

7.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente existen un crecimiento en el consumo de productos hechos a base de avena, debido a que esta ayuda al sistema digestivo gracias a la fibra soluble e insoluble que posee, entre otras razones, posee un efecto positivo en la sangre al disminuir los niveles de colesterol (Behall et al 1997).

La avena es uno de los cereales más completos. Por sus cualidades energéticas y nutritivas ha sido la base de la alimentación de pueblos y civilizaciones como la escocesa, irlandesa y algunos pueblos de las montañas Asiáticas. La avena es rica en proteínas de alto valor biológico, hidrato de carbono, grasas y un gran número de vitaminas, minerales y oligoelementos (Martensson, O. et al 2002).

Las bebidas elaboradas a partir de leche proporcionan una variedad de nutrientes como son los aminoácidos y las vitaminas esenciales para mantener la salud del ser humano; y en combinación con diferentes alimentos como la avena; mejora aún más su nivel nutricional y digestivo, proporcionando vitaminas, minerales y fibra ideales para mantener un óptimo estado de salud .

El árbol de Neem se encuentra fácilmente en la costa norte de nuestro país y es importante aprovechar los beneficios que ofrece, principalmente su poder antimicrobiano. (Khosla, P. 2000).

8. OBJETIVOS

8.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la estabilidad de la avena líquida tratada con el extracto de las hojas de Neem.

8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener el extracto de las hojas de neem utilizando la destilación por arrastre con vapor.
- Estandarizar la concentración del extracto de las hojas de neem necesarios para conservar la bebida sin afectar significativamente sus propiedades organolépticas.
- Evaluar sensorialmente la avena líquida tratada con extracto de neem.
- Determinar la vida útil de la avena líquida tratada con las diferentes concentraciones de extracto de neem.

9.

METODOLOGÍA

9.1 Enfoque de Investigación

Según la naturaleza de los objetivos en cuanto al nivel de conocimiento que se desea alcanzar, este proyecto tuvo un enfoque de investigación experimental descriptiva, con resultados que se dirigen a resolver un problema concreto, en circunstancias y características puntuales. Los ensayos y comprobaciones se realizaron de forma práctica, con ayuda de instrumentos claves, estudios bibliográficos, panelistas no entrenados y el apoyo técnico necesario.

9.2 Diseño Experimental

Para llevar a cabo la estimación del porcentaje volumen a peso del extracto obtenido en las hojas del árbol del Neem, se realizaron en base a la siguiente ecuación:

$$\% \text{ v/p del extracto de Neem} = (\text{EO} / \text{M}) \times 100$$

Donde EO es el volumen del extracto obtenido y M la masa de las hojas de neem.

9.2.1 Análisis de la variación del pH:

Para el desarrollo de esta investigación se planteó un diseño experimental unifactorial en bloques aleatorizados, para la variable respuesta pH. Los Días se tomaron como el factor bloque y las concentraciones del extracto como el motivo de estudio; es decir, 1 factor, con 3 niveles, sin repeticiones.

La determinación del pH se realizó durante 12 días, a las tres muestras para un total de 36 análisis, estos valores que fueron registrados para realizar el diseño estadístico planteado.

Concentración de extracto %v/v	Variable respuesta: pH por días											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,01	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	34
0,02	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35
0,0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36

Cuadro N° 1. Factores y niveles definitivos utilizados en el diseño.

9.2.2 Evaluación Sensorial:

Fue realizada durante los 12 días que duró el experimento, se evaluó por medio de la siguiente escala:

Escala de Evaluación Sensorial	
Característico	+
No Característico	-

Con la ayuda de 4 panelistas no entrenados, se determino si las muestras presentan un color, sabor y olor característico o no característico.

En esta etapa de la investigación se optó por escoger un diseño experimental unifactorial para la variable respuesta *Evaluación Sensorial*, de un solo factor, con 3 niveles (color, sabor y olor) y 4 repeticiones. Cada panelista realizó 36 evaluaciones para cada nivel.

Días		Evaluación Sensorial de las Muestras											
		M (Control)				M1 (0,01%)				M2 (0,02%)			
		Repeticiones				Repeticiones				Repeticiones			
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
1	Color	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
	Sabor	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
	Olor	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
2	Color	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
	Sabor	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
	Olor	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
11	Color	31	31	31	31	32	32	32	32	33	33	33	33
	Sabor	31	31	31	31	32	32	32	32	33	33	33	33
	Olor	31	31	31	31	32	32	32	32	33	33	33	33
12	Color	34	34	34	34	35	35	35	35	36	36	36	36
	Sabor	34	34	34	34	35	35	35	35	36	36	36	36
	Olor	34	34	34	34	35	35	35	35	36	36	36	36

Cuadro N° 2. Diseño evaluación Sensorial.

Estos resultados se confrontaron solamente de manera analítica con los resultados del cuadro N° 1, además permitió diseñar la Tabla N° 3, que en términos generales describe la evolución del pH y la evaluación sensorial durante los 12 días que duro la investigación.

Es claro también que las variables de interferencia como la temperatura en los bioensayos, las diferentes concentraciones, etc., fueron controladas, manteniendo un procedimiento estándar previamente determinado y cuidando que se cumplieran con las mínimas variaciones posibles. Las muestras fueron tomadas con un muestreo estadístico adecuado, como lo es el muestreo aleatorio el cual es una técnica utilizada comúnmente en donde las muestras son seleccionadas de tal manera que todas las combinaciones de unidades tienen la misma probabilidad de ser elegidas como muestra, y mantenidas en iguales condiciones, para evitar posibles efectos negativos en los resultados de la investigación.

9.3 Procedimiento Experimental

9.3.1 Recolección.

Se seleccionaron los árboles sembrados de modo ornamental situados en la zona urbana de la ciudad de Cartagena de Indias en el Departamento del Bolívar. Se recolectaron 1000 gramos de hojas de neem (*Azadirachta Indica*) en el barrio Campestre, cuyas coordenadas son 10° 22'56. 50'' Latitud Norte y 75°29'50.21'' Longitud Oeste y a una altura de 11 Msnm.

9.3.2 Acondicionamiento.

Las hojas se lavaron con 10 litros de agua a una concentración de 50 ppm de hipoclorito de Sodio, con la ayuda de un colador se retiró el agua, seguidamente las hojas fueron trasladadas en bolsas papel kraft al laboratorio de Química y Farmacia de la Universidad de Cartagena.

9.3.3 Extracción por arrastre con vapor.

En el laboratorio de Química y Farmacia se realizó la obtención del extracto por medio de arrastre con vapor, obteniéndose 0,9 ml de extracto. Se almacenó y envasó herméticamente en un tubo de ensayo a una temperatura de 4 °C.



Imagen 1: Sistema de arrastre con vapor

9.3.4 Elaboración de la avena líquida y análisis de bioensayos.

Posteriormente en las plantas piloto de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena, se preparó la avena líquida a partir de 2700 ml de Leche Entera Ciledco UHT, 54 gamos de avena en polvo marca comercial Quaker y 250,7g de azúcar refinada marca comercial Manuelita. Simultáneamente se realizó un análisis Físico-Químico a la Leche Ciledco. (ver tabla 1).



Imagen 2: Erlenmeyer con muestra de avena líquida.

El envasado se realizó en 45 frascos de vidrio de 50 ml a una temperatura entre 62 – 65 °C, dejando reposar hasta la temperatura ambiente de la planta piloto a unos 26 °C. Previamente a la adición del extracto de neem se determinó la dosis de Extracto a emplear utilizando un rango de concentraciones desde 0.2 % v/v (0,1 ml de extracto en 50 ml de avena líquida) a 0.01 % v/v (0,005 ml de extracto en 50 ml de avena líquida), con la ayuda de 2 panelistas no entrenados (ver tabla 2), y así determinar el volumen de extracto máximo a emplear que no modifique principalmente el sabor, ya que según Lilia (2008) el amargo que deja los

componentes del neem es muy considerable. Seguidamente se adicionó a cada 15 envases, el extracto de Neem correspondientes el volumen de 0.0, 0.005 y 0.01 ml obteniendo las diferentes concentraciones. Esta operación se logro por medio de inyección hermética, a través de una jeringa esterilizada de alta precisión. Las 15 unidades restantes fueron la muestra control sin dosis de extracto. Terminada esta parte se procedió a almacenar las 45 muestras totales en una nevera que permaneció en las plantas pilotos a una temperatura media de 15 °C. Diariamente se determinó con la ayuda de un potenciómetro, el pH de las muestra control y las de cada concentración, además se realizaron observaciones organolépticas de color, sabor y olor, con la ayuda de cuatro panelistas no entrenados. (Ver Tabla 3).

10.

RESULTADOS

Componentes Físicoquímicos			
Grasa	3,22 %	Sólidos no grasos	7,57 %
Densidad	1,028 g/ml	Proteína	2,87 %
Lactosa	4,35 %	Agua Adicionada	3,46 %
T. Congelación	- 0,501 °C	Sales	0.7 *
*Sales en miligramos por cada 100 gramos.			

Tabla 1. Resultados Análisis físico químicos de la leche entera Ciledco UHT.

Volumen de Extracto (ml)	[] % v/v	PANELISTA N°1			PANELISTA N°2		
		Color	Sabor	Olor	Color	Sabor	Olor
0,1	0.2	+	---	+	+	---	+
0,05	0.1	+	--	+	+	--	+
0,03	0.06	+	-	+	+	--	+
0,02	0,04	+	-	+	+	-	+
0,01	0.02	+	+	+	+	+	+
0,005	0.01	+	+	+	+	+	+
Observaciones		La bebida es muy amarga después de ingerirla, al usar 0.1 ml de extracto.			La avena líquida presenta un sabor amargo débil, después de tomarla, usando 0.02 ml.		

Tabla 2. Determinación del volumen de Extracto máximo a emplear.

(+ Característico, - No Característico).

Por consiguiente se estandarizó como concentración máxima a emplear 0.02 % v/v equivalente a []² y 0.01 % v/v como []¹.

Día	P	M				M1				M2			
		pH	color	sabor	olor	pH	Color	sabor	olor	pH	Color	Sabor	olor
1	P1	6,80	+	+	+	6,80	+	+	+	6,80	+	+	+
	P2		+	+	+		+	+	+				
	P3		+	+	+		+	+	+				
	P4		+	+	+		+	+	+				
2	P1	6,73	+	+	+	6,76	+	+	+	6,78	+	+	+
	P2		+	+	+		+	+	+				
	P3		+	+	+		+	+	+				
	P4		+	+	+		+	+	+				
3	P1	6,67	+	+	+	6,70	+	+	+	6,71	+	+	+
	P2		+	+	+		+	+	+				
	P3		+	+	+		+	+	+				
	P4		+	+	+		+	+	+				
4	P1	6,63	+	+	+	6,68	+	+	+	6,70	+	+	+
	P2		+	+	+		+	+	+				
	P3		+	+	+		+	+	+				
	P4		+	+	+		+	+	+				
5	P1	6,55	+	+	+	6,57	+	+	+	6,60	+	+	+
	P2		+	+	+		+	+	+				
	P3		+	+	+		+	+	+				
	P4		+	+	+		+	+	+				
6	P1	6,50	+	+	+	6,50	+	+	+	6,54	+	+	+
	P2		+	+	+		+	+	+				
	P3		+	+	+		+	+	+				
	P4		+	+	+		+	+	+				

Tabla 3. Evaluación del pH y características organolépticas. (P = Panelistas no entrenados, M = Muestra control, M1= Muestra [] 1, M2 = Muestra [] 2, + = Característico, - = No Característico)

Día	P	M				M 1				M2			
		pH	color	sabor	olor	pH	Color	sabor	olor	pH	color	Sabor	Olor
7	P1	6,38	+	+	+	6,41	+	+	+	6,44	+	+	+
	P2		+	+	+		+	+	+				
	P3		+	+	+		+	+	+				
	P4		+	+	+		+	+	+				
8	P1	6,30	+	+	+	6,32	+	+	+	6,36	+	+	+
	P2		+	+	+		+	+	+				
	P3		+	+	+		+	+	+				
	P4		+	+	+		+	+	+				
9	P1	6,10	+	+	+	6,14	+	+	+	6,17	+	+	+
	P2		+	+	+		+	+	+				
	P3		+	+	+		+	+	+				
	P4		+	+	+		+	+	+				
10	P1	5,59	+	-	-	5,62	+	-	-	5,66	+	-	-
	P2		+	-	-		+	-	-		+	-	-
	P3		+	-	-		+	-	-		+	-	-
	P4		+	-	-		+	-	-		+	-	-
11	P1	4,42	-	-	-	4,49	-	-	-	4,51	-	-	-
	P2		-	-	-		-	-	-		-	-	-
	P3		-	-	-		-	-	-		-	-	-
	P4		-	-	-		-	-	-		-	-	-
12	P1	4,21	-	-	-	4,25	-	-	-	4,30	-	-	-
	P2		-	-	-		-	-	-		-	-	-
	P3		-	-	-		-	-	-		-	-	-
	P4		-	-	-		-	-	-		-	-	-

Tabla 3 Continuación. Evaluación del pH y características organolépticas. (P = Panelistas no entrenados, M = Muestra Control, M1= Muestra [] 1, M2 = Muestra [] 2, + = Característico, - = No Característico)

Días	pH de las Muestras		
	M	M1	M2
1	6,80	6,80	6,80
2	6,73	6,76	6,78
3	6,67	6,70	6,71
4	6,63	6,68	6,70
5	6,55	6,57	6,60
6	6,50	6,50	6,54
7	6,38	6,41	6,44
8	6,30	6,32	6,36
9	6,10	6,14	6,17
10	5,59	5,62	5,66
11	4,42	4,49	4,51
12	4,21	4,25	4,30

Tabla N°4. Comportamiento del pH de las diferentes muestras durante los 12 días.

(M = Muestra control, M1= Muestra de [] 1, M2 = Muestra de [] 2)

Teniendo en cuenta los datos de la Tabla N° 4 se construyo una tabla para el Análisis de Varianza, utilizando statgraphics 15.1.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:CONCENTRACION	0,01985	2	0,009925	50,20	0,0000
B:BLOQUE	25,2757	11	2,29779	11621,00	0,0000
RESIDUOS	0,00435	22	0,000197727		
TOTAL (CORREGIDO)	25,2999	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.

Tabla N° 5. Análisis de varianza para pH – Suma de cuadrados Tipo III

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 0.01	*	-0,03	0,0119053
0 - 0.02	*	-0,0575	0,0119053
0.01 - 0.02	*	-0,0275	0,0119053

* indica una diferencia significativa.

Tabla N° 6. Comparación múltiple.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza.

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>CONCENTRACION</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	12	6,07333	0,00405922	X
0.01	12	6,10333	0,00405922	X
0.02	12	6,13083	0,00405922	X

Tabla N° 7. Pruebas de múltiples Rangos para pH por Concentración.

Se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

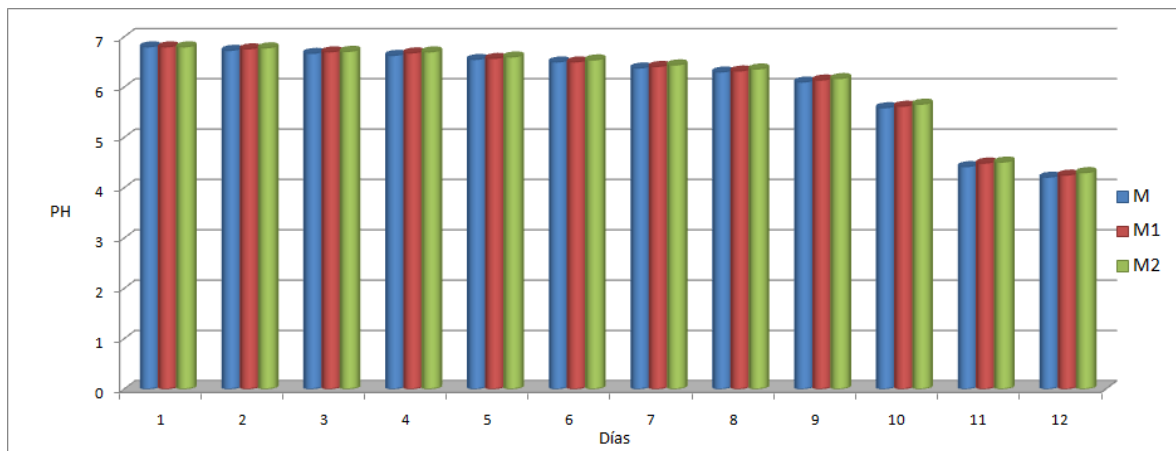


Gráfico N°1. Comportamiento gráfico del pH de las diferentes muestras durante los 12 días.

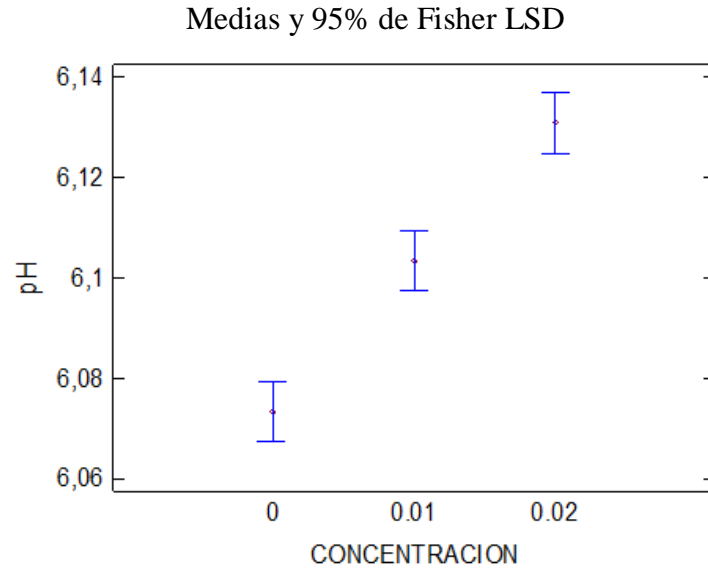


Gráfico N°2. Medias y 95.0% de Fisher LSD

10.1

CÁLCULOS

Rendimiento de la extracción por arrastre de vapor.

El volumen del extracto total obtenido a través de la destilación por arrastre de vapor fue de 0,9 ml a partir de 1000 gramos de hojas de Neem, cuyo rendimiento se calculó así:

$$(0.9 \text{ ml} / 1000 \text{ g}) \times 100 = 0.09 \% \text{ V/P}$$

Porcentaje Volumen a volumen de la muestra número 1.

Los 0.005 ml del extracto se agregan a la muestra de avena líquida con volumen de 50 ml, por ello el porcentaje es:

$$(0,005 \text{ ml} / 50 \text{ ml}) \times 100 = 0,01 \% \text{ V/V.}$$

Porcentaje Volumen a Volumen de la muestra número 2.

Los 0.01 ml del extracto se agregan a la muestra de avena líquida con volumen de 50 ml, por ello el porcentaje es:

$$(0,01 \text{ ml} / 50 \text{ ml}) \times 100 = 0,02 \% \text{ V/V.}$$

Volumen parcial del extracto total a usar en la M1.

$$0.005 \text{ ml} \times 15 \text{ envases} = 0.075 \text{ ml}$$

Volumen parcial del extracto total a usar en la M2.

$$0.01 \text{ ml} \times 15 \text{ envases} = 0.15 \text{ ml}$$

$$\text{Volumen total empleado} = 0.225 \text{ ml}$$

El propósito fundamental de esta investigación fue evaluar la estabilidad de la avena líquida tratada con el extracto de hojas de neem por medio de la comparación de dos muestras a diferentes concentraciones respecto a una muestra control.

Los resultados del análisis fisicoquímico de la leche Entera Ciledco UHT visualizados en la Tabla N°1 presentan diferencias en algunos valores en comparación a lo establecido en la Norma NTC 3856 para leche entera UHT, lo que respecta a la densidad, que resulto 1,028 g/ml, la cual debe ser mínima 1,0295 g/ml, además el porcentaje de sólidos no grasos, no deben ser inferiores a 8.2, y resulto 7.57. Esto se explica porque dicha leche contiene agua adicionada en un 3,46% resultado del análisis obtenido, que reduce el porcentaje de sólidos presentes, disminuyendo la densidad.

Las observaciones descritas en la Tabla N°2 sostienen lo ya conocido sobre el extracto de Neem, el cual por su naturaleza química, presenta amargor al consumirlo comúnmente en bebidas, es por ello que se debe emplear en bajas concentraciones, por tanto, se comprobó las afirmaciones dadas en la investigación de Lilia (2008). Por lo anterior, se determinó el volumen de extracto puro máximo a emplear, se optó por analizar sensorialmente (justo antes de agregarle el extracto a la bebida envasada) por medio de dos panelistas no entrenados, para poder determinar los volúmenes de extracto a emplear, que no modificara las tres características a evaluar (color, sabor y olor).

Los resultados de la Tabla N°2 indican que a concentraciones superiores a 0.02 % v/v se percibe un sabor amargo remanente, pero muy amargo a concentraciones de 0.2 % v/v, por consiguiente se eligió una concentración de 0.02 % v/v que fue aceptada por los panelistas no entrenados por mantener las características propias de la avena líquida, principalmente la del sabor, y 0,01% v/v esta última correspondiente a un volumen de 0.005 ml de extracto, de tal manera que permitiera obtener una diferencia secuencial, que facilite un análisis comparativo.

De acuerdo a la Tabla N°3 muestra el resultado del análisis organoléptico y la variación del pH sobre las diferentes muestras realizado durante doce días, por medio de cuatro panelistas no entrenados, los cuales evaluaron el sabor, color y olor, se determinó si la avena líquida se encontraba en perfectas condiciones para el consumo humano.

Se puede constatar que la avena fue tolerable para los panelistas hasta un pH 6.1 basados en la muestra control, ya que a valores menores (pH = 5,59 muestra control, décimo día) presenta un ligero sabor no característico desagradable, lo cual genera un rechazo por parte del consumidor. Cuando el pH bajó a 4,42 (Muestra control, Undécimo día) la caseína de la leche estaba precipitada, lo cual le daba mal aspecto al producto, esto revalida que el punto isoeléctrico de la caseína varía de 4,6 a 4,7 expresado por (Amiot. 2007).

Al precipitar la caseína, se puede notar en la tabla, que las evaluaciones del color (que durante todos los 10 días anteriores se mantenían con resultados positivos o característicos), cambia a percepciones negativas o no características, debido a la formación de fases comprendidas por las proteínas, debido a que en estas condiciones son insolubles en agua y el suero queda disuelto en la misma, y según afirma Amiot, quedan en la fase superior. Todos estos cambios alteran considerablemente la percepción del color de la avena líquida, y no permiten ver atractivo el producto.

Basados en los valores de pH de la Tabla N° 3, construimos la Tabla N°4, que nos ayudó a comparar las variaciones de pH durante los 12 días que duró la investigación, que a simple vista nos demuestra la poca variación de pH de las diferentes concentraciones respecto a la muestra control. Esto justifica los resultados sensoriales y tiempo de conservación que fueron prácticamente iguales para todas las muestras, solo si resaltar, en este punto que los pH de la muestra 2 mantuvo siempre un ligero aumento de pH respecto a la muestra 1 (menor concentración) y esta a la vez superior a la de control, pero que no son tan significativos pues todas se mantuvieron por tan solo 9 días.

La Tabla N° 4 muestra un resumen de la variación del pH de las diferentes muestras, esta permitió obtener una tabla ANOVA, la cual descompone la variabilidad de pH en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados

Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que los dos valores-P son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el pH con un 95,0% de nivel de confianza.

Finalmente hay que señalar que en la actualidad no existen trabajos relacionados a la conservación de avena líquida o bebida láctea similar empleando extracto de hojas de neem obtenida por arrastra con vapor, que permitan realizar una comparación entre las mismas, esto quizás se deba a los resultados no satisfactorios que hacen que dichas investigaciones no sean publicadas.

11.

CONCLUSIONES

Después de analizar los resultados arrojados por los análisis sensoriales y de pH en las diferentes tablas, se concluye que:

Las diferentes concentraciones de extracto de neem empleados para determinar la concentración máxima a emplear no afectaron en ningún caso las características sensoriales de color y olor de la avena líquida.

Valores superiores a la concentración de 0.02 % v/v de extracto de neem en avena líquida, presenta un sabor amargo remanente de manera proporcional, por ello se debe emplear concentraciones bajas (menor o igual a 0.02 % v/v) del extracto de neem en las mismas condiciones de esta investigación.

La avena fue tolerable para los panelistas hasta un pH 6.1 basados en la muestra control, ya que a valores menores (pH = 5,59 muestra control, décimo día) presenta un ligero sabor no característico desagradable, lo cual genera un rechazo por parte del consumidor.

Teniendo en cuenta todos estos resultados descritos en la tabla ANOVA, si existen diferencias significativas entre los valores de pH entre las diferentes concentraciones, durante los 12 días. Sin embargo el extracto de Neem no presentó resultados significativos para brindarle estabilidad a la avena líquida, esto resulta del hecho de que la muestra control y las muestras con las concentraciones de 0.02 y 0.01 % v/v presentaron un comportamiento igual en cuanto a las características organolépticas.

12.

RECOMENDACIONES

Adicionar a la avena líquida un agente que enmascare el amargor remanente, tal puede ser la Canela, para ver si es posible aumentar la dosis de extracto de Neem y si se manifieste más significativamente los principios activos de las hojas de esta planta.

Evaluar y comparar los resultados con extractos obtenidos de las otras partes de la planta, tales son las semillas y la corteza.

Adicionar el extracto de las hojas de neem, en diferentes condiciones de proceso, ajustando y controlando las variables de temperatura, para determinar si la interacción química del extracto con el producto en las diferentes condiciones de temperatura disminuyen las sensaciones amargas del extracto.

13.**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Alaís, C. 1971. Ciencia de la Leche. México, D.F., Compañía Editorial Continental.
2. Alzate et al 2004. viabilidad de un aislado nativo de lactobacillus brevis en una bebida láctea fermentada.
3. Amiot J, et al 2007. Ciencia y tecnología de la leche: principios y aplicaciones.
4. Angulo, M. et al 2004. Contenido de azadiractina A en semillas de Nim (Azadirachta Indica A. Juss) colectadas en Sinaloa, México. Revista fitotécnica Mexicana. 27 (4): 305-311.
5. Barajas, G. 2002. Neem (azadirachta indica, a. juss): Obtención de extractos y su evaluación antibacteriana e insecticida”.
6. Biswas, K. et al, 2002. Biological Activities and Medicinal Properties of Neem (Azadirachta Indica). Current science. 82(11). 1336-1345.
7. Biswas K. Chattopadhyay I, Banerjee R, Bandyopadhyay U. 2002. Biological activities and medicinal properties of neem (Azadirachta indica). Current Sciencie. (82): 1336-1345.
8. Cerpa, M. 2007. Hidrodestilación de Aceites Esenciales: Modelado y Caracterización. Tesis Doctoral, Univ. Valladolid (UVa), Difusión: <http://hydrodistiller.110mb.com/presentacion.html>.
9. Chinnasamy et al, 1993 “Estudios toxicológicos en aceite de neem desamargado”.
10. Colbert, D. 2003. Como revertir la diabetes pág. 272.
11. Cohen, E. Quistad, G. CASIDA, J. 1996. Cytotoxicity of nimbolide, epoxyazadiradione and other liminoids from neem insecticide. Life Sciences. 1996. p.1075.
12. Croteau, T. Kutchan, N. Lewis. G. 2000. "Natural Products (Secondary Metabolites)". En: Buchanan, Grisse, Jones (editores). Biochemistry and Molecular Biology of Plants American Society of Plant Physiologists. Rockville, Maryland, Estados Unidos. Capítulo 24.
13. Damaria, S., Sridhar, S., Raman, K. y Chandrasekaran, M. 2004. Storage Stable Pesticide Formulations Containing Azadirachtin. Bangalore. India. United States Patent. US 6.811.780.B1.

14. Figueroa, A. (2007). Ciencia al día: Universidad Nacional de Colombia. El Árbol Milagroso, Sirve Para Todo. Palmira, Colombia.
15. Flores, A. 2005. Composición química de la avena. Página 49.
16. Garg, G. 1993 “Los efectos antiulcerosos gástrico de las hojas del árbol de neem”.
17. Garg S, Talwar G, Upadhayay S. 2008. Inmun contraceptive activity guided fractionation and characterization of active constituents of neem (*Azadirachta indica*), seed extracts. *J. Ethnopharmacology*. (60): 235-246.
18. Gemma E. 2007. Edith Beckmann, Brenda J. Burke, Alistair Boyer, Sarah L. Maslen, Steven V. Ley «Synthesis of Azadirachtin: A Long but Successful Journey». *Angewandte Chemie International Edition* **46**: pp. 7629
19. Goodwin, T. 1971. Aspects of terpenoid chemistry and biochemistry . Academic Press, Londres.1971
20. Gresti, et al., 1993. Composition of molecular species of triacylglycerols in bovine milk fat *J. Dairy Sci.* 76:1850-1869.
21. Gualtieri, M. 2004 “Determinación de la actividad antimicrobiana de los extractos de la *azadirachta indica* a. juss (neem)”
22. Guevara, A. 2002. Bebidas Carbonatadas, in Departamento Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios. 2002, Universidad Nacional Agraria La Molina. : Lima Perú.
23. GIY (GRUPO DE INVESTIGACIÓN YAGUA). 2005. Validación Integral del Sistema Agroforestal con árbol del Neem en la Vereda Guabinal Cerro, Girardot- Cundinamarca. Yagua. Universidad Piloto de Colombia y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, D. C.
24. Hernández, A. y Ruiz, M. 2010. Tratado de Nutrición. 2a ed. Tomo II: Composición y Calidad nutritiva de los alimentos.
25. Hernández, E. et al, 2010. Actividad antimicrobiana de extractos etanólicos de orégano, romero y neem en medio sólido (gel de TSA) sobre microorganismos de importancia en alimentos. XIV Congreso Nacional de Biotecnología y bioingeniería. Estado de México, México.
26. Judd, W. Campbell, C. 2002. Plant systematics: a phylogenetic approach, Second Edition. Sinauer Axxoc, USA. Capítulo 4.

27. Keshava P. 2008. El árbol de Neem, diversidad de usos. En: Taller Internacional «El árbol Nim en Venezuela ». Coro, Venezuela, p. 59-62. Koul, O. 1990 “Propiedades y usos del neem, *Azadirachta indica*”.
28. Ketkar 1976. Utilization of Neem (*Azadirachta Indica* Juss) and Its by Products
29. Lilia, M. 2008. Neem lo último en hierbas. Proyecto de Investigación en Química Aplicada II. Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador; Recuperado el 30 de octubre del 2011, de <http://www.neem.victoria.org>.
30. López, Y et al, 2007 “Efecto antimicrobiano de extractos crudos de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) y venadillo (*Swietenia humilis* Zucc) contra *E. coli*, *S. aureus* y el bacteriófago P22”
31. Lourdes M. 2000. Cocinar para el bebé. Página 91
32. Muños, S. 2001. El aceite de neem *Azadirachta Indica* A. Juss, y su relación con el control de la roya de la hoja de trigo Var. Baviacora. Instituto Tecnológico Agropecuario.
33. Monsalve, D. 2006. Colombia. Ministerio de la Economía Nacional – 1940.
34. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 5246 2004-02-25. Inciso 3.1.2
35. OSUNA, .E. 2000. Producción de plantas y establecimiento y manejo de plantaciones de neem (*Azadirachta indica* A. Juss). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-INIFAP. Centro de Investigación Regional del Noroeste-CIRNO. Campo Experimental Todos Santos-CETS. Folleto Técnico Núm. 5. México.
36. Pijoan, M. 2004. El neem, la farmacia de la aldea. [Artículo en Internet]. <http://www.doymafarma.com> [Consulta: 20 de mayo de 2012]
37. Pietrosevoli, S. et al, 1999 “Empleo de hojas de neem (*azadirachta indica* a. juss) en control de nematodos gastrointestinales de bovinos a pastoreo”.
38. Parrotta y Chaturvedi, 1995. *Azadirachta Indica* A. Juss. Margosa, neem *Meliaceae* familia de la caoba. 65-72.
39. Rada P, et al 2005. Elaboración de una bebida de alto valor biológico a partir de proteínas de diferentes cereales.
40. Ramos, R. 2002. Aceite de Neem un Insecticida Ecológico Para la Agricultura. <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos7Neem7neem01.htm>.
41. Rondón A. 2009. Efecto insecticida de los aceites esenciales extraídos de la semilla del árbol nim (*Azadirachta indica*) sobre gorgojos adultos del género *Sitophilus* spp. Proyecto

de Investigación en Química Aplicada II. Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

42. Roy, A. Saraf, S. (2006). «Limonoids: Overview of Significant Bioactive Triterpenes Distributed in Plants Kingdom». *Biol. Pharm. Bull.* **29** (2): pp. 191–201
43. Rukmini, C. 1987 “Chemical and nutritional evaluation of neem oil”
44. Salas y Mendoza, 2001 “Evaluación de un extracto de nim en el control de bemisia tabaci y liriomyza sativae en tomate”.
45. Salazar, E. Pariacote. 2004 Control parasitario en caprinos usando extracto acuoso de semillas de Nim , Azadirachta indica A Juss., Instituto Nacional de investigaciones Agrícolas, (INIA) . Estación Falcón, Venezuela. 12 (1) 82-85.
46. Sánchez, R. 2007. Zoe tecno-campo: Aceite de Neem un insecticida ecológico para la agricultura. <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/Neem/neem01.htm>.
47. Schmutterer y Weiheim, 1995. “El árbol de neem: única fuente de productos naturales para el manejo integrado de plagas, la medicina, la industria y otros fines”.
48. Silva, G. 2012. proyecto de factibilidad para la producción y distribución de una bebida fortificante a base de avena en la ciudad de quito.
49. Singh K, Singh A, Singh D. 2006. Molluscicid activity of neem (Azadirachta indica A.Juss). *J. Ethnopharmacology.* (52): 35-40.
50. Spreer E, 2003. Lactología industrial: leche, preparación y elaboración, máquinas, instalaciones y aparatos, productos lácteos.
51. Stoney, C. 1998. Una guía útil para los árboles de uso múltiple. Uso del Neem como agente deControl Biológico de Plagas. Program Officer y Erin Hughes, Program Associate WinrockInternational. Hoja informativa, FACT 98 –04S, Junio 1998.<http://www.winrock.org/forestry/factpub/spusonim.htm>.En GRUPO DE INVESTIGACIÓN YAGUA.Validación Integral del Sistema Agroforestal con Árbol del Neem. Bogotá, D.C. 2005
52. Vásquez, C. 2007 “Utilización del extracto alcohólico de Azadirachta indica A. Juss contra las bacterias de importancia médica Escherichia coli, staphylococcus aureus y staphylococcus epidermidis”.
53. Torrenegra, R. 1983. Introducción al Análisis Moderno. Pontificia Universidad Javeriana. Santafé de Bogotá.

54. TOVAR, H. 2000. El neem. Insecticida Botánico. Los insecticidas naturales inician un cambio radical en el control de plagas . Tecnoagro. Año 1. Núm. 2. Naucalpan, Estado de México. México.
55. Uko, O. 2008 “Calidad de la proteína y toxicidad de la semilla sin desgrasar de *Azadirachta indica* A. Juss”.
56. Warthen, J. 1989. Neem (*Azadirachta indica* A. Juss): Organisms affected.
57. Watson L y Dallwitz M. 2008. The grass genera of the world: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval.
58. Williams, D. Pant, C. 2007. Extraction method. United States Patent. US 7.179.927 B2.