

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN – León

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



Monografía para optar al título de Licenciatura en Química

**Análisis Químico Comparativo de Nutrientes en
las Semillas de Chía y Chan como Alimento
Alternativo para los Nicaragüenses**

Tutor:

- **Lic. Liliana Rostrán Molina.**

Elaborada por:

- **Br. Gabriela de la Paz Montoya Montoya.**
- **Br. Adriana Carolina Mendoza Salinas.**

León, Mayo del 2005

Dedicatoria

- A Dios todopoderoso por haberme dado salud y sabiduria.
- A mi Madre: Margarita Salinas de Mendoza.
- A mi segunda Madre: Lesbia Mendoza Salinas.
- A mi padre por haberme inculcado buenos valores y a alcanzar metas propuestas:
Adrian Mendoza Salinas.
- A toda mi familia.

Adriana Carolina Mendoza Salinas

Agradecimiento

Agradezco a toda mi familia por haberme ayudado económica y emocionalmente. Margarita salinas de Mendoza, a todos mis hermanos: Lesbia, Karla, Xiomara, Denis, Ivania, Marcio.

A mi tutora Liliana Rostran Molina, por habernos guiado a lo largo de la tesis.

A todo el personal administrativo.

Adriana Carolina Mendoza Salinas.

DEDICATORIA

Agradezco a dios por permitirme concluir esta licenciatura y poder dedicar este trabajo de monografía a la memoria de mi madre: Sonia Cruz Montoya Sáenz y a la memoria de la mamita: Dominga Ramona Sáenz vda. De Montoya.

Gabriela de la Paz Montoya Montoya.

AGRADECIMIENTO

A DIOS le debo el existir, el respirar, el poder levantarme y continuar después de todo. Quiero especialmente agradecerle por permitirme estar aquí cumpliendo uno de mis sueños, ser Química, por haber puesto ángeles en mi camino, que aparecen siempre en los momentos mas adecuados para poder, de una manera u otra continuar.

Quiero agradecer a mi familia por estar conmigo siempre y darme la mano en los momentos más difíciles de mi vida, a la memoria de mi mamá y la memoria de mi abuela por haberme enseñado muchas de las cosas que me hacen ser cada día mejor. A mis tíos: María de Jesús, Juan Francisco, Álvaro Ramón, Lidia María, Fanny Mercedes, Martha de los Ángeles y Martha Lorena, a mis primos Johanna, Henry, Rolando, Reyna, Juan, Leonte, Amelia, Issayana, Kiara.

A la licenciada Ileana Rostrán por tener la paciencia, por escucharme, por enseñarme y por ser mi amiga.

A mis amigos y compañeros de clase de los cuatro años de la carrera ya que gracias a dios tuve la oportunidad de contar con ellos y aprender de ellos, tanto de las cosas buenas como de los errores.

A mi compañera de clases y amiga, Adriana Mendoza.

Al personal docente del laboratorio de agua por darme la oportunidad de realizar las practicas profesionales.

A la comunidad universitaria de la UNAN- león, en especial al personal administrativo y docente de la facultad de ciencias, departamento de química, ya que he aprendido mas de lo que esperé al ingresar a esta casa de estudios, no solo en lo que respecta a la parte académica por que forman un excelente equipo, sino que también como personas.

Gabriela de la Paz Montoya Montoya

INDICE

I. RESUMEN.....	1
II. INTRODUCCION.....	1
III. OBJETIVOS.....	2
IV. MARCO TEORICO.....	3
A.- Generalidades a cerca de la planta <i>Salvia Hispánica l. Chía</i>.....	3
<i>Clasificación botánica.....</i>	<i>3</i>
<i>Descripción botánica.....</i>	<i>3</i>
<i>Usos.....</i>	<i>3</i>
<i>Origen y distribución.....</i>	<i>4</i>
V. B.- Generalidades a cerca de la planta <i>Hyptis Suaveolens Chan</i>.....	4
<i>Clasificación botánica.....</i>	<i>4</i>
<i>Descripción botánica.....</i>	<i>5</i>
<i>Usos.....</i>	<i>5</i>
<i>Origen y distribución.....</i>	<i>6</i>
VI. PARAMETROS ANALITICOS.....	6
<i>Humedad.....</i>	<i>6</i>
<i>Cenizas totales.....</i>	<i>7</i>
<i>Proteínas.....</i>	<i>7</i>
<i>Grasas.....</i>	<i>10</i>
<i>Fibra cruda.....</i>	<i>12</i>
<i>Magnesio.....</i>	<i>13</i>
<i>Calcio.....</i>	<i>14</i>
<i>Hierro.....</i>	<i>16</i>

VII. PARTE EXPERIMENTAL.....	18
<i>Equipos y cristalería.....</i>	<i>18</i>
<i>Reactivos.....</i>	<i>19</i>
<i>Preparación de soluciones.....</i>	<i>20</i>
VIII. METODOLOGIA.....	25
<i>Recolección de las semillas.....</i>	<i>25</i>
<i>Preparación de la muestra.....</i>	<i>25</i>
<i>Métodos de análisis para cada parámetro.....</i>	<i>25</i>
IX. RESULTADOS.....	42
<i>Análisis de resultados.....</i>	<i>51</i>
X. CONCLUSIONES.....	55
XI. RECOMENDACIONES.....	57
XII. BIBLIOGRAFIA.....	58

I - RESUMEN

La composición química de las semillas de chía (*Salvia hispánica* L) y chan (*Hiptis suaveolens*), se estudiaron ya que sus cultivos no requieren de mucha tecnología, presentan una alternativa viable para la alimentación, se usan como bebida refrescante y como alimentos para animales por sus propiedades nutricionales y medicinales.

En la primera etapa se investigaron y se identificaron las sustancias nutricionales como azúcares, proteínas, lípidos y algunos macro y micro elementos como calcio, Magnesio, hierro, entre otros, los ensayos se realizaron en semilla entera, molida y cenizas.

Luego se procedió a cuantificar los parámetros nutricionales (azúcares, proteínas, lípidos, Fe, Ca, Mg). Haciendo las consideraciones pertinentes en cada análisis para que estos datos tengan validez. Habiéndose obtenido resultados satisfactorios para cada uno de los ensayos realizados.

Esperamos que este esfuerzo sea de utilidad para la comunidad, ya que son alimentos baratos, que en la actualidad, sobre todo el chan, se está subutilizando y se puede usar como bebida y como policereal (molido).



II - INTRODUCCION

La calidad de vida en muchos de los países subdesarrollados como es el nuestro, se ve afectada por las deficiencias nutricionales como puede ser la falta de proteínas, vitaminas, hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, lo que con lleva a enfermedades de diferente índole.

La chía y el chan por su alto nivel nutritivo y acciones curativas son productos fácilmente explotables, una de las sustancias de mayor interés es su alto contenido de ácidos grasos omega-3 ya que estos pueden reducir la sintomatología de enfermedades inflamatorias, mejorar la función pulmonar y aumentar la esperanza de vida para los infartados, entre otros.

La chía es una hierba originaria de Europa, actualmente se cultiva en México y en algunos países centroamericanos. La semilla de chía es una fuente natural de ácidos grasos omega-3, antioxidantes y fibra dietética, su composición química le confiere un gran potencial para su uso dentro de los mercados alimenticios e industriales.

El chan es una hierba silvestre común en campos y matorrales, y se emplea como planta medicinal, tiene propiedades estimulantes, en estudios realizados, el chan presenta nutrientes esenciales tales como proteína, Magnesio, calcio, alto contenido de fibra y aceites esenciales como el ácido linoleico.

El presente estudio nos permitirá presentar alternativas nutricionales para mejorar la salud de la población, ya que estos productos contienen un alto contenido de nutrientes, los cuales pueden ser aprovechados con su consumo.



III - OBJETIVOS

Objetivo general:

- Realizar un análisis químico de nutrientes en la semilla de Chía (Salvia Hispánica l.) y Chan (Hyptis Suaveolens)

Objetivo Específicos:

- Realizar una marcha analítica para identificar cualitativamente los minerales presentes en la semilla de chía y chan.
- Determinar cuantitativamente: % Humedad, Cenizas, Proteínas, Grasas, Fibra, Calcio, Magnesio, hierro.
- Comparar el contenido de Ca, Mg, Fe, en semillas de chía y chan entera, molida y cenizas.



IV - MARCO TEORICO

A - Generalidades acerca de la planta Salvia Hispánica l. (Chía)

Clasificación botánica.

Nombre común	:	Chía
Nombre científico	:	Salvia hispánica l.
Sinónimos	:	Salvia de castilla, salvia de Aragón, salvia de moncallo.
Género	:	Salvia
Especie	:	Hispánica
Familia	:	labiadas

Descripción botánica

Herbácea de un metro de altura, es una yerba aromática con hojas simples algunas veces auriculadas en la base de ocho a doce centímetros o más de largo de flores azules aglomeradas en espigas, racimos o paniculas.

El olor de las hojas es grato, fuerte y característico y el sabor amargo. Las semillas son nuececillas lisas de aproximadamente un milímetro de diámetro, por lo común, desarrollan mucilagos y tubos espirales cuando se les moja.

Usos

Industriales: Barnices, pinturas, cosmético, etc.

Medicinales: la semilla de chía contiene un alto porcentaje de omega 3 y antioxidantes los cuales, al ser suministrados en la dieta reduce el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares, ayudan a reducir la presión arterial, reduce el colesterol y los triglicéridos.

Bebida: de la semilla se prepara una bebida refrescante combinada con agua, limón y azúcar.



Fitoquímica

Las semillas de chía son una fuente importante de omega-3, y antioxidantes primarios como mirecitina, quercetina, kaemperol, flavonoles, ácido cafeico y ácido clorogénico, eliminando así la necesidad de utilizar antioxidantes artificiales como vitaminas

Origen y distribución

La chía es una planta anual de verano que pertenece a las familias de las labiadas, esta especie se origina en las áreas montañosas que se extiende desde el oeste central de México hasta el norte de Guatemala. Actualmente se consume en México, Guatemala, Nicaragua y en el suroeste de los estados unidos.

Es un cultivo agrícola que muestra alto porcentaje de viabilidad, esto se considera excelente debido a su pequeño tamaño y a las dificultades que se encuentren en los procesos de cosecha y limpieza, requiere de climas tropicales y subtropicales. Actualmente en Nicaragua se cultiva al norte del país y se distribuye en los diferentes mercados locales.

B - Generalidades acerca de la planta *Hiptis suaveolens* (Chan).

Clasificación botánica

Nombre común	:	Chan (Nicaragua)
Nombre científico	:	<i>Hyptis Suaveolens</i> (L.) Point.
Sinónimos	:	<i>Ballota Suaveolens</i> L.
Género	:	<i>Hyptis</i>
Especie	:	<i>Suaveolens</i>
Familia	:	Labiadas



Descripción botánica

Arbusto anual, áspero, erecto hasta 2m. de altura con muchas ramas, tallos con pelos blancos. El chan como comúnmente se conoce es de hojas membranosas ovadas o anchamente ovadas, agudas u obtusas, redonda o algo cordadas de la base y desigualmente dentadas, hirsutas y finamente pubescente en ambas superficies, 3-10cm de largo, el haz es verde oscuro y el envés verde claro, ambas superficies son glabras y rugosas. El pecicolo mide 1cm de largo, las hojas con olor a menta al estrujarse. Las inflorescencias son varias flores agregadas y en las puntas de las ramas. Las flores son de color púrpuras. Frutos en nueces, comprimidos, truncados y marginados en el ápice, los frutos inmaduros son verdes, al madurar cambian a café claro; de 0.5-0.6cm de largo. Las semillas son de color negro y hay 1-2 semillas por fruto.

La planta de chan crece silvestremente en diferentes zonas de Nicaragua, debido a que los frutos se dispersan por el viento crece naturalmente y su florescencia es en todas las ramas luego el fruto crece en forma de piña agrupadas en las mismas puntas y la planta se corta transversalmente cuando alcanza su altura máxima y es de color amarillo para evitar de esta forma la pérdida del fruto.

Usos

- Artesanales: El aceite que se extrae de las semillas se usa para elaborar laca para las artesanías.
- Bebidas: Las semillas remojadas en agua es una bebida refrescante.
- Medicinales: Las hojas frescas y las raíces son utilizadas para el tratamiento de enfermedades como diarrea, granos, dolor de estomago, hinchazón del cuerpo, empacho, artritis, tos, se ha utilizado en baños aromáticos como analgésico y diaforético.
- Otros usos: La planta seca es un repelente de insecto por su olor aromatizante.



Fitoquímica

La planta contiene un aceite volátil, que es rico en mentol. El aceite esencial tiene los monoterpenos alcanfor, cénelo, limoneno, linalol, mirceno, ocimeno, pineno, y tripenol, los sesquiterpenos azuleno, humuleno y cariofeleno, los esteroides campesterol, daucosterol, sitosterol, varios diterpenos y triterpenos.

Origen y distribución

La planta *Hyptis Suaveolens* (Chan) es nativa del Sur de México y América Central, y los habitantes precolombinos de la región la utilizaron como alimento. Es una especie de hábito terrestre, común a orillas de minas y en milpas en todo el país, crece silvestremente en diferentes zonas de Nicaragua. Se encuentra a una altitud aproximada de 2450 mts (metros sobre el nivel del mar).

La especie no tiene un manejo específico en el bosque. La recolección de la especie es generalmente de uso doméstico, se han establecido procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de frutas y semillas.

V – PARAMETROS ANALITICOS

Humedad

El agua se encuentra en los alimentos en tres formas: como agua de combinación, como agua adsorbida y en forma libre, aumentando el volumen. El agua de combinación está unida en alguna forma química como agua de cristalización o como hidratos. El agua adsorbida está asociada físicamente como una monocapa sobre la superficie de los constituyentes de los alimentos. El agua libre es aquella que es fundamentalmente un



constituyente separado, con facilidad se pierde por evaporación o por secado, dado que la mayor parte de los alimentos son mezclas heterogéneas de varias sustancias, pueden contener cantidades variables de agua de los tres tipos.

Cenizas totales:

Materia Inorgánica que forma parte constituyente de los alimentos (Sales minerales). Las cenizas permanecen como residuos luego de la calcinación de la materia orgánica del alimento, dicha calcinación debe efectuarse a una temperatura adecuada lo suficientemente alta como para que la materia orgánica se destruya totalmente, observando que la temperatura no sea excesiva para evitar que los compuestos inorgánicos sufran alteración (Fusión, descomposición, volatilización o cambio de estructura).

Los minerales o sales minerales cumplen en el organismo funciones:

- Plástica: Entre ellos tenemos el calcio, fósforo y el magnesio formando parte del esqueleto, cartílagos, dientes, etc. El Hierro en la hemoglobina, carbono, hidrogeno, oxígeno, grasa y glúcidos. El nitrógeno en las proteínas.
- Reguladoras: se expresa en la regulación de la presión osmótica a través de las membranas celulares, mantiene la reacción alcalina, neutra o ácida de los tejidos, activan los procesos enzimáticos de la absorción y metabolismo, intervienen en las funciones del sistema nervioso regulando la excitabilidad y contractibilidad muscular.

Proteínas:

Las proteínas alimenticias constituyen del 10 al 15% del aporte alimenticio en el hombre. En la alimentación las proteínas de origen animal y vegetal son necesarias para



asegurar el aporte de los aminoácidos esenciales y no esenciales indispensables en la síntesis de proteína que intervienen en la estructura y en la función de la célula del organismo.

Las proteínas son las que forman y reparan los tejidos por lo tanto son necesarios para el crecimiento de niños y adolescentes, los adultos lo utilizan para reparar el organismo de un desgaste natural. Estas constituyen los tejidos (Cartílagos, sistema nervioso, en la sangre, de Enzimas, anticuerpos y muchas hormonas) y especialmente en los músculos. Debido a la función que cumplen se les denomina elementos plásticos y reparadores.

Las proteínas son los compuestos orgánicos más complejos, esta formada por numerosas unidades de aminoácidos unidos entre sí por enlace peptídico. El nitrógeno del grupo amino esta directamente unido a un átomo de carbono de cada uno de los aminoácidos vecinos (-HN-CO-).

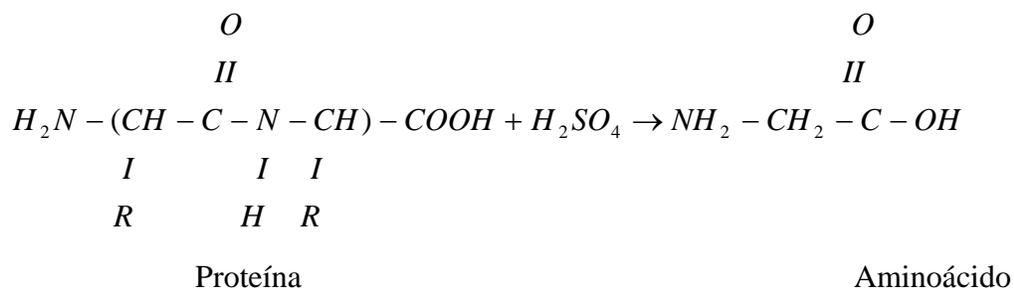
Los aminoácidos están caracterizados por la presencia de un grupo ácido carboxílico (COOH) y un grupo amino (NH₂) en su estructura molecular, este ultimo grupo esta usualmente unido al átomo de carbono adyacente al grupo carboxílico (en el carbono alfa), por lo cual se denomina α -aminoácidos. Existen otros tipos de aminoácidos α -aminoácidos que no son tan importantes. La determinación se realiza midiendo la cantidad del contenido de nitrógeno total presente en la muestra.

Fundamento del Método de Análisis de Proteínas por Kjeldahl:

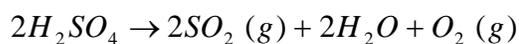
Método empleado en análisis de Semillas.

Este método consiste en 3 etapas:

Digestión: la digestión de las proteínas adicionando ácido sulfúrico a la muestra:

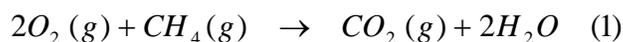


El H_2SO_4 a su vez en presencia de sustancias orgánicas y calor se descomponen según:



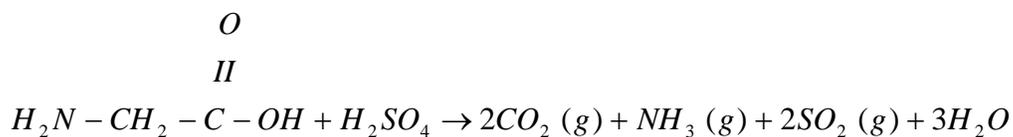
Dióxido de azufre

El $O_2 (g)$ en presencia del carbono de los compuestos orgánicos forma $CO_2 (g)$ según:



Dióxido de carbono

El nitrógeno de los aminoácidos en presencia de H_2SO_4 se oxida según la siguiente reacción química:



Amoníaco

El $NH_3 (g)$ es reabsorbido por el H_2SO_4 formando la sal:

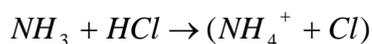
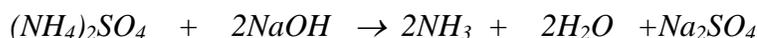


Sulfato de amonio.

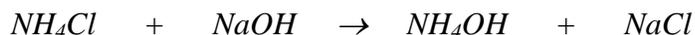
Destilación: se procede a llevar esta solución al equipo de destilación en donde se le aplica una corriente de vapor y se adiciona hidróxido de sodio, esta comienza a ebulir e inmediatamente destila amoníaco el que es recibido en un Erlenmeyer conteniendo HCl patrón



y 3 gotas de indicador verde de bromocresol lo que tornará las sales en color amarillo, se recogen 150 ml de destilado que al final de este proceso se forma cloruro de amonio.



Valoración: la ultima etapa del método es la valoración del NH_4Cl con una bureta digital de 50ml conteniendo solución de $NaOH$ 0.1 N estandarizado. Se sabe que la valoración ha concluido cuando sucede el viraje de amarillo a verde.



Grasas

Los cuerpos grasos o lípidos son mezclas de esterés resultantes de la combinación de glicerina con los ácidos grasos superiores, principalmente el palmítico, oleico y esteárico. Conjuntamente con los carbohidratos representan la mayor fuente de energía para el organismo.

Existen grasas esenciales y no esenciales. Las esenciales son aquellas que el organismo no puede sintetizar y son: el ácido linoleico y el linolénico, aunque normalmente no se encuentran ausentes del organismo.

Bioquímicamente, las grasas son sustancias apolares y por ello son insolubles en agua. Esta apolaridad se debe a que sus moléculas tienen muchos átomos de carbono e hidrogeno unidos de modo covalente puro y por tanto no forman dipolos que interactúen con el agua. Se disuelven en disolventes no polares.



Las grasas están formadas por ácidos grasos. Entre ellos existe una variedad de sustancias que se conocen como omega 3 y 6. Los ácidos grasos omegas se encuentran dentro de los denominados como esenciales por la razón de que el propio cuerpo humano no lo produce. Esto hace que deban ser ingeridos a través de una alimentación adecuada. Los ácidos grasos omega 3 y 6 son grasas poliinsaturadas que aparecen como aceite, linoleícos los omega3 y linoleico los omega6. Estos se encuentran en altas concentraciones en pescado y en menor proporción en semillas.

El término grasa se emplea para aquellas mezclas que son sólidas o semisólidas a temperatura ambiente, en tanto que el término aceite se aplica a mezclas que son líquidas a temperatura ambiente.

Llamamos aceite a los triglicéridos de origen vegetal y que corresponden a derivados que contienen ácidos grasos insaturados por lo que son líquidos a temperatura ambiente.

Las grasas están compuestas por triglicéridos de origen animal constituidas por ácidos grasos saturados, sólidos a temperatura ambiente.

Los lípidos desempeñan diversas funciones biológicas:

- Como componente estructural de las membranas.
- Como formas de transporte y almacenamiento del combustible catabólico.
- Como cubierta protectora sobre la superficie de muchos organismos.
- Como componente de la superficie celular relacionada con el reconocimiento de las células, la especificidad de especie y la inmunidad de los tejidos.

Algunas sustancias clasificadas entre los lípidos poseen una intensa actividad biológica, se encuentran entre ellas algunas de las vitaminas y hormonas.

Fundamentos del Método de Análisis de Grasas Totales:



La extracción se basa en el principio de partición es decir el paso del material que esta en una fase a otra fase a esto se llama Extracción Sólido – Líquido. Se considera grasa al extracto orgánico que se obtiene cuando la muestra es sometida a extracción con solvente hexano. El término extracto orgánico se refiere al conjunto de las sustancias extraídas que incluyen además de los esteres de los ácidos grasos con el glicerol, los fosfolípidos, las lecitinas, los esteroides, las ceras, los ácidos grasos libres, los carotenos, las clorofilas y otros pigmentos.

El extractor utilizado es el soxhlet, consiste en tres partes: el refrigerante, el extractor propiamente dicho, que posee un sifón que acciona automáticamente e intermitentemente y el recipiente colector, donde se recibe o deposita la grasa. La extracción se realiza a una temperatura no mayor del punto de ebullición del solvente.

El mecanismo es el siguiente: al calentarse el solvente que se encuentra en el recipiente colector, se evapora ascendiendo a través del tubo lateral, se condensan en el refrigerante y caen sobre la muestra que se encuentra en la cámara de extracción en un dedal. El disolvente se va acumulando hasta que su nivel sobrepase el tubo sifón, el cual se acciona y se transfiere el solvente cargado de materia grasa al recipiente colector. Nuevamente el solvente vuelve a calentarse y evaporarse, ascendiendo por el tubo lateral quedando depositado el extracto etéreo en el recipiente colector. El proceso se repite durante el tiempo que dure la extracción en forma automática e intermitentemente y así la muestra es sometida constantemente a la acción del solvente. El tiempo de extracción puede variar de 3 a 4 horas, el solvente se recupera llevándolo al rotavapor teniendo cuidado con la presión.

Fibra cruda:

La fibra le da propiedades físicas a los alimentos, y generalmente baja la densidad calórica de los alimentos. Es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después



de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas. Las condiciones más comunes son tratamientos sucesivos con petróleo ligero, ácido sulfúrico diluido hirviendo, hidróxido de sodio diluido hirviendo, ácido clorhídrico diluido, alcohol y éter. Este tratamiento empírico proporciona la fibra cruda que consiste principalmente del contenido en celulosa además de lignina y hemicelulosa contenidas en la muestra. Las cantidades de estas sustancias en la fibra cruda pueden variar con las condiciones que se emplean por lo que para obtener resultados consistentes deben seguirse procedimientos estandarizados con rigidez.

Fibra Dietética: La fibra dietética puede ser definida por todos los componentes de los alimentos que no son rotos por las enzimas del conducto alimentario humano para formar compuestos de masa molecular menor, capaz de ser absorbido por el torrente sanguíneo. Los métodos empíricos para determinar el contenido en fibra cruda son de uso limitado ya que los resultados pueden representar tan poco como un séptimo de la fibra dietética total de ciertos alimentos.

Determinación de la fibra

La fibra cruda o bruta es el residuo orgánico lavado y seco que queda después de hervir sucesivamente la muestra con ácido sulfúrico (medio ácido) e hidróxido de sodio diluido (medio básico). Seguido de una extracción en frío empleando acetona pura para así eliminar principalmente residuos grasos y pigmentos. La muestra es sometida a una temperatura de 100 °C durante una hora, en un horno obteniéndose la fibra bruta o carbohidratos estructurales. Aplicable a los alimentos vegetales, alimentos mixtos.

Magnesio:

Es el componente del sistema óseo, de la dentadura y de muchas enzimas, participa en la transmisión de los impulsos nerviosos, en la contracción y la relajación de músculos, en el transporte de oxígeno a nivel tisular y participa activamente en el metabolismo energético.



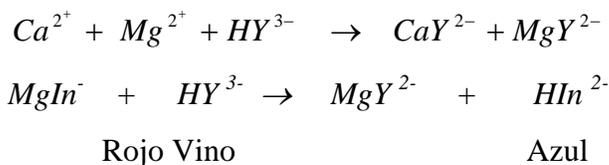
El 60% de las necesidades diarias se depositan en los huesos, el 28% en órganos y músculos y el 2% restante en los líquidos corporales. Sus iones desempeñan papeles de importancia en la actividad de muchas coenzimas y en reacciones que dependen del ATP, también ejerce un papel estructural, el Ion Magnesio tiene una función estabilizadora de la estructura de cadenas de ADN y ARN. Su absorción se efectúa a nivel intestinal, normalmente el organismo no presenta carencia de este mineral, pero las deficiencias suelen darse en casos de alcohólicos crónicos, cirrosis hepática, personas que padecen de mala absorción, vómitos severos, acidosis diabéticos y el abuso de los diuréticos.

Fundamentos del Método de análisis de Magnesio:

La concentración de carbonato cálcico que es químicamente equivalente a la concentración de cationes multivalente (principalmente calcio y Magnesio) del agua. Su determinación se basa en la capacidad de los iones calcio y Magnesio de formar un complejo tipo quelato con la sal disódica con el ácido etilendiaminotetracético (EDTA), en una solución acuosa a pH 10. El indicador utilizado en la valoración es el negro de eriocromo T, el cual forma con el Magnesio un complejo de color rojo vino (MgIn).

Durante la valoración, el EDTA (HY³⁻) reacciona con los iones Ca²⁺ y Mg²⁺ libres y posteriormente con el Mg²⁺ complejado con el indicador. El punto final de la valoración viene indicado por el cambio de color de rojo vino a azul.

Las reacciones correspondientes a estos procesos son:





Calcio

El calcio es el mineral más abundante en el cuerpo humano. Una persona contiene entre el 1.5 y 2% de calcio en peso, del cual el 99% se encuentra en los huesos y el resto en tejidos y fluidos corporales interviniendo en el metabolismo celular.

El calcio actúa como mediador intracelular cumpliendo una función de mensajero, contrayendo los músculos, en transmisiones nerviosas, en la regulación de algunas enzimas quinasas que realizan funciones de fosforilación y realiza funciones enzimáticas similares a las del Magnesio en procesos de transferencia de fosfato.

Algunas de sus sales son insolubles, en el ser humano está presente en los huesos, como hidroxiapatito calcico $\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$, en los dientes como fluorohidroxiapatito (algunos OH^- se sustituyen por F^-) ó como carbonato de calcio CaCO_3 en el oído interno. Otros biominerales se encuentran presentes en exoesqueletos, en conchas ó en cáscaras de huevos de distintos animales y en formas de distintas sales.

Los movimientos de calcio entre el esqueleto y la sangre y otras partes del cuerpo son continuos. Los metabolitos de la vitamina D son fundamentales en este proceso ya que incrementan la reabsorción de calcio por parte de los huesos. El calcio puede unirse a un gran número de proteínas y alterar su actividad biológica. Otra función del calcio esta relacionada con la coagulación de la sangre a través de su relación con la proteína protombina. El déficit de calcio es susceptible de provocar osteoporosis e hipocalcemia mientras que su exceso provoca hipercalcemia.

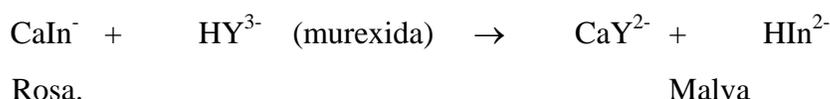
Fundamento del método de análisis de calcio

La capacidad de los iones calcio en formar un complejo tipo quelato con la sal disódica del ácido etilendiaminotetracético (EDTA), se lleva a cabo en un medio tamponado a pH 12 para que los iones Mg^{2+} precipiten en forma de hidróxido y no intervengan en la reacción. El



indicador utilizado en la valoración es la murexida, el cual forma con el calcio un complejo de color rosa (CaIn⁻) El punto final de la valoración viene indicado por el cambio de color de rosa a malva.

La reacción correspondiente a este proceso es:



Hierro:

El hierro es necesario en la síntesis y en la función de la hemoglobina, esta transporta oxígeno. Entra igualmente en la constitución de numerosas otras moléculas, la ferritina, la hemosiderina, la mioglobina, los citocromos, etc.

El hombre encuentra múltiples obstáculos para satisfacer sus necesidades de hierro pues las cantidades en su alimentación son débiles. El único modo de regular el equilibrio del hierro es una modulación de su absorción intestinal, las pérdidas está sujeta a las variaciones débiles.

Estos hechos explican que la carencia de hierro es frecuente, principalmente con los niños; se estima así, que la carencia en hierro es el déficit nutricional más extendido en el mundo, particularmente en los países en vía de desarrollo. En el intestino se efectúa la principal regulación del metabolismo del hierro. En una persona normal, aproximadamente una décima parte de hierro ingerido es absorbido (así un 1mg/día es el aporte correspondido a 10mg/día recomendado en los niños) el resto del hierro es eliminado en las heces.



La regulación de la absorción del hierro es diferente según su forma molecular. El hierro existe en los alimentos bajo dos formas: hemínica (ej: hemoglobina, mioglobina, presentes en la carne) y no hemínica (ej: complejos férricos presentes en los huevos y los vegetales). De un 90-95% del hierro está bajo la forma no hemínica.

Para ser absorbido, el hierro no hemínico debe primero estar reducido bajo la forma ferrosa; esta conservación es facilitada por la acción de los jugos gástricos y el ácido ascórbico. Al contrario de otros factores que pueden disminuir la absorción como la cocción que reduce el contenido en ácido ascórbico. El hierro hemínico es mejor absorbido que el hierro no hemínico: su absorción es del orden del 30% de los aportes ingeridos.

Las necesidades en hierro parecen razonables suministrar a los niños a un plazo de suplementación en hierro a la edad de cuatro meses. Para asegurar un aporte real en hierro de 1mg/día, en cuanto que la absorción es del orden del 10-15%, una suplementación de 10-15mg de hierro por día son recomendados con los niños de 12 meses hasta la adolescencia.

Fundamento del método de análisis de hierro

El método O-Fenantrolina es un procedimiento sensitivo para la determinación espectrofotométrica de hierro en una muestra.

El procedimiento de 1,10 O-Fenantrolina envuelve la quelación de un átomo de hierro ferroso por tres moléculas de 1,10 O-Fenantrolina en solución buffer de acetato. Un complejo rojo-naranja se produce con una absorción máxima de 510 nm.

Es necesaria una digestión ácida preliminar de la muestra para destruir materias orgánicas las cuales interfieren. La adición de un exceso de hidroxilamina reduce el ión férrico o ión ferroso y elimina interferencias de fuertes cationes oxidados. Un exceso de 1,10 –



Fenantrolina añadida a la muestra a un pH 2.9 y 3.5 garantiza un rápido desarrollo del color. El complejo coloreado formado es estable indefinidamente.

VI - PARTE EXPERIMENTAL

Equipos y cristalería

- Horno THELCO modelo 16
- Bomba al vacío
- Cocina LABCONCO 115v serie N 602492
- Mufla
- Balanza analítica sartorius (H110) N^oserie:10801084
- Balanza granera cobos Max/d 600/0.01gr
- Equipo de extracción de soxhlet equipado con refrigerante – rotavapor
- Campana Burdinola
- Centrifuga
- Desecador
- Mangueras de destilación
- Pinzas
- Papel parafina
- Papel PH
- Papel filtro
- Espectrofotómetro
- Crisol
- Balón de aforo 50, 100, 1000ml
- Mortero y pilón
- Tubos digestores



- Beacker de 10, 100, 250ml
- Probeta de 10, 100 ml
- Balón de kjendhal de 3 bocas de 500ml
- Embudo separador de 125ml
- Refrigerante
- Codo de destilación
- Erlenmeyer de 250, 125ml
- Bureta de 10, 25, ml
- Pipeta volumétrica de 10, 2, 1 ml
- Pipeta cerologica de 20ml
- Gotero
- Embudo
- Embudo buchner
- Kitasato
- Tubo de ensayo
- Espátula

Reactivos

- Agua destilada
- Hierro E Merck
- Ácido acético E Merck.
- Acetato de amonio E Merck.
- Hidroxilamina E Merck.
- Ácido Clorhídrico Fisher
- O – Fenantrolina E Merck.
- Ácido nítrico concentrado. E Merck.
- Cloruro de amonio. E Merck.
- EDTA E Merck.
- Sulfocianuro de potasio E Merck.



- Hidróxido de amonio E Merck.
- Negro de eriocromo T. E Merck.
- Etanol Comercial.
- Fenolftaleina E Merck.
- Carbonato de calcio E Merck.
- Ftalato ácido de potasio E Merck.
- Indicador verde de bromocresol. E Merck.
- Indicador murexida E Merck.
- Ácido sulfúrico. Fisher
- Hidróxido de sodio. La CHEMA
- Sulfato de sodio anhidro. E Merck.
- Acetona. E Merck.
- Sulfuro de sodio. E Merck.
- Molibdato de amonio. E Merck.
- Ferrocianuro de potasio. E Merck.
- Oxalato de amonio E Merck.
- Hexano E Merck.

Preparación de Soluciones

Marcha analítica de cationes y aniones

Solución de hidróxido de sodio NaOH 6M

Pesar 120g de hidróxido de sodio y diluir en un balón de aforo de 500ml con agua destilada

Solución de ácido clorhídrico HCL 6M

Medir en una probeta 5 ml de ácido clorhídrico (conc) y diluir en un balón de aforo de 10ml.



Solución de sulfuro de sodio Na_2S 0.1M

Pesar 7.8g de sulfuro de sodio y diluir en un balón de 100ml con agua destilada.

Solución de amoníaco NH_4 2M

Medir en una probeta 11.7ml de amoníaco y diluir en un balón de aforo de 100ml con agua destilada.

Solución de oxalato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0.5M

Pesar 7.1g de oxalato de amonio y diluir en un balón de aforo de 100ml con agua destilada.

Solución de Acido acético CH_3COOH 2N

Medir en una probeta 11.4ml de ácido acético (conc) y diluir en un balón de aforo de 100ml con agua destilada.

Solución de molibdato de amonio $(\text{NH}_4)_6\text{MO}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 15%

Pesar 15g de molibdato de amonio y diluir en un balón de aforo de 100ml con agua destilada.

Solución de ferrocianuro de potasio $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 0.1M

Pesar 10.56g de ferrocianuro de potasio y diluir en un balón de aforo de 100ml.

Solución de sulfocianuro de amoníaco NH_4SCN 1M.

Pesar 7.6 g de sulfocianuro de amonio y diluir en un balón de 100m.



Proteínas por kjedahl

Solución de hidróxido de sodio NaOH 6M

Solución de ácido clorhídrico HCl patrón 0.622M

Tomar 26ml de ácido clorhídrico (conc) y diluir en un balón de aforo de 500ml con agua destilada.

Solución de hidróxido de sodio NaOH normalizado 0.074M

Pesar 2gr de hidróxido de sodio en una balanza analítica y diluir en balón de aforo de 500ml con agua destilada

Fibra cruda

Solución de ácido sulfúrico al 1.25%

Medir en una probeta 1.3 ml de H_2SO_4 y diluir en un balón de aforo de 100ml.

Solución de hidróxido de sodio NaOH 1.25%

Pesar 1.25gr de hidróxido de sodio en una balanza analítica y diluir en un balón de aforo de 100ml con agua destilada.

Calcio Ca^{2+}

Solución de hidróxido de sodio NaOH 2M

Pesar 40gr de hidróxido de sodio y diluir en un balón de aforo de 500ml con agua destilada.

Indicador murexida(sólido)



Solución de Etilendiaminotetracético EDTA estandarizado 0.001086M

Pesar 7.4817g de ácido EDTA y diluir en un balón de aforo de 2000ml con agua destilada.

Magnesio Mg^{2+}

Solución tampón PH=10

Tomar 57ml de hidróxido de amonio (conc) y 7gr de NH_4Cl y diluir en un balón de aforo de 100ml con agua destilada.

Indicador negro de eriocromo T

Pesar 1.0gr de negro de eriocromo T y disolver en un balón de aforo de 100ml con etanol.

Solución de ácido etilendiaminotetracético EDTA estandarizado 0.001086M

Hierro Fe^{3+}

Solución de hidrocloreuro de hidroxilamina

Disolver 10g de hidroxilamina con 50ml de agua en un balón de 100ml luego diluir a volumen de aforo con agua destilada, guardar en una botella de vidrio.

Solución buffer de acetato de amonio

Disuelva 250g de acetato de amonio con 150ml de agua destilada en un beaker de 2L cuidadosamente agregar 700ml de ácido acético glacial medidos en una probeta y aforar.



Solución de 1,10 fenantrolina

Disolver 0.1g de monohidrocloreto de 1,10fenantrolina en un balón de aforo de 100ml con agua destilada.

Solución estándar de hierro(200mg Fe/l)

Pesar 0.2gr de polvo de hierro, transferir a un frasco volumétrico de un litro. Agregar 10ml de agua destilada y luego 5ml de ácido sulfúrico, después que el hierro se haya disuelto aforar con agua destilada.

Estandarización de hidróxido de sodio 0.074M

Pesar 0.8g de ftalato ácido de potasio, agregar 75ml de agua destilada. Tomar alícuotas de 20ml agregar 2 gotas de fenolftaleína. Cargar una bureta de 25ml de disolución de NaOH. La valoración ha terminado al cambio de color incoloro-rosado (muestras por triplicado y blanco)

Estandarización de ácido clorhídrico 0.622M

Para esta estandarización se puede tomar un patrón primario de carbonato de sodio o bien ya estandarizado el NaOH se prosigue: tomar alícuotas de NaOH 0.074M, agregar 2gotas de fenolftaleína. Cargar la bureta de 25ml de disolución de HCl. La valoración ha terminado al cambio de color rosado-incoloro. (Muestras por triplicado y blanco).

Método de calcio y magnesio

Estandarización del ácido etilendiaminotetracético 0.001086M

Se preparó solución patrón de carbonato de calcio; pesar 0.1gr de CaCO_3 transferir a un balón de 100ml, agregar 2 gotas de HCl 2N hasta disolver parte del precipitado luego



aforar con agua destilada. Tomar alícuotas de 10ml mas 1ml de NaOH 2N y murexida. (Muestras por triplicado y blanco).

VII - METODOLOGIA

Recolección de las semillas

La semilla de chía se obtuvo en el mercado local de la ciudad de León (terminal) proveniente del norte del país. La semilla de chan se recolecta cuando la semilla se encuentra verde y se pone a madurar hasta alcanzar un color negro. Ambas semillas fueron almacenadas en un frasco cerrado de plástico a temperatura ambiente.

Preparación de la muestra

Se realizó una clasificación de las semillas de chía y chan desechando las semillas en mal estado o que no se encontraron completas (utilizando un colador); se seleccionó una parte, la cual fue morterizada hasta obtener partículas finas, se almacenó en un frasco de vidrio con tapa a temperatura ambiente. La otra parte de la semilla se dejó entera para realizar los demás análisis.

Método de análisis para cada parámetro.

Marcha analítica para la identificación cualitativa de cationes y aniones.

El análisis cualitativo está basado en la separación sistemática de cationes y aniones, estas separaciones se basan en el aislamiento de grupos de cationes mediante su precipitación en forma de sales solubles. La separación de los cationes y sus análisis según patrones bien



definidos, determinados por las diferencias en solubilidades de las diferentes clases de iones metálicos. Las sales insolubles de cloruros, sulfatos, Fluoruros, sulfuros, fosfatos, etc, así como los hidróxidos insolubles, se pueden utilizar para aislar ciertos iones, de otros de naturaleza mas soluble. En dicho tratamiento pueden ponerse de manifiesto fenómenos de precipitación o de disoluciones incluidas (Redox, de absorción y de adsorción, destrucción o desnaturalización de algunos iones, que dependen de la coexistencia de iones de diversas concentración. Utilizando las propiedades físicas de los reactivos como el punto de ebullición(temperatura) y PH(ácido- básico).

Reactivos generales: carbonato de sodio (Na_2CO_3), ácido nítrico(HNO_3), ácido clorhídrico (HCl), sulfato amónico (NH_4)₂ SO_4 y amoniaco .

Grupo de cationes solubles

Potasio (K⁺). Fundamento analítico

El catión K^+ es incoloro, neutro y por consiguiente forma hidróxidos fuertes muy estables, forma sales insolubles. El catión K^+ es fuertemente reductor, se oxida rápidamente al aire y descompone al agua a la temperatura ordinaria con liberación de H_2 y formación del hidróxido alcalino correspondiente.

Por su naturaleza soluble hace muy difícil la formación de precipitados. Uno de los reactivos más utilizado es el cobaltinitrato de sodio en medio acético originándose un precipitado amarillo $\text{Co}(\text{NO}_2)_6\text{K}_2\text{Na}$. Esta prueba es interferida por la presencia de iones NH_4^+ puesto que producen un precipitado y es necesario eliminar el NH_4^+ , las soluciones que contienen sales amónicas se hacen alcalinas con hidróxidos fuertes, tales como NaOH , KOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ Y $\text{Ba}(\text{OH})_2$ se libera NH_3 producto de descomposición de dichas sales amónicas. El calor favorece la reacción y el desprendimiento de NH_3 .



El NH_3 liberado se identifica por su olor.



Técnica

- Tomar 5ml de la solución problema.
- Añadir NaOH 6M hasta alcalinidad fuerte.
- Calentar suavemente y con precaución. Si existe NH_4^+ se desprende NH_3 que es identificado por su olor y desprendimiento de humos blancos.
- Concentrar a 2 ml calentando.
- Agregar 2 gotas de HNO_3 concentrado y evaporar a sequedad completa hasta que cesen de desprenderse los humos blancos de sales amónicas.
- Dejar enfriar, el residuo de la evaporación se disuelve en 1 ml de agua.
- Añadir CH_3COOH 2M hasta acidez y una pizca de Cobaltinitrato de sodio sólido.
- Agitar y calentar suavemente. Dejar reposar. Un precipitado amarillo de cobalnittrato de sodio y potasio ($\text{Co}(\text{NH}_2)_6\text{K}_2\text{Na}$) indica la presencia de K^+ .

Grupos anfotéricos:

Cinc Zn^{2+} . Fundamento analítico

El tratamiento de la solución que contiene este catión con exceso de NH_4OH dará como resultado un precipitado y solución en donde encontramos el Zn (II). Es un catión incoloro y bastante ácido. En virtud de esta acidez se hidroliza con cierta facilidad y sus soluciones deben ser ácidas para evitar la precipitación de sales básica. Dicha acidez del catión explica también que el hidróxido se disuelva en exceso de OH^- para formar anión cincato. Forma complejos amoniacales y cianurados relativamente estables, y de menor estabilidad con SCN^- y $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (oxalato).

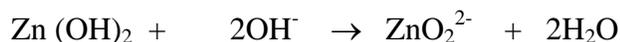
El elemento es de color blanco azulado y por su posición en la serie electroquímica, debe disolverse en todos los ácidos, incluso en acético, con desprendimiento de hidrogeno. El Zn muy puro se ataca mal por los ácidos; pero bastan trazas de cualquier metal que ocupe una posición inferior en la serie electroquímica para que la reacción se inicie y se desarrolle. El ácido nítrico concentrado disuelve mal al Zn porque origina $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ poco soluble en dicho ácido concentrado.



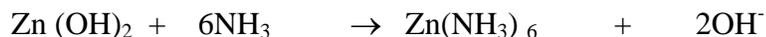
En estado elemental es un reductor enérgico de amplio uso en análisis. Reduce a todos los cationes cuyos elementos figuran en la serie electroquímica con potencial más positivo, con excepción de Ni^{2+} , Co^{2+} , Fe^{2+} y Cr^{3+} .

El zinc se disuelve también en álcalis cáusticos con desprendimiento de hidrogeno y formación de cincato:

Exceso de reactivo por formación de cincato:



El hidróxido de amonio en medio neutro y en ausencia de sales amónicas, precipita hidróxido de cinc, fácilmente soluble en exceso de reactivo formando un complejo amoniacal:



Si existen sales amónicas no precipita el hidróxido y se forma con ligero exceso de amoníaco, el complejo amoniacal.

El ácido sulfhídrico, en medio ácido mineral de concentración superior a 0.3M no precipita las soluciones de sales de zinc. En medio ácido mineral muy diluido, o en medio acético precipita ZnS , blanco polvurulento, si bien esta precipitación es parcial, se logra una precipitación completa, por adición a la solución en medio alcalino. El H_2S precipita ZnS en



sus complejos amoniacales y también de la solución de cincato; el mismo efecto produce el sulfuro de amonio o de sodio

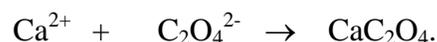


Técnica operatoria

- Tomar 2ml de solución problema
- Acidificar con HCl 6M.
- Añadir NH_4OH 6M hasta alcalinidad, más gotas en exceso
- Adicionar 3gotas Na_2S 0.1M
- Precipitado blanco de ZnS indica la presencia de Zn(II)

Grupo del Ca^{2+}

El oxalato de amonio en medio neutro o alcalino origina un precipitado blanco pulvurulento de oxalato de calcio.



En frío se obtiene siempre un precipitado tan fino que es difícil de retener. A ebullición se obtienen cristales más grandes. El precipitado es insoluble en ácido acético y soluble en ácidos minerales.

Técnica

- Tomar 2ml de solución problema.
- Añadir 2 gotas de disolución saturada de sulfato amónico.
- Calentar a ebullición a fuego directo.



- Centrifugar en caliente separar precipitado – disolución.

Precipitado

- Lavar con medio mililitro de agua y con 2 gotas de sulfato amónico.
- Tratar el precipitado lavando con 1 ml de agua fría.
- Al líquido añadir gotas de amoníaco 2M hasta alcalinizar.
- Añadir 5 gotas de disolución saturada de oxalato amónico y calentar
- Aparece precipitado blanco de oxalato de calcio.

Disolución

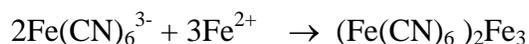
- Tomar 5gotas de la disolución
- Alcalinizar con amoníaco
- Añadir 5 gotas de oxalato amoníaco 0.5M
- Calentar, turbidez o precipitado blanco indica Ca^{2+}

Determinación de hierro

Fundamento analítico.

El catión Fe^{2+} es verde pálido, es inestable oxidándose al aire a Fe^{3+} . Esta oxidación es lenta en medio ácido, pero aumenta rápidamente al alcalinizar la solución. Se logra estabilizarlo formando complejos, sal de Mohr. Es un catión ligeramente ácido, su hidróxido no se disuelve en exceso de OH^- .

El ferricianuro de potasio ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$) origina con el Fe^{2+} precipitado azul, denominado azul de turubull, de ferricianuro ferroso.





El precipitado es insoluble en ácidos; con los álcalis fuertes se ataca formando ferricianuro alcalino e hidróxido ferroso, el que enseguida es oxidado a férrico por el ferricianuro, por lo que finalmente, queda una mezcla de ferrocianuro alcalino con algo de ferricianuro y de hidróxido ferroso y férrico.



La reacción es sensible

Técnica

- Tomar 1ml de solución problema en tubo de ensayo y añadir 2 gotas de H_2O_2
- Adicionar 1 gota de $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 0.1M. Color azul intenso (azul de Prusia) debido a la formación de ferrocianuro férrico $\text{Fe}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6)_3^-$ indica presencia de Fe^{3+} .
- En un tubo de ensayo colocar una gota de NH_4SCN 1M y 1ml de solución a identificar. Aparición de color rojo sangre, debido a la formación del complejo $\text{Fe}(\text{SCN})_6^{3-}$, indica la presencia de Fe^{3+} .

Aniones

El análisis sistemático de los aniones es más difícil que el de los cationes debido a la mayor reactividad de los mismos. Los aniones son más complejos en sus estructuras aunque existe un número de aniones simples, tales como los haluros y sulfuros, la mayoría está compuesta por iones negativos de oxiacidos en los cuales el átomo central no metálico existe en diferentes estados de oxidación.

Los diferentes estados de oxidación de los ácidos constituyentes permiten que se realicen reacciones de oxidación - reducción entre los diferentes iones en una mezcla desconocida, varios aniones resultan ser agentes oxidantes cuando se encuentran en soluciones ácidas, o aumentan en poder oxidante por esta causa algunas son afectadas por la presencia de



exceso de iones hidróxidos. La tendencia hacia la oxidación y la reducción puede ser identificada por tratamientos con ácidos o álcalis.

Las clasificaciones de iones se basan en la distinta solubilidad de sus sales de plata y de bario.

Grupo primero:

Integra aquellos aniones que precipitan con catión Ba^{2+} o con mezcla de Ba^{2+} y Ca^{2+} , en medio neutro o débilmente alcalino: borato, fluoruro, oxalato, tartrato, silicato, fosfato, arseniato, arsenito, carbonato, cromato, sulfato, sulfito y tiosulfato

Grupo segundo:

Incluye los aniones que precipitan con catión Ag^+ en medio nítrico, diluido y en frío.

Grupo tercero:

Comprende los aniones que no precipitan con Ba^{2+} ni con Ag^+ .

El anión fosfato no puede reconocerse en presencia de silicatos, por su reacción con molibdatos ya que interfiere por lo que se debe investigar de la solución original.

Técnica

- Tomar 0.5ml de la muestra original.



- Adicionar 4 gotas de HNO_3 (conc) hervir hasta eliminar cualquier gas que pueda producirse.
- Añadir 0.5 ml de reactivo nitromolibdico(6 gotas de molibdato de amonio al 15% y 3 gotas de HNO_3).
- Hervir, un precipitado amarillo de fosfomolibdato de amonio indica fosfato

Humedad.

Se pesaron 2g de semillas entera de chíá y chan transferirlo a un crisol deshumedecido–tarado.

Luego se colocó el crisol en un horno a 105-110 °C por dos horas. Se enfría y posteriormente se pesa.

Cálculos

$$\% \text{ humedad} = ((\text{peso (muestra + crisol)} - \text{peso (muestra tratada)}) / \text{peso de la muestra}) * 100$$

Donde:

P_m: peso de la muestra.

P_{Pm}: pérdida de peso de la muestra = (peso de muestra + crisol) – (peso de muestra tratada)

Cenizas totales

Pesar 1g de semillas entera de chíá y chan en un crisol deshumedecido y previamente tarado. Las semillas son expuestas a una temperatura de 100°C evitando la formación excesiva de hollín, luego a 200°C (30min)



Calcine a 500°C (1- 3 horas según el tipo de muestra) hasta que se carbonice en una mufla, cerciőrese que la temperatura se mantenga constante. Esta debe estar dentro de la campana.

Transcurrido el tiempo requerido, espere que baje la temperatura, saque el crisol y colóquelo dentro de un Desecador. Pesar.

Cálculos

$$\% \text{ cenizas} = (P_{C+C} - P_{CV} / P_M) * 100$$

Donde

P_{C+C} : peso del crisol + ceniza

P_{CV} : peso del crisol vacío

P_M : peso de la muestra

Proteínas por el método de Kjeldhal.

Tratamiento para semillas

Determinación de proteína en las semillas de chía y de chan se realizo en 4 procesos.

Preparación de la semilla de chía y chan:

Triturar las semillas de chía y chan en partículas bien finas con un mortero.

Proceso de digestión:

- Pesar 1g de semillas triturada de chía y de chan,



- Se transfirieron a un tubo digestor y de le agrego 1.5g del catalizador K_2SO_4 mas 10ml de H_2SO_4 (conc)
- Se colocaron los tubos digestores conteniendo las muestras y el blanco en la cocina por 1hora de manera que la masa reaccionante sea completamente incolora.
- Enfriar y diluir a un volumen de 100ml.
- Filtrar al vacío.

Proceso de destilación:

- Se transfirió la muestra conteniendo 100ml de filtrado y se le adiciono 100ml de agua destilada a un balón de 500ml.
- Agregar 70ml de NaOH 6M y destilar aplicándole la corriente de vapor.
- Se recoge el destilado en un erlenmeyer de 250ml conteniendo 10ml de HCl patrón (0.622M) Y gotas de indicador verde de bromocresol, tornará las sales en color amarillo.

Proceso de valoración:

Se recoge 150ml de destilado y adicionar 15gotas del indicador verde de bromocresol y se valora con NaOH estandarizado (0.074M) con una bureta de 50ml; la valoración ha concluido cuando sucede el viraje de color de amarillo - verde.

Se llevó a cabo el calibrado del equipo con un estándar conocido NH_4CL a diferentes concentraciones (0.21, 0.5) por triplicado más el blanco, teniendo mejor resultado con 0.21. Todas las muestras se hicieron por triplicado.

Cálculos:

$$\% \text{Nitrógeno total} = (V_{NaOH} * N_{NaOH \text{ (estandarizado)}} * 14 / 1000 * Pm) * 100$$



$$\% \text{Proteína} = \% \text{nitrógeno total} * f$$

V_{NaOH} : volumen gastado de hidróxido de sodio en la titulación.

N: normalidad de hidróxido de sodio estandarizado.

14: equivalente – gramo del nitrógeno

Pm: peso de la muestra

f: factor proteico, depende de la muestra, para alimentos en general es de 6.25.

Extracción de grasa por el método de soxhlet.

- Triturar las semillas de chía y chan, colocarlas en un Desecador.
- Pesar 15g de semillas secada y triturada en un dedal o cartucho.
- Poner 150ml del disolvente hexano técnico en un balón fondo redondo de 500ml
- Instalar el equipo de extracción soxhlet por 4 horas.
- Enfriar la mezcla del disolvente (hexano) y grasa, si se presenta otra fase liquida (agua), agregar sulfato de sodio anhidro para saturar la solución y así eliminar las moléculas de agua.
- Filtrar, si es necesario; colocar el balón en el rotavapor para evaporar el hexano a presión reducida.

Todas las muestras se hicieron por triplicado

Cálculos

$$\% \text{Grasa} = (BG - BV/Pm) * 100$$

BG: peso del balón + grasa

BV: peso del balón vacío

Pm: peso de la muestra.



Fibra bruta

El proceso de extracción de fibra bruta comprende:

- **Etapa inicial:**
Incluye hidrólisis ácida, alcalina y una extracción en frío con acetona.

- **Etapa final:**
Extracción de minerales en la ceniza.

Preparación de la muestra:

Pesar 1g de semillas secas - molidas de chía y chan en un crisol previamente tarado y deshumedecido.

Hidrólisis ácida

Se le adiciona 15ml de ácido sulfúrico al 1.25% al crisol conteniendo las semillas para la dilución de proteínas y grasas. Ponerlo en baño María durante 30min, a una temperatura de 60⁰C. Luego se filtra al vacío la solución ácida, lavar 3 veces con agua a 100⁰C para eliminar residuos ácidos. El residuo que queda en el papel filtro trasladarlo al crisol.

Hidrólisis alcalina

Al residuo se le agrega 15ml de hidróxido de sodio al 1.25% para extraer las proteínas solubles en medio alcalino, ponerlo en baño María a una temperatura de 60⁰C. Filtrar al vacío, lavando el residuo con agua 100⁰C hasta la eliminación de hidróxido de sodio.



Extracción en frío

Colocar el residuo en un beaker de 10ml y transferirlo a un agitador magnético y realizarle una extracción con acetona para eliminar los residuos grasos y pigmentos, filtrar al vacío. El residuo insoluble se llevó a un horno para secar y evaporar la acetona por 1 hora. Enfriar y pesar obteniéndose la fibra bruta. P_1

Se coloca el residuo en la mufla a 500°C durante 1 hora hasta que el contenido sea de color blanco. Enfriar en el Desecador durante 30min, y pesar. P_2 . Se hicieron muestras por triplicado

Cálculos:

$$\% \text{Fibra bruta} = (P_1 - P_2 / P_m) * 100$$

P_1 : peso del crisol más el residuo insoluble.

P_2 : peso del crisol más el residuo incinerado.

P_m : peso de la muestra.

Calcio (método complexométrico)

Se pesaron por duplicado 10g de semillas entera - molidas de chía y de chan, ambas formas de las semillas se colocaron en un balón fondo plano de 1L y se aforaron con agua destilada por 1 hora.

Se pesaron 10g de semilla entera y se incineraron en una mufla a 500°C por 1 hora, usar campana. Luego se peso 1g de ceniza colocarlo en un balón fondo plano de 1L y se aforaron con agua destilada por 1 hora. Filtrar al vacío todas las muestras en remojo semillas entera - molidas y cenizas.

Se tomaron alícuotas 100ml de cada una de las muestras por triplicado y se preparó un blanco (con agua destilada). En un erlenmeyer de 125ml colocar las alícuotas de 100ml y añadir 5ml de NaOH 2M y la punta de espátula de indicador murexida, agitar.



Valorar con la solución de EDTA normalizado (0.001086M) contenida en una bureta de 50ml, agitar continuamente hasta el viraje de rosa – malva (lila).

Cálculos

$$\text{MgCa}^{2+}/\text{g} = V_{\text{EDTA}} * M_{\text{EDTA}} * \text{PF}_{\text{CA}^{2+}} * 1000 / P_M$$

Donde:

V_{EDTA} : ml de EDTA gastados para valorar la muestra.

M_{EDTA} : molaridad de EDTA normalizado.

$\text{PF}_{\text{CA}^{2+}}$: peso formula del calcio.

P_M : Peso de la muestra.

Magnesio (método complexométrico)

Del filtrado de muestras de semillas (entera - molidas - cenizas) del paso 3 del análisis de calcio, tome el volumen necesario.

Se tomó de cada una de las muestras alícuotas de 100ml por triplicado y se preparó un blanco (con agua destilada). En un erlenmeyer de 125ml colocar las alícuotas de 100ml, añadir 2ml de solución tampón PH 10 y 2ml de indicador negro de eriocromo T, agitar. Valorar con la solución de EDTA normalizado (0.001086M) contenida en una bureta de 50ml, agitar continuamente hasta el viraje de rosado - verde.

Cálculos

$$\text{MgMg}^{2+}/\text{g} = V_{\text{EDTA}} * M_{\text{EDTA}} * \text{PF}_{\text{Mg}^{2+}} * 1000 / P_M$$



V_{EDTA} :	ml de EDTA gastado para valorar la muestra.
M_{EDTA} :	Molaridad del EDTA normalizado.
$PF_{Mg^{2+}}$:	peso formula del Magnesio.
P_M :	Peso de muestra

Hierro (método O –fenantrolina)

Curva de calibración.

Usando una bureta de 10ml se preparo una serie de estándares de hierro, tomando 2.0, 4.0, 6.0, 8.0 y 10.0ml de solución hija (10mgrFe/L) a un balón de 50ml y se aforó.

Transferir a un erlenmeyer de 125ml, agregar 2ml de HCl (conc), 1ml de hidroxilamina usando una pipeta. Ponerlo en una cocina para digestar por 30min hasta obtener un volumen de 10ml. Dejar enfriar y transferir a un balón de 50ml y aforar.

Transferir a un erlenmeyer de 125ml, agregar 15ml de buffer de acetato de amonio, 2ml de O- fenantrolina y esperar que se desarrolle el color por 15min para luego leer la absorbancia a 510nm. Esta curva se hizo por 3 días consecutivos.

Determinación de hierro en muestras de semilla molida - ceniza.

Se pesaron 0.05g de semilla molida – ceniza de chíá y se transfirió a un balón de aforo de 50ml y se aforó con agua destilada transferirlo a un erlenmeyer de 125ml.



Se agregó 2ml de HCl (conc) y 1ml de hidroxilamina, ponerlo en una cocina para llevar a cabo la digestión hasta tener un volumen de 10ml. Filtrar.

Para semilla molida aforar a 50ml, agregar 15ml de buffer acetato de amonio-ácido acético, 2ml de o- fenantrolina esperar que desarrolle el color por 15min, leer absorbancia a 510nm. (Para semilla molida).

Para ceniza se toma la solución digestada y se afora a 100ml con agua destilada, se toman alícuotas de 25ml y se afora a 50ml, se agrega 15ml de solución buffer acetato de amonio- ácido acético, 2ml de o- fenantrolina esperar a que desarrolle el color por 15min y titular.

Cálculos

$$X = (Y - a) / b$$

En donde Y = absorbancia de la muestra.

a = intercepto

b = pendiente

X = concentración

VIII - RESULTADOS



Tabla 1: Resultados de Análisis de Humedad en semillas de chíá y chan

N° de Replicas	% de humedad en la semilla de chíá	% Humedad en la semilla de chan
1	9.98	5.31
2	9.55	5.21
3	11.10	5.26
Valor medio	10.21	5.26

Tabla 2: Resultados de Análisis de Cenizas en semilla de chíá y chan

N° de Replicas	Semilla de chíá		Semilla de chan	
	Cenizas en g.	% de cenizas	Cenizas en g.	%Cenizas
1	0.05	5.54	0.09	9.60
2	0.05	4.96	0.09	9.60
3	0.05	4.98	0.09	9.40
Valor medio		5.16		9.53

Tabla 3: Resultados de Análisis de Proteína por Kjeldahl (factor proteico = 6.25)

N° de muestra	% de proteína en la semilla de chíá	% Proteína en la semilla de chan
1	16.44	3.70
2	15.89	3.86
3	17.23	3.70
Valor medio	16.52	3.75

Tabla 4: Resultados de Extracción de Grasa por Método Soxhlet

N° de Replicas	% de grasa en la semilla de chíá	% Grasa en la semilla de chan
----------------	----------------------------------	-------------------------------



1	16.93	11.25
2	15.93	11.25
3	16.73	11.27
Valor medio	16.53	11.26

Tabla 5: Resultados de Análisis de Fibra Bruta

N° de Replicas	% fibra en la semilla de chía	%Fibra Bruta en la semilla de chan
1	33.14	32.00
2	30.23	33.00
3	35.81	32.00
Valor medio	33.06	32.33

Tabla 6: Resultados de Análisis de Magnesio (Mg^{2+}) en Semillas Enteras de chía y chan.

Tiempo	No. De replicas	Mg Mg^{2+} / g en semilla de chía	Mg Mg^{2+} / g en semilla de chan
Una hora	1	0.21	1.32
	2	0.23	1.06
Seis horas	3	0.23	1.06
	4	0.16	1.32
	5	0.18	1.32

Tabla 7: Resultados de Análisis de Magnesio (Mg^{2+}) en Semillas Molidas de chía y chan.

Tiempo	No. de réplicas	Mg Mg^{2+} / g en semilla de chía	mg Mg^{2+} / g en semilla de chan
--------	-----------------	-------------------------------------	-------------------------------------



Una hora	1	0.26	3.70
	2	0.26	3.97
	3	0.29	3.70
Seis horas	1	0.18	3.71
	2	0.18	3.71
	3	0.18	3.97

Tabla 8: Resultados de Análisis de Magnesio (Mg^{2+}) en Ceniza de Semillas de chía y chan.

N° de Replicas	mg Mg^{2+} / g en de chía	mg Mg^{2+} / g de chan
1	1.84	3.70
2	1.87	3.70
3	1.90	3.44
Valor medio	1.87	3.61

Tabla 9: Resultados de Análisis de Calcio (Ca^{2+}) en Semillas Enteras de chía y chan.

Tiempo	No. de replicas	mg Ca^{2+} / g en semilla de chía	mg Ca^{2+} / g en semilla de chan
Una hora	1	0.13	2.18
	2	0.17	2.62
	3	0.17	2.62
Seis horas	1	0.15	2.18
	2	0.13	2.18
	3	0.13	2.62

Tabla 10: Resultados de Análisis de Calcio (Ca^{2+}) en Semillas molidas de chía y chan.



Tiempo	No. de replicas	Mg Ca ²⁺ / g de chía	mg Ca ²⁺ / g de chan
Una hora	1	0.21	4.36
	2	0.21	3.93
	3	0.26	4.36
Seis horas	1	0.13	4.80
	2	0.13	4.80
	3	0.17	4.36

Tabla 11: Resultados de Análisis de Calcio (Ca²⁺) en Cenizas de Semillas de chía y chan.

No. de replicas	mg Ca ²⁺ / g de chía	mg Ca ²⁺ / g de chan
1	0.69	2.62
2	0.69	2.62
3	0.73	3.05
Valor medio	0.70	2.76

Determinación de hierro

Método O-Fenantrolina.



Curva de Calibración Media.

ppm (Fe II)	Abs
0.4	0.103
0.8	0.165
1.2	0.228
1.6	0.291
2.0	0.356

Análisis de Regresión Lineal.

$$y = 0.039 + 0.158 X \quad r^2 = 0.9999$$

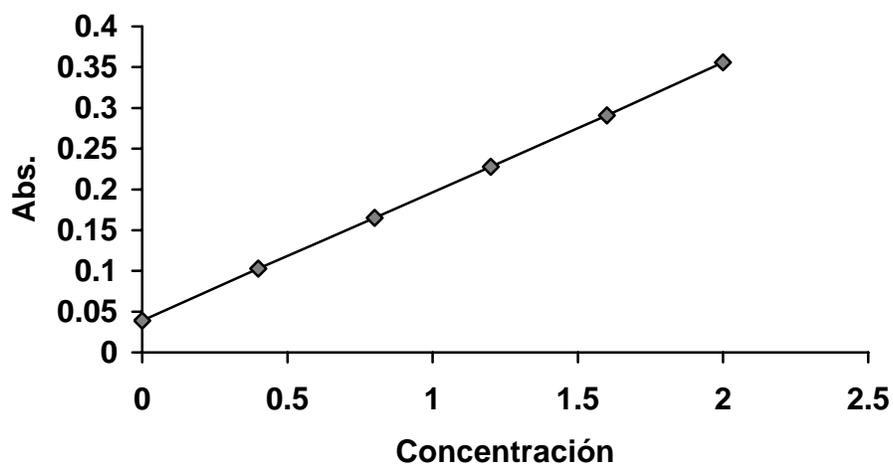


Figura 1



Tabla 12: Resultados de Análisis de Hierro en Semillas Molidas de chía y chan.

No de muestras	Semilla de chía	Semilla de chan
	Concentración de hierro (ppm)	Concentración de hierro(ppm)
1	0.65	0.52
2	0.63	0.51
3	0.71	0.52
Concentración media	0.66	0.52

Tabla 13: Resultados de Análisis de Hierro en Cenizas en Semillas de chía y chan.

N° de muestras	Semilla de chía	Semilla de chan
	Concentración de hierro (ppm)	Concentración de hierro (ppm)
1	0.75	1.58
2	0.75	1.59
3	0.75	1.59
Concentración media	0.75	1.59

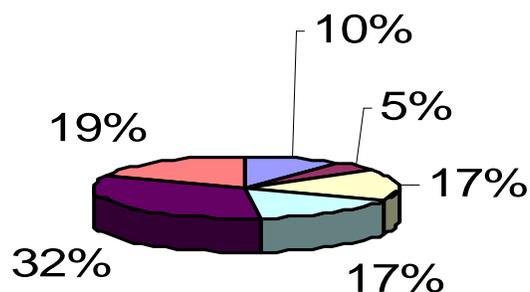


Composición química de las semillas de chía y de chan.

Composición	Contenido	
	Chan (<i>Hyptis suaveolens</i>)	Chía(<i>salvia Hispanica</i>)
Humedad	5.26	10.21
Cenizas	9.53	5.16
Proteína	3.75	16.52
Grasa	11.26	16.53
Fibra	32.33	33.06
Carbohidrato	37.87	18.52
Calcio	2.76mg/g	0.70mg/g
Magnesio	3.61mg/g	1.87mg/g
Hierro	1.59mg/g	0.75mg/g

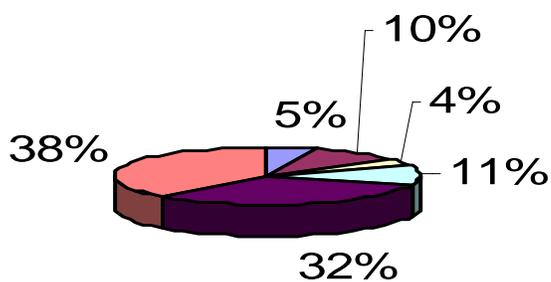


COMPOSICION QUIMICA DE LA SEMILLA DE CHIA

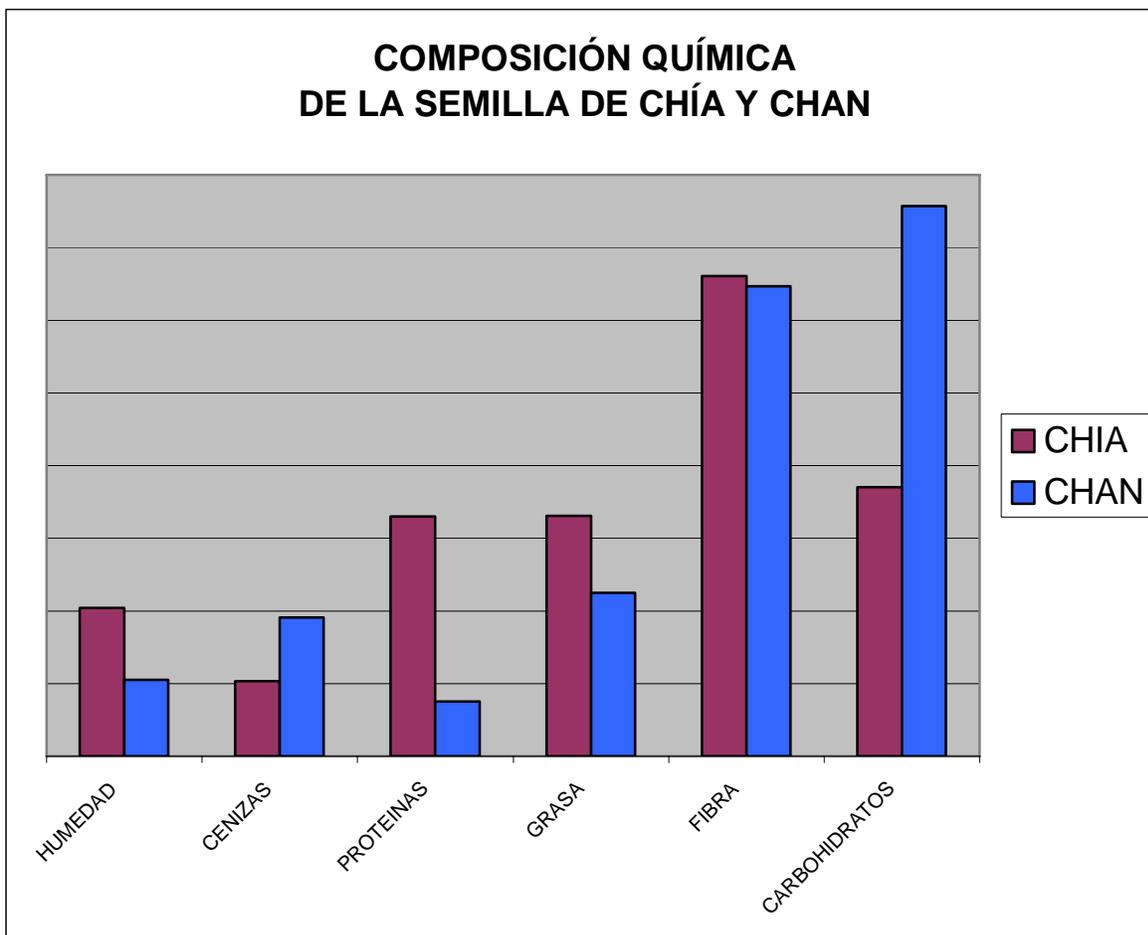


- HUMEDAD
- CENIZAS
- PROTEINAS
- GRASA
- FIBRA
- CARBOHIDRATOS

COMPOSICIÓN QUIMICA DE LA SEMILLA DE CHAN



- HUMEDAD
- CENIZAS
- PROTEINAS
- GRASA
- FIBRA
- CARBOHIDRATOS



Análisis de resultados



Análisis cualitativo

En la identificación de cationes y aniones en las cenizas de la semilla de chía se encontró los nutrientes: calcio, magnesio, hierro, zinc, potasio y el anion fosfato.

En ceniza de semilla de chan se encontró los nutrientes: calcio, magnesio, hierro y zinc.

Análisis cuantitativo

Resultado de humedad

El contenido de humedad encontrado en las semillas de chía: 10.21% y del chan: 5.26% esto nos indica la estabilidad del producto, es decir que pueden ser almacenados por años sin deteriorarse el sabor, olor o el valor nutritivo; el bajo porcentaje de humedad en el chan le confiere una larga vida útil convirtiéndose en un producto con mucha estabilidad. (Tabla 1).

Resultado de cenizas

El porcentaje de ceniza en semilla de chía: 5.16% y chan: 9.53% observándose que el chan es más rico en sales minerales que la chía; la cantidad de cenizas encontrado en un alimento indica que existen nutrientes que nos ayudan a cumplir diversas funciones como plásticas y reguladoras. (Tabla 2).

Resultado de proteínas



El porcentaje de proteínas encontrado en la semilla de chía: 16.52% y chan: 3.75%, esto significa que en la semilla de chía hay mayor cantidad de proteína que en el chan las proteínas forman parte de la estructura del cuerpo; por tanto el alto contenido de proteína en un alimento nos ayuda a formar y reparar los tejidos para el crecimiento (niños) y cuando el organismo sufre de algún desgaste natural (adultos). (Tabla 3).

Resultado de grasa

El porcentaje de grasa en semilla de chía: 16.53% y chan: 11.26%; se puede decir que la semilla de chía tiene mayor cantidad de grasa que el chan; dicha grasa es rica en ácidos grasos omega 3 y antioxidantes, estos nos ayudan a reducir el riesgo de sufrir diversas enfermedades entre ellas las cardiovasculares y a minimizar las reacciones de oxidación que contribuyen al envejecimiento entre otras. (Tabla 4)

Resultado de fibra

El porcentaje de fibra en semilla de chía es de 33.06% y chan: 32.33% observándose que en ambas semillas existe un alto porcentaje de fibra; sin embargo la chía lleva un poco más de fibra que el chan, estos resultados nos indican la densidad calórica, ya que es una sustancia insoluble que sirve para dar volumen al alimento. (Tabla 5).

Resultados de Magnesio (Mg^{2+})



En Semilla entera, semilla molida y ceniza en diferentes tiempos de maceración en agua.

La concentración de magnesio en semilla entera de chía en 1 hora: 17.16 mgMg²⁺ /g y al cabo de 6 horas: 22.88 mg Mg²⁺/g.

La concentración de magnesio en semilla entera de chan en 1 hora: 119.24 mg Mg²⁺/g y a la 6 horas: 123.66 mg/g.

Los resultados nos indican que en ambas semillas aumenta la cantidad de magnesio al aumentar el tiempo de disolución; sin embargo en el chan existe mayor cantidad de magnesio que en la chía; para que nuestro organismo adquiera mas magnesio se recomienda tomar el refresco después de varias horas. (Tabla 6).

Semilla molida de chía en 1 hora: 26.40 mg/g y a las 6 horas: 18.48 mg/g

Semilla molida de chan en 1 hora: 379.80 mg/g y a las 6 horas: 379.80 mg/g.

Los resultados nos indica que no hay absorción de magnesio en la chía y en el chan se mantiene constante, pero se existe mas magnesio en la semilla de chan. (Tabla 7).

Cenizas de chía: 187.44 mg/g y chan: 362.14mg/g

Estos resultados muestran que las cenizas de chan contienen un mayor contenido de magnesio que la chía.

Los resultados obtenidos por los diversos análisis tanto en semilla entera-molida nos indica que podemos adquirir mas magnesio con semilla molida (policereal-pinolillo) en el chan después de varias horas, la existencia de una alta cantidad de magnesio nos ayuda a tener un buen funcionamiento del metabolismo.

Resultados de calcio (Ca²⁺)



En semilla molida, semilla entera y ceniza

La concentración final de calcio en Semilla entera de chía en 1 hora: 15.96mg/g y a las 6 horas: 15.96mg/g.

La concentración de semilla entera de chan en 1 hora: 247.56 mg/g y a las 6 horas: 233.00 mg/g.

Se observa que no existe absorción con el tiempo de disolución pero la concentración de calcio en el chan es mayor en 1 hora que la chía. (Tabla 9)

Semilla molida de chía en 1 hora: 23.21mg/g y a las 6 horas: 14.51mg/g.

Semilla molida de chan en 1 hora: 422.31mg/g y a las 6 horas: 466.00mg/g

Los resultados de chía demuestran que no existe absorción de calcio en cuanto al tiempo de disolución, a diferencia del chan aumenta la cantidad de calcio pasada varias horas. En ambas formas de la semilla de chan entera-molida hay mas calcio que en la chía, se puede decir que existe más calcio en semilla molida, por tanto al igual que el magnesio se recomienda tomar cereal ya que este mineral es muy importante en la estructura de los huesos y dientes. (Tabla 10).

Ceniza de chía: 71.09mg/g y chan 276.68mg/g. Se observa que la semilla de chan presenta mayor cantidad de calcio que la chía. (Tabla 11).

Resultado de hierro

La concentración final de hierro en semilla molida de chía: 0.66ppm y chan: 0.52ppm

Cenizas de chía: 0.75ppm y chan: 1.59ppm

Se observa que la cantidad de hierro en semilla molida de chía es mayor que en el chan; en la ceniza se corrobora la existencia de este mineral en mayor cantidad en el chan que en la chía, la existencia de hierro es importante en nuestro organismo ya que este se encarga de transportar él oxígeno.



CONCLUSION

En el análisis químico realizado de nutrientes en las semillas de chía (*salvia hispánica* L) y el chan (*Hyptis suaveolens*) se obtuvo:

La humedad presente en la semilla de chía: 10.21%, chan: 5.26%; este es un factor importante para establecer la estabilidad.

El contenido de ceniza encontrado en la chía: 5.16%, chan: 9.53% por tanto son alimentos ricos en minerales hierro, calcio, magnesio, etc.

El contenido de proteínas encontrado en la semilla molida de chía: 16.52%, chan: 3.75%.

La cantidad de fibra en ambas semilla es alto; la semilla de chía presenta un 33.06% de fibra, el chan un 32.33%.

El contenido de grasa en semilla molida- secada en chía: 16.53% y chan: 11.26%, ambas tienen un alto porcentaje de ácidos grasos.

Dentro de las sales minerales se encontró la concentración final de magnesio en semilla entera- molida- cenizas en diferentes tiempos de maceración, determinando mas magnesio en ceniza de chan 3.7mg/g; y en comparación con semilla entera-molida se obtiene mas magnesio en la semilla molida de chan obteniendo mejor aprovechamiento si se consume como policereal.

En el análisis de calcio se encontró que hay más calcio en ceniza de chan 2.76mg/g; y en semilla entera-molida, se observó que la cantidad de calcio es mayor en semilla molida de chan 4.65mg/g al aumentar el tiempo de disolución.

En la determinación de hierro, se encontró la cantidad de hierro en semilla molida de chía: 0.66ppm, con un porcentaje de 0.066% chan: 0.52ppm, y un 0.104%.

Cenizas de chía: 0.75ppm, con un 0.15% chan: 1.59ppm, y un porcentaje de 0.032% utilizando una curva de calibración con estándares para mayor fiabilidad del método.



De los resultados obtenidos la semilla de chía y chan representan una oportunidad para mejorar la nutrición humana a muy bajo costo, proveyendo una fuente natural con alto contenido de proteínas, fibra, ácidos grasos omega3 y antioxidantes los cuales son requeridos para el equilibrio nutricional y algunos no los puede sintetizar el cuerpo y son necesarios ya que previenen algunas enfermedades.

Los nutrientes encontrados como calcio, magnesio, hierro, proteínas, grasas, fibra y carbohidratos en ambas semillas le confieren un gran potencial para usarla dentro de los mercados alimentarios, industriales y agrícolas. Por tanto incentivamos hacia la producción y para el consumo de estos alimentos, chía y chan en la sociedad nicaragüense.



Recomendaciones

Identificar la presencia de vitaminas en semillas de chía (salvia hispánica l.) y chan (hyptis suaveolens).

Realizar análisis de esteres metílicos de ácidos grasos en ambas semillas con el fin de determinar que tipo de ácidos grasos existe sobre todo omega-3 y omega- 6.

Realizar análisis cualitativo de potasio, zinc, fósforo para cuantificar cada uno de ellos ya que forman parte importante dentro de la nutrición ya que por faltas de condiciones no pudimos realizarlo.



BIBLIOGRAFIA

Http: www.aadynd.org.ar/comunidad/detalle.

Http: www.seminario.vol.com.ar/edicion-1299/nota-05.htm.

Http: www.monografias.com/trabajos/alimentos/shtml.

Http: www.acguanacaste.ac.cr-hiptis.suaveolens/h_suaveolens20ene1998

Http: www.eatchia.crosswinds.net

Http: www.vegsoc.org/

Http: www.zonadiet.com/nutrición/magnesio.htm

- AOAC, “Methods of Análisis” 12 edition, Washington (1975)
- Juan Tomás Roig y Mesa, ciencia y técnica, Instituto del libro, la Habana, 1974. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba.
- IM. Kolthoff – E. B Sandell – E J Mechan – Stanley Bruckenstein. 6ª. Edicion Mineapolis (1972). Análisis Químico Cuantitativo.
- Gilberth Ayres. 2ª. Edición Universidad de Texas. Austin (1970). Análisis Químico Cuantitativo.
- H. A. Flaschka - AJ Bamard Jr. – P.E.Stomock. Vol. I Química Analítica Cuantitativa.
- Lic. C. Díaz – Lic. D. Castro. Departamento de química inorgánica y analítica. Practicas de química analítica cualitativa.
- Daniel C. Harris. Michelson laboratory. China Lake, California. 3ª. Edición. 1991. Análisis químico cuantitativo.
- RENNIED B. PRADO ALONSO. Monografía UNAN - León. 2003. Análisis químico de nutrientes en la semilla de Hyptis Suaveolens (Chan).