



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA  
UNAN – LEÓN



FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**Tesis para Optar al Título de Licenciado en Química**

**TEMA**

**ANÁLISIS QUÍMICO DE NUTRIENTES EN LA SEMILLA  
DE HYPTIS SUAVEOLENS (CHAN).**

**Autor:**

**Br. Rennied Bernard Prado Alonso.**

**Tutora:**

**Lic. Liliana Rostrán Molina.**

**León, Nicaragua 2004**



## AGRADECIMIENTO

Le agradezco primero a **Dios** por darme el don de la vida a través de una familia que ha sabido siempre guiarme en todos los aspectos de mi vida.

A mis padres: *René Prado Solís* y *Dina Alonso Zambrana* que con su apoyo incondicional, comprensión y amor han sido mi fuente de inspiración para continuar y alcanzar un sueño.

A todas aquellas personas que de una u otra forma me brindaron su apoyo  
Lic. Liliana Rostrán Molina.

**RENNIED PRADO ALONSO**



## DEDICATORIA

A:

*Dina María Alonso Zambrana*

Mi madre.

“Por los años de esfuerzo y dedicación, en mi educación”

**RENNIED PRADO ALONSO**



## INDICE

I.	Resumen.....	01
II.	Introducción.....	02
III.	Objetivos.....	04
IV.	Marco Teórico.....	05
IV.1	Generalidades sobre la planta <i>Hyptis Suaveolens</i> Chan.....	05
A.	Clasificación Botánica.....	05
B.	Descripción Botánica.....	05
C.	Usos.....	10
D.	Fitoquímica.....	10
E.	Origen y Distribución.....	10
IV.2	Parámetros Analíticos.....	11
A.	Marcha Analítica del Carbonato Sódico.....	11
B.	Humedad.....	11
C.	Cenizas Totales.....	12
D.	Proteínas.....	13
E.	Grasas.....	15
F.	Fibra Cruda.....	17
G.	Magnesio.....	18
H.	Calcio.....	19
I.	Hierro.....	20
J.	Procesamiento de Datos.....	23
V.	Parte Experimental.....	25
V.1	Equipos.....	25
V.2	Materiales.....	25
V.3	Reactivos.....	26
V.4	Preparación de Soluciones.....	27
V.5	Procedimientos.....	29
V.5.1	Recolección de la Semilla.....	29
V.5.2	Preparación de la Muestra.....	29



V.5.3	Métodos de Análisis.....	29
VI.	Resultados.....	40
VII.	Tratamiento Estadístico de los Resultados.....	52
VIII.	Análisis de Resultados.....	55
IX.	Conclusiones.....	59
X.	Recomendaciones.....	61
XI.	Bibliografía.....	62
XII.	Anexos.....	63



## I. RESUMEN

El presente trabajo químico se realizó en la semilla de *Hyptis Suaveolens* (Chan), la cual crece silvestremente sin muchas exigencias de cultivo su mayor utilidad es alimento para animales, pero en otros países como Costa Rica es una bebida refrescante común en la población, además de tener otras propiedades nutricionales y medicinales.

Por tanto, en la etapa inicial de este estudio se identificaron todas las sustancias nutricionales como azúcares, proteínas, lípidos, vitaminas y algunos macro y micro elementos. Todos estos ensayos se realizaron en semilla entera, semilla molida y en cenizas.

Luego se empezó a trabajar con los métodos de separación y cuantificación según el análisis a realizar. Habiéndose encontrado que la semilla de Chan se puede consumir como alimento nutricional en dos formas como bebida refrescante dejando media hora en agua, o bien como polícereal molida por su alto contenido de nutrientes: 37.57% azúcares, 3.75% proteínas, 11.26% grasa, 32.36% fibra, 9.80% minerales, calcio, magnesio y hierro; y por su baja humedad de 5.26% se puede almacenar y mantener su estabilidad ya que es menos propensa a ataques de hongos y bacterias.

Un producto de bajo costo puede incluirse en la alimentación y disminuir el índice de desnutrición en la población, sobre todo en los niños.

Como primera valoración de este estudio se puede resumir que el Chan puede ser para los agricultores otra alternativa de cultivo el cual tiene altos valores nutritivos y medicinales para la población.



## II. INTRODUCCIÓN

La situación de pobreza en el mundo afecta a la población con deficiencias nutricionales, tales como la falta de proteína, vitaminas, hierro, calcio y magnesio. Nicaragua catalogada como uno de los países más pobres de América Latina, no escapa de los embates de pobreza y por ende a las enfermedades por carencias nutricionales. Es por eso que la lucha contra el hambre y el analfabetismo deben ser priorizadas, en la medida en cada uno de nosotros como profesionales nos involucremos para mejorar las condiciones de vida de nuestro pueblo para satisfacer las necesidades nutricionales.

La desnutrición provoca graves problemas de la salud principalmente en los niños: insuficiencias ponderables, retardo del crecimiento, deficiencias mentales y debilitamiento de las resistencias inmunitarias.

Una de las alternativas para combatir las carencias nutricionales es el consumo de alimentos que puedan ser cultivados en el país. El caso de la semilla de chan que se considera un alimento de alto valor nutritivo, crece en áreas secas, suelo pedregoso y en la actualidad en el país sirve de alimento para animales; mientras que en otros países tiene otras alternativas de consumo, como bebida refrescante y en forma de cereal.

La semilla de chan ha sido objeto de estudio en otros países, tal es el caso de Argentina donde se encontró que la semilla de chan contiene un 11% - 12% de aceite total, 77% - 80% de ácido linoleico, y poco o nada de ácido linolénico.

La planta de chan es nativa de México meridional y América Central, y también en las Antillas, naturalizada en los trópicos del Viejo Mundo.



Partiendo de la importancia nutricional que tiene, se plantea en el presente estudio realizar una caracterización química de la composición de la semilla en dos forma de consumo semilla entera y molida.





### III. OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar la composición química de nutrientes en la semilla de Chan.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una marcha analítica para identificar cualitativamente calcio, magnesio y hierro.
- Determinar cuantitativamente: % de humedad, cenizas, proteínas, grasa, fibras,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Fe}^{2+}$  en la semilla de Chan.
- Realizar un análisis comparativos de calcio y magnesio en la semilla entera y semilla molida.



## IV. MARCO TEORICO

### IV. 1 GENERALIDADES SOBRE LA PLANTA HYPTIS SUAVEOLENS (CHAN).

#### A. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Nombre común	:	Chan (Nicaragua)
Nombre científico	:	Hyptis Suaveolens (L.) Point.
Sinónimos	:	Ballota Suaveolens L.
Genero	:	Hyptis
Especie	:	Suaveolens
Familia	:	Labiadas

#### B. 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 peciolo 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 emarginados 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<sup>[1]</sup>.



La planta de chan crece silvestremente a nivel de toda Nicaragua, debido a los frutos que 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 perdida del fruto.



**FLOR:**



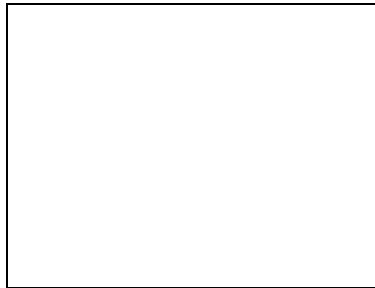
**Flor, lateral**



**Flor, frente**



**FRUTOS:**



**Fruto y semillas inmaduras**



**Semillas semimaduras**



**Fruto maduro y seco**



**Aspecto de la infrutescencia**



**Fruto y semillas maduras**

**HOJAS:**



**Inserción de la hoja al tallo**



**Envés de la hoja**



**Detalle del envés**

**Haz de la hoja****Detalle del haz**

## C. 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<sup>[1]</sup>.
- **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.

## D. 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



sequiterpenos azuleno, humuleno y cariofeleno, los esteroides campesterol, daucosterol, y sitosterol y varios diterpenos y triterpenos.

## **E. 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 al nivel de toda Nicaragua. Se encuentra a una altitud aproximada de 450 y 1650 msnm (metros sobre el nivel del mar)<sup>[2]</sup>.

## **IV.2 PARAMETROS ANALÍTICOS**

### **A. MARCHA ANALÍTICA DE CARBONATO SÓDICO**

La Marcha Analítica, conocida como Marcha del carbonato sódico, en la que mediante la utilización sucesiva de cinco reactivos generales: carbonato sódico, ácido nítrico, ácido clorhídrico, sulfato amónico y amoníaco, quedan los cationes divididos en seis grupos: el soluble en el carbonato sódico, el insoluble en el ácido nítrico, el de los cloruros, el de los sulfatos, el de los hidróxidos y el de los complejos aminados.

En la Marcha del carbonato sódico pueden ponerse de manifiesto fenómenos de precipitaciones 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); de la duración del proceso y de la temperatura a que se verifica el





tratamiento, y fundamentalmente, de la concentración de las disoluciones de carbonato sódico empleadas<sup>[8]</sup>.

## **B. 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 mezcla heterogéneas de varias sustancias, pueden contener cantidades variables de agua de los tres tipos<sup>[11]</sup>.

## **C. CENIZAS TOTALES**

Se denomina así a la materia inorgánica que forma parte constituyente de los alimentos (sales minerales). Las cenizas permanecen como residuo luego de la calcinación de la materia orgánica del alimento. La calcinación debe efectuarse a una temperatura adecuada, que sea lo suficientemente alta como para que la materia orgánica se destruya totalmente, pero tenemos que observar 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 de minerales cumplen en el organismo funciones plásticas y reguladoras. Cumplen la función plástica, el calcio, fósforo y el magnesio, formando parte del esqueleto, cartílagos, dientes, etc., el Fe en la hemoglobina, C, H, O en grasas y glúcidos, el N en las proteínas. Pequeñísimas cantidades de Cu, Mn, Co y otros minerales



también cumplen funciones plásticas. La función reguladora que cumplen los minerales se expresa en la regulación de la presión osmótica a través de las membranas celulares, mantienen la reacción alcalina, neutra o ácida de los tejidos, activan los procesos enzimáticos de la absorción y metabolismo, intervienen en la función del sistema nervioso regulando la excitabilidad y contractibilidad muscular<sup>[11]</sup>.

## D. PROTEÍNAS

Entre todos los compuestos químicos, las proteínas deben considerarse ciertamente como los más importantes, puesto que son las sustancias de la vida<sup>[11]</sup>.

Las proteínas alimenticias constituyen del 10-15% del aporte alimenticio en el hombre. Las proteínas de origen animal (leche, carne, huevos, peces) o de origen vegetal (leguminosas y cereales) en la alimentación 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 los compuestos orgánicos más complejos que se encuentran en la naturaleza y tienen pesos moleculares que van desde 35 mil hasta varios millones. Está formada por numerosas unidades de aminoácidos unidos entre sí por enlaces peptídico.



El nitrógeno del grupo amino esta directamente unido a un átomo de carbono de cada uno de los aminoácidos vecinos (-HN-CO-).

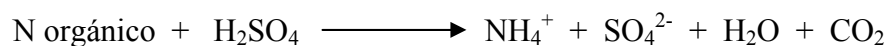
Las proteínas constituyen gran parte del cuerpo animal, lo mantiene como unidad y lo hacen funcionar. Se les encuentra en toda célula viva. Ellas son el material principal de la piel, los músculos, tendones, nervios y la sangra, de enzimas, anticuerpos y muchas hormonas.

Los aminoácidos están caracterizados por la presencia de un grupo ácido carboxílico (-COOH) y un grupo amino (NH<sub>2</sub>) en su estructura molecular, este ultimo grupo está usualmente unido al átomo de carbono adyacente al grupo carboxílico (en el carbono alfa), por lo cual se denomina  $\alpha$ -aminoácidos. Existen otros tipos de aminoácidos llamados  $\beta$ -aminoácidos que no son tan importantes<sup>[6]</sup>.

### **Fundamento del método de análisis de proteínas por Kjeldahl**

La muestra se disuelve en ácido sulfúrico concentrado y se calienta con la finalidad de que la materia carbonosa se libere en forma de CO<sub>2</sub> y el nitrógeno se transforme en sulfato de amonio.

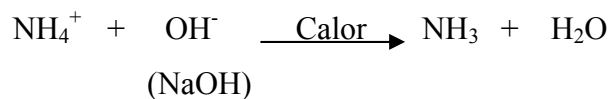
Proceso de Digestión o ataque a la muestra, se libera en la digestión la grasa, fibra, carbohidratos presentes en la muestra en forma de CO<sub>2</sub>; la parte oxigenada de la proteína también se libera, sólo queda la parte nitrogenada de la proteína.



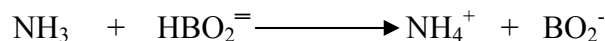
Proceso de Destilación, a la masa sometida a digestión se añade un exceso de NaOH, la adición de este neutraliza la acción del ácido sulfúrico sobrante, favorece la liberación del



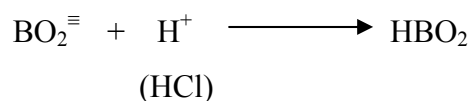
amoníaco en forma de  $\text{NH}_4\text{OH}$  que se destila por arrastre con vapor, el destilado se recibe en una solución de ácido bórico.



Proceso de Valoración, el amoníaco es captado por la solución de ácido bórico.



El borato de amonio se valora con ácido fuerte (como HCl) según la siguiente reacción:



El indicador utilizado es el rojo de metilo. El ácido consumido en esta valoración es equivalente al amoníaco obtenido y al contenido del nitrógeno de la muestra<sup>[3]</sup>.

## E. GRASAS

Los cuerpos grasos o lípidos son mezclas de ésteres resultantes de la combinación de glicerina con los ácidos grasos superiores, principalmente el palmítico, oleico y esteárico. Son pocos los cuerpos grasos en cuya composición intervienen, en cantidad considerable, los ácidos grasos inferiores (mantequilla, por ejemplo).

Los lípidos son insolubles en el agua y menos densos que ella. Se disuelven bien en disolventes no polares, tales como el éter sulfúrico, sulfuro de carbono, benceno, cloroformo y en los derivados líquidos del petróleo. Se encuentran lípidos, tanto en



vegetales como en los animales. Muchos vegetales acumulan considerablemente cantidades de lípidos en los frutos y semillas.

Hay lípidos sólidos, denominados grasas, y líquidos denominados aceites. 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.

Existen diferentes familias o clases de lípidos, pero las propiedades distintivas de todos ellos derivan de la naturaleza hidrocarbonada de la porción principal de su estructura.

Los lípidos desempeñan diversas funciones biológicas importantes, actuando:

- Como componentes estructurales de las membranas.
- Como formas de transporte y almacenamiento del combustible catabólico.
- Como cubierta protectora sobre la superficie de muchos organismos.
  
- Como componentes de la superficie celular relacionados 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<sup>[11]</sup>.

### **Fundamento del método de análisis de grasas totales.**

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 ésteres de los ácidos grasos con el glicerol, a los fosfolípidos, las lecitinas, los esteroides, las ceras, los ácidos grasos libres, los carotenos, las clorofilas y otros pigmentos.



El extractor utilizado el Soxhlet. Es un extractor intermitente, muy eficaz, pero tiene la dificultad de usar cantidades considerables de disolvente. El equipo de extracción consiste en tres partes: el refrigerante, el extractor propiamente dicho, que posee un sifón que acciona automáticamente e intermitente 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 los vapores por el tubo lateral, se condensan en el refrigerante y caen sobre la muestra que se encuentran 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<sup>[11]</sup>.

## **F. FIBRA CRUDA**

“Fibra cruda” 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 la lignina y hemicelulosas contenidas en la muestra. Las cantidades de estas sustancias en al



fibra cruda pueden variar con las condiciones que se emplean, por lo que para obtener resultados consistentes deben seguirse procedimientos estandarizados con rigidez.

La fibra también le da las propiedades físicas a los alimentos, y generalmente baja la densidad calórica de los alimentos.

### **Fibra dietética**

Los métodos empíricos para determinar el contenido en fibra cruda son de uso limitado porque los resultados pueden representar tan poco como 1/7 de la fibra dietética total de ciertos alimentos. La fibra dietética puede ser definida como constituida por todos los componentes de los alimentos que no son rotos porque las enzimas del conducto

alimentario humano para formar compuestos de masa molecular menor, capaces de ser absorbidos al torrente sanguíneo.

### **Determinación de la Fibra**

La fibra “cruda” o “bruta” es el residuo orgánico lavado y seco que queda después de hervir sucesivamente la muestra desengrasada con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio diluidos. Aplicable a los alimentos vegetales, alimentos mixtos. No es aplicable a los alimentos de origen animal<sup>[11]</sup>.



## G. MAGNESIO

El magnesio es un metal que representa el segundo catión más importante del sector intracelular y es el quinto mineral por su abundancia en el organismo. El magnesio es componente del sistema óseo, de la dentadura y de muchas enzimas. Participa en la transmisión de los impulsos nerviosos, en la contracción y 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. Su absorción se efectúa a nivel intestinal. Normalmente el organismo no presenta carencias de este mineral, pero las deficiencias suelen darse en casos de alcohólicos crónicos, cirrosos hepáticos, personas con padencias de mala absorción, vómitos severos, acidosis diabética y el abuso de los diuréticos<sup>[5]</sup>.

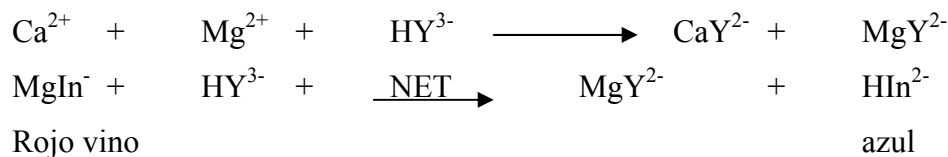
### Fundamento del método de análisis de magnesio

La concentración de carbonato cálcico que es químicamente equivalente a la concentración de cationes multivalentes (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 ( $HY^{3-}$ ) reacciona primero con los iones  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$  libres y posteriormente con el  $Mg^{2+}$  complejoado 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 proceso son:



## H. CALCIO

El calcio es el mineral más abundante en el cuerpo humano. Un 99% del total de calcio de nuestro cuerpo se encuentra en los huesos y en los dientes jugando un papel muy importante en la estructura de éstos. El 1% restante se encuentra en tejidos y fluidos corporales donde es esencial para un buen metabolismo de las células, contracción muscular y transmisiones nerviosas.

La función principal del calcio es estructural. El esqueleto de un joven adulto contiene 1.2 Kg de calcio aproximadamente. Los movimientos de calcio entre el esqueleto

y la sangre y otras partes del cuerpo son continuos. Las hormonas son las encargadas de orquestar todo esto para que funcione a la perfección. Los metabolitos de la vitamina D son fundamentales en este proceso ya que incrementan la reabsorción de calcio por parte de los huesos.

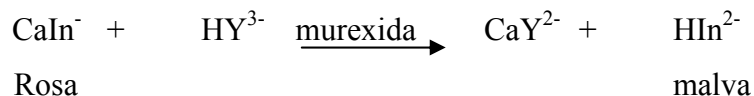
El calcio también juega un papel importante en la biología de la célula. Puede unirse a un gran número de proteínas y alterar su actividad biológica. Esto es importante para que se creen buenas transmisiones nerviosas y contracciones musculares. También se necesita calcio para que la sangre coagule apropiadamente<sup>[4]</sup>.

### 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), en un medio tamponado a pH 12 para que los iones  $Mg^{2+}$  precipite 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:



## I. HIERRO

El hierro es necesario en la síntesis y en la función de la hemoglobina. 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 en 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 están sujetas a las variaciones débiles.

Estos hechos explican que las carencias en hierro son frecuentes, 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.

Es en el intestino que se efectúa la principal regulación del metabolismo del hierro. En una persona normal, una décima (aproximadamente) del 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. En efecto, 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.

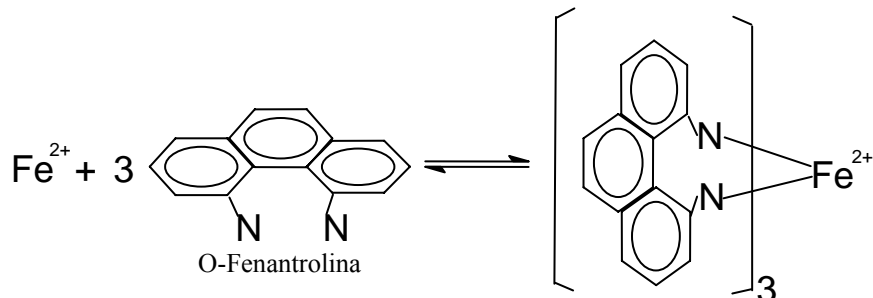
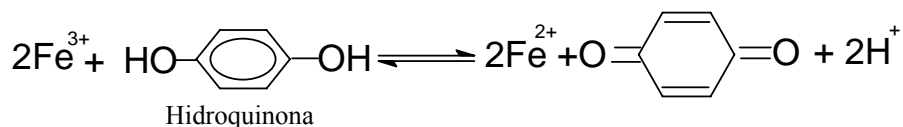
Para ser absorbido, el hierro no hemínico debe primero estar reducido bajo la forma ferrosa; esta conservación es facilitada por la acción de los jugos gástricos y el ácido ascórbico. Al contrario de otros factores que pueden disminuir la absorción como la cocción que reduce el contenido en ácido ascórbico. 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<sup>[6]</sup>.

### **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 necesario 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 O-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<sup>[3]</sup>.

## J. PROCESAMIENTO DE DATOS

Los resultados de un análisis químico deben ser tratados estadísticamente admitiendo que los errores aleatorios predominan sobre los sistemáticos. El químico analítico trabaja con muestras, es decir, pequeñas porciones que representan el conjunto global de un determinado producto o materia prima llamado población. Cada muestra es analizada varias veces para que se obtengan resultados representativos de la población.

El objeto de la estadística, por tanto es el estudio de las variables aleatorias. Ella permite, prever:

- a) Los límites entre los cuales fluctuará esta variable.



b) La frecuencia con que se obtendrá un valor particular, repitiendo las mediciones o ensayos.

Para representar los resultados se utilizan en general dos parámetros:

- a) Un parámetro de posición, que indica la tendencia central, es decir, el valor alrededor del cual los resultados se agrupan, siendo la media aritmética  $\bar{X}$  el parámetro más representativo del grupo de valores, que es la media.
- b) Un parámetro de dispersión, que es la varianza o desviación estándar<sup>[9]</sup>.

### VALORES ABERRANTES O PUNTOS OUTLIERS

1. Se ordenan los resultados de mayor a menor y se obtiene la mediana.
2. Se calcula entre los valores individuales la mediana  $X_m$ . Se obtiene el valor absoluto de las desviaciones (MAD)
3. Los valores aberrantes o Outliers son los que están fuera del siguiente intervalo:  
 $[(X_m - 3.5MAD), (X_m + 3.5MAD)]$

### La prueba de $F$ para la comparación de desviaciones estándar.

Es importante comparar las desviaciones estándar, es decir, los errores aleatorios de dos conjuntos de datos. Esta comparación, es para probar si dos desviaciones estándar difieren significativamente. En la **prueba de  $F$**  se considera la razón de las dos varianzas muestrales, es decir, la razón de los cuadrados de las desviaciones estándar, de manera que  $F$  sea siempre  $\geq 1$ .

Comparación de Varianzas

$$F_c = \frac{\text{Var}(X_1)}{\text{Var}(X_2)}$$

Condición:  $\text{Var}(X_1) > \text{Var}(X_2)$ ,  $F_c \geq 1$



Hipótesis:  $H_0 : S^2_{X1} = S^2_{X2}$   
 $H_1 : S^2_{X1} \neq S^2_{X2}$

Criterios: Si  $F_c > F_{0,95}$  se rechaza  $H_0$

### Comparación de las Medias de Dos Muestras

Si las dos muestras tienen desviaciones estándar que no sean significativamente diferentes, se puede calcular una estimación **conjunta** de la desviación estándar a partir de las dos desviaciones estándar individuales  $s_1$  y  $s_2$ <sup>[10]</sup>.

Varianzas Iguales

Hipótesis:  $H_0 : \bar{X}_1 = \bar{X}_2$   
 $H_1 : \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$

$$t_c = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2| \sqrt{n_1 n_2 / (n_1 + n_2)}}{S}$$

$$S = \sqrt{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2 / (n_1 + n_2 - 2)}$$

Grados de libertad (GL) :  $n_1 + n_2 - 2$

Si  $t_c > t_{0,975}$ , rechazar  $H_0$ .

## V. PARTE EXPERIMENTAL

### V.1 EQUIPOS

Balones aforado de 50 ml.

Balón de destilación de 250 ml.

Beacker de 100 ml.

Beacker de 500 ml.

Bureta de 25 ml.

Bureta de 50 ml.

Crisoles de porcelana.

Embudo.

Embudo Büchner.



Erlenmeyers de 125 ml.  
Erlenmeyers de 225 ml.  
Erlenmeyers de 1000 ml.  
Mortero.  
Papel filtro.  
Pilón.  
Probeta.  
Tubos digestores.

## V.2 MATERIALES.

Aparatos de destilación de Kjeldahl. Mufla.  
Balanza analítica. Pinzas.  
Cocina.  
Espátula.  
Espectrofotómetro  
Horno.  
Mechero.

## V.3 REACTIVOS.

Hierro electrolítico	E Merck
Ácido acético	E Merck.
Acetato de amonio	E Merck.
Hidroxilamina	E Merck.
Ácido Clorhídrico	E Merck
O – Fenantrolina	E Merck.
Ácido nítrico concentrado	E Merck
Cloruro de amonio	E Merck
EDTA	ACRÓS
Negro de eriocromo T	E Merck



Purpurato amónico	E Merck
Rojo de Metilo	E Merck
Cloruro de sodio	E Merck
Ácido bórico	Riedel de-Haën
Ácido sulfúrico	Fisher
Hidróxido de sodio	Lachema –n.p. Brno
NaOH tiosulfato	Lachema –n.p. Bo
Sulfato de sodio anhidro	J.T. Baker Chemical. Co
Acetona	E Merck
Hexano	Grado Técnico

## V.4 PREPARACIÓN DE SOLUCIONES.

### ❑ Solución tampón pH 10.

Diluir en agua destilada con agitación 570 mL de  $\text{NH}_3$  conc. y 70 gr de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  y llevar a un litro con agua destilada.

### ❑ Indicador negro de eriocromo T.

Pesar 1.0 g de negro de eriocromo T y disolver en 100 mL de etanol.

### ❑ Solución de EDTA 0.01 M.





Pesar 3.722 g del ácido etilendiaminotetraacético. Sal disódica 2 – hidrato ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{C}_{10}\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), disolver en unos 600 mL de agua destilada y enrasar a un litro en matraz aforado.

**❑ Solución de hidróxido sódico 2 N (tampón pH 12).**

Pesar 80 g de hidróxido sódico, disolver en unos 600 mL de agua destilada y enrasar a un litro en matraz aforado.

**❑ Indicador murexida.**

Pesar 1.0 gr de purpurato amónico (murexida) y 100 g de cloruro de sodio. Pulverizar y homogenizar la mezcla en mortero.

**❑ Solución estándar de hierro (200 mg Fe/ l).**

Pesar 0.2000 g de polvo de hierro, aproximadamente y se transfiere a un frasco volumétrico de un litro. Agregue 10 mL de agua destilada y luego 5 mL de ácido sulfúrico. Después de que el hierro se haya disuelto diluir a volumen de aforo con agua destilada. Guardar en una botella de vidrio tapada. Es estable por 6 meses.

**❑ Solución de Hidrocloruro de Hidroxilamina.**

Disolver 10 g de hidroxilamina con 50 mL de agua en un balón de 100 mL luego diluir a volumen de aforo con agua destilada, guarde en una botella de vidrio con tapa (estable por un mes) .

**❑ Solución Buffer de Acetato de amonio.**

Disuelva 250 g de acetato de amonio con 150 mL de agua destilada en un beacker de 2 L. Muy cuidadosamente agregue 700 mL de ácido acético glacial medidos con una probeta. Guarde en una botella plástica bien tapada. Estable indefinidamente.



### ▣ Solución de 1,10 Fenantrolina.

Disuelva 100 mg de monohidrocloruro de 1,10 fenantrolina con 50 mL de agua destilada. Guarde en una botella de vidrio bien tapada. Estable por varios meses.

## V.5 PROCEDIMIENTOS

### V.5.1 RECOLECCIÓN DE LA SEMILLA.

La semilla de Chan se encuentra en la punta de las ramas agrupadas y tiene forma de nueces, se recolecta cuando la semilla se encuentra verde y se pone a secar hasta que alcanza un color negro. La semilla de Chan fue almacenada en un frasco cerrado de plástico a temperatura ambiente.



## V.5.2 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Se realizó una clasificación de la semilla desechando las semillas en mal estado o que no se encontrarán completas; luego se seleccionó una parte de la recolectada la cual fue morterizada hasta obtener partículas finas y se almacenó en un frasco de vidrio con tapa a temperatura ambiente. La otra parte de la semilla se dejó entera para realizar los análisis descritos a continuación.

## V.5.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS.

### A. HUMEDAD.

1. Se pesaron 2 g de semilla entera de Chan y se transfirió a un crisol tarado.
2. Luego se colocó el crisol en un horno a 110°C por 2 ½ hora. Se enfrió y pesó.

### Cálculos:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Ppm} \times 100}{\text{Pm}}$$

Donde:

Pm : Peso de la muestra.

Ppm : Perdida de peso de la muestra.

**B. CENIZAS TOTALES.**

1. Se pesaron 10 g de semilla en un crisol previamente tarado.
2. El crisol y el contenido de la semilla, primero se calcinan sobre una llama baja, evitando en lo posible la formación excesiva de hollín, hasta que se carbonice y luego en un horno de mufla a 500°C. La mufla colocada dentro la campana.
3. Calcine en la mufla durante 4 horas. Cerciórese de vez en cuando, que la temperatura se mantenga constante en la mufla.
4. Transcurrido el tiempo requerido, saque el crisol y deje enfriar a temperatura ambiente, lo coloque en un desecador y luego pese.

**Cálculos:**

$$\% \text{ CENIZAS} = \frac{\text{CC} - \text{C}}{\text{Pm}} \times 100$$

Donde:

CC = Peso del crisol más la ceniza.

C = Peso del crisol vacío.



Pm = Peso de la muestra.

### C. PROTEÍNAS POR EL MÉTODO DE KJELDAHL

La determinación de proteína en la semilla del Chan se realizó por el método de Kjeldahl, el procedimiento se realizó en 4 procesos:

1. Preparación de la semilla del Chan:

- Moler la semilla de Chan en partículas bien finas con un mortero.

2. Proceso de Digestión:

- Se pesaron 0.25 g de semilla molida de Chan, agregarlo a un balón de 50 mL y llevar hasta la marca de aforo con agua destilada.
- Se transfirieron a un tubo digestor y se le agregó 2 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado y 1.5 g de catalizador.
- Después se colocaron los tubos digestores conteniendo las muestras en el digestor por 30 minutos hasta que quede un volumen aproximado de 10 mL.
- Enfriar y diluir cuantitativamente a un volumen aproximado de 100 mL.

3. Proceso de Destilación:

- Se transfirió la muestra a un balón de destilación de 500 mL y se le agregó 20 mL de NaOH Tiosulfato y destilar.
- Se recoge el destilado en un erlenmeyer de 125 mL conteniendo 20 mL de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 4% y 5 gotas de indicador rojo de metilo. Observando el cambio de color de rosa a verde.



## 4. Proceso de Valoración:

- Al final de la destilación se valoró con HCl 0.048 N; hasta el viraje de verde a rosa.

**Cálculos:**

$$\% \text{ Nitrógeno Total} = \frac{V \times N \times 14 \times 100}{1000 \times Pm}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno Total} \times f$$

Donde:

V = volumen gastado de HCl en la titulación.

N = normalidad del HCl.

14 = equivalente – gramo del nitrógeno.

Pm = peso de la muestra.

f = factor proteico, depende de la muestra alimentos en general 6.25.

**D. EXTRACCIÓN DE GRASA POR MÉTODO DE SOXHLET**

1. Se pesaron 15 g de semilla molida de Chan.
2. Se transfirió la muestra a un balón de 250 mL. Agregándole 150 mL del disolvente hexano.



3. Instalar el balón en el equipo de extracción Soxhlet por 6 horas para lograr una buena extracción de grasa.
4. Enfriando la mezcla de solvente (hexano) y grasa. Si la extracción presenta otra fase líquida agregar sulfato de sodio anhidro para eliminar todas las moléculas de agua presente en la mezcla. Se filtró y enjuago con hexano el balón.
5. Luego se transfirió la mezcla de hexano y grasa a un balón previamente tarado.
6. Después colocarlo el balón en el rota-vapor para evaporar el hexano presente en la grasa. Retirarlo hasta obtener un peso constante.

**Cálculos:**

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{BG} - \text{B}}{\text{Pm}} \times 100$$

Donde:

BG: Peso del balón + grasa

B : Peso del balón vacío

Pm: Peso de la muestra.

**E. FIBRA BRUTA**

El proceso de extracción de Fibra Bruta comprende:

\_Una etapa inicial que incluya las hidrólisis ácida, alcalina y una extracción en frío con acetona, y

\_Una etapa final que es la extracción de minerales contenidos en la ceniza.



## Etapa Inicial De Extracción De Fibra Bruta

1. **Hidrólisis ácida**
2. **Hidrólisis alcalina**
3. **Extracción en frío.**

El residuo resistente o insoluble a éstos dos hidrólisis es lo que se conoce como Fibra Bruta. Se pesó 1 g de semilla seca y molida de Chan en un crisol previamente tarado y deshumedecido.

### 1. **Hidrólisis ácida.**

- Se le adiciono 15 mL de ácido sulfúrico al 1.25% al crisol conteniendo las semillas para la dilución de proteínas y grasas. Ponerlo hervir exactamente por 30 minutos a una temperatura de 60°C.
- Luego se filtra la solución ácida caliente a través del papel filtro. Lavar 3 veces con agua a 100°C para eliminar residuos ácidos. El filtrado es al vacío.

### 2. **Hidrólisis alcalina.**

- Una vez eliminados los residuos ácidos se extraen las proteínas solubles en medio alcalino, al residuo se le agrego 15 mL de NaOH al 1.25%. Ponerlo hervir durante

30 minutos a una temperatura de 60°C

- Lavando el residuo con agua hirviendo, hasta la eliminación del hidróxido de sodio en el filtrado al vacío.

### 3. **Extracción en Frío.**

- Al residuo realizarle una extracción en frío con acetona para eliminar los residuos grasos y pigmentos y se filtra al vacío.





- Se llevó el residuo insoluble a la estufa y secar por 1 hora. Después enfriar y pesar  $P_1$ ; obteniendo la fibra bruta.

### **Etapa Final Del Análisis De Fibra Bruta**

- Se colocó en la mufla a  $500^\circ\text{C}$  durante una hora hasta que el contenido sea de color blanco.
- Y retirar de la mufla, enfriar y pesar  $P_2$ .

### **Cálculos:**

$$\% \text{ Fibra Bruta} = \frac{P_1 - P_2}{P_m} \times 100$$

Donde :

$P_1$  = Peso del crisol más el residuo insoluble.

$P_2$  = Peso del crisol más el residuo incinerado.

$P_m$  = Peso de la muestra.

## **F. CALCIO (Método Complexométrico)**

### **1. Preparación de la muestra:**

Se pesaron 10 g de semilla molida ( $M_1$ ) y semilla entera ( $M_2$ ). ambas formas de las semillas se aforaron a un litro de agua por 48 horas, luego se filtran las muestras. Utilizando el filtrado para el análisis de Calcio, desechando el residuo.



- Se pesaron 10 g de semilla y se incineraron en una mufla a 500° C. Luego se peso 1 g de ceniza (M<sub>3</sub>) y luego se aforo a un litro de agua, se dejó reposar por una hora y se filtró.
2. Se tomó de cada una de las muestras M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> un volumen de 100 mL y se preparó un blanco con agua destilada.
  3. Se añadió 5 mL de NaOH 2 N y la punta de espátula de indicador murexida. Y agitar.
  4. Luego se valoro con la solución de EDTA 0.0109 M agitando continuamente hasta el viraje de rosa a malva, realizar tres repeticiones para cada muestra.

**Cálculos:**

$$\text{mg Ca}^{2+} / \text{g} = \frac{V \times M_{\text{EDTA}} \times \text{PF}_{\text{Ca}^{2+}} \times 1000}{V_m}$$

Donde:

V = mL de EDTA gastados para valorar la muestra.

M = molaridad del EDTA.

V<sub>m</sub> = mL de muestra problema.

**G. MAGNESIO (Método Complexométrico)**

1. Preparación de la muestra:

Se pesaron 10 g de semilla molida (M<sub>1</sub>) y semilla entera (M<sub>2</sub>) . ambas formas de las semillas se aforaron a un litro de agua por 48 horas, luego se filtran las muestras. Utilizando el filtrado para el análisis de Calcio, desechando el residuo.



Se pesaron 10 g de semilla y se incineraron en una mufla a 500° C. Luego se peso 1 g de ceniza (M<sub>3</sub>) y luego se aforo a un litro de agua, se dejó reposar por una hora y se filtró.

2. Se tomó de cada una de las muestras M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> un volumen de 100 mL y se preparó un blanco con agua destilada.
3. Añadirle 2 mL de solución tampón pH 10 y 2 gotas de indicador de negro de eriocromo T. Agitar por un momento.
4. Se tituló con la solución de EDTA 0.0109 M, agitando continuamente, hasta viraje de rojo a azul, (realizar tres repeticiones para cada muestra).

**Cálculos:**

$$\text{mg Mg}^{2+} / \text{g} = \frac{V \times M_{\text{EDTA}} \times \text{PF}_{\text{Mg}^{2+}} \times 1000}{V_m}$$

Donde :

V = mL de EDTA gastados para valorar la muestra.

M = molaridad del EDTA.

V<sub>m</sub> = volumen de la muestra.

**H. HIERRO (Método O – Fenantrolina)****H.1 Curvas de Calibración**

Usando pipeta volumétrica se preparó una serie de estándares de hierro, transfiriendo 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, y 10.0 ml de la solución de trabajo (10 mg Fe / L ) a un balón de 50 ml y se aforo. Se transfirió a un erlenmeyer de 125 ml. Luego se le agrega 2 ml de HCl



concentrado, 1 ml de hidroxilamina y se calienta hasta que el volumen haya disminuido hasta 10 ml, se deja enfriar y se transfiere a un balón de 50 ml y se afora. Se Transfiere a un erlenmeyer de 125 ml y se agrega 15 ml de la solución buffer de acetato de amonio, se agrega 2 ml de O-Fenantrolina y esperar que se desarrolle el color por 15 minutos para después leer la absorbancia a 510 nm <sup>[7]</sup>.

## H.2 Determinación de hierro de la muestra.

1. Se pesó 1 g de semilla molida de Chan y se transfirió a un balón de 50 mL y se aforó. Se transfirió a un tubo digestor.

Se pesaron 10 g de semilla y se incineraron en una mufla a 500° C. Luego se peso 0.25 g de ceniza y se transfirió a un balón de 50 mL y se aforó. Se transfirió a un tubo digestor.

2. Se agregó 2 mL de HCl concentrado y 1 mL de hidroxilamina, luego se procedió a digerir hasta obtener un volumen aproximado de 10 mL.
3. La muestra digerida se transfirió a un balón de 50 mL y enjuagar tres veces el tubo digestor con agua destilada y aforar y transferir a un erlenmeyer de 125 mL.
4. Agregar 15 mL de solución buffer acetato de amonio y 2 mL de solución de Fenantrolina a cada muestra, mezclarlos bien y dejar reposar por 15 minutos para obtener un color uniforme.
5. Luego leer la absorbancia de las muestras a 510 nm.

**Cálculos:**

$$x = \frac{y - a}{b}$$

Donde:

y = absorbancia de la muestra.

a = intercepto.

b = pendiente.

x = concentración de la muestra.

**VI. RESULTADOS****Tabla 1: Resultados de Análisis de Humedad**

<b>N° de Replicas</b>	<b>Peso de la muestra en g.</b>	<b>Perdida de Peso de la muestra en g.</b>	<b>% Humedad</b>
1	2.0035	0.1064	5.31



2	2.0031	0.1043	5.21
3	2.0001	0.1052	5.26

**Tabla 2: Resultados de Análisis de Cenizas**

N° de Replicas	Peso de la muestra en g	Cenizas en g	%Cenizas
1	10.0035	0.9608	9.60
2	10.0025	1.0403	10.40
3	10.0011	0.9404	9.40

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

N° de muestra	Peso de la muestra en (g).	mL de HCL gastados en la titulación.	% Proteína
1	0.2500	2.2	3.70
2	0.2503	2.3	3.86
3	0.2501	2.2	3.69

**Tabla 4: Resultados de Extracción de Grasa por Método Soxhlet**

N° de Replicas	Peso de la muestra en g.	Peso del balón + grasa en g.	Peso del balón vacío	% Grasa
----------------	--------------------------	------------------------------	----------------------	---------



1	15.0030	102.33	100.64	11.26
2	15.0024	114.90	113.21	11.26
3	15.0007	110.25	108.56	11.27

**Tabla 5: Resultados de Análisis de Fibra Bruta**

<b>N° de Replicas</b>	<b>Peso de la muestra en g.</b>	<b>P<sub>1</sub> en g.</b>	<b>P<sub>2</sub> en g.</b>	<b>%Fibra Bruta</b>
1	1.0007	18.4261	18.1053	32.06
2	1.0006	19.4871	19.1569	33.00
3	1.0092	20.1341	19.8110	32.02

**Tabla 6: Resultados de Análisis de Magnesio (Mg<sup>2+</sup>) en Semilla Entera de Chan.**

<b>N° de Replicas</b>	<b>V mL de EDTA 0.0109M</b>	<b>mg Mg<sup>2+</sup>/ g</b>
-----------------------	-----------------------------	------------------------------



1	0.5	1.32
2	0.4	1.06
3	0.4	1.06
4	0.5	1.32
5	0.5	1.32
6	0.6	1.59
7	0.6	1.59
8	0.5	1.32
9	0.6	1.59

**Tabla 7: Resultados de Análisis de Magnesio ( $Mg^{2+}$ ) en Semilla Molida de Chan.**

<b>N° de Replicas</b>	<b>V mL de EDTA 0.0109M</b>	<b>mg <math>Mg^{2+}</math>/ g</b>
-----------------------	-----------------------------	-----------------------------------





1	1.4	3.71
2	1.5	3.97
3	1.4	3.71
4	1.4	3.71
5	1.4	3.71
6	1.5	3.97
7	1.3	3.18
8	1.3	3.18
9	1.3	3.18

**Tabla 8: Resultados de Análisis de Magnesio ( $Mg^{2+}$ ) en Ceniza de Semilla de Chan.**

<b>N° de Replicas</b>	<b>V mL de EDTA 0.0109M</b>	<b>mg <math>Mg^{2+}</math>/ g</b>
1	1.4	7.42



2	1.4	7.42
3	1.3	6.89
4	1.3	6.89
5	1.3	6.89
6	1.4	7.42

**Tabla 9: Resultados de Análisis de Calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) en Semilla Entera de Chan.**

N° de Replicas	V mL de EDTA 0.0109M	mg $\text{Ca}^{2+}$ / g
1	0.5	2.18
2	0.6	2.62
3	0.6	2.62
4	0.5	2.18
5	0.5	2.18
6	0.6	2.62
7	0.5	2.18
8	0.7	3.05
9	0.6	2.62

**Tabla 10: Resultados de Análisis de Calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) en Semilla Molida de Chan.**

N° de Replicas	V mL de EDTA 0.0109 M	mg $\text{Ca}^{2+}$ / g
----------------	-----------------------	-------------------------



1	1.0	4.36
2	0.9	3.92
3	1.0	4.36
4	1.1	4.80
5	1.1	4.80
6	1.0	4.36
7	1.1	4.80
8	1.1	4.80
9	1.0	4.36

**Tabla 11: Resultados de Análisis de Calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) en Ceniza de Semilla de Chan.**



<b>N° de Replicas</b>	<b>V mL de EDTA 0.0109M</b>	<b>mg Ca<sup>2+</sup> / g</b>
1	0.6	5.23
2	0.6	5.23
3	0.7	6.10
4	0.6	5.23
5	0.7	6.10
6	0.7	6.10

### **Curva de Calibración Media.**

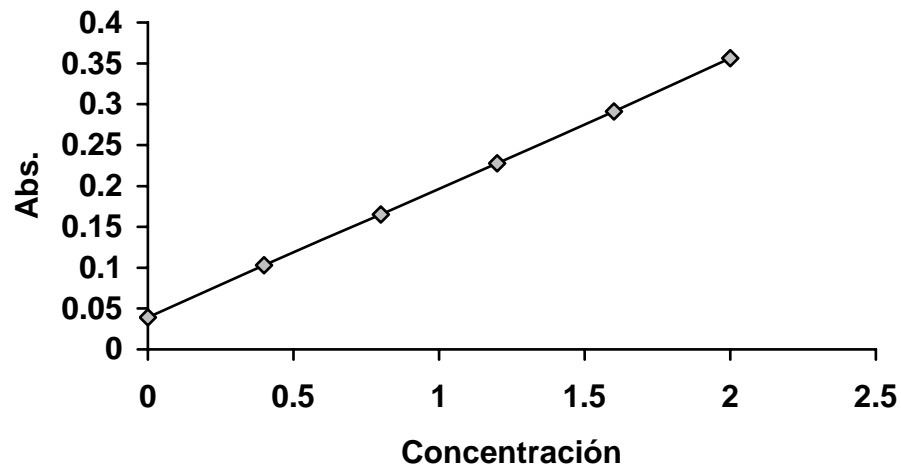
### **Método O-Fenantrolina.**



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 la Semilla Molida de Chan.**



N° de Lecturas	Repeticiones		
	1	2	3
1	0.119	0.117	0.119
2	0.120	0.118	0.119
3	0.119	0.117	0.119
<b>Abs. Media</b>	0.119	0.117	0.119

De la curva de calibración obtuvimos por regresión lineal el intercepto (a) y la pendiente (b), para determinar la concentración de hierro II en la muestra de semilla molida de Chan y cenizas de semilla de Chan Hyptis Suaveolens aplicamos la ecuación:

$y = a + bx$ , donde  $y$  es igual a la absorbancia de la muestra problema y  $x$  representa la concentración, entonces  $x = \frac{y - a}{b}$

$$x_1 = \frac{0.119 - 0.039}{0.158} = 0.5063$$

$$x_2 = \frac{0.117 - 0.039}{0.158} = 0.4937$$

$$x_3 = \frac{0.119 - 0.039}{0.158} = 0.5063$$

$$X_{\text{med}} = 0.5021 \text{ ppm} = (x_1 + x_2 + x_3) / 3$$

$$S = 0.007274613$$

$$n = 3 \text{ Repeticiones} \quad \text{Grados de libertad } (n - 1)$$

$$t_{\text{Student}} = 4.30 \text{ (95\% de nivel de confianza)}$$



$(\bar{X} \pm t S / \sqrt{3}) = \text{Intervalo de confianza}$

$$\frac{0.50 \pm 4.30 (0.007274613)}{\sqrt{3}} = 0.5021 \pm 0.02 \text{ ppm}$$

$0.50 \text{ mg Fe}^{2+}$

1 g de semilla de Chan

0.50 mg de  $\text{Fe}^{2+}$  están contenidos por cada gramo de semilla molida de Chan.

**Tabla 13: Resultados de Análisis de Hierro en Ceniza de Semilla de Chan.**



N° de Lecturas	Repeticiones		
	1	2	3
1	0.289	0.290	0.288
2	0.290	0.291	0.289
3	0.291	0.292	0.288
<b>Abs. Media</b>	0.290	0.291	0.288

De la curva de calibración obtuvimos por regresión lineal el intercepto (a) y la pendiente (b), para determinar la concentración de hierro II en la muestra de semilla molida de chan y cenizas de semilla de chan *Hyptis Suaveolens* aplicamos la ecuación:

$y = a + bx$ , donde  $y$  es igual a la absorbancia de la muestra problema y  $x$  representa la concentración, entonces  $x = \frac{y - a}{b}$

$$x_1 = \frac{0.290 - 0.039}{0.158} = 1.5886$$

$$x_2 = \frac{0.291 - 0.039}{0.158} = 1.5949$$

$$x_3 = \frac{0.288 - 0.039}{0.158} = 1.5759$$

$$X_{med} = 1.5865 \text{ ppm} = (x_1 + x_2 + x_3) / 3$$

$$S = 0.009677982$$

n = 3 Repeticiones    Grados de libertad (n – 1)

t Student = 4.30 (95% de nivel de confianza)





$(\bar{X} \pm t S / \sqrt{3}) = \text{Intervalo de confianza}$

$$\frac{1.56 \pm 4.30 (0.009677982)}{\sqrt{3}} = 1.5865 \pm 0.02 \text{ ppm}$$

Si en 10 g de semilla de Chan están contenidos 0.96 g de ceniza entonces:

10 g semilla - 0.96 g ceniza

x - 0.25 g ceniza

x = 2.60 g de semilla de Chan.

Entonces si 1.5865 mg de  $\text{Fe}^{2+}$  están contenidos en 2.60 g de semilla de Chan:

1.5865 mg  $\text{Fe}^{2+}$  - 2.60 g semilla

x - 1 g semilla

x = 0.61 mg de  $\text{Fe}^{2+}$  / 1g de semilla

0.61 mg de  $\text{Fe}^{2+}$  están contenidos por cada gramo de semilla molida de Chan.



## VII. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

A los resultados obtenidos de Magnesio en semilla molida, Magnesio en semilla entera, Calcio en semilla molida y Calcio en semilla entera se les realizó un análisis estadísticos de los resultados en los cuales no se encontraron puntos Outliers presentes en los análisis, también se les encontró la desviación estándar y media a cada uno de los resultados con su intervalo de confianza. Luego se realizó una comparación de varianzas y medias muestrales.

### **Magnesio en Semilla Molida de Chan**

A los resultados obtenidos en  $Mg^{2+}$  en semilla molida de chan se le realizó un análisis estadístico en los cuales no se encontraron puntos Outliers. La desviación estándar encontrada para  $Mg^{2+}$  en semilla molida de Chan es de 0.326 y una media de 3.59. Con un intervalo de confianza de  $\pm 0.251$ .

### **Magnesio en semilla entera de Chan**

Para los resultados de  $Mg^{2+}$  en semilla entera no se encontró ningún punto Outliers, con una desviación estándar de 0.207 y su media de 1.35 y su intervalo de confianza encontrado es de  $\pm 0.159$ .

A los resultados de Magnesio de la semilla molida y entera se les realizó una comparación de varianzas, donde las desviaciones estándares para  $Mg^{2+}$  en semilla entera es de 0.207 y para  $Mg^{2+}$  en semilla molida es 0.326 (obtenidas de 9 extracciones cada una). Donde F calculado es  $F_{8,8} = 2.47$ . El valor crítico obtenido de F es 3.44. El valor calculado es menor que el de la tabla, por lo tanto no hay diferencias significativas entre las dos varianzas a un nivel de 5% de significancia.



Luego se realiza una comparación de las dos medias muestrales, donde  $t_c$  es 17.38, hay 16 grados de libertad, y el valor crítico de  $|t|$  ( $\alpha=0.05$ ) es 2.12; debido que el valor experimental de  $|t|$  es más grande que éste, la diferencia entre los resultados es significativa al de 5% y se rechaza que las medias son iguales por lo tanto las medias muestrales de ambas extracciones son diferentes.

### **Magnesio en Ceniza de Semilla de Chan**

A los resultados obtenidos de magnesio en ceniza de semilla de Chan no hay puntos Outliers los cuales tienen una desviación estándar de 0.290 y una media de 7.16 con un intervalo de confianza de  $\pm 0.304$

### **Calcio en Semilla Molida**

En calcio en semilla molida no se encontró ningún punto Outliers, con una desviación estándar de 0.311 y una media de 4.51 obtenida de 9 extracciones, con un intervalo de confianza de  $\pm 0.239$ .

### **Calcio en Semilla Entera**

En los resultados de calcio en semilla entera no se encontraron puntos Outliers, la desviación estándar es 0.308 y una media de 2.472 obtenida de 9 extracciones, con un intervalo de confianza de  $\pm 0.237$ .

Para Calcio en semilla entera y Calcio en semilla molida las desviaciones estándar correspondientes son de 0.308 y 0.311 (cada una obtenida de 9 extracciones). Donde  $F$  calculado es  $F_{8,8} = 1.01$ , el valor crítico obtenido de  $F$  es 3.44. El valor calculado es menor que el valor de la tabla, por lo tanto no hay diferencias significativas entre las dos varianzas a un nivel de 5% de significancia.



Se comparan las medias muestrales de ambas extracciones, donde  $t_c = 13.92$ . Hay 16 grados de libertad, y el valor crítico de  $|t|$  ( $\alpha=0.05$ ) es 2.12; puesto que el valor experimental de  $|t|$  es más grande que el de la tabla, la diferencia entre los resultados de ambas medias es significativa al nivel del 5% de significancia y por lo tanto las medias de ambas extracciones son diferentes.

### **Calcio en Cenizas de Semilla de Chan**

En los resultados de calcio en ceniza de semilla de Chan no hay puntos Outliers y la desviación estándar es de 0.476 y una media de 5.67, con un intervalo de confianza de  $\pm 0.50$ .



## VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

\_El contenido de humedad encontrado en la semilla de Chan fue de un 5.26 %, obteniéndose una repetibilidad en los resultados presentados en la Tabla 1. Debido a su bajo porcentaje de humedad se considera un producto de larga vida útil.

\_Se encontró que hay un 9.80 % de ceniza utilizando la cantidad de 10 g de semilla como se muestran los resultados en la Tabla 2.

\_Debido a que las proteínas son de gran interés en la alimentación se determinó que hay 3.75 % de proteínas encontradas en 0.25 g de semilla molida de Chan. Estos datos se obtuvo de una repetibilidad de tres muestras.

\_En el análisis aplicado a la muestra de semilla molida de Chan, se realizó por triplicado, aplicando el método de Soxhlet. La cantidad encontrada fue de un 11.26 % de grasa encontrada en 15 g de semilla molida de Chan.

\_A la muestra libre de grasa utilizada en la determinación de la misma se le aplicó una serie de procesos para obtener el residuo insoluble (fibra). En el cual encontramos que la semilla contiene un 32.36 % de fibra utilizando 1 g de muestra.

\_En la determinación de magnesio realizada a las muestras de semilla molida, semilla entera y ceniza de semilla de Chan se encontró que:

La concentración final de magnesio es de 7.16 mg de  $Mg^{2+}$ /g en ceniza; 1.35 mg de  $Mg^{2+}$ /g en semilla entera y 3.59 mg de  $Mg^{2+}$ /g en semilla molida. Se compararon las concentraciones de todos los tratamientos de semilla donde la mayor concentración de magnesio está contenida en la ceniza porque el magnesio se encuentra en forma libre,



tomando como la concentración total de magnesio, se encontró el % de extracción en semilla entera que es de 18.85% de  $Mg^{2+}$  y en semilla molida de 50.14% de  $Mg^{2+}$ .

\_La concentración final de calcio es de 2.47 mg  $Ca^{2+}$ /g en semilla entera y 4.51 mg  $Ca^{2+}$ /g en semilla molida y 5.67 mg  $Ca^{2+}$ /g en ceniza de semilla de Chan. Se compararon las concentraciones de todos los tratamientos de semilla donde la mayor concentración de magnesio está contenida en la ceniza porque el magnesio se encuentra en forma libre, tomando como la concentración total de calcio, se encontró el % de extracción en semilla entera que es de 43.56% de  $Ca^{2+}$  y en semilla molida de 79.54% de  $Ca^{2+}$ .

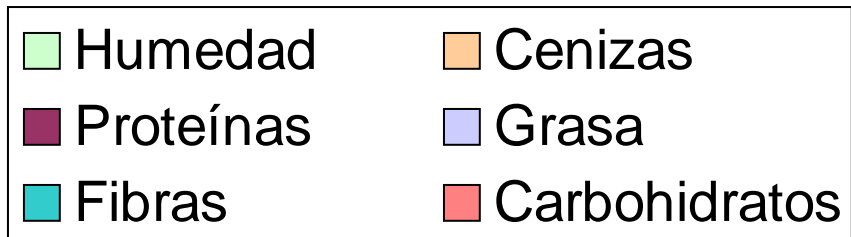
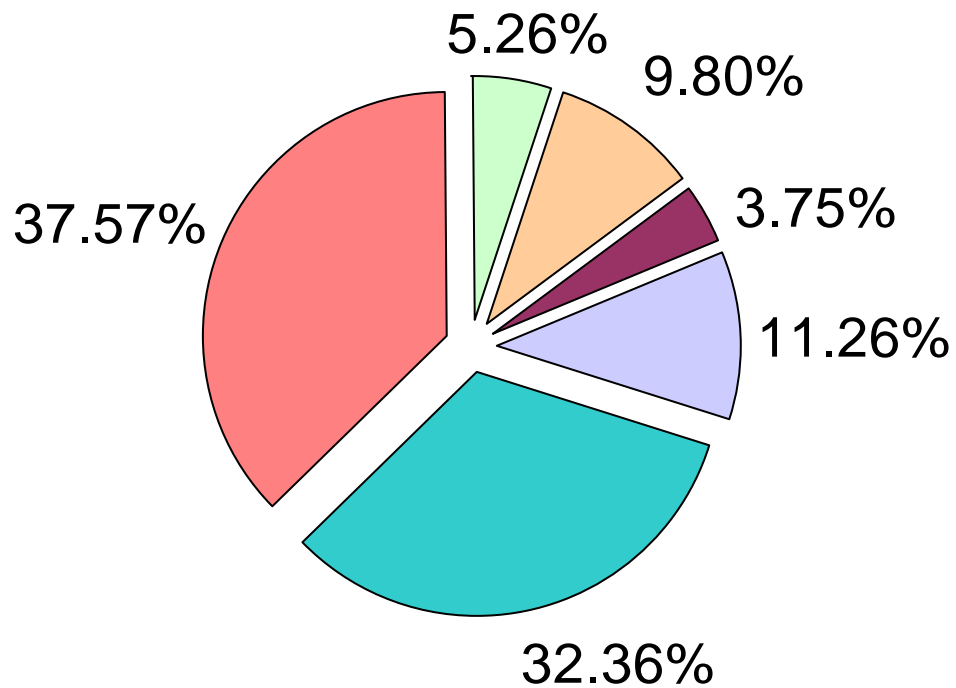
\_Considerando los datos obtenidos de la regresión lineal para la curva de calibración preparada con cinco puntos, La concentración de hierro en la muestra de semilla de Chan es de 0.50 mg  $Fe^{2+}$  /g y de 0.61mg  $Fe^{2+}$  /g de semilla en ceniza. Encontrándose una mayor concentración de hierro en cenizas siendo este el aporte total de hierro se encontró que el % de extracción en la semilla molida de Chan es de 81.97% de  $Fe^{2+}$ .

**COMPOSICIÓN DE LA SEMILLA DE HYPTIS SUAVEOLENS CHAN**

COMPOSICIÓN		CONTENIDO
Humedad		5.26%
Cenizas		9.80%
Proteína		3.75%
Grasa		11.26%
Fibras		32.36%
Carbohidratos		37.57%
Calcio	Semilla Entera	2.47 mg Ca <sup>2+</sup> /g
	Semilla Molida	4.50 mg Ca <sup>2+</sup> /g
	Cenizas	5.67 mg Ca <sup>2+</sup> /g
Magnesio	Semilla Entera	1.35 mg Mg <sup>2+</sup> /g
	Semilla Molida	3.59 mg Mg <sup>2+</sup> /g
	Cenizas	7.16 mg Mg <sup>2+</sup> /g
Hierro	Semilla Molida	0.50 mg Fe <sup>2+</sup> /g
	Cenizas	0.61 mg Fe <sup>2+</sup> /g



## Composición de la Semilla Hyptis Suaveolens Chan







## IX. CONCLUSIONES

En el estudio realizado sobre el análisis químico en la semilla de Chan se llegó a las siguientes conclusiones:

\_La marcha analítica del carbonato sódico realizada en la semilla de Chan de la planta Hyptis Suaveolens, haciendo uso de las reacciones de precipitación y coloración, reveló la presencia de hierro, calcio y magnesio.

\_La humedad presente en la semilla de Chan es de un 5.26%, la humedad en un producto de alimentación, es un factor importante que se toma en cuenta para establecer la estabilidad del mismo.

\_El contenido de ceniza encontrado fue de un 9.80% utilizando 10 g de semilla de Chan.

\_El contenido de proteínas encontrada en la semilla molida de Chan por el método de Kjeldahl fue de un 3.75% de proteína.

\_A la muestra de semilla molida de Chan se le realizó una extracción de grasa por Soxhlet obteniéndose así un 11.26% de grasa; obteniendo un buen resultado de grasa presente en la muestra la que refleja que es un producto con alto contenido de grasa.

\_Como la digestibilidad de los productos alimenticios es importante por su contenido en fibra. Está se evaluó en una muestra desengrasada encontrándose un 32.36% de fibra utilizando 1 g de muestra.



\_La concentración de magnesio es de 1.35 mg de  $Mg^{2+}/g$  en semilla entera; 3.59 mg de  $Mg^{2+}/g$  en semilla molida y 7.16 mg de  $Mg^{2+}/g$  en ceniza de semilla de Chan. La semilla de Chan contiene un 50.14% de  $Mg^{2+}$  en semilla molida y un 18.85% de  $Mg^{2+}$  en semilla entera la cual su mejor forma de consumo para un gran aporte nutricional para la salud es en su forma de semilla molida.

\_La concentración de Calcio encontrada fue de 2.47 mg  $Ca^{2+}/g$  en semilla entera; 4.51 mg  $Ca^{2+}/g$  en semilla molida y 5.67 mg  $Ca^{2+}/g$  en ceniza de semilla de Chan. La semilla de Chan es rica por su alto contenido de calcio la cual contiene un 79.54% de  $Ca^{2+}$  de en semilla molida y un 43.56% de  $Ca^{2+}$  en semilla entera de Chan.

\_En la determinación de hierro por el método O-Fenantrolina, el valor de concentración de hierro encontrada fue de 0.50 mg de  $Fe^{2+} / g$  de semilla y 0.61 mg de  $Fe^{2+} / g$  de semilla en ceniza. La semilla de Chan contiene un 81.97% de  $Fe^{2+}$ . Las muestras analizadas se obtuvieron de la semilla de Chan (*Hyptis Suaveolens*), luego de un tratamiento para extraer el hierro sin contaminar la muestra esto haciendo uso de reactivos inorgánicos para la determinación del analito estudiado.



## X. RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar un análisis de aceites esenciales que contiene la semilla por su acción medicinal
- ❖ Realizar un estudio de comparación de la composición química de nutrientes en la semilla de Chan y la semilla de chía.
- ❖ Informar el estudio realizado para que sirva de base del potencial nutritivo que tiene la semilla.



## XI. BIBLIOGRAFÍA

1. [www.acguanacaste.ac.cr/hyptis\\_suaveolens/h\\_suaveolens20ene1998](http://www.acguanacaste.ac.cr/hyptis_suaveolens/h_suaveolens20ene1998)
2. [www.eatchia.crosswinds.net](http://www.eatchia.crosswinds.net)
3. AOAC, “Methods of Análisis” 12 edition, Washington (1975).
4. [www.vegsoc.org/](http://www.vegsoc.org/)
5. [www.zonadiet.com/nutrición/magnesio.htm](http://www.zonadiet.com/nutrición/magnesio.htm)
6. V. Zanin, “Un Nouveau concept Nutritional pour Home” APF, Paris (1998).
7. Bausch & Lomb Analytical System division. Water Technology Rochester, New York, 14625.
8. Siro Arribas Jimeno, Análisis Cualitativo Inorgánico s el empleo del H<sub>2</sub>S, Quinta Edición 1993, Editorial Paraninfo, S.A. Magallanes, 25-28015, Madrid.
9. Validación de Métodos Analíticos, Sección de Modelización en Química Analítica, Laboratorio de Análisis de Trazas, Departamento de Química, UNAN-León, Octubre 2000.
10. J. C. Miller y J. N. Miller, Estadística para Química Analítica, Segunda Edición, 1993 por Addison – Wesley Iberoamerican, S.A, Wilmington, Delaware, E.U.A.
11. [www.monografias.com./trabajos/alimentos/alimentos/shtml](http://www.monografias.com./trabajos/alimentos/alimentos/shtml).  
[gerardo@peru.itete.com.pe](mailto:gerardo@peru.itete.com.pe)



## XII. ANEXOS

### Curva de Calibración (O-Fenantrolina –Fe<sup>2+</sup>)

N° de Lecturas	0 (Blanco)	1	2	3	4	5
	0	0.4 ppm	0.8 ppm	1.2 ppm	1.6 ppm	2.0 ppm
1	0.041	0.104	0.165	0.225	0.291	0.355
2	0.038	0.103	0.167	0.230	0.293	0.358
3	0.038	0.103	0.163	0.229	0.289	0.355
<b>Abs. media</b>	0.039	0.103	0.165	0.228	0.291	0.356



## Tabla de la distribución *t*

Si *X* tiene una distribución *t* con *n* grados de libertad, la tabla proporciona el valor de *x* tal que  $P(X < x) = p$ .

<i>n</i>	<i>p</i> -.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	0.158	0.325	0.510	0.727	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.657
2	0.142	0.289	0.445	0.617	0.816	1.061	1.386	1.886	2.92	4.303	6.965	9.925
3	0.137	0.277	0.424	0.584	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.134	0.271	0.414	0.569	0.743	0.941	1.190	1.533	2.132	2.770	3.747	4.604
5	0.132	0.267	0.408	0.559	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.131	0.265	0.404	0.553	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.130	0.263	0.402	0.549	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.130	0.262	0.399	0.546	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.360	2.896	3.355
9	0.129	0.261	0.398	0.543	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.129	0.260	0.397	0.542	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.129	0.260	0.396	0.540	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.128	0.259	0.395	0.539	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.128	0.259	0.394	0.538	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.128	0.258	0.393	0.537	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.128	0.258	0.393	0.536	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.128	0.258	0.392	0.535	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.128	0.257	0.392	0.534	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.127	0.257	0.392	0.534	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.127	0.257	0.391	0.533	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.127	0.257	0.391	0.533	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845

Esta tabla está adaptada de la tabla III del libro de Fisher & Yates: Statistical for Biological, Agricultural and Medical research, publicado por Longman group Ltd. London (anteriormente publicado por Oliver and Boyd Ltd., Edinburgo) y con permiso de los autores y editores.



## Valores de F para un nivel de probabilidad del 95%

Si X tiene una distribución F con m y n grados de libertad, la tabla proporciona el valor de x tal que

$$\Pr(X < x) = 0.95$$

n	m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
1		161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	245.9	248.0
2		18.51	19.00	19.16	19.25	19.3	19.33	19.35	19.37	19.38	19.4	19.43	19.45
3		10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.70	8.66
4		7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.86	5.80
5		6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.62	4.56
6		5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	3.94	3.87
7		5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.51	3.44
8		5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.22	3.15
9		5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.01	2.94
10		4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.85	2.77
15		4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.40	2.33
20		4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.20	2.12

Adaptada con permiso de Biometrika Tables for Statiticians, Vol.1, tercera edición;  
Cambridge University Press, 1966, editado por E.S. Pearson and H.O.