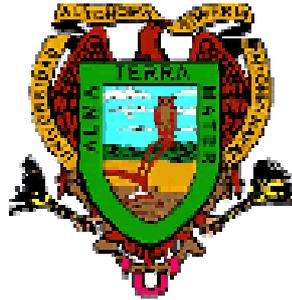


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



**Cuantificación y comparación del contenido de cafeína en diez marcas de café comercializadas en Saltillo.**

**Por:**

**DONALDO JUÁREZ CERECEDO**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Noviembre de 2009**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS  
Cuantificación y comparación del contenido de cafeína en diez marcas de café  
comercializadas en Saltillo.

TESIS

Presentada por:

**DONALDO JUÁREZ CERECEDO**

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial  
Para Obtener el Título de:

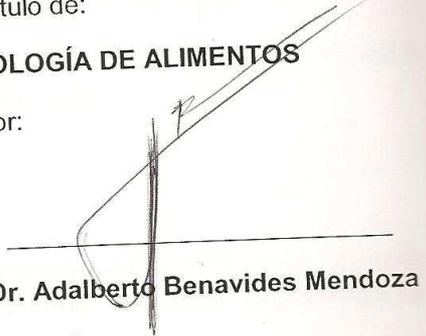
**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

Aprobado por:



**Lic. Laura O. Fuentes Lara**

Presidente

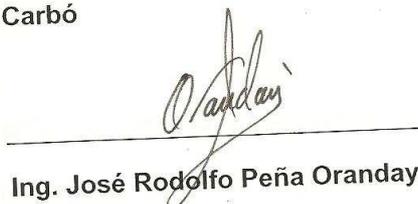
  
**Dr. Adalberto Benavides Mendoza**

Vocal



**Dr. Antonio F. Aguilera Carbó**

Vocal



**Ing. José Rodolfo Peña Oranday**

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre de 2009

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Gracias por darme la oportunidad de existir, de experimentar este trance tan hermoso llamado vida, por rodearme de personas maravillosas, por haberme permitido llegar con bien hasta este escalón de mi vida, pero sobre todo por estar siempre conmigo mediante la fe y la esperanza, guiándome por el buen camino, por el sendero de la vida.

### **A MI ALMA TERRA MATER**

Por haberme abierto sus puertas, brindarme el espacio y dándome la oportunidad de continuar mis estudios y formarme como profesional. Además por que aquí viví momentos inolvidables.

### **AL DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

Por tenerme confianza para formar parte como alumno de la carrera de Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos y salir con ese perfil.

### **A MIS ASESORES**

**Lic. Laura Olivia Fuentes Lara** por haberme ayudado en la realización de este proyecto, por compartir sus conocimientos, tenerme paciencia además de la confianza y apoyo brindado en todo momento.

**Dr. Adalberto Benavides Mendoza** por su valiosa participación y apoyo para culminar este proyecto.

**Dr. Antonio F. Aguilera Carbó** por su gran colaboración para que este trabajo terminara con éxito.

### **A TODOS LOS PROFESORES DEL DEPARTAMENTO DE ICTA**

Por haberme compartido de sus conocimientos y apoyado en los momentos que los requerí para mi formación, a todos ellos muchas gracias.

## **DEDICATORIAS**

A las personas que mas amo y que estuvieron siempre con migo y que son la base y motivo que me impulsa siempre a seguir adelante por lograr mis metas, por esa dicha de tenerlos y llevarlos siempre con migo, por el inmenso amor que me tienen y les tengo.

A mis padres:

### **Sr. Eusebio Juárez Hernández**

Por ser la persona que mas admiro y respeto en este mundo, por el apoyo incondicional que me has brindado en todo momento. Por los sabios consejos que me has dado y que siempre los llevare en mi mente y en mi corazón, gracias a tu gran esfuerzo he logrado sobresalir por que ahora podrás ver el reflejo de tu dedicación hacia mí. Le agradezco a Dios por haberme dado un papá como tu, porque si no fuera por ti papá, no hubiese llegado tan lejos. Gracias papá.

### **Sra. Nazaria Cerecedo Hernández**

Por traerme a este mundo y darme la vida, por ser la mujer más hermosa, buena y esplendida que conozco, gracias por tu sacrificio, desvelo y desesperaciones que pasaste por mi, gracias mamita linda por apoyarme en todo momento, por tus sabios consejos porque tú has sido y serás siempre uno de los pilares más fuertes que me sostienen. Gracias mamá.

A ti papá y a ti mamá por que siempre han creído, confiado y cuidando de mi a cada momento para que vaya por el buen camino, su amor y consejos siempre estuvieron presentes a pesar de la distancia, juntos pudimos lograr este gran sueño mil gracias.

### **A mis hermanos y hermanas**

**Eusebia Juárez Cerecedo**

**Oliverio Juárez Cerecedo**

**Cornelio Juárez Cerecedo**

**Juana Juárez Cerecedo**

Por toda su ayuda, motivación, paciencia y alegría que me han brindado durante toda mi vida y a quienes en todo momento tengo presente, porque se que ustedes también se sienten orgullosos y felices como yo de ustedes. Gracias familia.

A mis Amigos

Por los momentos inolvidables de tristeza, alegría y que sin esperar nada a cambio me entregaron su amistad incondicional.

A mis compañeros de cuarto

Internado UAAAN: O.L.C., S.M.R., A.B.C., R.B.C., M.B.C., C.B.C., J.C.S., J.M.

Cuarto de renta: L.A.A.H, E.J.C., G.A.H., R.I.H.

Por su convivencia amistad y compañerismo brindado durante mi estancia con ellos.

A mis compañeros de la generación CVI de la carrera de ICTA

Por compartir conocimientos, experiencias, momentos de alegría y tristeza.

## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	i
<b>DEDICATORIAS</b> .....	ii
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1 JUSTIFICACIÓN</b> .....	3
<b>1.2 OBJETIVOS</b> .....	4
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
2.1 El clima para el cafeto.....	5
2.1.1 Los climas para las zonas cafetaleras.....	5
2.2 Obtención del café verde en México.....	6
2.3 ¿A que llamamos café?.....	8
2.4 Aspectos físicos y químicos del café verde y productos del café.....	10
2.4.1 Propiedades físicas y contenido de agua en café verde y productos de café.....	10
2.4.2 Componentes químicos de café verde y productos de café.....	11
2.4.2.1 Composición.....	11
2.4.2.2 Cenizas y minerales.....	13
2.4.2.3 Purina.....	14
2.4.2.4 Cafeína.....	14
2.4.2.5 Proteínas.....	16
2.4.2.6 Lípidos.....	17
2.5 Descafeinado del café.....	19
2.5.1 Proceso de descafeinado.....	19
2.5.1.1 Por disolventes químicos.....	19
2.5.1.2 Por agua.....	19
2.5.1.3 Descafeinado por fluidos supercríticos.....	20
2.6 Consumo, absorción y eliminación.....	20

2.6.1 Consumo.....	20
2.6.2 Efectos fisiológicos en el consumo de Café.....	22
2.6.3 Absorción, metabolismo y eliminación.....	23
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
3.1 Lugar.....	26
3.2 Muestras.....	26
3.2.1 Recolección de muestras.....	27
3.3 Equipo.....	27
3.4 Materiales.....	28
3.5 Metodología.....	28
3.5.1 Análisis Químico.....	38
3.5.2 Determinación del contenido de cafeína.....	29
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>30</b>
4.1 Determinación de análisis Químico.....	30
4.1.1 Determinación de cafeína.....	30
4.1.2 Determinación de cenizas.....	31
4.1.3 Determinación de grasas.....	32
4.1.4 Determinación de proteína.....	32
4.1.5 Tratamiento térmico y extracción de cafeína.....	33
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>35</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>N°</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Composición química promedio del café verde y del café tostado.....	12
2	Composición química aproximada (en base seca) del café verde y café tostado para distintas variedades.....	13
3	Contenido de cafeína de polvos de café soluble.....	15
4	Contenido de proteína de granos de café verde.....	17
5	Contenido de lípido crudo en granos de café verde.....	18
6	Cuantificación de cafeína para las diez marcas de café.....	30
7	Contenido de cenizas de las diez marcas de café.....	31
8	Contenido de grasas en las diez marcas de café.....	32
9	Contenido de proteína en las diferentes marcas de café.....	33
10	Tratamiento térmico y extracción de cafeína.....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Estructura del fruto y del grano de un cafeto.....	7
2	Zona geográfica de adquisición del café.....	27

## RESUMEN

Hoy en día existe un notable aumento en el interés de conocer el producto que se está consumiendo. Esto se debe a que existe mayor demanda de productos con calidad por parte de los consumidores, mayor competencia, exigencias de mayor rentabilidad y procesos de producción, otra razón importante es la legislación.

El objetivo de este trabajo fue cuantificar y comparar el contenido de cafeína en diez marcas de café comercializadas en Saltillo además de realizar un análisis bromatológico para comparar las proporciones de su composición química. El trabajo experimental se basó en la recolección y almacenamiento de muestras, determinación de las características fisicoquímicas y finalmente la comparación de los datos obtenidos con la bibliografía citada entre las diez diferentes marcas.

Los resultados obtenidos en las determinaciones realizadas a las muestras de café comercializadas en Saltillo, muestran diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en el contenido de cenizas, grasas y proteínas. En cuanto al contenido de cafeína los valores obtenidos para las diferentes marcas se encontraron comprendidos entre 1.14 % y 0.86 % en café sin descafeinar y para el caso del descafeinado fue de 0.51 %. Respectivamente para la aplicación de tratamiento térmico de 95°C en tiempos de 2.5 y 3 horas, a las muestras de café presentaron degradación de cafeína.

Por lo anterior resulta ser muy importante se den a conocer estos datos al consumidor y con esto poder sugerir a las normas de elaboración y etiquetado de café se formen especificaciones en el contenido nutrimental así como el contenido de cafeína.

**PALABRAS CLAVES:** cafeína, cuantificación, análisis bromatológico, descafeinado, tratamiento térmico.

## I. INTRODUCCIÓN

El café es una bebida natural rica en cafeína, la sustancia más conocida del café y la que le confiere las propiedades estimulantes y parte de su sabor amargo. La cafeína es la droga social más utilizada en todo el mundo aunque la mayoría de personas no la consideran como tal, a pesar de que muchas experimentan trastornos del sueño y el ritmo cardíaco al tomarlo. Se ha identificado un síndrome de supresión caracterizado por letargo, irritabilidad y dolor de cabeza en personas que consumen más de 600mg/día (seis tazas de café) (Díaz. 2007).

En pequeñas dosis, por ejemplo, 150 mg que suele contener una taza de café filtrado, aproximadamente, aumenta el nivel de atención y favorece el estado de vigilia. Sin embargo, la cafeína también acelera el ritmo cardíaco y respiratorio, y fomenta la producción de orina. En dosis más altas, provoca nerviosismo y ansiedad, y a partir de los 10 gramos, es letal para el ser humano. (Martindale. 2005. The Complete Drug Reference. Thirty fourth Editions. Pharmaceutical Press. United States. Edited by Sean C. Swectman. 2756 p.).

Aparte de la cafeína, la bebida de café contiene ácidos orgánicos que influyen en el sabor, olor y aroma y son responsables de su acidez; así como minerales (potasio, magnesio, calcio, cromo), además, trigonelina y metil-betaína del ácido nicotínico. (El Uso de la Cafeína. 2002. General Conference Nutrition Council. Estados Unidos. Andrews University. Nutrition Department.).

La mayor parte del café comercial se deriva de las semillas preparadas de *Coffea arabica* y *C canephora*. Los frutos son a menudo llamados “cerezas” ya que su apariencia es como estas y cada una contiene dos semillas hemisféricas. Las capas externas (pulpa, piel, mucílago, entre otras) se retiran mediante diversos procesos que incluye el lavado, el secado y la fermentación. Tras retirar los granos inservibles, el café es clasificado. Se recibe como café “verde”, pero diversos tipos tienen color verdoso, azulado o café. Por el lado aplanado hay una hendidura longitudinal. Los granos verdes se tuestan con calor a 180 – 230 °C durante 15 – 20 minutos, y aumentan de tamaño debido a la producción de dióxido de carbono en el interior, el cual actúa como preservativo hasta que se libera con la molienda. El café molido se empaca a menudo al vacío o en presencia de un gas inerte. A diferencia

de otros productos enlatados, el abultamiento de la tapa no indica que el producto este deteriorado, sino mas bien que hay una liberación de dióxido de carbono. Clark y Macrae 1985.

Con la presente investigación se comprueba la hipótesis de que las 10 marcas comerciales de café contienen variación en el contenido de cafeína, consumido por la población Saltilense. La cuantificación de cafeína se hizo por un método previamente validado. Método Bailey Andrew. (Métodos 14.020 y 14.047) de la AOAC de 1990.

## **1.1 JUSTIFICACIÓN**

La población Mexicana es consumidora de café, la mayoría de su población consume en gran medida el café por la mañana, tarde y noche.

Debido a que actualmente el café en grano molido no presenta información sobre los contenidos tanto de cafeína como de otros compuestos nutrimentales se realizó el presente trabajo. Cuantificar y comparar la cantidad de cafeína existente en cafés comerciales, de la región de Saltillo. Con el fin de brindar información del contenido y cuantificación de compuestos químicos (cafeína) a la población consumidora de café además de sugerir la modificación de NOM para el etiquetado, para que se incluya en la impresión del empaque, la información nutrimental y compuestos químicos, del mismo modo a las empresas distribuidoras de café en Saltillo.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Comparar el contenido de cafeína en diez marcas de café en grano molido.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Cuantificar la cafeína para determinar la marca comercial de café que contiene mayor cantidad.
- Comprobar si se degrada la cafeína, utilizando tratamiento térmico a diferentes temperaturas y tiempos.
- Comparar bromatológicamente las diferentes marcas de café.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 El clima para el cafeto**

Los elementos del clima más importantes son aquellos que tienen que ver con el suministro de agua y energía. Estos están íntimamente ligados a factores climatológicos que son aquellas características propias y fijas no variables de un lugar como son: latitud geográfica, que determina la mayor o menor inclinación con que caen los rayos solares sobre un lugar, así como la duración de los días; altitud del lugar sobre el nivel del mar, pues las capas atmosféricas varían de temperatura, humedad y turbulencia. En las zonas cafetaleras de México la altitud oscila entre 250 y 1500 metros sobre el nivel del mar. El mayor porcentaje de las plantaciones se ubica arriba de los 700 metros, lo cual, unido a factores de baja luminosidad, temperaturas frescas y efectos de latitud, favorece el crecimiento, la fructificación y la calidad del café (García. 1936).

#### **2.1.1 Los climas de las zonas cafetaleras**

Las zonas cafetaleras de la república mexicana presentan diversidad en condiciones geológicas climatológicas, edafológicas y bióticas, las cuales definen la fisonomía de cada región. El clima influye directamente en los procesos de desarrollo, producción, cosecha, beneficiado húmedo, beneficiado seco, empaque, almacenaje, transporte y principalmente en la calidad del grano verde.

De acuerdo con los sistemas de Koppen 1900, modificados por García 1936, en las zonas cafetaleras de México tenemos tres tipos de clima: cálidos, semicálidos y templados, con base en la temperatura promedio anual en °C, temperatura promedio máxima en °C, temperatura promedio mínima en °C y la altitud en metros sobre el nivel del mar. Las zonas de 600 metros son bajas, las de 600 a 900 medias y las de más de 900 metros altas.

En zonas de climas templados de 20.2°C de temperatura promedio anual, 25.6°C de promedio máxima y de 14.6 °C temperatura mínima, los cafés que se dan son de alta calidad. En las de climas semicálidos que presentan de 21.1°C de

promedio anual, 27.0°C de temperatura promedio máxima y 15.3 °C de promedio mínima son de buena calidad. En las zonas de climas cálidos y que presentan 24.4°C de temperatura promedio anual, 30.2 °C de promedio máxima y 18.4 °C promedio mínima, los cafés son de baja calidad.

Las zonas con climas semicálidos y templados son las más extendidas. La calidad del grano del café en estos climas, como ya se menciono, varían desde buena a alta calidad.

Se estima que el 16% del área cafetalera se localiza en clima cálido, 44% en semicálido y 40% restante en templado. Los suelos en la mayoría de las regiones cafetaleras son de origen volcánico, lo que favorece la obtención de cafés de calidad. Los suelos para el cafeto deben tener buena profundidad, como mínimo un metro, textura franca a migajón-arcilloso, contenidos en materia orgánica arriba de 7% en pH de 4.5 a 5.5.

## **2.2 Obtención del café verde en México**

Las zonas cafetaleras de nuestro país presentan diversidad en condiciones geológicas, climatológicas, edafológicas y bióticas, las cuales definen la fisonomía de las regiones e influyen directamente en el proceso de desarrollo del cafeto, producción rendimiento en el beneficiado y calidad del café en la taza.

En cafetales de México predominan las variedades arábicas, las cuales son de mayor importancia por su valor en el mercado, por su extensión territorial y por su calidad. Las mas frecuentes por su distribución histórica son: *typica nacional o criollo*, bourbon, caturra, mundo novo, garnica, catuai, y en poca cantidad catimor, sarchimor, pacamara y maragogipe. La variedad robusta se cultiva en un área muy restringida, alcanza aproximadamente 2 % del total de la superficie cultivada, esta circunscrita en zonas bajas, es de menor calidad en comparación con las arábicas; la pequeña producción se destina principalmente a la preparación de cafés solubles.

El fruto maduro del café es una drupa, cada fruto tiene dos semillas y un corto pedúnculo, un disco en la parte final de forma oval-elíptica color rojo, lisos brillantes,

los cuales son los que se producen en mayor cantidad en las diversas regiones cafetaleras; en menor escala se producen frutos amarillos. El tamaño y peso depende de la variedad y situación geográfica donde se localice la plantación. El fruto se compone del exocarpio, también llamado cáscara o pellejo; mesocarpio, que es la pulpa; endocarpio, el pergamino; espermodermo o película plateada, embrión y endospermo, que es la semilla o grano. De este último se presentan diferentes formas: la normal en la *planchuela* (la cual es la más común y abundante), *caracol* o *caracolillo*, *triangulo* y *elefante*, *gigante* o *burra*. Esta característica ha sido aprovechada en el proceso que desde hace largo tiempo se utiliza para separar los granos del resto de los componentes estructurales del fruto (Bressani, 1978).

La palabra café aparece mencionada por el médico árabe Rhazes y parece provenir del árabe qahwah o del turco kahveh, fuerza. Un pastor persa observó que sus cabras al haber comido café se mostraban muy vivas al anochecer.

Bajo esta denominación se comprenden, exclusivamente, las semillas limpias y sanas de variedades del género *Coffea*, no privadas de cafeína y casi completamente desprovistas de sus tegumentos exteriores.

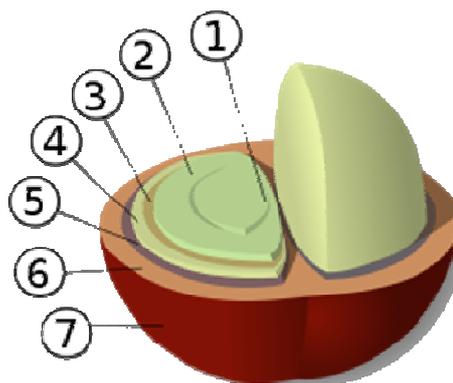


Figura 1. Estructura del fruto y del grano de un café: 1: corte central 2: grano de café (endospermo) 3: piel plateada (tegumento) 4: pergamino (endocarpio) 5: capa de pectina 6: pulpa (mesocarpio) 7: piel exterior (epicarpio).

### 2.3 ¿A que llamamos Café?

El café es una bebida preparada por extracción de materia soluble en agua caliente de los granos tostados y molidos de un arbusto tropical (*sp.*) que se cultiva principalmente en los Trópicos de Cáncer y Capricornio a una altitud de 610 a 1830 m sobre el nivel del mar y a una temperatura aproximada de 21°C con precipitaciones anuales del orden de 1270 mm. El género *Coffea* incluye 40 especies de plantas, pero solamente tres son comercialmente cultivadas para producción de café, *Coffea arabica* Linn, *Coffea canephora* Pierre ex Foechner (*robusta*) y *Coffea ibérica*. El comercio internacional anual es de alrededor de 55 millones de bolsas (de 60 kg) de café verde con un valor cercano a los 2,5 billones de dólares. En la actualidad, Brasil es el principal productor mundial (25.4 %), seguido por Vietnam (9.9 %), Costa Rica (9.4 %). Indonesia (9 %), Colombia (8.9 %), y México (4 %). Los Estados Unidos y Europa consumen el 85 % de las exportaciones, casi por partes iguales. La bebida de café no tiene valor nutritivo y se consume por su sabor y sus efectos estimulantes, debido principalmente al contenido de cafeína. El arbusto del café arábica es nativo de Abisinia, (hoy Etiopía), donde se cultiva silvestre en los bosques y sus semillas fueron utilizadas por los nativos desde antes de que existieran registros históricos. El arbusto del café robusto es nativo de Congo. En los años 900 d.C., los árabes introdujeron el arbusto del café etíope en Yemen y durante 700 años la propagación del café estuvo limitada a esa área consumiéndose principalmente en Arabia. Los árabes hicieron de este fruto y de su bebida un motivo de atracción para los viajeros y comerciantes europeos. Los peregrinos de la Meca regresaban con granos de café a sus tierras nativas India y Sri Lanka. Uno de los primeros usos del café fue medicinal, también para mantener despiertos a los fieles en las mezquitas. El café llenó las necesidades de un estimulante útil ya que los musulmanes no pueden consumir alcohol. Durante el siglo XVII el café se introdujo a los países europeos y se vendió en las salas de café, que se hicieron lugares de reunión muy populares para mercaderes y artistas. Los holandeses iniciaron los plantíos comerciales en Java y Sri Lanka por el año 1696, y hacia 1714 trajeron las primeras semillas de café a América, más precisamente a la Guyana holandesa (hoy Surinam). Los franceses, ingleses y españoles empezaron a estimular el cultivo en

las Indias Occidentales desde 1715 hasta 1750. Los jesuitas fueron los primeros en cultivar café en Colombia, hacia 1730. México y Centroamérica comenzaron a cultivarlo en 1800, y Hawai en 1825. En África el cultivo comercial del café se inició después de la Segunda Guerra Mundial (Sivetz, 1983).

Se denomina café a la bebida preparada por infusión a partir de las semillas del fruto de los cafetos debidamente procesadas y tostadas. Se caracteriza por un agradable aroma y sabor y es consumido ampliamente a nivel mundial. (Belitz HD, Grosch W. Food Chemistry. Springer-Verlang, Berlín 1999).

Los consumidores siempre han considerado al café como un producto consistente que solo es transformado en una bebida más o menos aceptable por buen o mal procesamiento. La calidad del café en taza es frecuentemente relacionada con el precio de las comidas donde esta se sirve.

Entre los diferentes factores que afectan el sabor de una taza de café, el grado de tostado y la preparación de la formula son considerados de gran importancia.

Los cambios físicos y químicos ocurren durante el proceso de tostado con el cual se desarrolla el sabor final del que depende el café, Clifford y Wilson (1985) establecieron que la composición química con respecto a los compuestos volátiles y no volátiles podría siempre ser determinado por el grado de tostado (Clifford 1986, citado en la OIC 1991 Report 7).

Ciertas características de sabor, asociadas tradicionalmente con orígenes particulares y consideradas signos de calidad, se pueden perder por tostado inapropiado. Por otro lado, las características pobres de sabor, de grados mas bajos de café, son mas rápidamente reveladas por algunos grados de tostado que por otros (Sivetz y Desrosier, 1979). El número de perfiles de sabor distintivos asociados con la variedad de orígenes es incrementado por los diferentes grados de tueste que puede ser aplicable para cada café, produciendo bebidas de café.

## **2.4 Aspectos físicos y químicos del café verde y productos de café**

Los datos corresponden a granos tostados, polvos solubles y factores de composición determinantes para su aceptabilidad.

### **2.4.1 Propiedades físicas y contenido de agua en café verde y productos de café**

Los granos de café varían de 100 a más de 200 miligramos considerando entre arábicas y robustas, pero con alguna evidencia de variación con origen de la distribución geográfica.

La densidad relativa de los granos está en los rangos de 1.15 a 1.42. Al principio del proceso de tostado hay una pérdida de agua, particularmente en arábicas, conforme la evaporación declina las temperaturas del grano aumentan y empieza una pirolisis exotérmica a una temperatura de 140 a 160°C y la formación del color bien definido, aroma y sabor de los productos del café tostado. La pirolisis alcanza 190°C a 210°C y empieza la carbonización cerca de los 230°C si no se suspende. La materia perdida aceptable es del 3% en un tostado pálido y de 14 % en un tostado oscuro. Las figuras correspondientes para una pérdida total del tostado (materia seca y agua) son de 10 y 25 %. Se produce una gran cantidad de dióxido de carbono; sus presiones internas son de 5.5 a 8.0 atmósferas y se presenta en la hinchazón de las semillas de entre 170°C a 230°C durante el tostado comercial. Aunque las arábicas y las robustas se hinchan similarmente, hay datos que sugieren que estas dos especies se comportan diferente al inicio del tostado, ejemplos: El volumen de 16 % de robusta aumenta a 172°C, 20 minutos y 1.65 % de pérdida de pirolisis; asimismo 16 % de volumen de arábica aumenta a 188°C, 30 minutos y 4.87% de pérdida de pirolisis; 32 % de volumen de robusta aumenta a 210°C, 10 minutos y 2.32 % de pérdida de pirolisis, y 2.9 % de volumen de arábica aumenta a 210°C, 10 minutos y 2.52 % de pérdida de pirolisis.

Estos datos implican que las arábicas y las robustas difieren en uno o más de los siguientes puntos: a) producción de vapor (dióxido de carbono), retención de

vapor (bióxido de carbono) b) expansión de vapor (bióxido de carbono), y c) resistencia de la complejión de la pared celular a esterres.

#### **2.4.2 Componentes químicos de café verde y productos de café**

El café, como todas las plantas, contiene miles de componentes químicos, con diferentes características. A pesar de que el café es una de las plantas más estudiadas, muchos componentes todavía permanecen indetectados y muy poco es conocido a cerca de los efectos en los humanos de la mayoría de las sustancias presentes en los granos de café y en el café que tomamos.

Muchos compuestos químicos han sido identificados en los granos de café y estos reaccionan e interactúan en todas las etapas del procesamiento del café para producir un producto final con una gran diversidad y complejidad de estructuras.

Todos los constituyentes que están presentes en los granos de café son transformados durante el proceso de tostado y una gran variedad de compuestos pueden ser extraídos y encontrados en las infusiones de café. Algunos constituyentes de los granos de café pueden ser destruidos durante el tostado, originando nuevos compuestos presentes en las infusiones o sustancias volátiles. (Anónimo 1).

##### **2.4.2.1 Composición**

Roberto (2001) señala que el café no es solo cafeína, que tiene otras sustancias en mayor cantidad. Estas pueden ser mas importantes para el organismo humano, como ácidos clorogénicos (7 – 9 %), cafeína (1 – 2.5 %), niacina, aminoácidos, sales minerales, azucares, lípidos varios (pigmentos cenizas). Estas sustancias dependen de la torrefacción, con excepción de la cafeína, que es termoestable, las demás con tueste ideal.

Cuadro 1. Composición química promedio del café verde y del café tostado.

<b>Componentes</b>	<b>Granos verdes %</b>	<b>Granos tostados %</b>
Proteínas	13	11
Azúcares	10	1
Almidón y dextrinas	10	12
Polisacáridos complejos	40	46
Aceite	13	15
Minerales*	4	5
Ácido clorogénico	7	5
Trigonelina	1	1
Fenoles	0	2
Cafeína (en <i>Coffea arabica</i> )	1	1.3

Fuente: Fox y Cameron, 1992.

\* Principalmente K

La cafeína es el principal ingrediente activo fisiológicamente (Kaplan, Holmes y Sapeika, 1974), esta clasificado como un alcaloide porque se da en plantas, porque forma sales con ácidos y por sus acciones farmacológicas. Dependiendo de las técnicas de preparación, una taza de café contiene unos 80 miligramos de cafeína, con un rango de esta cantidad que va desde casi la mitad en un café ligero y hasta cerca del doble en un típico café expreso. Aunque el contenido de cafeína en las hojas de té es del orden de 2 % y mas, Las bebidas de café usualmente contienen más cafeína que las bebidas de té, la razón es que mas café que se te utiliza para una porción ordinaria. Refrescos como la coca-cola contiene únicamente entre 30 y 50 miligramos de cafeína por botella (360 mililitros) y el chocolate unos pocos miligramos de cafeína (por 100 miligramos). Mientras que el café contiene principalmente cafeína, el té contiene teofilina, y en los granos del cacao la teobromina constituye el principal ingrediente activo. Las típicas elaboraciones de café contienen entre 30 y 120 miligramos en total de ácidos clorogénicos por cada 100 mililitros, con el dominante ACQ y el diACQ excediendo al AFQ.

Roberto (2001) menciona que después de la cafeína (1.25 %) que estimula la corteza cerebral, el café posee en mayor cantidad los ácidos clorigénicos (7-9 %), los cuales en el proceso de tueste forman un gran numero de derivados de ácido quinico como el ácido coumaroilquinico (ACQ), ácido dicafeolquinico (diACQ), ácido

feruloilquinico (AFQ), ácido coumaroilquinico (ACoQ) y ácido cefoferuloilquinico (AFQ). Muchos de estos componentes poseen un potente efecto antagonista opiode que es responsable de la inhibición del deseo exagerado, de auto gratificación que puede estar implicada en la aparición de frustración, depresión, consumo de alcohol y otras drogas.

Por eso el consumo regular de una planta como el café puede ser uno de los hábitos más saludables de la humanidad. Se pueden desarrollar remedios fitoterapeuticos e incluso otros productos derivados del café para ayudar al cerebro a mantenerse despierto, activo y de buen humor durante el día.

Cuadro 2. Composición química aproximada (en base seca) del café verde y café tostado para distintas variedades.

Componentes	Arábigo %		Robusta %	
	Verde	Tostado	Verde	Tostado
Minerales	3.0 - 4.0	3.5 - 4.5	4.0 - 4.5	4.0 - 5.0
Cafeína	0.9 - 1.2	1	1.06 - 2.4	2
Trigonelina	1.0 - 0.2	0.5 - 1.0	0.6 - 0.7	0.3 - 0.6
Lípidos	12.0 - 18.0	14.5 - 20	9.0 - 13.0	11.0 - 16.0
Ac. Clorogénicos	3.5 - 8.0	1.2 - 2.3	7.0 - 10.0	3.9 - 4.6
Ac. Alifáticos	1.5 - 2.0	1.0 - 1.5	1.5 - 2.0	1.0 - 4.5
Oligosacáridos	6.0 - 8.0	0.0 - 3.5	5.0 - 7.0	0.0 - 3.5
Polisacáridos	50.0 - 55.0	24.0 - 39.0	37.0 - 47.0	0
Proteína	11.0 - 13.0	13.0 - 15.0	11.0 - 13.0	13.0 - 15.0

Fuente: Clifford, 1975

Parecería, sin embargo, que existen algunos productos definidos como dañinos debido al tueste. Por el momento no existen datos del contenido de Kahweol o cafestol en la elaboración del café.

#### 2.4.2.2 Cenizas

No hay cambios significativos en los minerales durante el tostado y la mayoría de los elementos se extraen fácilmente durante la elaboración domestica y la extracción comercial. Los valores para los contenidos de cenizas en polvos de café soluble comercial son de 6.6 % a 12.9 %.

Núñez (1995) señala que la composición química de las cenizas del café verde tienen de 3.5 % a 4.0 % y la composición porcentual de estas son potasa 42.0 % a 52.0%, ácido carbónico de 14.0 % a 18.5 %, óxido de hierro de 10.0 % a 13.6 %, magnesio de 5.8 % a 9.1 %, calcio de 3.5 % a 6.7 %, silicio de 0.0 % a 0.3 %, sodio de 0.0 % a 1.2 % y cloro de 0.005 % a 0.02 %.

El café contiene muchos minerales como potasio, calcio, magnesio, manganeso, cobre, molibdeno, estroncio, cromo, vanadio, zinc, bario, níquel, cobalto, plomo, titanio y cadmio.

#### **2.4.2.3 Purina**

La purina ( $C_6H_4N_4$ ) es la estructura de la cafeína, esta es una dimetildioxipurina. La cafeína químicamente pertenece al grupo de las purinas que comprende un gran número de compuestos que se encuentran en las células vivas.

#### **2.4.2.4 Cafeína**

La cafeína es un compuesto en estado libre, en forma natural localizado en pequeñas cantidades en el grano verde. El porcentaje es mayor en *C. canephora* que en *C. arabica*. Este componente del café verde fue descubierto por Pellitier y Caventou, en Francia, y E. Runge en Alemania en 1820. Desde esta fecha es la sustancia del café que más se ha investigado. El café es la bebida con cafeína más relevante del mundo que proviene de una planta. En las variedades arábicas varía de 0.8 % a 1.5 %, en robustas mayores de 2.5 %, y en café instantáneo de 3.0 % a más de 6.0 %. Desde el punto de vista químico, la cafeína es una sustancia cristalina de color blanco que pertenece a la familia de los compuestos alcaloides y que, como todos los alcaloides, tiene un sabor amargo.

Se absorbe directamente por el tracto gastrointestinal y alcanza los niveles máximos en sangre a los 30 minutos aproximadamente tras ser ingerida. En una taza de café el contenido de cafeína puede ser muy variable, en función del tipo y de la cantidad de café, y del método de preparación. (Badgett's Coffee eJournal, N° 4, 16 de junio de 2000).

Entre los más de 1000 componentes del café, hay otros en mayor cantidad que la cafeína y merecen ser más investigados. La cafeína (1,3,7-trimetilxantina) es la mayor purina en café verde. Algunos analistas han registrado cantidades más pequeñas de teobromina (3,7-dimetilxantina) y trazas de teofilina (1,3-dimetilxantina). Trazas de varios ácidos metiluricos se han encontrado en *C. liberica* y *C. exceloides* pero no en otras especies más comerciales. Se han hecho estudios sobre la biosíntesis de la cafeína en café.

Existen muchos métodos analíticos para la determinación de cafeína en café y productos del café. Los primeros se basaron principalmente en el espectrómetro UV pero los más recientes generalmente emplean una separación cromatográfica para evitar interferencias, particularmente cuando se analizan granos tostados y polvos solubles. ISO y la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AQAO) tienen métodos muy rápidos, a menudo automatizados, para propósitos de rutina industriales (ejemplo: monitoreo de desafinación), en general dan buenos resultados. Para determinar la cafeína, las muestras deben ser colocadas en agua caliente por 30 minutos.

La extracción comercial transfiere la cafeína casi completamente a los polvos de café soluble; estos datos típicos se encuentran en el cuadro siguiente.

Cuadro 3. Contenido de cafeína de polvos de café soluble.

Referencia	Material analizado	Contenido de cafeína % dmb	
		Rango	Promedio± DE
Villanua, <i>et al.</i> (1971)	14 comprados en España	3.84-6.64	5.4±0.75*
Vol' per <i>et al.</i> (1973)	Comparadas en Rusia	4.5-5.1	_____
Angelucci, <i>et al.</i> (1973)	15 hechas en Brasil-arábicas	1.63-3.79	2.68±0.68*
	1 hecha en Brasil-arábicas	4.64	_____
Sloman (1980)	5 comprados en EUA	1.83-3.49	2.94±0.48*
Smith (1981)	3 polvos de café achicoria	2.16-2.33	_____
Trugo <i>et al.</i> (1983)	12 comprados en Reino Unido	2.83-4.83	3.83±0.56*

\*Re calculados de datos publicados

DE = desviación estándar

La elaboración doméstica igualmente transfiere la cafeína rápidamente a la mezcla. Se ha reportado que el contenido de una taza de café varía de 40 a 160 miligramos, en parte porque los contenidos de cafeína en granos verdes sí varían, pero principalmente se debe a las variaciones del tamaño de la taza y a la fuerza de la mezcla. No es sano recomendar tomar un número de tazas de café, como medida de la injerencia de cafeína. Contrario a la creencia popular, actualmente se ha reconocido que la cafeína juega un papel limitado en el sabor amargo de la bebida.

#### **2.4.2.5 Proteínas**

Los contenidos de la proteína cruda deben ser calculados del total de nitrógeno y corregidos para la cafeína y también nitrógeno trigonelina. Estas correcciones no parecen provocar diferencias significativas entre los contenidos de arábicas y robustas, cualquier efecto significativo puede atribuirse al método del proceso del grano verde.

Se ha reportado que el contenido de proteínas solubles declina durante el almacenaje del grano verde, estos pueden asociarse con la actividad del polifenol oxidasa (PFO). El tostado posiblemente causa una pequeña pérdida de nitrógeno proteico como volátiles, pero sí causa transformaciones químicas significativas. La hidrólisis y el análisis de aminoácidos de fracciones ricas de proteínas aisladas de café tostado muestran una destrucción significativa de argenina, cisteína, cistina, lisina, serina y trionina. Se ha reportado que los polvos del café soluble contienen de 2 % a 3.5 % de Nitrógeno del cual 40 o 50 % puede ser considerado en la cafeína y en la trigonelina; del resto el nitrógeno solo de 6 a 12 % fue insoluble en 5 % de ácido tricloroacético, correspondiente al 5.5 % al 12 % de proteína en polvo soluble, si se usa la conversión tradicional del factor 6.25 esta proteína no ha sido caracterizada.

Cuadro 4. Contenido de proteína de granos de café verde.

Referencia	Material Analizado	KNX625 <sup>a</sup>		(KN-CN)6.25 <sup>b</sup>	
		Rango	Medio $\pm$ SD	Rango	Medio $\pm$ DE
Menchu <i>et al.</i> (1967)	59 arábicas	11.79-15.00	13.63-0.62	11.16-4.73	12.15 $\pm$ 0.64 <sup>c</sup>
	Guatemala	15.00	0.62	4.37	----
Roffi, <i>et al.</i> (1971)	8 Arábicas	---	---	10.31-1.75	11.07 $\pm$ 0.42
Xabregas <i>et al.</i> (1971)	9 arábicas	13.63-14.68	14.19 $\pm$ 0.33	---	11.50 $\pm$ 0.34 <sup>c</sup>
	Angola seco Húmedo	14.20-15.46	14.64 $\pm$ 0.58	---	---
Ferreira, <i>et al.</i> (1971)	34 Arábicas	---	---	11.01-12.15	11.70 $\pm$ 0.51 <sup>c</sup>
	Angola				
	34 robustos Angola	---	---	11.21-12.22	11.68 $\pm$ 0.40 <sup>c</sup>
		---	---	12.30-13.05	11.36 $\pm$ 0.56 <sup>c</sup>
Roffi, <i>et al.</i> (1971)	30 robustas Angola	---	---	10.00-12.05	11.25 $\pm$ 0.70 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> KN Kjeldahl Nitrógeno

<sup>b</sup> CN Cafeína Nitrógeno

<sup>c</sup> Recalculados a la fecha de la publicación

DE = Desviación Estándar

#### 2.4.2.6 Lípidos

Los términos lípido crudo y total se refieren a todo el material extractado por especificación, comúnmente un solvente no polar puede incluir sustancias no lipídicas como la cafeína. La producción de lípido crudo no es función de la composición del grano sino de las condiciones de extracción, particularmente del tamaño y superficie del área, clase del solvente, duración de la extracción, aun cuando la cafeína sea excluida. Se recomienda un tamaño que no exceda de 0.5

milímetros y una extracción de 6 horas con aceite mineral. Algunos de los primeros datos son engañosos porque la extracción no ha sido óptima.

Las arábicas tienen mayor contenido de lípido crudo que las robustas y se supone que el contenido de algunas especies de lípido crudo depende de la localización y cultivo del grano.

CUADRO 5. Contenido de lípido crudo en granos de café verde.

Referencias	Material Analizado	Contenido de cafeína % dmb	
		Rango	Promedio±
Xabregas, <i>et al.</i> (1971)	18 Arábicas Angola	15.5 - 16.4	16.01± 0.27 <sup>a</sup>
Wurzinger, <i>et al.</i> (1977)	5 Arábicas	13.2 - 14.4	13.47± 0.47 <sup>a</sup>
Kulaba y Robins (1981)	20 Arábicas Kenia	15.30 - 18.59	17.35± 0.94 <sup>a</sup>
Wurzinger, <i>et al.</i> (1977)	7 Arabustas Costa de marfil	10.4 - 12.8	11.53± 0.70 <sup>a</sup>
Wurzinger, <i>et al.</i> (1977)	8 robustas	7.9 - 12.3	9.79± 1.29 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Re calculados de datos publicados.

El volumen de lípido crudo en una semilla típica de aceite, distribuido a través del citoplasma de los tejidos internos de 80 % a 90 % de este aceite, consta de triglicéridos con ácidos grasos insaturados C<sub>18</sub> localizados en la segunda posición preferentemente. Las arábicas difieren de las robustas solo en términos de producción pero algunas especies silvestres pueden tener diferencias en los perfiles de ácidos grasos. Una oxidación indeseable y una racionalidad hidrolítica se observa durante el almacenamiento del grano verde, pero las semillas tostadas normalmente tienen muy pocos efectos químicos en los ácidos grasos poli saturados. Durante el tostado el aceite es llevado a la superficie impartiendo una apariencia característica de tostado oscuro, se considera que al transferir de esta capa a la superficie, posiblemente se pierden de 1 % a 2 % de lípidos crudos del tostado oscuro. Este aceite puede usarse para la aromatización de café soluble.

## **2.5 Descafeinado del café**

El café descafeinado es café verde al que se le ha eliminado la mayor parte de la cafeína. Esta reducción de contenido cafeína se consigue mediante un proceso industrial de extracción que mantiene las condiciones organolépticas de la materia prima, dentro de un rango especificado.

### **2.5.1 Procesos y Métodos de Descafeinado**

Con la intención de minimizar la pérdida de aromas y sabores, en la mayoría de procesos de descafeinado, la extracción de la cafeína tiene lugar en el grano de café verde, antes de ser tostado y molido. Hoy en día, los procesos han mejorado sensiblemente, hasta el punto de alcanzar rendimientos de extracción que oscilan entre 97-98% de la cafeína total.

#### **2.5.1.1 Por disolventes químicos:**

El descafeinado por extracción de la cafeína de los granos de café verde pre humectados con un disolvente orgánico es, hasta hoy, el proceso más extendido. Los disolventes más efectivos son el cloruro de metileno (DCM) y el acetato de etilo (AE). El proceso de descafeinado por disolventes se realiza generalmente de manera discontinúa trabajando en batch de mayor o menor tamaño. Para descafeinar 1 tonelada de café se emplean aproximadamente 10 kg de disolvente. La cafeína es extraída de los granos de café verde previamente humectados, mediante sucesivas extracciones, hasta alcanzar la práctica eliminación de la cafeína. Posteriormente, los granos son tratados con vapor de agua para eliminar el disolvente hasta contenidos inferiores al límite legal establecido. El proceso termina con el secado del café por medio de aire caliente hasta alcanzar aproximadamente la humedad inicial.

#### **2.5.1.2 Por agua:**

El descafeinado por agua supone el 22 % de la capacidad mundial y se realiza de acuerdo a las siguientes etapas:

Extracciones sucesivas de los granos de café previamente humectados con extracto de café verde libre de cafeína, hasta alcanzar el límite legal de cafeína. Separación de la cafeína del extracto líquido obtenido anteriormente por medio de un absorbente (carbón activo, resinas cambiadores de iones.). Recuperación del extracto para su utilización posterior. Recuperación de la cafeína del absorbente utilizado por diferentes técnicas: lavado con agua y alcohol, agua a altas temperaturas.

Los principales avances en este proceso de descafeinado se han llevado a cabo fundamentalmente en el campo de los absorbentes utilizados para separar la cafeína del extracto líquido.

#### **2.5.1.3 Descafeinado por fluidos supercríticos CO<sub>2</sub>:**

Es la aplicación de fluidos supercríticos para la extracción de cafeína de los granos de café verde. El CO<sub>2</sub> es el disolvente más utilizado aunque existan otros.

### **2.6. Consumo, absorción y eliminación**

Los más importantes aspectos acerca del consumo, absorción y eliminación de las diferentes sustancias contenidas en el café fueron revisados con gran detalle en el libro de Eichler (1976).

#### **2.6.1 Consumo**

El consumo de café varía ampliamente a través de las diferentes culturas y ciudades. Una estimación confiable de consumo per cápita por años es difícil debido a diferentes factores. Un estudio realizado (Roggenkamp, 1982), basado en el deslizamiento promedio en periodos de tres años para importaciones de café nuevo, clasifica una serie de países en cuatro grupos. Consumo bajo, (menos de 3.5 kilogramos) fue obtenida para todos los países europeos socialistas del este, Canadá Estados Unidos, Italia, Austria, Francia y República federal de Alemania. Consumo fuerte (7 – 10.5 kilogramos) para Suiza, Noruega y tres países bajos. Consumo extremo para Dinamarca, Suecia y Finlandia. Estas cifras están en línea con los

datos presentados anteriormente para Estados Unidos y los diferentes países europeos (Oficina Panamericana de café 1972). También existen grandes diferencias entre países con respecto a la proporción de café consumido en preparaciones solubles (Butler 1983). Gran Bretaña, Irlanda y Australia están en la cima con más de 70 % consumido como soluble (el factor de conversión nuevo / soluble puede ser estimado en cerca de 2.5), seguida por Japón (50 %) y Canadá (39 %). Cifras alrededor del 20 % fueron calculadas para Estados Unidos, Suiza y España, mientras que la proporción fue menor para otros países, alcanzando el más bajo valor italiano con únicamente 1 %. A un más difícil es la estimación del consumo promedio de cafeína *per se*. Para Estados Unidos, que aparece dentro de la lista del consumo del café en el rango medio, el consumo promedio de cafeína ha sido estimado cerca de 200 miligramos por día, con 90 % de esta cantidad obtenida del café.

El consumo de café también varía considerablemente entre los individuos, según indicado por las variaciones generalmente grandes obtenidos en los auto cuestionarios. Al menos, poco es conocido acerca de los posibles factores que intervienen en tales diferencias. Resultados equivocados han sido obtenidos aun para aspectos generales como el sexo, hora del día y edad (Gilbert, 1976): el consumo de café es mayor en fumadores (Thomas, 1973). Algunos estudios también han reportado incremento en el consumo de café en periodos de estrés físico (Conway, Vickers, Ward y Rahe, 1981; Verner y Krupka, 1982).

Roberto (2001) señala que el café ejerce sus efectos benéficos si se consume dentro del ciclo de vigilia del cerebro humano, esto es, durante el día. La primera taza debe tomarse en la primera hora después de despertarse, la segunda a media mañana (10:00 horas), la tercera después de la comida (12:30 – 1:30 horas) y la cuarta puede ser útil hacia las 15:00 horas. En la noche el cerebro comienza lentamente a disminuir su actividad con el ciclo del sueño. La dosis máxima diaria de café para una persona adulta y sana es de medio litro o sea 4 tazas de 125 mililitros dividido en intervalos de por lo menos dos horas. La dosis ideal de café para consumo diario es de: hasta 10 años 200 mililitros; 15 a 20 años 450 mililitros; 20 a 60 años 600 mililitros y más de 60 años 300 mililitros.

## **2.6.2 Efectos fisiológicos en el consumo del café**

El café es una bebida recreacional extensamente consumida. Sus orígenes y distribución alrededor del mundo fueron descritos por Smith, quien ha combatido la oposición de las autoridades políticas y religiosas al producto. A pesar de tal oposición, el hábito de tomar café sobrevive y prospera, impulsado sin duda por el beneficio a la salud, temperamento y estimulación mental que brinda al consumidor.

Desde el comienzo del siglo pasado una vasta cantidad de literatura científica ha sido dedicada a difundir las acciones particulares y los bajos mecanismos de esta bebida, con escasos resultados. Los efectos medibles son en la mayoría de los casos modestos y sutiles, a menudo positivos y benéficos, y cualquier efecto tiende a ser similar sobre un rango relativamente ancho de dosificación.

Se le atribuyen cualesquiera tipos de efectos al consumo de café asociados a sus compuestos, los cuales en términos dietéticos son encontrados solamente, o casi solamente, en la bebida del café. Esto centra la atención en la cafeína, los ácidos clorogénicos y posiblemente lo escasamente soluble en agua de los diterpenos kahweol y el cafestol, y los dañinos y numerosos productos misceláneos del tostado. La mayor acción excitante sobre el sistema nervioso del café se debe tanto a la cafeína como a los múltiples productos de tostación; que no existen en el té y el mate por esta razón, una infusión de café tiene mayor acción que una dosis equivalente de cafeína, pues la infusión contiene, además; los productos de tostación y el ácido cloró génico.

El interés científico y público se centra en la cafeína por sus conocidas acciones farmacológicas. Los diterpenos y los ácidos clorogénicos, en comparación, han sido muy poco estudiados; los productos misceláneos del tostado en lo absoluto, a menos que se consideren los estudios que utilizaron la bebida entera del café, entonces los efectos específicos no pueden ser distinguidos o asignados a componentes específicos.

Granos de café verde, granos tostados individualmente y polvo de café soluble pueden variar considerablemente en su detallada composición. Estos factores son

complicados por las preferencias personales con relación a la fuerza de elaboración, tamaño de la taza y frecuencia de consumo, por no mencionar las variaciones de lo que se podrá consumir simultáneamente y las fantasías de la memoria cuando son una limitación importante en la interpretación y desempeño de estudios epidemiológicos, especialmente los estudios retrospectivos.

### **2.6.3 Absorción metabolismo y eliminación**

La cafeína se absorbe fácil y rápidamente después de la aplicación entrada y causal. Es rápidamente distribuida a través de todo los tejidos como función de su contenido de agua. En el hombre, la cafeína aparece en todos los fluidos de los tejidos cerca de los 5 minutos después de su aplicación y el tope alcanza los niveles en el plasma de la sangre después de 20 o 30 minutos (Marks y Kelly, 1973). La sustancia también penetra fácilmente en los diferentes sistemas de los órganos incluyendo el cerebro, los tejidos de las gónadas, la placenta, tejido fetal y la leche materna (Berlin, 1981: Warszawski y Gorodischer, 1981).

En el hombre, la cafeína es casi enteramente metabolizada; únicamente cerca de 1 % es secretada vía urinaria en su forma no metabolizada. Los principales metabolitos en el hombre pertenecen a las clases de las dimetilxantinas, ácidos úricos o las derivaciones uracilo de la cafeína (Bonati *et al.*, 1982; Callahan *et al.*, 1982; Tang Liu, Williams y Riegelman, 1983). La semidesintegración de la cafeína en el plasma humano ha sido de cerca de tres a seis horas, pero varía ampliamente entre individuos. Una considerable cantidad de datos esta disponible por ahora de los niveles de la cafeína en el plasma alcanzado con el consumo normal de café. Nuevos métodos desarrollados para determinar la concentración de saliva de metilxantinas son también de gran ayuda para evaluar los niveles en el plasma mediante un procedimiento no invasor (Khanna *et al.*, 1982). Estas cifras son importantes para las comparaciones en experimentos con animales. Para los sencillos productos de bola en el orden de 200 a 300 miligramos de cafeína, los niveles en el plasma alcanzan valores entre 5 y 10 miligramos por litro plasma (Axelrod y Reichenthal, 1953). Con dicha dosis distribuida entre varias porciones al

día los niveles en el plasma, puede esperarse, sea del rango de menos de 5 miligramos por litro.

Para comparaciones con experimentos en animales debe recordarse las dosis indicadas como miligramos por kilogramo, el peso del cuerpo descuida la importancia del impacto de las diferencias entre especies en la tasa metabólica, la cual depende del área superficial y las cantidades para las diferentes especies incluyendo al hombre, ratón y rata en cerca de 1000 Kilocalorías por metro cuadrado (Bell, Davidson y Scarborough, 1953). Equivalentes de la dosis son calculados sobre la base del peso del cuerpo, corregido por la superficie del cuerpo (= 'peso metabólico'), son por tanto considerablemente mas bajas que las equivalentes de la dosis basadas solamente en el peso del cuerpo. Calculado sobre la base del peso del cuerpo únicamente, un factor tosco de tres a cuatro parece ser el apropiado para las comparaciones entre el hombre y la rata. Esto cabria similarmente para los efectos tóxicos y psicotrópicos del estimulante. La dosis letal para 50% de un grupo (LD<sub>50</sub>) para la rata es de 150 miligramos por kilogramo y la dosis fatal mas baja para el ser humano es 57 miligramos por kilogramo (Boyd, Dolman, Knight y Sheppard, 1965; peters, 1967). Por otro lado, la dosis entre los 250 y 500 miligramos han sido reportados como confiables para producir efectos psicoestimulantes en humanos, como opuesto al rango de 8 - 20 miligramos por kilogramo en la rata, tomando en cuenta la corrección para el peso metabólico; ha sido estimado que dosis letales para ratas, gatos y humanos son cerca del mismo orden (Peters, 1967).

Varias condiciones se han encontrado para modificar considerablemente el tiempo de eliminación. Mientras que la salida de la cafeína es relativamente lenta en pacientes con enfermedad del hígado por alcoholismo (Kotake *et al.*, 1982). En las mujeres, el uso de anticonceptivos ha sido reportado doble, la vida doble de la cafeína (Patwardhan, Desmond, Johnson y Schenker, 1980), como es también el caso para el segundo y tercer trimestre de embarazo. Un descubrimiento sugiere que es debido a la disminución en la biotransformación causada por la alteración del entorno hormonal (Aldridge, Bailey y neims, 1981; Knutti, Rothweiler y Schlatter, 1982). Un tosco aumento de 10 veces en la vida ha sido observado en recién

nacidos, con una gradual normalización cercana a los 6 meses (AQRanda, Collinge, Zinman y Watters, 1979; Parsons y neims, 1981; Gorodischer y Karplus, 1982). La salida lenta en recién nacidos ha sido atribuida al hecho de que tienen deficiencia en N-demetilacion, la cual causa que expulsen la cafeína en la orina principalmente como un compuesto sin cambio (Horning, Butler, Nowlin y Hill, 1975).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Lugar**

El estudio se realizó en las instalaciones del laboratorio de Nutrición Animal del Departamento del mismo nombre, que corresponde a la división de Ciencia Animal dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; la sede de la UAAAN se ubica en Buenavista Saltillo, a 7 kilómetros al sur de esta ciudad capital del estado de Coahuila, por la Calzada Antonio Narro; o bien, por la carretera 54 que conduce de Saltillo a Zacatecas.

#### **3.2 Muestras**

Para realizar este estudio se analizaron muestras de café de 10 diferentes marcas comerciales adquiridas en los supermercados de Saltillo Coahuila.

Las muestras fueron las siguientes:

C.O. = Café marca OSO

C.E.= Café marca ESE

C.B.C.= Café marca BLASÓN

C.D.I.= Café marca DESCAFEINADO INTERNACIONAL

C.O.B.= Café marca BLASÓN ORGÁNICO

C.Z.= Café marca ZAVIDA

C.M.= Café marca MONKI

C.H.= Café marca HIPERMART

C.S.F.= Café marca SANTA FÉ

C.G.= Café marca GARANT

### 3.2.1 Recolección de las muestras

Las muestras de café fueron adquiridas en Saltillo Coahuila. Saltillo es la capital del estado de Coahuila de Zaragoza, México. Se localiza en la región sureste del mismo, a 90 km al oeste de Monterrey, Nuevo León, y a 400 km al sur de la frontera con Texas, Estados Unidos.



Figura 2. Zona geográfica de adquisición de café.

En el 2007, la ciudad de Saltillo contaba con una población para el 1 de julio de 2007 se estiman 666.840 habitantes para la ciudad, 671.880 para el municipio y 732.110 habitantes para la Zona Metropolitana.

### 3.3 Equipo

Molino triturador de granos. Thomas Wiley. Laboratory MILL Modelo 4.

Mufla THERMOLYNE MODELO 1500

Balanza Analítica Digital

Parrilla de calentamiento

Refrigerador marca LG

Aparato Kjeldhal

Equipo Rapid still

### **3.4 Materiales**

Se emplearon diversos reactivos y material de vidrio de uso común en el laboratorio, tanto para el análisis Químico como para la extracción de cafeína.

### **3.5 Metodología**

#### **3.5.1 Análisis químico**

A fin de conocer las variaciones de contenidos químicos en las marcas de café, se procedió a realizar los análisis para la determinación de: Proteínas, Grasas, Cenizas y Método Bailey Andrew, para la cuantificación de cafeína (Métodos 14.020 y 14.047) Todos los métodos antes mencionados son propuestos por la AOAC.

*Proteínas.* Estas fueron determinadas por el método Kjeldhal que consta de 3 etapas; digestión, destilación y titulación. Consiste en determinar el nitrógeno total, mediante la combustión húmeda de las muestras calentándola con  $H_2SO_4$  concentrado en presencia de catalizadores metálicos, para efectuar la reducción del nitrógeno orgánico a amoníaco, el cual es retenido en forma de sulfato de amonio. La solución de la digestión se hace alcalina y se destila para liberar el amoníaco que es atrapado, finalmente se titula con ácido sulfúrico al 0.1N. El resultado se presenta en porcentaje de proteína el cual se obtuvo a través de una serie de cálculos.

*Grasas.* La muestra seca se extrajo con solvente (hexano), posteriormente se determina el extracto seco por diferencia de peso, del que se elimina el disolvente.

*Cenizas.* El contenido de cenizas fue determinado por el método de incineración seca. Se utilizaron crisoles a peso constante, a los cuales se les tomo el peso antes de colocar la muestra. Se pusieron 2 gramos de muestra y se llevaron a pre incinerar en el mechero hasta que ya no desprendía humo, seguidamente se colocaron en la

mufla a temperatura de 600°C durante 3 horas, después se sacaron y se dejaron enfriar por 15 minutos en un desecador, finalmente se pesaron de nuevo y se obtuvo el porcentaje de cenizas por diferencia de peso.

### **3.5.2 Determinación del contenido de cafeína**

Para la determinación del contenido de cafeína en café se usa el método de Bailey Andrew. (Métodos 14.020 y 14.047 de la AOAC 1990); citado en el libro F. Leslie Hart, a.m., Harry Jhonstone Fisher, P.H.D. Análisis moderno de los alimentos. Editorial Acribia Zaragoza España 2<sup>da</sup> reimpresión 1991.

Se pesó, en un Erlenmeyer de 1 litro, 10 g de café, molido de manera que paso a través de un cedazo de 30 mallas. Se Añadió 500 ml. de agua y agitó imprimiéndole un movimiento rotatorio. Posteriormente se Calentó a ebullición. Se le añadió 10 g de óxido de magnesio. Se Hirvió suavemente sobre una llama, durante dos horas, agitando de vez en cuando, añadiendo la cantidad de agua necesaria para evitar la formación de espuma y lavando los lados del matraz. Se enfrió, se colocó el matraz sobre una balanza y añadió agua suficiente para que su peso total sea igual a la tara + el peso de la muestra + 510 g. Se filtro recogiendo 200 ml. de filtrado claro (equivalente al 40 % del peso de la muestra, 0.8 g del café ordinario). Añadió 20 ml. de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Se transfirió el conjunto a un embudo de decantación de 500 ml. Se extrajo seis veces con Cloroformo utilizando porciones de 25, 20, 15, 10, 10 y 10 ml. En las sucesivas extracciones. Se reunieron los extractos y se trataron con 5 ml. de una disolución al 1 % de KOH. Cuando se separaron por completo las fases, se recogió la capa clorofórmica en un matraz Kjeldhal, lavándose la disolución alcalina, en el embudo de decantación, con dos porciones de 10 ml. de CHCl<sub>3</sub> y reuniendo los lavados con el extracto. Se evaporó o destiló el CHCl<sub>3</sub> hasta reducir su volumen a menos de 25 ml. Se Tituló y determinó el N.

Los datos obtenidos fueron analizados por el programa Analyse-it versión 2.9 para Microsoft Excel.

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para determinar si se presentaron diferencias significativas en las diez marcas de café y diferencias existentes. El paquete estadístico utilizado fue el Analyse-It versión 2.9. Los resultados se muestran en los siguientes cuadros.

### 4.1 Determinación del análisis Químico

Resultados del análisis químico de las muestras analizadas.

#### 4.1.1 Determinación de cafeína

Cuadro 6. Cuantificación de cafeína para las diez marcas de café

Marca de café	Promedio de porcentaje de cafeína
Garant (CG)	1.14 a <sup>‡</sup>
Blasón Chapaneco (CBC)	1.10 ab
Monky (CM)	1.03 ab
Orgánico Blasón (COB)	1.02 ab
Oso (CO)	0.99 ab
Ese (CE)	0.96 ab
Hipermart (CH)	0.94 ab
Santa Fé (CSF)	0.89 b
Zavida (CZ)	0.86 b
Descafeinado Internacional (CDI)	0.51 c

<sup>‡</sup>Los valores seguidos de la misma literal no son diferentes entre si (Tukey.  $\alpha=0.05$ ).

Los resultados obtenidos muestran que la marca de café que contiene mayor cantidad de cafeína es el CG con 1.14 % siendo significativo con las otras marcas, a diferencia de la marca CZ con 0.86 % el cual es el que contiene menor cantidad de cafeína, por otra parte en cuanto al café sin descafeinar; también se muestra que la marca CDI con 0.51 % se encuentra con menor porcentaje de cafeína esto por ser una marca de café descafeinado, siendo altamente significativo en comparación a las marcas que no son descafeinados. Un café sin descafeinar contiene 0.8 por ciento de cafeína como mínimo y un café descafeinado un mínimo de 0.3 por ciento, los resultados expuestos indican que las marcas de café analizadas se encuentran en el

rango de especificación que se cita en la norma mexicana NMX-F-013-SCFI-200. Por otro lado proceso de descafeinado consta de eliminación de cafeína que puede ser por solventes naturales como lo es el agua o solventes químicos como lo es el acetato de etilo y cloruro de metileno y para que un café se le nombre como descafeinado debe contener 0.7 % como limite máximo de cafeína que es lo que indica la norma NMX-F-552-1998-SCFI y en este aspecto las muestras analizadas de café descafeinado si cumple.

#### 4.1.2 Determinación de cenizas

CUADRO 7. Contenido de cenizas de las diez marcas de café

Marca de café	Promedio de porcentaje de cenizas
Blasón Chapaneco (CBC)	3.41h <sup>‡</sup>
Descafeinado Internacional (CDI)	3.47g
Ese (CE)	5.17 <sup>a</sup>
Garant (CG)	3.65e
Hipermart (CH)	3.54f
Monky (CM)	4.15c
Oso (CO)	4.77b
Orgánico Blasón (COB)	3.79d
Santa Fé (COB)	3.42h
Zavida (CZ)	3.77d

<sup>‡</sup>Los valores seguidos de la misma literal no son diferentes entre si (Tukey.  $\alpha=0.05$ ).

Los datos expuestos en el cuadro 7 nos indican que existe variación en el contenido de cenizas en las diferentes marcas comerciales de café analizadas, estas variaciones pudieran deberse a que no son cafés puros, o se encuentran mezclados con otras impurezas, adulterantes como pueden ser café de raíces, achicoria (*Cichorium Intybus L.*) que le confiere un sabor amargo; café de materias sacarinas, como lo es el café de remolacha (*Beta Vulgaris L.*) le da un sabor dulce; café de materias feculantes que son los cereales; café de materias grasas como el café de cacahuete (*Arachis hypogaea*) . Por otra parte estos valores concuerdan con los de Núñez, (1995) el cual señala que la composición química de las cenizas del café verde tienen de 3.5 % a 4 %.

### 4.1.3 Determinación de grasas

CUADRO 8. Contenido de grasa en las diferentes marcas de café

Marca de café	Promedio de porcentaje de grasa
Blasón Chapaneco (CBC)	15.03c
Descafeinado Internacional (CDI)	15.71 <sup>a</sup>
Ese (CE)	10.47h
Garant (CG)	13.69e
Hipermart (CH)	9.39i
Monky (CM)	10.66g
Oso (CO)	15.52b
Orgánico Blasón (COB)	14.77d
Santa Fé (CSF)	13.52f
Zavida (CZ)	15.60ab

\*Los valores seguidos de la misma literal no son diferentes entre sí (Tukey.  $\alpha=0.05$ ).

Para el contenido de grasa tenemos, que las marcas analizadas son altamente significativas entre sí, pudiendo deberse a que la producción de lípido crudo no esta en la composición del grano sino de las condiciones de extracción, pudiendo comprobar que la marca de Café Descafeinado Internacional con un valor de 15.71 %, por otra parte los valores concuerdan con Fox y Cameron (1992); solo se realizo esa comparación ya que la norma NOM-051-SCFI para etiquetado del café indica que no se obliga a exhibir o declarar la fecha de caducidad e información nutrimental.

### 4.1.4 Determinación de proteína

De acuerdo con el cuadro 9 existe diferencia significativa entre las marcas analizadas, siendo la marca de café Blasón Chapaneco, con mayor contenido de proteína con un 11.57 % y café Zavida con el 9.70 %, siendo este el que obtuvo el valor mínimo. Las marcas de café analizadas pueden que sean combinadas con otras especies de café, calidad y origen para obtener en el producto final características específicas de aroma, cuerpo, sabor y acidez que se especifican en la norma NMX-F-013-SCFI-2000 de acuerdo a esto se explica la variación en el contenido de proteínas a las muestras de café analizadas.

CUADRO 9. Contenido de proteína en las diferentes marcas de café

Marca de café	Promedio de porcentaje de proteína
Blasón Chapaneco (CBC)	11.57a <sup>‡</sup>
Descafeinado Internacional (CDI)	10.93d
Ese (CE)	10.17f
Garant (CG)	11.30c
Hipermart (CH)	9.89h
Monkey (CM)	10.09g
Oso (CO)	10.57e
Orgánico Blasón (COB)	11.38b
Santa Fé (CSF)	9.87h
Zavida (CZ)	9.70i

<sup>‡</sup>Los valores seguidos de la misma literal no son diferentes entre si (Tukey.  $\alpha=0.05$ ).

#### 4.1.5 Tratamiento térmico y extracción de cafeína

Cuadro 10. Tratamiento térmico y extracción de cafeína

Tratamiento térmico (horas)	Cafeína (%)
2	1.18a <sup>‡</sup>
2.5	1.04b
3	0.61c

<sup>‡</sup>Los valores seguidos de la misma literal no son diferentes entre si (Tukey.  $\alpha=0.05$ ).

En la tabla 10 se muestra el porcentaje de cafeína obtenido en diferentes tiempos, a mayor tiempo de exposición a temperatura de 95°C se reduce el contenido de cafeína en el café.

## V CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en las determinaciones realizadas a las muestras de café, se concluye:

- Se comparó el contenido de cafeína comprobándose que existe diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre las diez diferentes marcas comerciales de café molido analizadas.
- En la cuantificación de cafeína para las diez marcas de café, se determinó que la marca que contiene mayor cantidad de cafeína es el Café Garant con 1.14 % siendo significativo con las otras marcas, distinguiéndose de la marca Café Zavida con 0.86 % el que contiene menor cantidad de cafeína en cuanto a café sin descafeinar; también se muestra que la marca Café Descafeinado Internacional con 0.51 % se encuentra con menor porcentaje de cafeína esto por ser una marca de café descafeinado siendo altamente significativo en comparación a las demás marcas que no son descafeinados.
- Se comprobó que al aplicar tratamiento térmico de 95°C en tiempos de 2.5 y 3 horas existe degradación de cafeína.
- Se comparó bromatológica las diferentes marcas; los resultados muestran que existen diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en cuanto al contenido de cenizas estas variaciones pudieran deberse a que no son cafés puros, o se encuentran mezcladas con otras impurezas, en cuanto a la grasa por la producción de lípido crudo el cual no está en función de la composición del grano sino de las condiciones de extracción, y finalmente el porcentaje de proteínas pudieran atribuirse al método del proceso del grano verde.

## VI REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Anónimo. 1999. Reporte Mundial del café por el USDA. Informe del USDA. Junio 1999. *Cafés de México* 135:18-20.

AOAC. 1990. Official Methods of analysis. Thirteenth edition. Published by the AOAC Washington, DC., USA.

Badgett's Coffee eJournal, N° 4, 16 de junio de 2000.

Broverman, D.M. and Casagrande, E. 1982. Effect of caffeine on performance of a perceptual restructuring task at different stages of practice. *Psychopharmacology* 78.

Cherek, D.R., Steinberg, J. L. and Brauchi, J. T. 1983. Effects of caffeine on human aggressive behavior. *Psychiatry Reserch* 8.

Díaz Carrera Yesenia del Rosario. (2007). Tesis de Licenciatura. Cuantificación de cafeína en café nacional tostado y molido comercializado en la Ciudad de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Drug Information for the Health Care Professional. USP Di. 26<sup>th</sup> Edition. United States. Volume I. 3276 p.

El Uso de la Cafeína. 2002. General Conference Nutrition Council. Estados Unidos. Andrews University. Nutrition Department. Consultado el 11 de Noviembre del 2008. Disponible en: [www.andrews.edu/NFUS/cafeina.htm](http://www.andrews.edu/NFUS/cafeina.htm)

Estler, C. J. 1982. Caffeine. In F. Hoffmeister and G. Stille (eds.). Psychotropic Agents Part III. Alcohol and Psychotomimetics. Psychotropic Effects of Central Acting Drugs, Springer Verlang, Berlin.

F. Leslie Hart, a.m., Harry Jhonstone Fhisher, P.H.D. Análisis moderno de los alimentos. Editorial Acribia Zaragoza España 2<sup>da</sup> reimpresión 1991.

Frankel, E. N., Smith, L. M., Hamblin, C. L., Cheveling, R. K. y Clifford, A. J. (1984) journal of the American Oil Chemists' Society, 61, 87.

Martindale. 2005. The Complete Drug Reference. Thirty fourth Editions. Pharmaceutical Press. United States. Edited by Sean C. Swectman. 2756 p.

Menchu, J. F. and Ibarra, E. 1967. The Chemical composition and the quality of Guatemala coffea. In: 3<sup>rd</sup> International Colloquium on the Chemistry of Coffea ASIC, Paris.

NMX-F-013-SCFI-2000. CAFÉ PURO TOSTADO, EN GRANO O MOLIDO, SIN DESCAFEINAR O DESCAFEINADO-ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA.

NOM-F-551-SCFI-2008. CAFÉ VERDE-ESPECIFICACIONES, PREPARACIONES Y EVALUACION SENSORIAL.

NMX-F-552-1998-SCFI. CAFÉ VERDE DESCAFEINADO- ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA

Regalado, O. A. 1996. Manual para la Cafeticultura Mexicana. Consejo mexicano del Café. INCA RURAL.

Kirk Ronald, Ronald Sawyer and Harold Egan. Composición y Análisis de Alimentos de Pearson. COMPAÑÍA EDITORIAL CONTINENTAL. SEXTA REIMPRESIÓN MÉXICO, 2004.

<http://www.food-info.net/es/products/coffee/chemistry.htm>

<http://www.illy.com/wps/wcm/connect/es/illy/cultura-del-cafe/cafe-como-ciencia/>

[http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_quimicas\\_y\\_farmaceuticas/schmidt/excitantes3/cafe.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/schmidt/excitantes3/cafe.html)

Katzung, Bertram G. 2002. Farmacología Básica y Clínica. Octava Edición. México. Editorial El Manual Moderno. 1346 p.

[www.biblioteca.uson.mx/digital/tesis/pdfs%5c3501-4000%5c00003605-1.pdf](http://www.biblioteca.uson.mx/digital/tesis/pdfs%5c3501-4000%5c00003605-1.pdf)