

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



Guatemala, Octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

**“Cuantificación de cafeína en café nacional tostado y molido  
comercializado en la Ciudad de Guatemala”**

Informe de Tesis

Presentado por

Yesenia del Rosario Díaz Carrera

Para optar al título de

Química Farmacéutica

Guatemala, Octubre de 2007

## ÍNDICE

|                             | <i>Página</i> |
|-----------------------------|---------------|
| I. Resumen                  | 4             |
| II. Introducción            | 5             |
| III. Antecedentes           | 6             |
| IV. Justificación           | 11            |
| V. Objetivos                | 12            |
| VI. Hipótesis               | 13            |
| VII. Materiales Y Métodos   | 14            |
| VIII. Resultados            | 20            |
| IX. Discusión de Resultados | 25            |
| X. Conclusiones             | 27            |
| XI. Recomendaciones         | 28            |
| XII. Referencias            | 29            |
| XIII. Anexos                | 33            |

## I. RESUMEN

El café es una bebida que se obtiene al mezclar en agua caliente los granos tostados de la planta de café. Contiene cafeína, trigonelina, ácido clorogénico, ácidos fenólicos, aminoácidos, hidratos de carbono, minerales, ácidos orgánicos, aldehídos, cetonas, ésteres, aminas y mercaptanos.

La cafeína, pertenece al grupo de las xantinas, farmacológicamente es considerada como un estimulante menor del sistema nervioso, que interfiere con la acción de la adenosina antagonizando sus efectos, pues ésta produce calma y tranquilidad al inhibir potentemente la actividad neuronal en los niveles simpático y parasimpático del sistema nervioso.

A pesar de que comercialmente es la bebida número uno del mundo y se estima que un tercio de la población mundial la consume. Cuando es consumida en altas cantidades durante un largo plazo provoca tolerancia, habituación y dependencia psicológica.

Para establecer las marcas de café nacional tostado y molido de mayor consumo se realizó un estudio de mercado en diferentes supermercados de la Ciudad de Guatemala, seleccionando el 30%, correspondiente a 6 marcas de café, se obtuvieron 3 muestras de cada marca a las cuales se les realizó la cuantificación de cafeína por medio del método HPLC.

Los resultados obtenidos se compararon con los límites mínimos permitidos por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) que establece un 0.8% de cafeína y la Norma Colombiana, que establece un mínimo de 1.0% de cafeína en base seca; encontrándose que la totalidad de las muestras de las marcas analizadas cumplen con los parámetros establecidos de concentración de cafeína en ambas normas.

## II. 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 (unas seis tazas de café) (1).

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 (2).

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 (3).

En Guatemala, existe la Norma COGUANOR, que es de cumplimiento obligatorio que indica que la cantidad mínima de cafeína que debe contener el café tostado y molido es de 0.8% en base seca; con la presente investigación se comprueba que el café nacional de venta en los supermercados de la Ciudad de Guatemala, consumido por la población guatemalteca, cumple la norma. La cuantificación de cafeína se hizo por un método previamente validado de Cromatografía líquida de alta resolución.

### III. ANTECEDENTES

#### A. **Café y su Historia en Guatemala**

La planta de café procede de Arabia, donde fue descubierto hacia el siglo VI, y fue introducido en Europa en el siglo XVII. En Guatemala, el café fue introducido por los Monjes Jesuitas en Antigua Guatemala a mediados del siglo XVIII como una planta ornamental y no fue sino hasta el año 1835 cuando se empieza a cultivar y a incentivar la exportación del mismo como sustituto de la industria de la cochinilla cuya exportación se encontraba en decadencia. A partir de allí la industria cafetalera nacional empieza a tomar auge, haciendo su primera exportación comercial en un volumen significativo en 1858, desde entonces empiezan a surgir las grandes fincas cafetaleras y el café nacional se empieza a popularizar en el extranjero, especialmente en Europa por su alta calidad. En 1910 el Dr. Lehnhoff y Eduardo Cabarrús desarrollaron y patentaron el café soluble, cuya fórmula sigue vigente en la actualidad. En 1959 se crea la Asociación Nacional del Café, ANACAFÉ, con el fin de proteger la economía nacional en lo relativo a la producción de café (4, 5, 6).

En Guatemala el cafeto se cultiva en las regiones de Fraijanes, Cobán, Atitlán, Antigua, Huehuetenango, San Marcos y en el oriente del país. El tipo de café depende principalmente de la altura y el clima donde esté la plantación (6).

#### B. **Cafeína**

Es un alcaloide del café, té, nueces de cola y cocoa. Pertenece al grupo químico de las metilxantinas, es conocida también como metilteobromina, guaranina, teína o trimetilxantina (2, 7, 8).

Sintéticamente es preparada por medio de la metilación de la teobromina o a partir de la urea o dimetilurea (9).

Se clasifica como un estimulante menor del sistema nervioso central, que incrementa el estado de alerta. Se absorbe con facilidad luego de su administración oral, alcanzando los niveles plasmáticos máximos después de 50-75min y es distribuida por todos los tejidos atravesando también la placenta y la barrera hematoencefálica, pudiéndose encontrar en bajas concentraciones en la leche materna. Se une a las proteínas en un 25-36% es metabolizada en el hígado y excretado por la orina; tiene una vida media de eliminación de 3-7h (1, 8, 10, 11).

## 1. Mecanismo de acción y efectos

Inhibe competitivamente la enzima fosfodiesterasa que es la enzima que degrada el 3,5-adenosín monofosfato cíclico (AMPc), por lo que es el incremento de los niveles intracelulares del mismo lo que media la mayoría de los efectos farmacológicos de la cafeína (3). Por otro lado antagoniza los receptores de la adenosina, el cual es el mecanismo por el que se cree, ejerce sus efectos estimulantes, pues la adenosina tiene un efecto inhibitor potente de la actividad neuronal en los niveles simpático y presináptico (9).

Los efectos de la cafeína a dosis normales (100-200mg) incluyen estimulación de todos los niveles del SNC, aumenta la claridad y velocidad de ideación, da energía y lucidez en estados de fatiga, mejora la coordinación psicomotora, aumenta la frecuencia cardiaca, produce vasoconstricción a nivel cerebral, aumenta la resistencia vascular periférica por lo que aumenta levemente la presión arterial, aumenta la

fuerza de contracción muscular, disminuye la fatiga, aumenta la secreción gástrica, aumenta levemente la diuresis y puede estimular el centro respiratorio (1, 2, 9). Según estudios recientes, el consumo de café no aumenta el riesgo de sufrir un infarto al miocardio (11), tampoco es un factor de riesgo para el desarrollo de cáncer ovárico (12) y puede proteger al organismo contra el desarrollo de Diabetes Tipo 2 (13) y carcinoma hepatocelular (14).

Los efectos adversos que se pueden presentar al consumir cafeína incluye insomnio, nerviosismo, agitación, náusea, vómitos e irritación gástrica (15). El consumo de cafeína a largo plazo puede aumentar el riesgo de desarrollar artritis reumatoide, según un estudio finlandés (16), así también aumenta el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares debido a que el consumo de café se asocia con arritmias cardíacas, aumentos del colesterol sérico y leves aumentos de la presión arterial (17).

## **2. Toxicidad**

Al ingerir altas dosis puede ocurrir dolor abdominal, agitación, ansiedad, excitación, confusión o delirio, deshidratación, taquicardia, arritmia, fiebre, poliuria, dolor de cabeza, sensibilidad excesiva, irritabilidad, urticaria, temblores, fasciculaciones musculares, rubor facial, mareos y convulsiones (7, 8, 10, 18).

La dosis letal en adultos es de 5-10 g y la concentración plasmática letal es mayor a los 10 µg/mL (1, 9).



Pertenece a la Categoría C de la FDA y debido a que atraviesa la placenta puede provocar retrasos en el desarrollo del esqueleto, arritmias fetales, nacimientos prematuros, abortos espontáneos tempranos (16) y bajo peso al nacer. Por tal motivo se debe limitar el consumo a 300 mg/día (3 tazas de café) durante el embarazo y la lactancia ya que se puede encontrar en pequeñas cantidades en la leche que se acumulan en el recién nacido pues su sistema metabólico no se encuentra completamente desarrollado (2, 3, 19).

### 3. Tolerancia

Por actuar a nivel del SNC, la cafeína a largo plazo provoca tolerancia, habituación y dependencia psicológica. Los signos físicos de abstinencia debido a la interrupción brusca incluyen: fatiga, ansiedad, mareos, náusea, vómitos, irritabilidad, alteración de la función psicómora, desasosiego, letargia, bostezos a repetición, rinorrea y cefalea como signo característico. Los síntomas se manifiestan después de 24 horas de la última ingestión, alcanzan su nivel más alto después de 36 horas y pueden durar hasta una semana (1, 3, 7, 18).

### C. Estudios previos

- En el 2006, en un estudio realizado en Estados Unidos, se cuantificó la cafeína presente en el café descafeinado, encontrándose niveles altos de cafeína en las muestras analizadas, lo que consideraron, constituye un riesgo para las personas que no pueden consumirla (20).
- En el 2006 se cuantificó cafeína en bebidas carbonatadas por medio de un método de espectrometría UV/VIS y además se verificó su

cumplimiento con la norma COGUANOR NGO 34-154 obteniendo resultados variables para las marcas que fueron analizadas (21).

- En el año 2002, se realizó un estudio en donde se cuantificó la cantidad de cafeína en el café soluble por un método de HPLC, el cual fue validado durante la investigación, concluyéndose que las marcas analizadas cumplían con la norma COGUANOR respectiva (22).
- En el año 2000 se determinó la cantidad de fósforo y cafeína en bebidas tipo cola por medio de HPLC, concluyendo que por cada 355 mL de refresco se proporcionan 66-85mg de fósforo y entre 49-60 mg de cafeína (23).
- En 1972, se cuantificó la cantidad de cafeína presente en el café soluble por espectrometría UV/VIS, y se concluyó que las marcas de café analizadas cumplían con la norma especificada (24).

#### **D. Normas Vigentes**

La norma COGUANOR define el café tostado y molido como el producto obtenido al someter los granos de café a procesos de tostado y molienda. Según la Norma NGO 34 144 el café no debe contener menos de un 0.8% de cafeína calculado en base seca. Dicha norma debe ser de cumplimiento obligatorio en el país (25).

En cuanto a Normas Internacionales en el Codex Alimentarius no se encontró ninguna norma con especificaciones para el café tostado y molido (26). En Colombia la norma NTC 3534 indica que como mínimo el café debe contener 1% de cafeína calculado en base seca y en El Salvador según la norma NSO 67.31.02:04 el café debe contener como mínimo 0.8% de cafeína en base seca al igual que en Guatemala (27, 28).

#### IV. JUSTIFICACIÓN

El café es una bebida popular en el país consumida por adultos e incluso niños y es bien sabido que Guatemala es un país exportador de café tostado y molido de muy buena calidad. Dentro del territorio nacional aproximadamente un 25% de la población consume el café que cosecha y el resto consume el café que se comercializa en el país, sin embargo, no en todos los casos es un café de alta calidad. Por lo anterior resulta importante conocer la concentración de cafeína que se encuentra en las diferentes marcas de café tostado y molido que se comercializan en el país como uno de los parámetros de calidad del mismo.

Guatemala ocupa el cuarto lugar en América Latina y el quinto lugar mundial como productor de café, además la exportación de café representa el 32% del valor total de las exportaciones del país, exportándose hacia Estados Unidos, Europa, Japón, Canadá, Alemania y Países Nórdicos, entre otros; por lo que resulta importante que mantenga una alta calidad en el café que exporta y el que se consume dentro del territorio nacional (6).

La norma COGUANOR define el café tostado y molido como el producto obtenido al someter los granos de café a procesos de secado y molienda. Según la Norma NGO 34 144 el café debe contener como mínimo un 0.8% de cafeína calculado en base seca (25). El café nacional debe cumplir y registrarse por esta norma; se sabe que el café tostado puede llegar a contener adulterantes o mezclas de café de mala calidad que hacen que la calidad en términos sensoriales y químicos sea deficiente; por lo que la cuantificación de cafeína es un parámetro para determinar en parte la calidad química del café que se consume.

Debido a que la Norma Colombiana posee una especificación mayor a la norma COGUANOR, estableciendo un mínimo de 1% de cafeína en base seca y que Colombia es uno de los principales productores mundiales, ocupando actualmente el segundo lugar, después de Brasil, resulta importante comparar los resultados que se obtengan para visualizar si el café guatemalteco posee la cantidad de cafeína que es exigida en otros países del mundo.

## V. OBJETIVOS

### A. General

Determinar la concentración de cafeína presente en diferentes marcas de café nacional tostado y molido comercializado en la Ciudad de Guatemala.

### B. Específicos

1. Verificar si la concentración de cafeína presente en el café tostado y molido cumple con la Norma COGUANOR 34 144.
2. Verificar si la concentración de cafeína presente en el café tostado y molido cumple con la Norma Colombiana.
3. Comprobar la calidad del café nacional tostado y molido consumido por la población guatemalteca por medio de la cuantificación de cafeína.

## VI. HIPÓTESIS

El café nacional tostado y molido comercializado en los supermercados de la Ciudad de Guatemala cumple con la Norma COGUANOR NGO 34 144.

## VII. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Universo del trabajo

Café nacional tostado y molido registrado en Guatemala.

### B. Muestra

Marcas de café nacional tostado y molido de venta en los supermercados de la Ciudad de Guatemala, seleccionadas en forma aleatoria por medio de un estudio de mercado.

### C. Materiales

#### 1. Recursos humanos

Autora: Br. Yesenia del Rosario Díaz Carrera

Asesora: Lic. Julia Amparo García Bolaños

#### 2. Recursos materiales

##### a) Instalaciones

- Biblioteca de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Centro Guatemalteco de Información de Medicamentos (CEGIMED)
- Laboratorio de Química Medicinal, Universidad de San Carlos de Guatemala
- Laboratorio del Centro de Información y Asesoría Toxicológica (CIAT)
- Departamento de Bioestadística

**b) Equipo**

- Balanza Analítica
- Cromatógrafo Líquido de Alta Resolución (HPLC) con detector UV-VIS.
- Equipo para filtración de solventes
- Estufa

**c) Material de laboratorio**

- Balones aforados de 100 mL
- Balones aforados de 25 mL
- Beakers de vidrio de 250 mL
- Tubos de ensayo
- Pipetas volumétricas de 1 y 25 mL
- Bulbos
- Papel filtro Whatman No. 2 para muestras
- Jeringas de vidrio
- Membrana de celulosa  $0.45\mu\text{m}$  de poro y 47 mm de diámetro, para filtración de fase móvil.

**d) Reactivos**

- Ácido Acético GR
- Acetato de Sodio Trihidratado GR
- Iso-propanol HPLC
- Agua HPLC

**e) Patrón**

- Estándar de Cafeína certificado 100%

## D. Método (29, 30)

### 1. Condiciones del Aparato

- Fase móvil: Ácido acético: Iso-propanol: Agua (15:1:84)
- Columna C18 3-9 X 150mm. 10 $\mu$ m.
- Detector UV/VIS longitud de onda ( $\uparrow$ ) = 254 nm
- Bomba isocrática, flujo 1mL/min
- Integrador
- Inyector de 10  $\mu$ L

### 2. Procedimiento

#### a) Preparación de los patrones de cafeína

Se pesaron 10mg de estándar de cafeína y se disolvieron en agua, se ajustó a un volumen final de 100mL. Se midió 4 mL de la disolución anterior, se transfirió a un balón de 100mL y se aforó con agua desmineralizada, se realizó el mismo procedimiento para 6, 8, 10 y 12 mL de solución madre y se aforó. Las concentraciones de la cinco soluciones patrones de cafeína fueron: 0.004 mg/mL, 0.006 mg/mL, 0.008 mg/mL, 0.01 mg/mL y 0.012mg/mL respectivamente.

#### b) Preparación de las muestras problema

Se pesó exactamente 1 g de café en un beaker de 250 mL, y se le agregaron 50mL de agua desmineralizada, se puso a hervir durante 5 minutos. Se dejó enfriar a temperatura ambiente y se trasvasó a un balón de 100 mL y se aforó con agua destilada (solución A). Se filtró la solución A con papel Whatman No. 2. Se tomó una alícuota de 1 mL de la solución anterior a un balón de



25 mL y se aforó con agua (Solución B). Se filtró con papel Whatman No. 2 y se inyectó.

**c) Preparación de la fase móvil**

i. Solución Saturada de Acetato de Sodio:

Se disolvió el acetato de sodio en agua destilada, utilizando agitación constante, siguió agregando acetato de sodio hasta que éste no se disolvió.

ii. Fase móvil: Ácido acético: Iso-propanol: Agua (15:1:84)

- Se midió con probeta 150 mL de Ácido acético GR, 10 mL de Iso-propanol y 840 mL de Agua HPLC.
- Se llevó a pH 3 con solución saturada de Acetato de Sodio
- Se filtró la mezcla en filtro de membrana de celulosa
- Desgasificar por 10 minutos

**d) Elaboración de la curva estándar**

Preparadas las cinco soluciones patrones de concentración conocida de cafeína se inyectaron por separado en el sistema cromatográfico y se registraron los correspondientes cromatogramas. Se representaron gráficamente las alturas de los picos obtenidos con las soluciones patrón frente a sus correspondientes concentraciones.

**e) Análisis de las muestras**

Las muestras se inyectaron como se indicó anteriormente.

**f) Determinación de la concentración de cada muestra**

La medida del tiempo de retención y del área de los picos de los cromatogramas obtenidos de los patrones y las muestras problema son los parámetros utilizados en la cuantificación de cafeína.

Se extrapoló la altura del pico correspondiente a la muestra problema en la curva estándar y se obtuvo la concentración de la muestra inyectada. A partir de éste resultado se calculó la cantidad de cafeína presente en la muestra problema inicial para lo que se tuvo en cuenta las diluciones realizadas.

**g) Muestreo**

El muestreo se llevó a cabo a partir de un estudio de mercado en 4 supermercados de la Ciudad de Guatemala, realizando 25 observaciones aleatorias en cada supermercado, obteniendo un total de 100.

De los datos obtenidos se seleccionó el número de marcas que cubrían el 20% - 40% del consumo al azar, por conveniencia, capacidad de compra y en función de la variabilidad y costo.

De cada marca se adquirieron 3 lotes diferentes y se analizó cada lote por triplicado.

**h) Análisis de resultados**

Para cada muestra en la presente investigación se completó una ficha de control, en la cual, los resultados se compararon con los valores de referencia respectivos que estipula la Norma COGUANOR

34 144. Los resultados se presentan en tablas, indicando: el tiempo de retención (minutos). Concentración (mg/mL), altura y porcentaje de muestras que se encuentran dentro y fuera del rango de la cantidad de cafeína (cumple o no cumple). También se presenta una gráfica, donde se muestren las concentraciones de cafeína presente en cada muestra analizada.

## VIII. RESULTADOS

Tabla 1

Datos de la Curva de Calibración de Cafeína

| Concentración (mg/mL) | Tiempo de retención | Altura |
|-----------------------|---------------------|--------|
| 0.002                 | 4.542               | 1.40   |
| 0.004                 | 4.470               | 2.90   |
| 0.006                 | 4.422               | 4.50   |
| 0.008                 | 4.373               | 6.33   |
| 0.010                 | 4.340               | 7.97   |

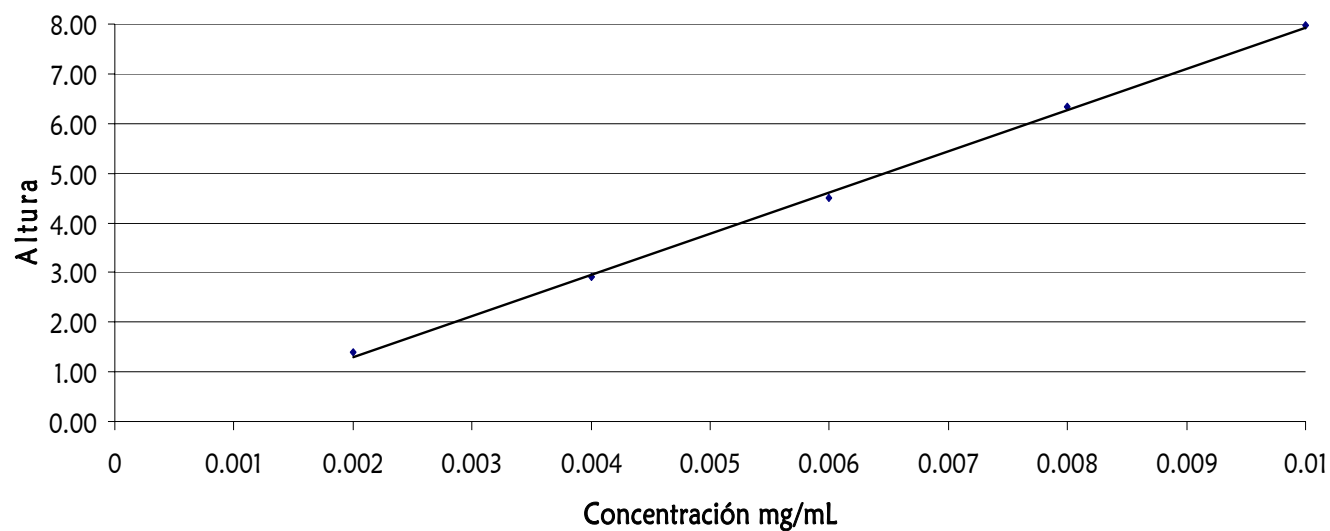
Fuente: Datos experimentales

$$y = 828.33x - 0.35$$

$$R = 0.9989$$

Gráfica 1

Curva de Calibración de Cafeína



Fuente: Datos experimentales

Tabla 2

## Datos Obtenidos en el Análisis de las Muestras de Café Tostado y Molido

|         |    | Peso<br>(g) | Tiempo<br>de<br>retención | Altura | Concentración<br>de cafeína<br>(mg/mL) | Concentración<br>de cafeína<br>(% p/p) |
|---------|----|-------------|---------------------------|--------|--|--|
| MARCA 1 | A1 | 1.0042      | 5.964                     | 3.8    | 0.125                                  | 1.2                                    |
|         | A2 | 1.0040      | 6.295                     | 3.8    | 0.125                                  | 1.2                                    |
|         | A3 | 1.0006      | 6.337                     | 3.8    | 0.125                                  | 1.3                                    |
|         | B1 | 1.0008      | 6.261                     | 3.8    | 0.124                                  | 1.2                                    |
|         | B2 | 1.0028      | 6.419                     | 3.7    | 0.122                                  | 1.2                                    |
|         | B3 | 1.0020      | 6.296                     | 3.7    | 0.122                                  | 1.2                                    |
|         | C1 | 1.0001      | 6.205                     | 3.7    | 0.122                                  | 1.2                                    |
|         | C2 | 1.0022      | 6.214                     | 3.8    | 0.125                                  | 1.2                                    |
|         | C3 | 1.0003      | 6.259                     | 3.7    | 0.122                                  | 1.2                                    |
| MARCA 2 | A1 | 1.0046      | 6.194                     | 4.3    | 0.140                                  | 1.4                                    |
|         | A2 | 1.0007      | 6.336                     | 4.3    | 0.140                                  | 1.4                                    |
|         | A3 | 1.0005      | 6.370                     | 4.4    | 0.142                                  | 1.4                                    |
|         | B1 | 1.0000      | 6.310                     | 4.0    | 0.131                                  | 1.3                                    |
|         | B2 | 1.0004      | 6.238                     | 3.9    | 0.128                                  | 1.3                                    |
|         | B3 | 1.0002      | 6.358                     | 3.9    | 0.128                                  | 1.3                                    |
|         | C1 | 1.0003      | 6.279                     | 4.0    | 0.131                                  | 1.3                                    |
|         | C2 | 1.0005      | 6.224                     | 3.9    | 0.128                                  | 1.3                                    |
|         | C3 | 1.0008      | 6.399                     | 4.0    | 0.131                                  | 1.3                                    |
| MARCA 3 | A1 | 1.0001      | 6.265                     | 4.0    | 0.131                                  | 1.3                                    |
|         | A2 | 1.0001      | 6.302                     | 3.9    | 0.128                                  | 1.3                                    |
|         | A3 | 1.0003      | 6.292                     | 4.0    | 0.131                                  | 1.3                                    |
|         | B1 | 1.0004      | 6.321                     | 4.0    | 0.131                                  | 1.3                                    |
|         | B2 | 1.0004      | 6.400                     | 4.0    | 0.131                                  | 1.3                                    |
|         | B3 | 1.0001      | 6.520                     | 4.0    | 0.131                                  | 1.3                                    |
|         | C1 | 1.0003      | 6.475                     | 3.7    | 0.122                                  | 1.2                                    |
|         | C2 | 1.0000      | 6.425                     | 3.9    | 0.128                                  | 1.3                                    |
|         | C3 | 1.0001      | 6.351                     | 3.9    | 0.128                                  | 1.3                                    |

|         |    | Peso (g) | Tiempo de retención | Altura | Concentración de cafeína (mg/mL) | Concentración de cafeína (% p/p) |
|---------|----|----------|---------------------|--------|----------------------------------|----------------------------------|
| MARCA 4 | A1 | 1.0001   | 6.325               | 3.8    | 0.013                            | 1.3                              |
|         | A2 | 1.0038   | 6.313               | 3.8    | 0.125                            | 1.2                              |
|         | A3 | 1.0028   | 6.584               | 3.7    | 0.122                            | 1.2                              |
|         | B1 | 1.0012   | 6.485               | 3.8    | 0.125                            | 1.3                              |
|         | B2 | 1.0028   | 6.439               | 3.8    | 0.125                            | 1.2                              |
|         | B3 | 1.0015   | 6.414               | 3.8    | 0.124                            | 1.2                              |
|         | C1 | 1.0009   | 6.361               | 3.6    | 0.119                            | 1.2                              |
|         | C2 | 1.0013   | 6.347               | 3.8    | 0.125                            | 1.3                              |
|         | C3 | 1.0011   | 6.332               | 3.6    | 0.119                            | 1.2                              |
| MARCA 5 | A1 | 1.0000   | 6.502               | 3.1    | 0.104                            | 1.0                              |
|         | A2 | 1.0002   | 6.478               | 3.2    | 0.107                            | 1.1                              |
|         | A3 | 1.0004   | 6.471               | 3.2    | 0.107                            | 1.1                              |
|         | B1 | 1.0003   | 6.458               | 3.2    | 0.107                            | 1.1                              |
|         | B2 | 1.0003   | 6.443               | 3.3    | 0.110                            | 1.1                              |
|         | B3 | 1.0004   | 6.415               | 3.3    | 0.110                            | 1.1                              |
|         | C1 | 1.0004   | 6.377               | 3.3    | 0.110                            | 1.1                              |
|         | C2 | 1.0004   | 6.375               | 3.5    | 0.116                            | 1.2                              |
|         | C3 | 1.0002   | 6.355               | 3.5    | 0.116                            | 1.2                              |
| MARCA 6 | A1 | 1.0013   | 6.284               | 3.2    | 0.107                            | 1.1                              |
|         | A2 | 1.0011   | 6.270               | 3.3    | 0.110                            | 1.1                              |
|         | A3 | 1.0009   | 6.263               | 3.3    | 0.110                            | 1.1                              |
|         | B1 | 1.0010   | 6.251               | 3.8    | 0.125                            | 1.3                              |
|         | B2 | 1.0009   | 6.254               | 4.1    | 0.134                            | 1.3                              |
|         | B3 | 1.0010   | 6.245               | 4.0    | 0.131                            | 1.3                              |
|         | C1 | 1.0000   | 6.222               | 3.9    | 0.128                            | 1.3                              |
|         | C2 | 1.0010   | 6.210               | 4.1    | 0.134                            | 1.3                              |
|         | C3 | 1.0003   | 6.201               | 4.0    | 0.131                            | 1.3                              |

*Fuente: Datos experimentales*

Tabla 3

**Resumen Estadístico**  
de las Muestras Analizadas de Café Tostado y Molido

|         | Concentración<br>media de<br>cafeína %p/p | Concentración<br>media de<br>cafeína<br>(mg/mL) | Desviación<br>estándar | Mediana |
|---------|---|---|------------------------|---------|
| Marca 1 | 1.2                                       | 0.124   | 0.01                   | 1.2     |
| Marca 2 | 1.3                                       | 0.133   | 0.06                   | 1.3     |
| Marca 3 | 1.3                                       | 0.129   | 0.03                   | 1.3     |
| Marca 4 | 1.2                                       | 0.111   | 0.03                   | 1.2     |
| Marca 5 | 1.1                                       | 0.110   | 0.04                   | 1.1     |
| Marca 6 | 1.2                                       | 0.124   | 0.11                   | 1.3     |

*Fuente: Datos experimentales*

Tabla 4

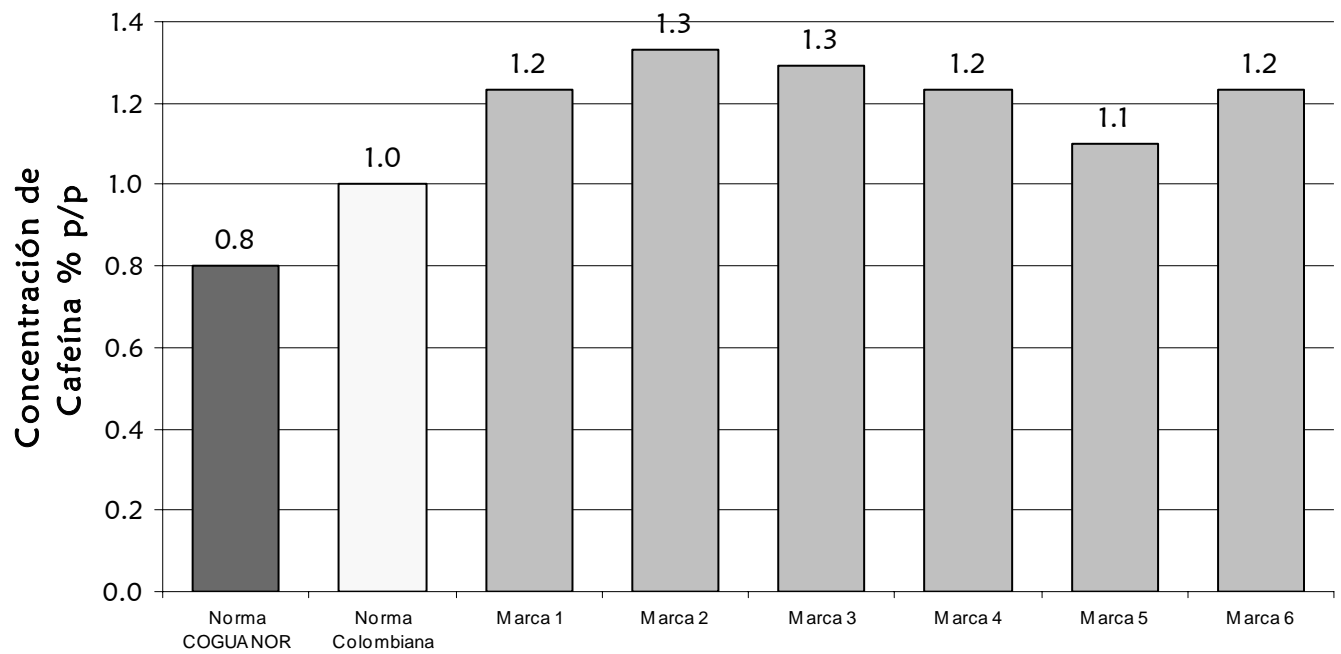
**Cumplimiento de las Marcas Analizadas con**  
la Norma COGUANOR y la Norma Colombiana

|         | Concentración<br>media de<br>cafeína %p/p | % p/p<br>mínimo de<br>cafeína<br>permitido<br>por Norma<br>COGUANOR | % p/p<br>mínimo de<br>cafeína<br>permitido<br>por Norma<br>Colombiana | % de<br>muestras<br>que<br>cumplen<br>con<br>ambas<br>Normas |
|---------|---|---|---|--|
| Marca 1 | 1.2                                       | 0.8   | 1.0   | 100  |
| Marca 2 | 1.3                                       | 0.8   | 1.0   | 100  |
| Marca 3 | 1.3                                       | 0.8   | 1.0   | 100  |
| Marca 4 | 1.2                                       | 0.8   | 1.0   | 100  |
| Marca 5 | 1.1                                       | 0.8   | 1.0   | 100  |
| Marca 6 | 1.2                                       | 0.8   | 1.0   | 100  |

*Fuente: Datos experimentales*

Gráfica 2

Concentración de Cafeína Obtenida en las Marcas de Café Tostado y Molido  
Analizadas



*Fuente: Datos Experimentales*



## IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las marcas analizadas se seleccionaron mediante un estudio de mercado en cuatro supermercados de la ciudad capital, en cada uno se recopilaron 25 observaciones de lo que el consumidor elegía, haciendo un total de 100 observaciones y de ellas 21 marcas de café nacional tostado y molido (ver anexos); del total de marcas, se tomaron 6 al azar correspondientes al 30% de las marcas de consumo y de cada una se muestrearon 3 lotes a los cuales se les realizó el análisis por triplicado.

Se cuantificó la cantidad de cafeína presente en 6 marcas de café nacional tostado y molido por medio de cromatografía líquida de alta presión (HPLC). Para poder obtener la concentración de las muestras analizadas se obtuvo la linealidad de la curva de calibración en un rango de 0.002 a 0.010 mg/mL de cafeína. Con los datos obtenidos y aplicando mínimos cuadrados se llegó a la ecuación  $y = 828.33x - 0.35$  con un coeficiente de correlación (r) de 0.9989. Las lecturas obtenidas se muestran en la Tabla 1 se pueden observar gráficamente en la Gráfica 1. Las lecturas promedio de las alturas obtenidas para las muestras analizadas se interpolaron en la curva de calibración para obtener la concentración de cafeína, y debido a que el método requería la dilución de las muestras, los datos obtenidos a partir de la curva de calibración se multiplicaron por el factor de dilución (25) para así obtener la concentración real de cafeína en mg/mL, los resultados se muestran en la tabla 2 (ver anexo 3).

Se produjo una variación en el procedimiento al cambiar el flujo que reportaba el método, cambiándolo de 1mL/min a 0.6mL/min y de esa manera se obtuvo mejor separación del pico de la cafeína con respecto al resto de picos que presentaba cada muestra. La curva de calibración fue realizada a un flujo de 1 mL/min, pero para las muestras fue necesario realizar el cambio; por ese motivo, los

tiempos de retención reportados en la tabla 1 para los estándares, y la tabla 2 para las muestras es diferente. Cada 3 muestras se inyectaba un estándar, y aquí se pudo comprobar que el tiempo de retención tanto para estándares como para muestras fue reproducible (ver anexos 4 y 5).

En la tabla 3 se puede observar el resumen estadístico, en donde se obtuvo la media de las concentraciones obtenidas para cada marca de café, la mediana y la desviación estándar. Para la marca 1 se obtuvo una desviación estándar de 0.01 a diferencia de la marca 6 que presentó mayor variación en la concentración que cada muestra presentaba de cafeína con una desviación estándar de 0.11, pero a pesar de dicha variación, todas las muestras de café analizadas correspondientes a la marca 6 se mantuvieron en una concentración de cafeína de 1.09-1.31 %p/p que como se podrá ver, son superiores al límite mínimo permitido.

Al analizar la Gráfica 2, se puede observar que todas las muestras de las marcas analizadas contienen una concentración de cafeína mayor al 1%, lo cual supera el límite mínimo impuesto por la Norma COGUANOR NGO 34-144, que es de cumplimiento obligatorio en el país, y que establece que el café tostado y molido debe contener como mínimo un 0.8% de cafeína calculado en base seca, por tanto, se puede aseverar que el 100% de las muestras de las marcas de café tostado y molido cumplen con la Norma COGUANOR. Con respecto a normas internacionales, al comparar los resultados obtenidos con respecto a la Norma Colombiana NTC 3534 que indica que el café tostado y molido debe contener 1.0% de cafeína como mínimo calculado en base seca, se puede observar que todas las muestras de las marcas analizadas cumplen con dicha norma, a pesar de que establece un mínimo de cafeína mayor al de la Norma COGUANOR, por lo tanto lo hacen competitivo a nivel internacional, ya que el 100% de las muestras cumplió con dicha norma.

## X. CONCLUSIONES

1. El café consumido en la ciudad de Guatemala, cumple con la especificación de calidad en cuanto a contenido de cafeína estipulada por la norma COGUANOR y la norma Colombiana.
2. La cantidad de cafeína presente en las muestras de las marcas de café nacional tostado y molido analizadas que se venden en los supermercados de la Ciudad de Guatemala, cumplen con la Norma COGUANOR NGO 34 144 de cumplimiento obligatorio en Guatemala, por lo tanto se acepta la hipótesis inicialmente planteada.
3. La concentración de cafeína en las muestras de las marcas de café analizadas cumplen con la Norma Colombiana NTC 3534.
4. La concentración de cafeína presente en las muestras de las marcas de café nacional tostado y molido analizadas, se encuentra en un rango de 1.1 - 1.3 % p/p.

## XI. RECOMENDACIONES

1. Realizar el análisis a la totalidad de marcas de café nacional tostado y molido comercializado en Guatemala.
2. Realizar estudios de cuantificación de cafeína en otros productos como el té y las bebidas energéticas.
3. Equipar a la Escuela de Química Farmacéutica con Cromatógrafos líquidos y de Gases, y que los estudiantes tengan acceso a aprender a utilizar dichos aparatos con aspectos docentes y de investigación.
4. El método debe ser actualizado, para que el pico de cafeína sea más definido y sea mas específico para él, y así se eliminen interferentes

## XII. REFERENCIAS

1. Drug Information for the Health Care Professional. USP Di. 26<sup>th</sup> Edition. United States. Volume I. 3276 p.
2. Martindale. 2005. The Complete Drug Reference. Thirty fourth Edition. Pharmaceutical Press. United States. Edited by Sean C. Swectman. 2756 p.
3. El Uso de la Cafeína. 2002. General Conference Nutrition Council. Estados Unidos. Andrews University. Nutrition Department. Consultado el 21 de enero de 2007. Disponible en: [www.andrews.edu/NFUS/cafeina.htm](http://www.andrews.edu/NFUS/cafeina.htm)
4. Hombres de Café. 1995. Guatemala. Asociación Nacional del Café. 166 p.
5. Wagner, R. 2001. Historia del Café de Guatemala. Primera Edición. Guatemala. Villegas Editores. 223 p.
6. Where it all began. Historia. 2007. Anacafe. Guatemala. Consultado el 2 de febrero de 2007. Disponible en : [www.anacafe.org](http://www.anacafe.org)
7. Drug Information. 2006. American Society of Health-System Pharmacists. AHFS. 3776 p.
8. Katzung, Bertram G. 2002. Farmacología Básica y Clínica. Octava Edición. México. Editorial El Manual Moderno. 1346 p.
9. Remington Farmacia. 2003. 20a. Edición. Buenos Aires, Argentina. Editorial Médica Panamericana. Tomo I.

10. Catálogo de Especialidades Farmacéuticas. 2001. España. Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos. 2883 p. Colección Consejo.
11. Rosner, S. A., et.al. 2007. Coffee Consumption and Risk of Myocardial Infarction among Older Swedish Women. American Journal of Epidemiology. Oxford University Press. Volume 165(3): 288-293pp. Consultado el 28 de abril de 2007. Disponible en: [www.ingentaconnect.com](http://www.ingentaconnect.com)
12. Campos, H., Baylin, A. 2007. Coffee Consumption and Risk of Type 2 Diabetes and Heart Disease. Nutrition Reviews. International Life Sciences Institute. Volume 65 (4):173-179pp. Consultado el 28 de abril de 2007. Disponible en: [www.ingentaconnect.com](http://www.ingentaconnect.com)
13. Tanaka, K., et. al. 2007. Inverse association between coffee drinking and the risk of hepatocellular carcinoma: a case-control study in Japan. Cancer Science. Blackwell Publishing. Volume 98(2): 214-218 pp. Consultado el 28 de abril de 2007. Disponible en: [www.ingentaconnect.com](http://www.ingentaconnect.com)
14. Baker., et. al. 2007. Consumption of black tea or coffee and risk of ovarian cancer. International Journal of Gynecological Cancer. Blackwell Publishing. Volume 17(1): 50-54pp. Consultado el 28 de abril de 2007. Disponible en: [www.ingentaconnect.com](http://www.ingentaconnect.com)
15. Page Clive Et. al. 1998. Farmacología Integrada. Madrid, España. Ediciones Harcourt España S.A. 606 p. Edición en Español.
16. [www.pmministries.com/ministeriosalud/cafe.htm](http://www.pmministries.com/ministeriosalud/cafe.htm)
17. Mattioli, A.V. 2007. Effects of caffeine and coffee consumption on cardiovascular disease and risk factors. Future Cardiology. Future

- Medicine. Volume 3(2): 203-212pp. Consultado el 28 de abril de 2007. Disponible en: [www.ingentaconnect.com](http://www.ingentaconnect.com)
18. Information about Caffeine Dependence. 2003. United States. Johns Hopkins University School of Medicine. Johns Hopkins Bayview Medical Center. Consultado el 26 de enero de 2007. Disponible en: [www.caffeinedependence.org](http://www.caffeinedependence.org)
  19. McGee, W. 2005. Cafeína en la dieta. Consultado el 21 de enero de 2007. Disponible en: [www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/002445.htm](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/002445.htm)
  20. McCusker, R., et. al. 2006. Caffeine Content of Decaffeinated Coffee. Journal of Analytical Toxicology. Preston Publications. Volume 30(8): 611-613 pp. Consultado el 28 de abril de 2007. Disponible en: [www.ingentaconnect.com](http://www.ingentaconnect.com)
  21. Sandoval Martínez, A.S. 2006. Cuantificación de Cafeína en bebidas carbonatadas de mayor consumo por niños en edad escolar y preadolescente en colegios privados de la Ciudad Capital. 42 p. Tesis Licenciatura en Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Química Farmacéutica.
  22. Martínez Cano, A.L. 2002. Cuantificación de Cafeína en Café Instantáneo que se comercializa en Guatemala. 45 p. Tesis Licenciatura en Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Química Farmacéutica.
  23. Cavazos, N., et. al. 2000. Determinación de Fósforo y Cafeína en bebidas de cola. Departamento de Química Analítica. Facultad de Medicina. UANL. México.

24. Arriola Galindo, N. 1972. Determinación Espectrofotométrica en Café Soluble. 84 pp. Tesis Licenciatura en Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Química Farmacéutica.
25. Comisión Guatemalteca de Normas. COGUANOR. NGO 34 144. Café Tostado y Molido. 1983. Ministerio de Economía. Guatemala.
26. Codex Alimentarius (en línea). Consultado el 18 de febrero de 2007. Disponible en: [www.codexalimentarius.net](http://www.codexalimentarius.net)
27. Normas Técnica Colombiana. NTC 3534. Café Tostado y Molido. 1997. Colombia.
28. CONACYT Norma Salvadoreña. NSO 67.31.02:04. Estándares de calidad. Café Tostado en grano y Café Tostado y Molido. El Salvador.
29. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17<sup>th</sup> Edition. Edited by Dr. Horwies, William. Volume I.
30. Food and Drug Administration (FDA). 1983. Fifth publication. Washington. 79-85 pp.
31. The Pharmaceutical Codex. Principles and Practice of Pharmaceutics. 1994. Twelfth Edition. London. The Pharmaceutical Press. 1117 p.
32. The Merck Index. 1976. Ninth Edition. United States. Published by Merck & Co. INC. 9856p.
33. British Pharmacopeia 2005. London: The Stationery Office. 1099 p. Volume I.



### XIII. ANEXOS

#### ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1  |    |
| Propiedades Físicoquímicas de la Cafeína         | 31 |
| <br>   |    |
| Anexo 2  |    |
| Observaciones realizadas en los Supermercados    | 32 |
| <br>   |    |
| Anexo 3  |    |
| Cálculos realizados                              | 33 |
| <br>   |    |
| Anexo 4  |    |
| Cromatogramas obtenidos a un flujo de 1mL/min    | 34 |
| <br>   |    |
| Anexo 5  |    |
| Cromatogramas obtenidos a un flujo de 0.6 mL/min | 35 |

## Anexo 1

### Propiedades Fisicoquímicas de la Cafeína

**Nombre químico:** 3,7-dihidro-1,3,7-trimetil-1H-purina-2,6-diona

**Nombres comunes:** Cafeína, teína, guaranina, metilteobromina

**Propiedades físicas:** Polvo o cristales blancos, inodora y de sabor amargo.

**Fórmula:**  $C_8H_{10}N_4O_2$

**Peso molecular:** 194.19

**Porcentaje de sus componentes:** C 49.48%, H 5.19%, N 28.85%, O 16.48%

**Punto de fusión:** 234-239 °C

**Temperatura de sublimación:** 178°C

**pH de una solución al 1%:** 6.9

**Constante de disociación:**  $pK_a$  14.0 (25°C)

**Coefficiente de partición:**  $\log P$  (octanol/pH 7.4), 0.0

**Solubilidad:** Soluble en agua 1/60, en etanol 1/130 y en cloroformo 1/7. Soluble en agua hirviendo 1/1.5. Se disuelve en soluciones concentradas de benzoatos alcalinos o salicilatos.

**Estabilidad:** Es una base débil y se descompone en presencia de soluciones fuertemente alcalinas. Las sales de cafeína son hidrolizadas por el agua. La cafeína hidratada eflorece al exponerse al aire seco. (31, 32, 33)

Anexo 2

## Observaciones realizadas en los supermercados

| No. | Marca                           | Cantidad   |
|-----|---------------------------------|------------|
| 1   | Cafetalito Super                | 3          |
| 2   | Cafetalito Extra                | 11         |
| 3   | Cafetalito Aromático            | 7          |
| 4   | Cafetalito Goleden Collection   | 8          |
| 5   | Cafetalito para toda la familia | 10         |
| 6   | León Primera                    | 11         |
| 7   | León Dorado 50 años             | 5          |
| 8   | León Extra                      | 8          |
| 9   | Capeuleu D'Oro                  | 4          |
| 10  | Capeuleu Antigua                | 2          |
| 11  | Capeuleu Atitlán                | 3          |
| 12  | Capeuleu de Sombra              | 5          |
| 13  | San Sebastián Primera           | 2          |
| 14  | Isabel Especial                 | 3          |
| 15  | Familiar                        | 3          |
| 16  | Altura                          | 3          |
| 17  | Montano                         | 5          |
| 18  | Paisano                         | 1          |
| 19  | Don Café                        | 1          |
| 20  | Quetzal Extra                   | 3          |
| 21  | Quetzal Sello Verde             | 2          |
|     | <b>Total</b>                    | <b>100</b> |

*Fuente: datos experimentales*

Anexo 3**Cálculos realizados**

Se despejó X de la fórmula  $Y = 828.33x - 0.35$  para obtener la concentración de cafeína en mg/mL, siendo Y la altura del pico de cafeína obtenido en el cromatograma.

$$X = (Y + 0.35) / 828.33$$

Como se realizó una dilución de 1ml de muestra en 25 mL de agua, el resultado se multiplicó por 25 para obtener la concentración de cafeína en mg/mL de las muestras analizadas, según la fórmula:

$$C1V1 = C2V2$$

C1= es la incógnita (mg/mL)

V1= es 1 mL

C2= la concentración obtenida en la fórmula anterior (X mg/mL)

V2= es 25 mL

$$C1 = C2V2 / V1 = \frac{X \text{ mg/mL} (25 \text{ mL})}{1\text{mL}}$$

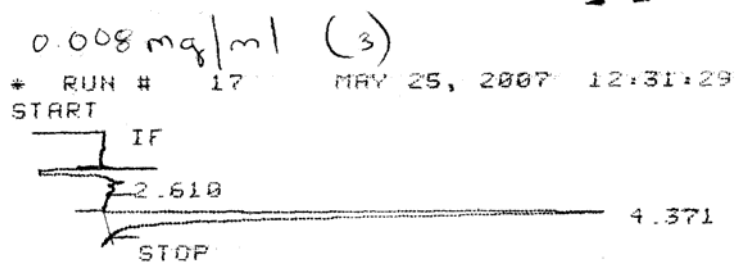
Para obtener la concentración de cafeína en porcentaje peso/peso, se hizo lo siguiente:

$$\text{Cafeína \% p/p} = \left[ \frac{100 \text{ mL} \times C1 \frac{\text{mg}}{\text{mL}} \times \frac{1 \text{ g}}{1000\text{mg}}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \right] \times 100\%$$

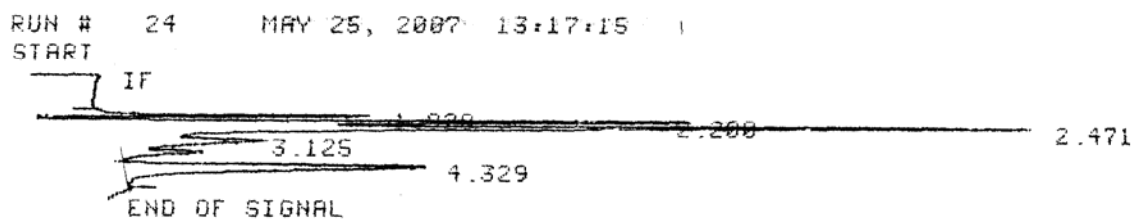
Anexo 4

Cromatogramas obtenidos a un flujo de 1 mL/min

Estándar



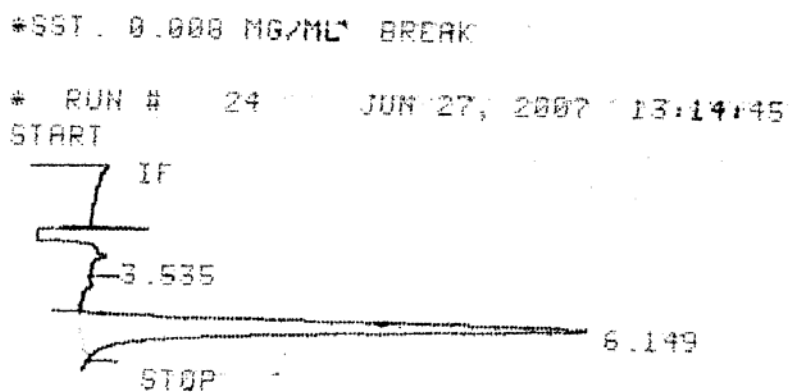
Muestra



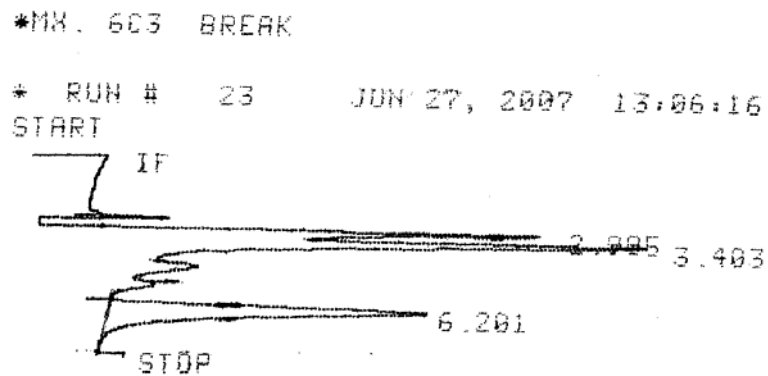
Anexo 5

Cromatogramas obtenidos a un flujo de 0.6 mL/min

Estándar



Muestra



---

Yesenia del Rosario Díaz Carrera  
Autora

---

Licda. Julia Amparo García Bolaños  
Asesora

---

Licda. Alma Lucrecia Martínez de Haase  
Revisora

---

Lic. Estuardo Serrano Vives  
Director

---

Dr. Óscar Cobar Pinto  
Decano