UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN- LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

"DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN CAFÉ MOLIDO"

MONOGRAFÍA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN QUÍMICA

PRESENTADA POR

BRA. WESLING NAZARITH ARGEÑAL NAVARRO.

BRA. ALICIA ESTELA ESPINOZA SOTO.

BRA. VALESKA CECILIA MORENO GUIDO.

TUTOR

DR. SERGIO LÓPEZ GRÍO

LEÓN, JULIO DE 2015

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN- LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

"DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN CAFÉ MOLIDO"

MONOGRAFÍA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN QUÍMICA

PRESENTADA POR
BRA. WESLING NAZARITH ARGEÑAL NAVARRO.
BRA. ALICIA ESTELA ESPINOZA SOTO.
BRA. VALESKA CECILIA MORENO GUIDO.

TUTOR

DR. SERGIO LÓPEZ GRÍO

LEÓN, JULIO DE 2015

DEDICATORIA

Dedicamos esta monografía en primera instancia a Dios nuestro señor, quien nos ha regalado la vida, la salud, la fuerza necesaria para luchar día a día e ir superando cada obstáculo que se nos ha ido presentando y a su vez ir alcanzando cada objetivo propuesto en nuestra vida.

A nuestros padres, nuestras madres respectivamente Nidia Margarita Soto Olivas, Mercedes Argeñal Navarro, Aurora Antonia Guido que son madres luchadoras, trabajadoras que siempre nos han brindado su apoyo y su amor incondicional.

A cada uno de nuestros familiares que siempre creyeron en nosotras, que de una u otra forma nos apoyaron y nos alentaron a seguir adelante con nuestra preparación académica.

A nuestros amigos que no nos abandonaron cuando más los necesitábamos, que nos aconsejaron, que nos regalaron momentos de alegría y sobre todo que nos brindaron su amistad sincera.

A nuestros docentes que nos brindaron su tiempo, y que con paciencia nos transmitieron sus conocimientos con el fin de formarnos como profesionales, en especial dedicamos este trabajo al Dr. Sergio Grío ya que gracias a su asesoramiento, su paciencia y sabiduría es que lo hemos realizado.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos siempre en primer lugar a Dios nuestro padre celestial, ya que sin él no somos nada y jamás hubiésemos logrado esta meta, damos gracias por cada bendición, por cada prueba superada, por ser siempre nuestra fuerza y nuestro motivo de fe en cada momento de debilidad y desfallecimiento.

A nuestras madres, padres, abuelas y demás familiares que siempre nos brindaron su amor, su apoyo, sus consejos, que confiaron siempre en nosotras y que han dado la vida con el fin de lograr nuestro bienestar, gracias por ser ese pilar fundamental en nuestras vidas, sin ustedes nada de esto fuese posible.

A nuestros amigos que siempre estuvieron presentes, aún más, cuando estábamos en momentos difíciles brindándonos su apoyo y su amistad.

Un agradecimiento especial a las siguientes personas: Lic. Jairo Salazar, Benito Bustos, Jimmy Téllez Vargas y Emilson Ortiz, gracias por brindarnos las herramientas necesarias que nos facilitaron la realización de esta monografía, agradeceremos siempre el tiempo, apoyo y paciencia recibido por ustedes.

Agradecemos grandemente a nuestro tutor Dr. Sergio Grío y Msc. Fabio Pallavicinni por su paciencia, su tiempo, por darnos su apoyo y conocimiento al guiarnos pasó a paso en la realización de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN....1
II. OBJETIVOS....3
I.1. OBJETIVO GENERAL....3
II.2. OBJETIVOS ESPECÌFICOS....3
III. MARCO TEORICO [3]....4
III.1 GENERALIDADES DEL CAFÉ [3]....4
III. 1.1. ENFERMEDADES DEL CAFÉ [4]....4
III.1.1.1 OJO DE GALLO....4
III.1.1.2 ROYA DEL CAFÉ....5
III.1.1.3 LLAGA MACANA....5
III.1.2 COMPOSICIÓN Y VARIEDAD [5]....6
III.1.2.2 EL CAFETO ROBUSTA (COFFEA CANEPHORA)....7
III.1.2.2.1 CATURRA....7
III.1.2.2.2 BORBÓN....7
III.1.2.2.3 MARAGOGYPE....8
III.1.2.2.4 TYPICA....8
III. 1.3. CARACTERÍSTICAS DEL CAFÉ. [3]....8
III.1.3.1. SABOR....8
III.1.3.2. AROMA:....8
III.1.3.3. INTENSIDAD:....9
III.1.3.4. CUERPO....9
III.1.3.5. PERSISTENCIA:....9
III.1.4. DIFERENCIAS ENTRE CAFÉ VERDE- ORO Y CAFÉ TOSTADO-MOLIDO....9
III.1.4.1. CAFÉ TORRADO O CAFÉ MOLIDO....9
III.1.4.2. CAFÉ ORO....9
III.1.4.3. CAFÉ VERDE....**¡Error! Marcador no definido.**
III.2 LA AGRO-INDUSTRIA EN NICARAGUA [9]....10
III. 2.1. ZONAS DE PRODUCCIÓN EN NICARAGUA [10]....12

III.2.1.1. REGIÓN NORTE CENTRAL 12
III.2.1.2. REGIÓN NORESTE 12
III.2.1.3. REGIÓN PACIFICA SUR 12
III.2.2 ELABORACIÓN DEL CAFÉ [3] 13
III.2.2.1. COSECHA Y PREPARACIÓN DE LOS GRANOS 13
III.2.2.2. PROCESAMIENTO 14
III.2.2.2.1 MÉTODO MOJADO 14
III.2.2.2.2 MÉTODO HÚMEDO 15
III.2.2.2.3 SEMI-HÚMEDO 15
III.2.2.3. TUESTE Y TORREFACCIÓN 18
III.2.2.3.1. TUESTE DEL CAFÉ 18
III.2.2.3.2. PREPARACIÓN DE LA BEBIDA 19
III.3 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS [11] 20
III.3.1. PARÁMETROS FÍSICOS 20
III.3.1.1ACIDEZ [11] 20
III.3.1.2. CENIZAS [13 20
III.3 1.3. HUMEDAD [14] 21
III.3 2. PARÁMETROS QUÍMICOS 21
III.3 .2.1. GRASAS COMO EXTRACTO ETÉREO [15] 21
III.3.1.2. CAFEÍNA [16] 21
III. 4 TÉCNICAS UTILIZADAS PARA LA CUANTIFICACIÓN. [17] 22
III.4.1. VOLUMETRÍA 22
III.4.2. GRAVIMETRÍA 22
III.4.2.1. MÉTODOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS GRAVIMÉTRICO 22
III.4.2.1.1. MÉTODO POR PRECIPITACIÓN 22
III.4.2.2. MÉTODO POR VOLATILIZACIÓN 23
III.4.2.3. MÉTODO POR ELECTRODEPOSICIÓN 23
III.4.3. CROMATOGRAFÍA DE LÍQUIDOS DE ALTA RESOLUCIÓN (HPLC) [3] 24
IV MATERIALES Y EQUIPOS 25
IV.1 EQUIPOS 25
IV.2 MATERIALES. 26
IV.3 REACTIVOS 27

IV.4 PREPARACIÓN DE SOLUCIONES. 28
IV.4.1. SOLUCIÓN “MADRE” DE CAFEÍNA. (400 ppm) 28
IV.4.2. PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES DE CAFEÍNA. 28
IV.4.3. SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO 0.1 N 28
IV.4.4. SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO 0.01 N 28
IV.4.6. SOLUCIÓN DE CARBONATO DE SODIO 2% 28
IV.4.7 SOLUCIÓN ÁCIDO SULFÚRICO 10% 28
IV.5 METODOLOGÍA UTILIZADA. 29
IV.5.1 SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE ESTUDIO 29
IV.5.2.DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (MÉTODO GRAVIMÉTRICO) 31
IV.5.2.1. CALCULO PARA DETERMINAR EL % DE HUMEDAD. 32
IV.5.3.DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS (MÉTODO GRAVIMÉTRICO). 33
IV.5.3.1. CALCULO PARA DETERMINAR EL % DE CENIZAS. 34
IV.5.4. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ (MÉTODO VOLUMÉTRICO) 35
IV.5.4.1. SOLIDOS SOLUBLES 35
IV.5.4.1.1. CALCULO PARA DETERMINAR EL % DE SOLIDOS SOLUBLES. 36
IV.5.4.2. DETERMINACION DE ACIDEZ 37
IV.5.4.2.1 CÁLCULO DEL % DE ACIDEZ 37
IV.5.5.DETERMINACIÓN DE GRASAS COMO EXTRACTO ETÉREO (MÉTODO DE EXTRACCIÓN) 38
IV.5.5.1. CALCULO PARA DETERMINAR EL % DE GRASA. 39
IV.5 6. ESTÁNDARES DE CAFEÍNA. 40
IV.5.6.1. DETERMINACIÓN DE CAFEÍNA POR CROMATOGRAFÍA LIQUIDA DE ALTA RESOLUCIÓN. 41
IV.5.6.1.1. CALCULO PARA DETERMINAR EL % DE CAFEINA. 43
V. ANALISIS DE RESULTADOS 45
V.1 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA 45
V.3 DETERMINACION DE PARAMETROS FISICO-QUIMICOS 52
V.3.1 PORCENTAJE DE HUMEDAD 52
V.3.2 PORCENTAJE DE CENIZA 53
V.3.3 PORCENTAJE DE GRASA 54
V.3.4 PORCENTAJE DE ACIDEZ 55

V.3.5 pH 57
V.4 CUANTIFICAR EL CONTENIDO DE CAFEÍNA EN LAS MUESTRAS DE CAFÉ MOLIDO POR CROMATOGRAFÍA LIQUIDA DE ALTA RESOLUCIÓN EN MODO DE FASE REVERSA (HPLC). 58
VI. CONCLUSIONES.....66
VII. RECOMENDACIONES.....68
VIII. BIBLIOGRAFÍA 69
IX.ANEXOS.....70

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El café es una de las bebidas más consumidas y populares de todo el planeta y por lo tanto se considera como un producto básico de gran importancia para la economía y desarrollo del país.

El cultivo de café es originario de las tierras altas en Etiopia y Sudan (África) es uno de los cultivos de mayor importancia en muchos países del mundo como: Colombia, Brasil, El Salvador, Nicaragua, y muchos otros. [1] En Nicaragua desde mediados del siglo XIX el cultivo del café ha venido teniendo importancia hasta colocarse como uno de los principales rubros de exportación, llegando a obtener el segundo lugar en las exportaciones del país. Nicaragua ocupa el número 16 entre los países productores de café del mundo. [2] Hoy en día solo se cultiva café Arábiga, exclusivamente las variedades Caturra, Barbón, Maragogype, Típica y Cautilla. [6]

El café en Nicaragua cuenta con los factores básicos para obtener un buen café competitivo debido a las condiciones físicas que presentan las regiones ya que son las idóneas para el cultivo del café.

Actualmente Nicaragua exporta café a por lo menos 30 países y los mercados más importantes son Alemania, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña, Suecia , Holanda, Italia, Finlandia, España, Bélgica ,entre otros .Con todo esto ha quedado demostrado que el café continua siendo uno de los motores principales de la economía nicaragüense.[2]

Dentro del territorio nacional un pequeño porcentaje de la población consume el café que cosecha y la mayoría de la población consume el café que se comercializa en el país, sin embargo, no en todos los casos el café consumido es de buena calidad en comparación con el de exportación.

En la presente monografía se determinara y se comparara parámetros tanto físicos como químicos en café molido de consumo popular, empleando para ello diversas técnicas tales

como: Cromatografía Líquida de alta resolución, volumetría, gravimetría, etc con el fin de verificar la calidad del café que se distribuye en los diferentes mercados.

Para esto contaremos con los medios necesarios para poder llevar a cabo este estudio, tales como reactivos, equipamiento y materiales consumibles, con lo cual daremos respuesta a nuestro problema de investigación ¿Cuál son los resultados de los parámetros físico y químicos en café molido y cómo influyen en la calidad del mismo?, para lo cual nos plantearemos una serie de objetivos para dar respuesta a esta problemática.

Una vez que hayamos desarrollado esta monografía, informaremos de los resultados y concluiremos con el estudio aquí planteado, esperando terminarlo exitosamente, habiendo contribuido de esta manera a resolver la problemática de la determinación de parámetros físicos y químicos en café molido.

II. OBJETIVOS

I.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar parámetros físicos y químicos en café molido.

II.2. OBJETIVOS ESPECÌFICOS

1) Realizar una encuesta de consumo de café para seleccionar las muestras de estudio.

2) Determinar algunos parámetros físicos y químicos en muestras de café.

3) Cuantificar el contenido de cafeína en las muestras de café molido por cromatografía liquida de alta resolución en modo de fase reversa (HPLC).

III. MARCO TEORICO [3]

III.1 GENERALIDADES DEL CAFÉ [3]

El café o cafetos son arbustos de hojas elípticas, oscuras y coriáceas. Estos árboles producen flores de color blanco y frutos de color rojo. El fruto contiene dos semillas o granos de café. Algunas especies de cafetos solo producen una única semilla por fruto, se les conocen como "café perlado". [3]

Figura III.1. Granos de café.

III. 1.1. ENFERMEDADES DEL CAFÉ [4]

III.1.1.1 OJO DE GALLO

Es una enfermedad que se presenta con mayor importancia en zonas altas de cultivo, se ve favorecida por condiciones de precipitaciones constantes, alta humedad y temperaturas frescas.

Los síntomas consisten en manchas circulares de color café- grisáceo que se desarrollan sobre las hojas, los tallos tiernos y los frutos; donde se forman las gemas (estructuras de diseminación de la enfermedad) durante la época lluviosa.

El daño principal es la caída de hojas que causa un debilitamiento en la planta y una reducción de la cosecha para el siguiente año, así como también una caída de frutos que reduce la cosecha presente en la planta.

Plantaciones sin manejo de la enfermedad, pueden sufrir una defoliación del 95 % entre los meses de setiembre y octubre, así como una reducción de la cosecha de un 80%.

III.1.1.2 ROYA DEL CAFÉ

Es una enfermedad que está presente en todo el país y durante la mayor parte del año. Su importancia es mayor en zonas cafetaleras de altura media y baja. La enfermedad se ve favorecida por las temperaturas cálidas y ambientes húmedos y lluviosos.

Los síntomas consisten en la formación de manchas con apariencia amarillenta en la parte superior de la hoja y la formación de un polvo anaranjado en la parte inferior (envés). Las lesiones viejas pueden mostrar un color negro con borde amarillento, sobre todo al inicio de la época lluviosa.

En ataques severos, el daño principal es provocado por la caída de gran cantidad de hojas, que causan un debilitamiento general de la planta, una maduración muy irregular de la cosecha y una reducción de la producción para el siguiente año, alrededor de un 20%.

Figura. III.1.2. Enfermedad Roya del Café.

III.1.1.3 LLAGA MACANA

Es una enfermedad que está presente en gran parte del país, pero se presenta con mayor frecuencia en zonas de altura y cafetales viejos. La enfermedad se ve favorecida principalmente por ambientes húmedos y lluviosos, tanto por temperaturas cálidas como frías.

Los síntomas consisten en la formación de lesiones irregulares, endurecidas, de color pardo oscuro o negro, que avanzan longitudinal o transversalmente en el tallo.

Su sintomatología externa, o síntomas secundarios se caracterizan por un amarillamiento, marchitez y secamiento paulatino que culmina con la muerte de la planta.

Las estructuras de reproducción de este hongo sobreviven en el suelo y la materia orgánica por mucho tiempo.

Bajo condiciones ambientales ideales y ataques severos la enfermedad puede causar pérdidas de plantas entre un 20 a 40% en un par de años. [4]

Figura.III.1.1.3. Enfermedad Llaga Macana.

III.1.2 COMPOSICIÓN Y VARIEDAD [5]

Los granos de café están constituido por agua, carbohidratos, lípidos, compuestos nitrogenados ácidos y minerales. [5]

El café tiene múltiples componentes. Los granos de café crudos tienen una composición diferente entre la variedad Arábica y la Robusta. [3]

III.1.2.1 EL CAFETO DE ARABIGA (COFFEA ARABICA)

Es un árbol que crece aproximadamente unos 12 metros de altura en estado natural. Es procedente de las montañas de Etiopia. Constituye la especie más importante en la actualidad y la que produce un café de mayor calidad.

En la variedad Arábica, la cafeína comprende el 1.2% de la materia seca, 4.2% minerales, entre los cuales 1.7% es potasio; 16% lípidos, 1.0%trigonelinas, 11.5% proteínas y

aminoácidos, 1.4% ácidos alifáticos, 6.5% despidos (ácidos clorogénicos), 0.2% glucósidos y 58% carbohidratos.

III.1.2.2 EL CAFETO ROBUSTA (COFFEA CANEPHORA)

Es un árbol de unos 10 metros de altura. Procede de África occidental, aunque se cultiva en muchas zonas tropicales. Es una especie más fácil de cultivar que la arabica ya que resiste mejor las enfermedades.

En la variedad Robusta, la cafeína comprende el 2.2% de la materia seca, 4.4% minerales, entre los cuales 1.8% corresponden al potasio; 10% lípidos, 0.7% trigonelinas, 11.8% proteínas y aminoácidos, 1.4% ácidos alifáticos, 10% ácidos clorogénicos y 59.5% glucósidos trazas y carbohidratos. El contenido de agua de los granos de café crudo comercial varía entre 8% y 12%. [3]

La composición de los granos de café se altera por el proceso de tostado, perdiendo gran cantidad de agua (posee 1% a 5%), proteínas, ácidos clorogénicos y carbohidratos.

En la actualidad Nicaragua únicamente cultiva café arábiga principalmente las variedades Caturra, Borbón, Maragogype, Típica y Cautilla. [6]

III.1.2.2.1 CATURRA

Se caracteriza por ser de porte bajo, tiene entrenudos cortos, tronco grueso y poco ramificado, y ramas laterales abundantes, cortas, con ramificación secundaria, lo que da a la planta un aspecto vigoroso y compacto lo que posibilita su alta productividad. Se puede sembrar a una densidad de 5.000 plantas por hectárea, aunque en condiciones muy favorables para el cultivo, la densidad puede ser un poco mayor.

III.1.2.2.2 BORBÓN

La forma del arbusto es ligeramente cónica y su parte de intermedio a alto (10 a 12 pies de altura). Los entrenudos del tallo y las ramas son cortos lo que lo hace tener una capacidad de producción superior. Forman un ángulo más cerrado (45 grados) con el tallo central. Las hojas son más anchas y de borde rizado. El fruto es más pequeño y corto con relación al Typica,

pero aparecen en mayor número. El rendimiento promedio del grano es inferior al Typica con unas 4.5 libras de café pilado por almud. La calidad de la bebida es buena.

III.1.2.2.3 MARAGOGYPE

Es llamado grano de Elefante, se distingue por su gran tamaño y su inconfundible sabor. Este café muestra un sabor equilibrado con un ligero sabor a nuez y menos cafeína.

III.1.2.2.4 TYPICA

Es un arbusto de forma cónica, generalmente formado de un solo tronco vertical y posee abundantes ramas productoras. Puede alcanzar una altura promedio de 12-15 pies a libre crecimiento. El tamaño del fruto y las semillas es grande. Con buen cuidado y manejo y bajo condiciones adecuadas el rendimiento del grano puede alcanzar alrededor de 5 libras de café pilado por almud. La calidad de la bebida es muy buena.

Figura.III.1.2. Collage de granos**.**

III. 1.3. CARACTERÍSTICAS DEL CAFÉ. [3]

Los granos de café, según su procedencia, tienen características distintivas tales como:

III.1.3.1. SABOR: los criterios sobre el sabor incluyen términos como cítrico o terroso, caramelizado, afrutado, acidez, amargor, sabor aterciopelado.

III.1.3.2. AROMA: los criterios sobre los olores incluyen términos como suave, delicado, único, exclusivo, intenso.

III.1.3.3. INTENSIDAD: ligero, suave, medio, intenso, equilibrado.

III.1.3.4. CUERPO*:* Hace referencia al tacto en el paladar según sea su espesor, densidad, viscosidad o cremosidad.

III.1.3.5. PERSISTENCIA: Hace referencia al tiempo que dura en el paladar y se detectan las notas de aroma.

Éstos dependen del ambiente donde crecen las plantas de café, su método de proceso, y la subespecie genética. Los cafés presentan una gran variedad de sabores, y las más raras alcanzan precios muy elevados. [3]

III.1.4. DIFERENCIAS ENTRE CAFÉ VERDE- ORO Y CAFÉ TOSTADO-MOLIDO.

III.1.4.1. CAFÉ TORRADO O CAFÉ MOLIDO

Es el producto obtenido sometiendo el café crudo apto para el consumo con un tratamiento adecuado que le confiere características sensoriales especiales. Es el café tostado sometido posteriormente a una reducción de tamaño de partícula menor de 6 mm, este es sometido posteriormente a molienda, el grano tostado se muele a diferentes granulometrías. Los tres grados de molienda comercial son: grueso, medio y fino. [7]

III.1.4.2. CAFÉ ORO

Café sin tostar, empleado como materia prima de las industrias torrefactoras. El café verde es el grano obtenido del fruto de los árboles del Genero Coffeasp. Se denomina también café oro. [7]

Es el café preparado para ser exportado una vez que ha pasado todos los procesos de beneficiado, limpieza, trilla y clasificación. El término café verde u oro es el nombre que recibe el grano de café posterior a que se le haya separado las distintas envolturas a través del proceso de descascarillado. [8]

Figura.III.1.4. Granos de cafés molidos.

III.2 LA AGRO-INDUSTRIA EN NICARAGUA [9]

El sector cafetalero en Nicaragua ha venido creciendo durante los últimos años y se observa con una visión de crecimiento en cuanto a productividad y las exportaciones, dejando a un lado el tema ambiental y los grandes problemas que aumentan al mismo ritmo. Debido al crecimiento de la producción cafetalera la frontera agrícola ha venido aumentando, cambiando el uso del suelo que en principio eran áreas boscosas y otras utilizadas para la ganadería, obligando a esta última actividad a extenderse, provocando un mayor grado de tensión a los recursos bosque y agua principalmente.

El ingreso y el volumen de las exportaciones de café de Nicaragua han ido aumentando de un 2,1 % y un 28,2 %, respectivamente, en los primeros nueve meses de la cosecha 2012-2013, con relación al mismo período de la temporada anterior.

Las ventas de café al exterior de octubre de 2012 a junio de 2013, que corresponden a los nueve primeros meses de la cosecha, sumaron 343,6 millones de dólares, mientras que del mes de octubre de 2011 al mes de junio de 2012 fueron 336,5 millones de dólares, detalló el Centro de Trámites de las Exportaciones (Cetrex).

El organismo gubernamental precisó que durante el periodo de referencia se exportaron 1,98 millones de quintales de café (sacos de 45,45 kilos), frente a los 1,54 millones de quintales de café del mismo intervalo de un año atrás, lo que significa un 28,2 % más.

Asimismo, que durante los nueve primeros meses de la cosecha actual el precio del quintal de café alcanzó un promedio de 173,2 dólares, mientras que en el mismo período de la cosecha 2011-2012 se cotizó a 223,2 dólares.

La entidad atribuyó, por tanto, a una mayor productividad de las tierras cultivadas en el origen de la subida en los ingresos por las ventas al exterior de café, pese a la disminución del precio en el mercado internacional.

El Cetrex indicó que Estados Unidos, Venezuela, Bélgica, Alemania y Canadá fueron los principales compradores del café de Nicaragua, el principal producto de exportación de este país centroamericano.

Estados Unidos pagó a Nicaragua 141,8 millones de dólares por 37,9 millones de kilos de café, superando a Venezuela, Bélgica, Alemania y Canadá, que facturaron por el grano 49,9 millones de dólares; 41,7; 17,1 y 14,1 millones de dólares, respectivamente. Detrás de esos cinco países se ubicaron Japón, Italia, España, Noruega, Inglaterra, Suecia y Australia.

Nicaragua exportó 2,15 millones de quintales de café (sacos de 45,45 kilos) y obtuvo 450,4 millones de dólares, superior a los 438 millones de dólares del período anterior (octubre 2011 - septiembre 2012) para un incremento del 2,8 % en el valor de las exportaciones.

La industria del café a nivel mundial está atravesando por un período de alta competitividad entre las naciones productoras. El precio del café en el mercado mundial es sumamente volátil, mercado que se caracteriza por tener precios picos producidos por fenómenos naturales y posteriormente pasa por largos períodos de precios bajos que no incentiva a los países productores a promover la producción del café. [9]

III. 2.1. ZONAS DE PRODUCCIÓN EN NICARAGUA [10]

A nivel departamental, la mayor producción corresponde a Jinotega, le siguen Matagalpa, Nueva Segovia y Madriz. En estos cuatro departamentos se produjeron los equivalentes al 91% de la producción nacional.

Hay tres zonas principales donde se cultiva el café, las cuales son:

III.2.1.1. REGIÓN NORTE CENTRAL

En esta región del país se produce un 83.80% de la producción nacional y posee condiciones agro-ecológicas excepcionales para la producción de café, incluye los departamentos de ***Matagalpa, Jinotega y Boaco***.

III.2.1.2. REGIÓN NORESTE

En esta región la producción es del 13.60% de la producción nacional y comprende los departamentos de ***Madriz, Nueva Segovia y Estelí***. Las plantaciones de café se desarrollan mayormente en las lomas de Dipilto y Jalapa en Nueva Segovia; Miraflor y Pueblo Nuevo en Estelí; las Sabanas, Somoto Viejo, San Juan de Río Coco y Telpaneca en Madriz. Cada una de estas áreas tiene calidades diferentes en la producción de su café, debido a lo cual estas zonas pueden crear marcas diferentes en la taza.

III.2.1.3. REGIÓN PACIFICA SUR

Esta zona produce el 2.60% de la producción nacional. Las zonas donde se cultiva son los departamentos de ***Carazo, Granada, Masaya, Managua y Rivas***. Las ciudades más importantes son Jinotepe, San Marcos, Diriamba, El Crucero, Masatepe, La Concha, los volcanes Mombacho y Casitas, y la Isla de Ometepe. Esta zona del país ofrece café de muy alta calidad con un buen aroma, fragancia y acidez moderada para crear una taza fresca y balanceada.

Otros lugares de cultivo de café están en ***Chinandega, León, Chontales y Río san Juan. y en la Costa Atlántica en la RAAS y la RAAN.*** [10]

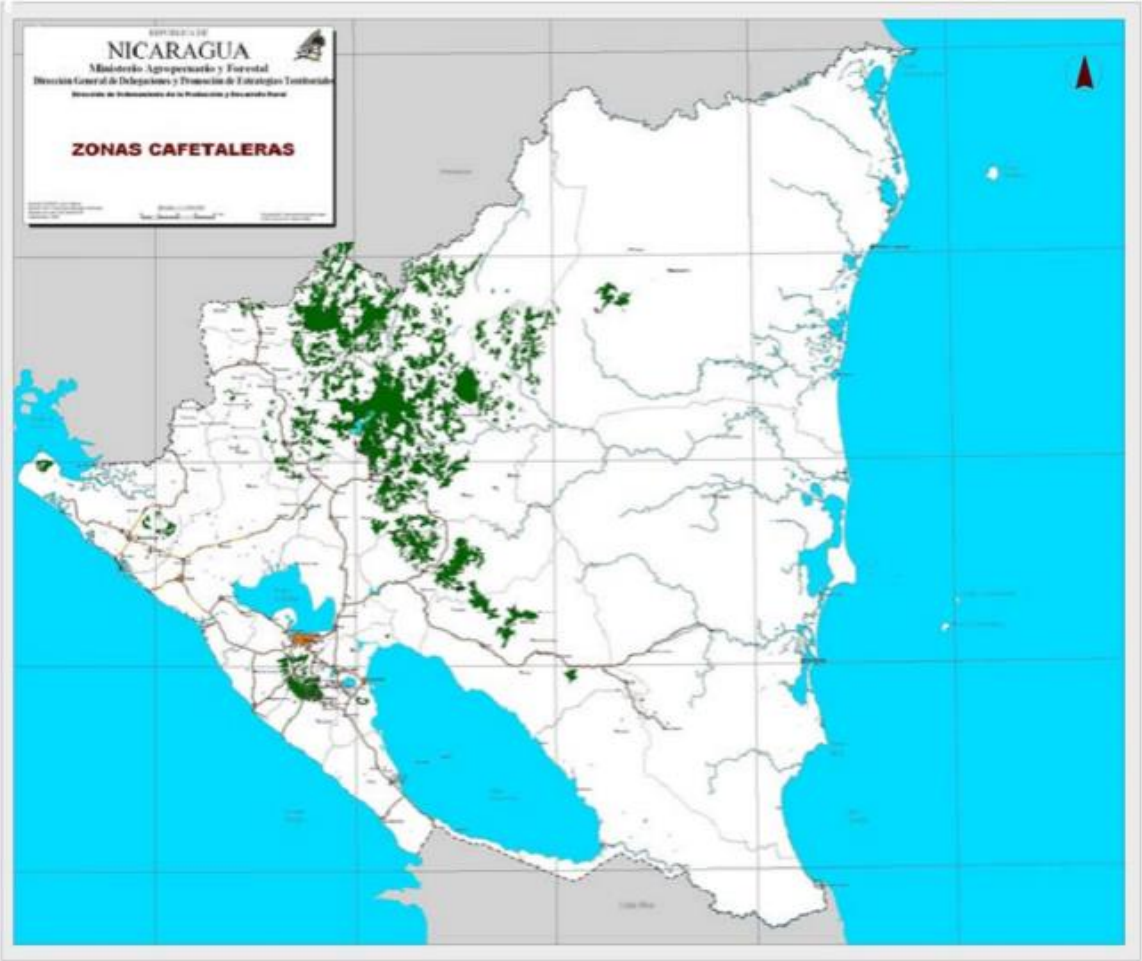


Figura. III.2.1. Mapa de Zonas Cafetaleras de Nicaragua.

III.2.2 ELABORACIÓN DEL CAFÉ [3]

III.2.2.1. COSECHA Y PREPARACIÓN DE LOS GRANOS

Cosecha es Cuando los frutos llegan a la madurez, de 6 a 8 meses después de la floración para la arábiga y de 9 a 11 meses para la robusta, puede comenzar la cosecha del café. Se emplean dos métodos: la recolección o el despalillado.

La recolección consiste en recoger manualmente sólo los granos de café maduros en su punto. Es la técnica más costosa, que obliga a pasar durante días varias veces sin interrupción por el mismo arbusto pero que obtiene las mejores calidades de café.

El despalillado consiste en raspar la rama de las cerezas. Este método puede ser mecanizado. Se recoge por esta técnica expeditiva una mezcla heterogénea de cerezas más o menos maduras, y es el origen de cafés más ácidos (debido a los frutos aún verdes).

En el Departamento de Caldas (Colombia), la cosecha de café se realiza en los meses de septiembre, octubre y noviembre. El café maduro, de color rojo se recolecta prontamente para evitar su caída; los pequeños productores, dan inicio al proceso de transformación del café mediante el despulpado de los frutos, labor que se ejecuta generalmente con la utilización de máquinas conocidas comúnmente como "despulpadoras", las cuales retiran la pulpa de los granos para posteriormente realizar el lavado y preseleccionamiento de los mismos.

Posteriormente los granos se secan ya sea con ayuda del sol o por medio de secadoras industriales. Para obtener café calidad "federación" se deben seleccionar los granos de acuerdo con los estándares señalados por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

III.2.2.2. PROCESAMIENTO

Inicialmente los granos de café recién cogidos se procesan, ya sea mediante el método seco, o el húmedo.

III.2.2.2.1 MÉTODO SECADO

Se emplea el proceso seco para el café Robusta y gran parte del café Arábigo de Perú, Brasil y Etiopía. Se secan los granos al sol y luego se muelen para eliminar la capa exterior, el mucílago seco, la vitela y la cáscara plateada. El proceso de molienda se realiza en las instalaciones grandes. Los desperdicios pueden servir como combustible, o también, como alimento para los animales.

El secado se practica sobre superficies de secado, donde se rastrillan las cerezas de café y se extienden regularmente. Después de algunos días, la parte carnosa ya deshidratada se separa.

III.2.2.2.2 MÉTODO HÚMEDO

Por otra parte, el proceso húmedo, que se emplea para obtener el café Arábigo de más alta calidad, puede provocar seria contaminación. Los granos maduros se lavan primero para eliminar los más livianos y la basura, luego se reducen a pulpa para quitar la capa exterior y parte del mucílago que se encuentra debajo de ésta. En seguida, es necesario fermentar los granos, recién reducidos a pulpa, en los tanques respectivos. Este proceso enzimático descompone las otras capas de mucílago, formando un afluente que puede causar serios problemas de contaminación, al descargarlo directamente a los arroyos o ríos. Luego de un lavado final, el café ahora llamado «vitela», se seca al sol o artificialmente. Luego, el café se descascara para quitar la capa plateada y la de vitela, produciendo el café en grano «limpio» o «verde» que se comercializa internacionalmente.

La mayor parte del café verde del mundo pasa por algún tipo de proceso de lavado, entre ellos la mayoría del café de calidad superior.

El lavado se aplica a frutos bien maduros. Después de ser recogido, el café verde es clasificado por inmersión en agua. Los frutos malos o inmaduros flotarán y los frutos buenos y maduros se hundirán. La piel de la cereza y parte de la pulpa es eliminada presionando el grano mediante una máquina sumergida a través de una rejilla. El grano todavía tendrá una cantidad significativa de pulpa adherida que necesita ser quitada. Así se obtienen cafés lavados, descritos como «propios y brillantes», generalmente menos ácidos y de mejor sabor. La técnica, a menudo mecanizada, necesita disponer de cubas y de un suministro de agua suficiente.

III.2.2.2.3 SEMI-HÚMEDO

El semi-húmedo es un proceso híbrido con un uso muy limitado en Brasil y Sumatara/Célebes. Se pasa la cereza a través de un rastrillo para eliminar la piel y parte de la pulpa como en el proceso húmedo pero el producto resultante es secado al Sol y no fermentado ni cepillado.

PASOS ADICIONALES

CLASIFICACIÓN

Una vez que el café se ha secado y pasa a ser café verde, se clasifica a mano o máquina para quitar las impurezas y los granos malos o deformes. Además, el café también es clasificado por tamaño.

PULIDO

Algunos granos de café se pulen para quitar la piel de plata. Esto se hace para mejorar el aspecto de los granos de café verde y para eliminar los desperdicios que se hayan producido en el tueste.

ALMACENAMIENTO

El café verde es bastante estable si se almacena de forma correcta. Debe guardarse en contenedores que transpire a menudo algún tipo de saco de fibra y lo mantengan seco y limpio.

ENVEJECIMIENTO

Todo el café, cuando fue introducido en Europa, venía del puerto de Moca, en lo que se conoce actualmente como Yemen. Para importar los granos a Europa, el café iba en barcos en un trayecto muy largo rodeando el continente africano. Estos largos viajes y la exposición al aire del mar cambiaban el sabor del café. Una vez que el Canal de Suez fue abierto, el tiempo del trayecto hacia Europa se redujo enormemente y comenzó a llegar café cuyo sabor no había sido alterado. En cierta medida, este café más fresco fue rechazado porque los europeos se habían acostumbrado al sabor anterior. Para intentar lograr un sabor parecido al anterior, parte del café se envejecía en grandes almacenes al aire libre en los puertos durante seis o más meses en un intento de simular los efectos de los largos viajes en mar. Aunque todavía se debate ampliamente, se cree que ciertos tipos de café verde mejoran con los años; especialmente aquellos valorados por su baja acidez, como los cafés de Indonesia o India.

Varios de los productores de estos cafés venden granos de café que han sido envejecidos unos 3 años, y algunos llegan incluso a 8 años. Sin embargo, la mayor parte de los expertos en café están de acuerdo en que el punto más alto de sabor y frescura del café se logra un año después de la cosecha, ya que los granos de café envejecidos en exceso pierden gran parte de su contenido en aceites esenciales.

DESCAFEINAMIENTO

La semilla de cafeto contiene un 2% de cafeína. Ya en 1943 se comprobó que un gramo diario de cafeína (equivalente a 10 tazas de café express o a 5 de café filtrado por goteo), absorbido durante una semana basta para inducir un cuadro carencial o síndrome de abstinencia. El descafeinamiento es un procedimiento cuyo objetivo consiste en proporcionar el sabor del café, pero sin los efectos excitantes de la cafeína.

El primero en llevar a cabo el procedimiento fue el químico alemán Friedrich Ferdinand Runge en 1820 después de que su amigo, el poeta Goethe, le sugiriera que analizara los componentes del café para descubrir la causa de su insomnio. Runge también fue el descubridor de la cafeína. Sin embargo, el verdadero progreso técnico trascendental no se produjo hasta la vuelta del siglo, en 1903, cuando Ludwig Roselius, un importador alemán, decidió pretratar los granos de café con vapor antes de ponerlos en contacto con el solvente extractor de la cafeína. De esta forma, al aumentar la superficie de los granos húmedos e hinchados se facilitaba la eliminación de la cafeína, haciendo posible producir café descafeinado a escala comercial por primera vez. El café descafeinado se introduce en Estados Unidos bajo la reconocida marca Sanca (derivado de sanscaffeine, o sea, «sin cafeína» en francés). Posteriormente la marca fue adquirida por la compañía de alimentos General Foods.

La disminución del contenido en cafeína se hace a costa de las cualidades gustativas. Se utilizan varios métodos. El principio general, basado en el de Roselius, consiste en empapar los granos en agua, extraer la cafeína del líquido así obtenido por adición de solvente orgánico o por adsorción sobre carbón activo, y finalmente volver a empapar los granos en el líquido empobrecido en cafeína para que reabsorban los otros compuestos siempre presentes.

El solvente, principalmente el acetato de etilo que se encuentra en los frutos, nunca está en contacto con los granos, sólo con el agua con la cual se empapa el grano. Existe también un método de descafeinamiento que utiliza un chorro de dióxido de carbono bajo presión.

III.2.2.3. TUESTE Y TORREFACCIÓN

III.2.2.3.1. TUESTE DEL CAFÉ

Llegados a su destino, los granos son tostados, lo que desarrolla su aroma y les da su color oscuro. En algunos países, el tueste se hace añadiendo hasta un 15% de azúcar a los granos de café, en cuyo caso el proceso se denomina torrefacción y el café resultante, con un sabor algo más vigoroso y granos de brillo aceitoso a consecuencia del caramelo depositado, café torrefacto. A continuación los granos se muelen.

Con el tueste, los granos duplican su tamaño. Al principio de la aplicación del calor, el color de los granos verdes pasa a amarillo, luego a marrón canela. Es en ese momento cuando el grano pierde su humedad. Cuando la temperatura en el interior alcanza alrededor de 200 °C, salen los aceites de los granos. En general, cuanto más aceite hay, más sabor tiene el café. Durante el tueste, los granos se agrietan de una forma similar a la de las palomitas de maíz que explotan bajo calor. Hay dos momentos de «explosión» que se utilizan como indicadores del nivel de tueste alcanzado.

***Figura.III.2.2.3.1*.Niveles de tueste:** rubio, canela, medio, ropa de monje, marrón, marrón oscuro, italiano (o seminegro), francés (negro).

Los granos se vuelven más oscuros y liberan aún más aceite hasta que finaliza el tueste, y son retirados de la fuente de calor. Hasta el siglo XIX se compraban los granos verdes y su tostado se hacía con estufa. En 1900 la empresa Hill Brothers inventa el envasado en vacío de café tostado, que conservaba el sabor y aroma por más tiempo. Esto cambiaría la forma de consumir café y sentenció la vida de las tostadoras locales.

III.2.2.3.2. PREPARACIÓN DE LA BEBIDA

LA MOLIENDA

El grado de espesor de la molienda tiene un impacto importante en el proceso de elaboración de la bebida, y es crítico saber combinar la consistencia del grado de fineza del café con el método de elaboración para poder extraer un sabor óptimo de los granos tostados. Los métodos de la elaboración del café que exponen la molienda de café a agua calentada durante mucho tiempo necesitan que las partículas tengan un mayor grosor que si, en cambio, se utilizan métodos más rápidos. Los granos que se muelen demasiado para un determinado método de elaboración expondrán demasiada área superficial al agua caliente y producirán un gusto amargo y áspero. En el otro extremo, si se muele poco y se dejan partículas excesivamente gruesas, se producirá un café débil, acuoso y falto de sabor. El índice de deterioro aumenta cuando el café está molido, como resultado de la mayor área superficial expuesta al oxígeno. Con el aumento del café como bebida de gourmet se ha hecho muy popular moler los granos en casa justo antes de elaborar la bebida, y hay disponibles muchos aparatos electrodomésticos que permiten realizar este proceso.

Hay varios métodos para producir la molienda de café para elaborar la bebida:

Molienda.

Basada en dos elementos giratorios que machacan o que «rasgan» el grano con menos riesgo de quemarse. Las cuchillas pueden tener forma redonda o cónica; los últimos son más silenciosos y se atascan menos. Las cuchillas «muelen» el café a un tamaño razonablemente constante, lo que produce una extracción más uniforme cuando se elabora la bebida. Los expertos en café consideran que el molinillo es el único método aceptable de moler el café.

Picado

La mayoría de molinillos modernos realmente pican el grano en pedazos (y algunos bebedores de café utilizan simplemente una licuadora casera para realizar el proceso). Aunque gozan de una vida mucho más larga antes de que se desgasten las cuchillas, los resultados son peores, produciendo una molienda poco homogénea y, en consecuencia, darán lugar a una extracción inconsistente y a un producto degradado en la taza.

Machacado

El café turco es producido por infusión con una molienda de una fineza casi impalpable. En ausencia de un molinillo con una calidad suficiente, la única forma fiable de alcanzarlo es golpear los granos en un mortero. [3]

III.3 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS [11]

III.3.1. PARÁMETROS FÍSICOS

III.3.1.1ACIDEZ [11]

La acidez no hay que confundirla nunca con la amargura, el sabor amargo del café. Ese regusto no tiene nada que ver con ella, porque el amargo es un defecto. Se han detectado, tanto en cafés naturales como en cafés tostados, hasta un centenar diferente de ácidos.

La acidez de un café también se puede controlar o, en su caso, incrementar. Así, se sabe que los cafés lavados con agua aumentan su grado de acidez que los procesados en seco.
En este sentido, la acidez del café está relacionada con el nivel de pH de la bebida que puede oscilar, arriba y abajo, en función de si se le ha tostado mucho o muchísimo, si se le ha añadido agua para lavarlo o cómo se le ha dado calor para torrarlo. [11]

Su determinación se lleva a cabo mediante el método de volumetría en el cual la cantidad de analito (acidez) se determina a partir de la cantidad de reactivo estándar (NaOH 0.01N) que se necesita para reaccionar completamente con el analito. [12]

III.3.1.2. CENIZAS [13]

Cenizas es referida como el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento en este caso café molido, el valor de cenizas se puede considerar como un criterio útil para la identificación de la autenticidad del café ya que se puede detectar la presencia de algún adulterante. La determinación de Cenizas en Seco es el Método más común para cuantificar la totalidad de cenizas en el café, este se basa en la descomposición de la materia orgánica quedando solamente materia inorgánica en la muestra. Este método consiste en quemar la muestra al aire y posteriormente en una mufla así toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que

fluctúa entre los 550-600 grados centígrados, el material inorgánico que no se volatiliza a esa temperatura se conoce como ceniza.

Este método es simple, no requiere atención durante la generación de cenizas, no requiere reactivos, a su vez se pueden manejar varias muestras y es un método estándar para la determinación de cenizas. [13]

III.3 1.3. HUMEDAD [14]

La humedad en el café tostado y molido se determina mediante el método por secado en estufa. Este método incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado en desecador, y pesado nuevamente de la muestra. Se basa en la pérdida de masa de la muestra de café y esto se debe a la presencia de cantidades variables de materia volátil especialmente dióxido de carbono, está perdida en masa a 103 grados centígrados es causada principalmente por agua y material volátil como ácidos volátiles y dióxido de carbono los cuales son vaporizados a dicha temperatura. La pérdida en masa se expresa como porcentaje en masa

III.3 2. PARÁMETROS QUÍMICOS

III.3 .2.1. GRASAS COMO EXTRACTO ETÉREO [15]

La determinación de grasa como extracto etéreo en café molido se da mediante el Método Soxhlet el cual consiste en una extracción semicontinua con un disolvente orgánico. En este método el disolvente se calienta, se volatiliza y condensa goteando sobre la muestra la cual queda sumergida en el disolvente. Posteriormente este es sifoneado al matraz de calentamiento para empezar de nuevo el proceso, el contenido de grasa se cuantifica por diferencia de peso. [15]

III.3.1.2. CAFEÍNA [16]

El control de calidad de cafeína es necesario en los productos como el café molido. Por esta razón se han desarrollado métodos instrumentales para su determinación en diversas matrices.

Los más confiables y robustos se basan en el uso de técnicas instrumentales de separación como la cromatografía liquida de alta resolución, el método oficial para el análisis de cafeína

en café utiliza un sistema de cromatografía liquida de baja presión con detección espectrofotométrica a 276 nm el cual incluye diversas etapas manuales, consume tiempo y así mismo cantidades de solventes orgánicos. [16]

III. 4 TÉCNICAS UTILIZADAS PARA LA CUANTIFICACIÓN. [17]

III.4.1. VOLUMETRÍA

Es un método utilizado para cuantificar la concentración de disolución de la que se desconoce su concentración por medio de su reacción con otra disolución de concentración y volumen exactamente conocidos. Para ello se va añadiendo gota a gota la disolución desconocida o "problema" a la otra disolución (disolución valorada) desde un recipiente cilíndrico denominado bureta, hasta que la reacción finaliza. Según el tipo de reacción que se produzca, la volumetría será, por ejemplo, volumetría ácido-base, de oxidación-reducción o de precipitación.

El final de la reacción suele determinarse a partir del cambio de color de un indicador, como papel de tornasol o una mezcla especial de indicadores denominada indicador universal. Si se prepara una cantidad de ácido o base con una concentración conocida, se puede medir cuánta cantidad de la otra disolución se necesita para completar la reacción de neutralización, y a partir de ello determinar la concentración de dicha disolución.

III.4.2. GRAVIMETRÍA

Es un método cuantitativo que determinar la cantidad proporcionada de un elemento, radical o compuesto presente en una muestra, eliminando todas las sustancias que interfieren y convirtiendo el constituyente o componente deseado en un compuesto de composición definida, que sea susceptible de pesarse.

III.4.2.1. MÉTODOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS GRAVIMÉTRICO

III.4.2.1.1. MÉTODO POR PRECIPITACIÓN

Se basa en la precipitación de un compuesto de composición química conocida tal que su peso permita calcular mediante relaciones, generalmente estequiometrias, la cantidad original de analito en una muestra.

En este tipo de análisis suele prepararse una solución que contiene al analito ya que éste está en solución madre, a la que posteriormente se agrega un agente precipitante, que es un compuesto que reacciona con el analito en la solución para formar un compuesto de muy baja solubilidad. Posteriormente se realiza la separación del precipitado de la solución madre empleando técnicas

En este método el analito es convertido en un precipitado poco soluble, luego se filtra, se purifica, es convertido en un producto de composición química conocida y se pesa.

Para que este método pueda aplicarse se requiere que el analito cumpla ciertas propiedades:

Baja solubilidad

Alta pureza al precipitar

Alta filtrabilidad

Composición química definida al precipitar

III.4.2.2. MÉTODO POR VOLATILIZACIÓN

En este método se miden los componentes de la muestra que son o pueden ser volátiles. El método será directo si evaporamos el analito y lo hacemos pasar a través de una sustancia absorbente que ha sido previamente pesada así la ganancia de peso corresponderá al analito buscado; el método será indirecto si volatilizamos el analito y pesamos el residuo posterior a la volatilización así pues la pérdida de peso sufrida corresponde al analito que ha sido volatilizado.

El método por volatilización solamente puede utilizarse si el analito es la única sustancia volátil o si el absorbente es selectivo para el analito.

III.4.2.3. MÉTODO POR ELECTRODEPOSICIÓN

Este método se basa en la deposición sobre un electrodo de un compuesto de relación conocida con el analito que se requiere cuantificar. La cuantificación se realiza mediante la diferencia de peso que se produce en los electrodos antes y después de realizar una reacción redox en la solución problema, que se moldea ocasionando la precipitación del analito o de un compuesto formado por el mismo. [17]

III.4.3. CROMATOGRAFÍA DE LÍQUIDOS DE ALTA RESOLUCIÓN (HPLC) [3]

La cromatografía de líquidos de alta resolución, es la técnica de separación más ampliamente utilizada actualmente. Las razones de su popularidad las encontramos en su sensibilidad, su fácil adaptación a las determinaciones cuantitativas exactas, su idoneidad para la separación de especies no volátiles o termolábiles y, sobre todo, su gran aplicabilidad a sustancias que son de gran interés en la industria. Algunos ejemplos son: aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, hidrocarburos, carbohidratos, fármacos, terpenoides, plaguicidas, antibióticos, esteroides, especies organometálicas y gran variedad de sustancias inorgánicas. [3]

IV MATERIALES Y EQUIPOS.

IV.1 EQUIPOS

1. Balanza analítica. (Sartorius, MC1 AC 210 S)
2. Horno Mufla. Nabertherm 30-3000°C
3. Campana extractora de gases (Labconco.)
4. Bomba de vacío (Edwards modelo E2M5)
5. Baño María (P/Selecta)
6. pHmetro (Derver Ultrabasic)
7. Estufa para determinación de humedad, rango de 10°C a 200ºC;
8. Desecador de vidrio (Pyrex)
9. Extractor Soxhlet (MGW Lauda tipo DLK15)
10. Parrilla eléctrica con regulador de temperatura (Premiere)
11. Plancha de calentamiento (Gerhardt)
12. Refrigerante (Büchi,)
13. Bomba de circulación de agua fría (LTS-FC43-BE)
14. Sistema de cromatografía liquida de alta resolución compuesto por:

14.1 Interfase (PE-NELSON)

14.2 Bomba cuaternaria (PERKIN ELMER)

14.3 Desgasificador (PERKIN ELMER)

14.4 Detectores UV-Vis LC 295 (PERKIM ELMER)

14.5 Software TurboChrom Work Station.

IV.2 MATERIALES.

1. Vidrio reloj (Pyrex)
2. Soporte universal (Fisher)
3. Balones de destilación de 250 mL (Pyrex)
4. Columnas de destilación, clanes, soportes, codos
5. Balones aforados de 1000, 100, 25, 10 mL (Pyrex)
6. Beaker de 50, 100, 250, 500 mL. (Pyrex)
7. Erlenmeyer de 250 mL. (Pyrex)
8. Bureta de 50 mL. (Pyrex
9. Probeta de 100,250 mL. (Pyrex)
10. Pipeta 1 mL. (Pyrex)
11. Dedales de celulosa para extracción de 25 mm x 80 mm;
12. Crisoles de porcelana; (Fisherbrand)
13. Pinzas para crisol; (Fisherbrand)
14. Embudo separador de 250 mL (Pyrex)
15. Embudo Büchner (Pyrex)
16. Embudo de vidrio (Pyrex)
17. Varilla de vidrio (Pyrex)
18. Platos Petri (Pyrex)
19. Perlas de ebullición (Gerhardt)
20. Gotero (Pyrex)
21. Pizeta de 250 mL. (Fisher Scientific)
22. Espátula (Fisher Scientific)
23. Papel filtro (Fisherbrand)
24. Papel parafina
25. Jeringa de 3 cc
26. Jeringa 250 cc para purgar
27. Jeringa de inyección
28. Filtros
29. Algodón
30. Papel aluminio

IV.3 REACTIVOS.

1. Hidróxido de Sodio (Fisher, New Jersey, USA).
2. Carbonato de Sodio (Merck, Darmstadt, Alemania).
3. Sulfato de Sodio anhidro (Merck, Darmstadt, Alemania).
4. Hexano (Merck, Darmstadt, Alemania).
5. Cloroformo (Merck, Darmstadt, Alemania).
6. Ftalato ácido de potasio (Fisher, New Jersey, USA).
7. Ácido sulfúrico (Merck, Darmstadt, Alemania).
8. Metanol (Merck, Darmstadt, Alemania). Grado HPLC
9. Acetonitrilo (Merck, Darmstadt, Alemania) Grado HPLC
10. Agua destilada (Laboratorio de agua).
11. Agua desionizada (Laboratorio de suelo). Grado HPLC

IV.4 PREPARACIÓN DE SOLUCIONES.

IV.4.1. SOLUCIÓN "MADRE" DE CAFEÍNA. (400 ppm)

Disuelva 0.040 g de Cafeína y diluir a 50 mL con agua desionizada y llevar a 100 mL de solución.

IV.4.2. PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES DE CAFEÍNA.

Tomar alícuotas de 0, 0.125, 0.25, 0.5, 1 y 1.5 mL de la solución "madre" de 400 ppm de cafeína en cinco matraces aforados de 25 mL y enrasar con agua desionizada. La primera solución se toma como blanco.

IV.4.3. SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO 0.1 N

Disolver 4.00 g de NaOH en 100mL de agua destilada. Agitar bien y cuando la reacción de disolución se haya realizado, enfriar a temperatura ambiente y transferir a un matraz de 1000 mL, aforar con agua destilada y almacenar en recipiente de plástico.

IV.4.4. SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO 0.01 N

A partir de la solución de hidróxido de sodio 0.1N se hizo una dilución de hidróxido de sodio 0.01N tomando 10.32 mL de hidróxido de sodio 0.1N aforando a 100mL con agua destilada y almacenando en recipiente de plástico.

IV.4.5. SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO 5%.

Disolver 5.00 g de hidróxido de sodio en 50 mL de agua destilada. Agitar bien y cuando la reacción de disolución se haya realizado, enfriar a temperatura ambiente y transferir a un matraz de 100 mL, aforar con agua destilada y almacenar en recipiente de plástico.

IV.4.6. SOLUCIÓN DE CARBONATO DE SODIO 2%

Disolver 2.00 g de Na_2CO_3 en 50 mL de agua destilada. Agitar bien y cuando la reacción de dilución se haya dado a cabo, transferir a un matraz de 100 mL, aforar con agua y almacenar en recipiente de plástico.

IV.4.7 SOLUCIÓN ÁCIDO SULFÚRICO 10%

Tomar 10 mL de H_2SO_4 concentrado y diluir en 50 mL de agua destilada, transferir a un balón de 100 mL, aforar con agua destilada.

IV.5 METODOLOGÍA UTILIZADA.

IV.5.1 SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE ESTUDIO

En Nicaragua, se consumen variedades de marcas de café molido, los que son parte integral de la dieta diaria de la mayor parte de la población. Dado que en los diferentes mercados y supermercados nacionales se expenden diversas variedades de marcas de café molido y que los volúmenes de venta y consumo son relativamente altos y que además no contábamos con un estudio similar al planteado en esta monografía, decidimos elegir las muestras a ser analizadas en esta monografía, sobre la base de criterios puramente empíricos.

Para esto, decidimos realizar la selección de las muestras a ser estudiadas en esta monografía en base a los siguientes criterios empíricos:

- **Consumo,** es decir las variedades más consumidas por la población.
- **Existencia en el mercado**, esto es, las variedades con mayor oferta.
- **Precio**, es decir las variedades más económicas para la población.

Luego de analizar los criterios de selección antes mencionados, seleccionamos 5 muestras de café tostado y molido dentro las cuales figuran únicamente 3 muestras tomadas en base a la encuesta realizada(T;R;SG) ya que las otras muestras no se encontraban disponibles en presentaciones de café tostado y molido, es por ello que decidimos agregar 2 muestras(ST;P) que si se encuentran disponibles en el mercado en dichas presentaciones y son consumidas por la población con el fin de hacer un estudio más amplio. A su vez decidimos codificar las 5 muestras de café tostado y molido con el fin de evitar conflictos legales con los representantes de las diferentes marcas en caso de que llegaran a considerar que los resultados obtenidos afectaran la imagen de sus productos. Adquiriendo las muestras en los diferentes mercados, supermercados y pulperías del municipio de León. Las muestras seleccionadas se muestran en la tabla IV.1.

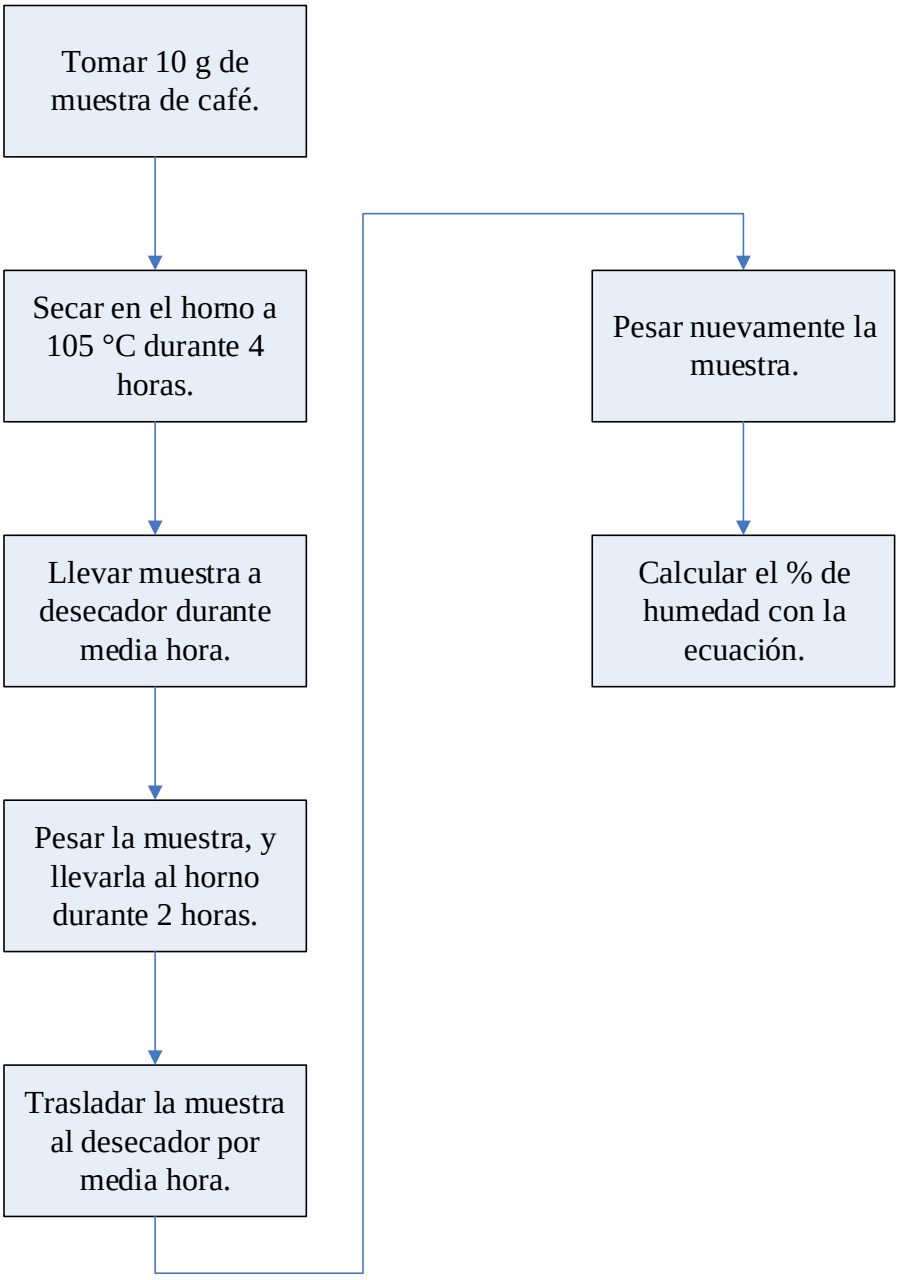
.

Tabla IV.1 Muestras de cafés seleccionados.

MUESTRAS DE CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO.
Café T
Café ST
Café SG
Café R
Café P

IV.5.2.DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (MÉTODO GRAVIMÉTRICO)

El método se basa en secar una muestra de café tostado y molido, a temperatura de 103 ± 1 °C a presión atmosférica.



IV.5.2.1. CALCULO PARA DETERMINAR EL % DE HUMEDAD.

Calcular el porcentaje de humedad peso/peso de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\%\ Humedad = \frac{(m1 - m2)}{m} X100$$

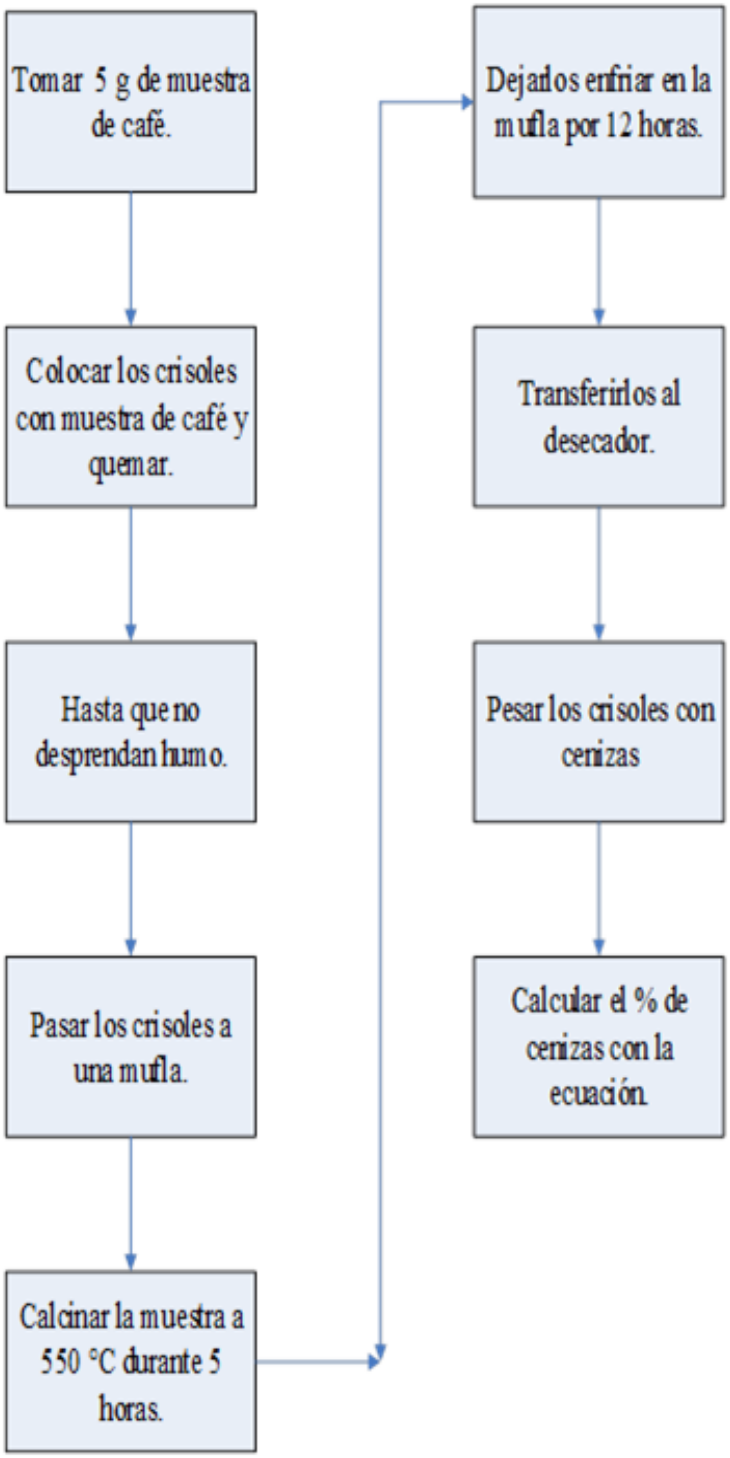
Dónde:

m: es el peso de la caja vacía, en g.

m_1: es el peso de la caja con la muestra húmeda, en g.

m_2: es el peso de la caja con la muestra seca, en g.

IV.5.3.DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS (MÉTODO GRAVIMÉTRICO).



Calcinación de la muestra, determinando el contenido de residuo inorgánico que queda, principalmente mineral, después de quemar la materia orgánica.

IV.5.3.1. CALCULO PARA DETERMINAR EL % DE CENIZAS.

Calcular el porcentaje de cenizas con la siguiente fórmula:

$$\%\ Cenizas = \frac{(P - p)}{M} X100$$

Dónde:

P: es el peso del crisol con cenizas;

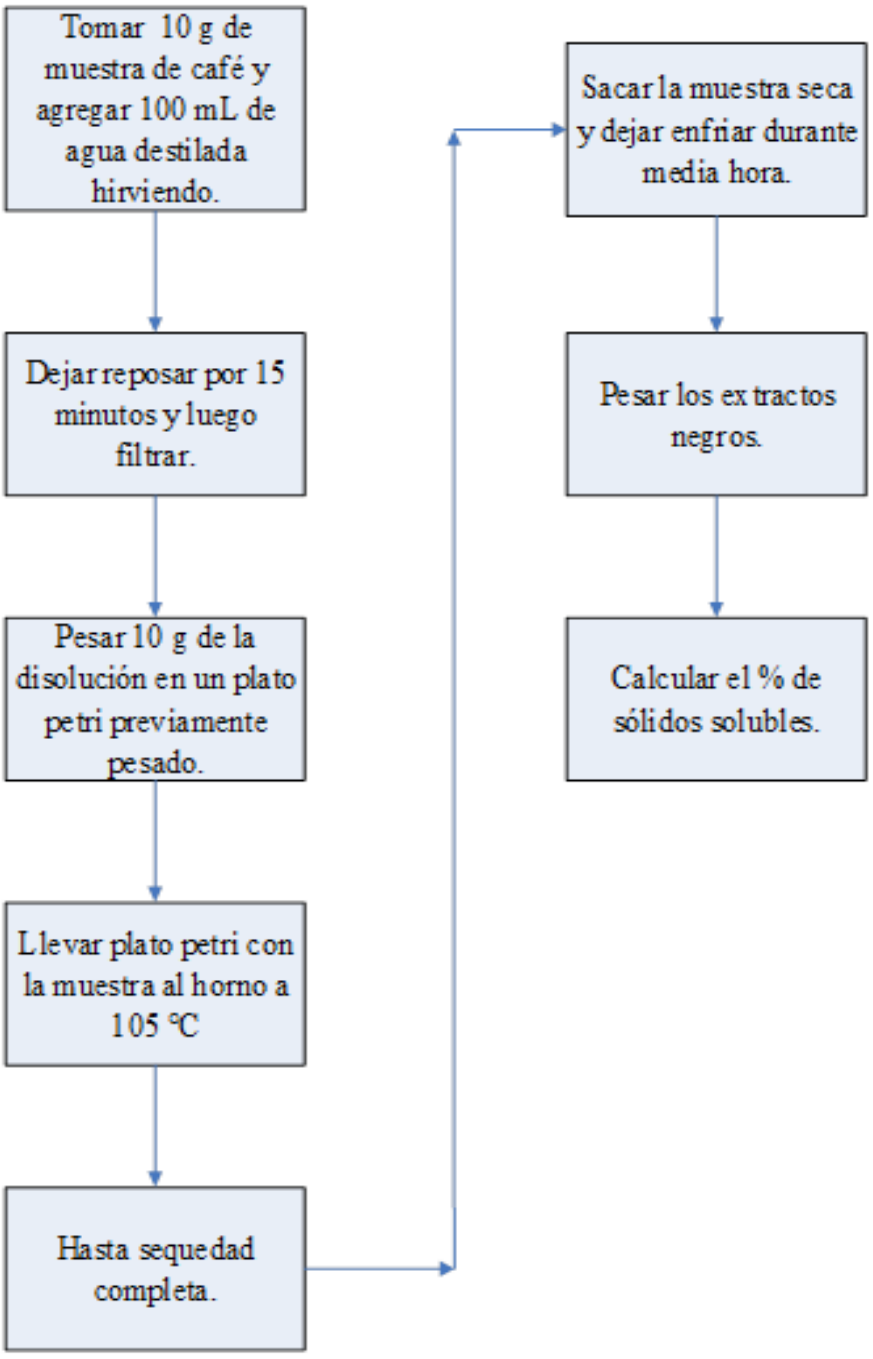
p: es el peso del crisol vacío, y

M: es el peso de la muestra.

IV.5.4. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ (MÉTODO VOLUMÉTRICO)

Primeramente se determinan Solidos Solubles en las muestras de Café, teniendo el porcentaje de solidos solubles se prosigue para Determinar Acidez en las muestras de Café.

IV.5.4.1. SOLIDOS SOLUBLES



IV.5.4.1.1. CALCULO PARA DETERMINAR EL % DE SOLIDOS SOLUBLES.

Calcular el porcentaje de solidos solubles con la siguiente formula:

$$Ss = \frac{(Pf - Pv)}{(Pi - Pv)} X100$$

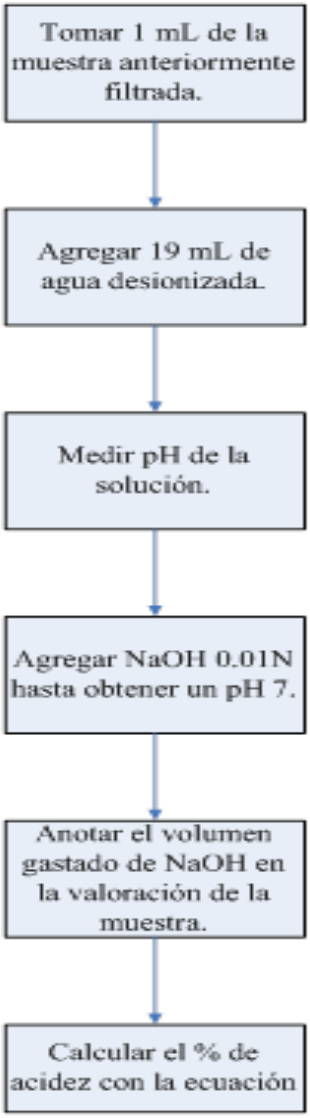
Dónde:

Pi= Peso inicial del plato Petri más la muestra.

Pf= Peso final del plato Petri más la muestra.

Pv= Peso del plato Petri vacío.

IV.5.4.2. DETERMINACION DE ACIDEZ



IV.5.4.2.1 CÁLCULO DEL % DE ACIDEZ

Calcular la acidez con la siguiente formula:

$$Acidez = \frac{mL\ (NaOH)}{Ss}$$

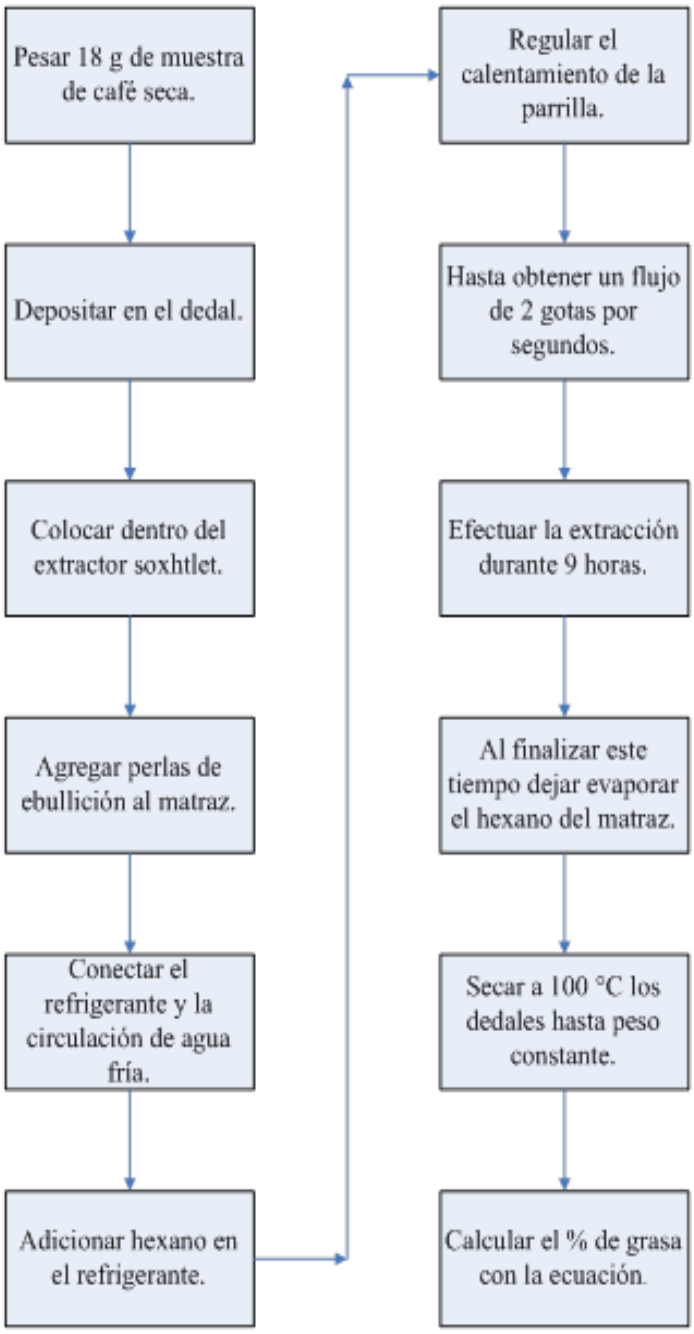
Dónde:

mL (NaOH): mL gastados en la valoración de la muestra.

Ss.: solidos solubles.

IV.5.5.DETERMINACIÓN DE GRASAS COMO EXTRACTO ETÉREO (MÉTODO DE EXTRACCIÓN)

Se basa en el método Soxhlet, siguiendo un sistema de extracción cíclica de los componentes solubles en éter de petróleo que se encuentran presentes en el café tostado.



IV.5.5.1. CALCULO PARA DETERMINAR EL % DE GRASA.

Cálculos:

$$\%\ Extracto\ etereo = \frac{(P-p)}{M} X\ 100$$

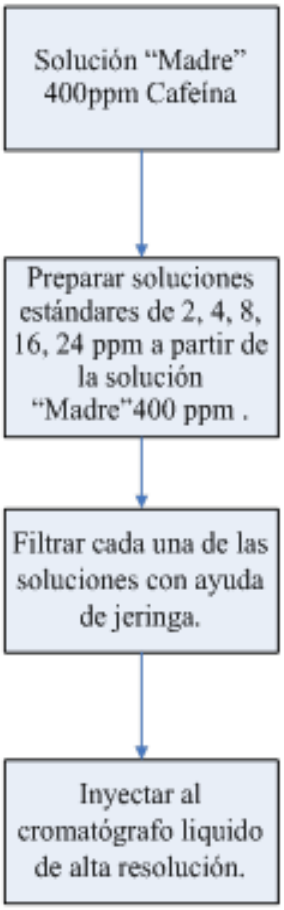
Dónde:

P: es la masa en gramos del matraz con grasa;

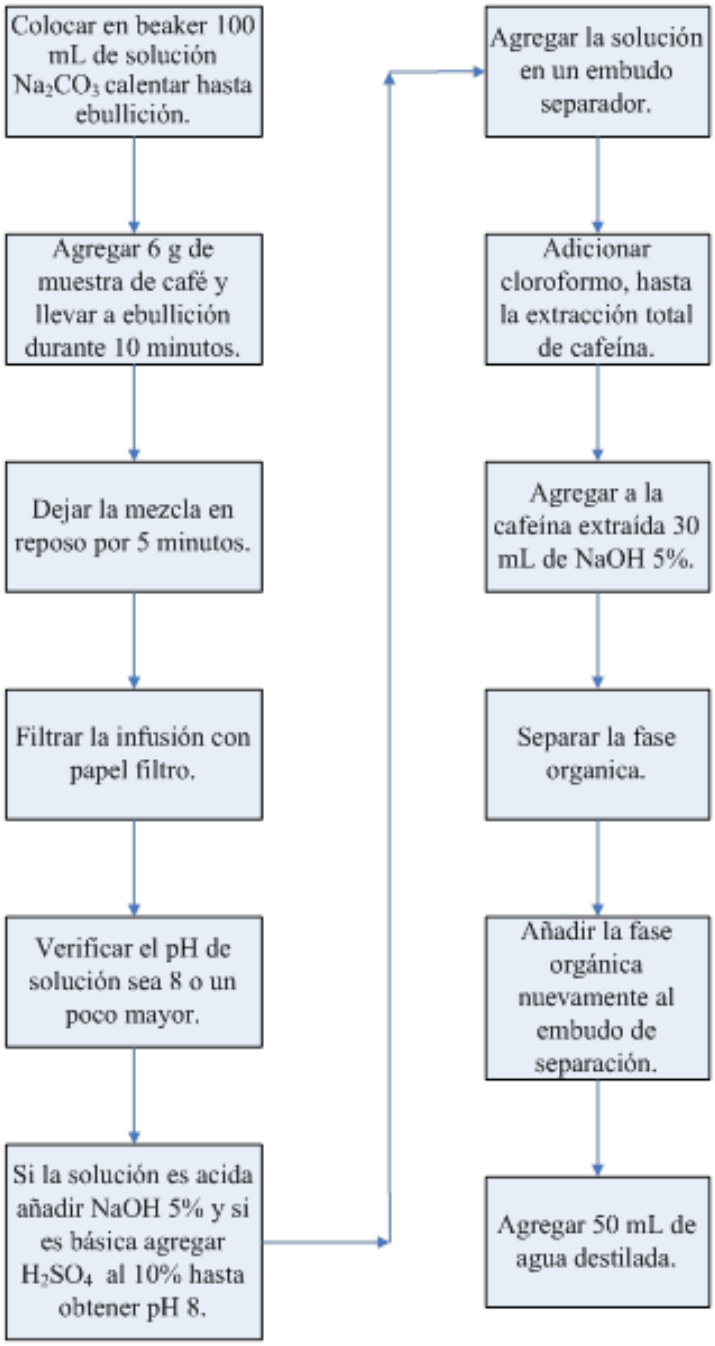
p: es la masa en gramos del matraz sin grasa, y

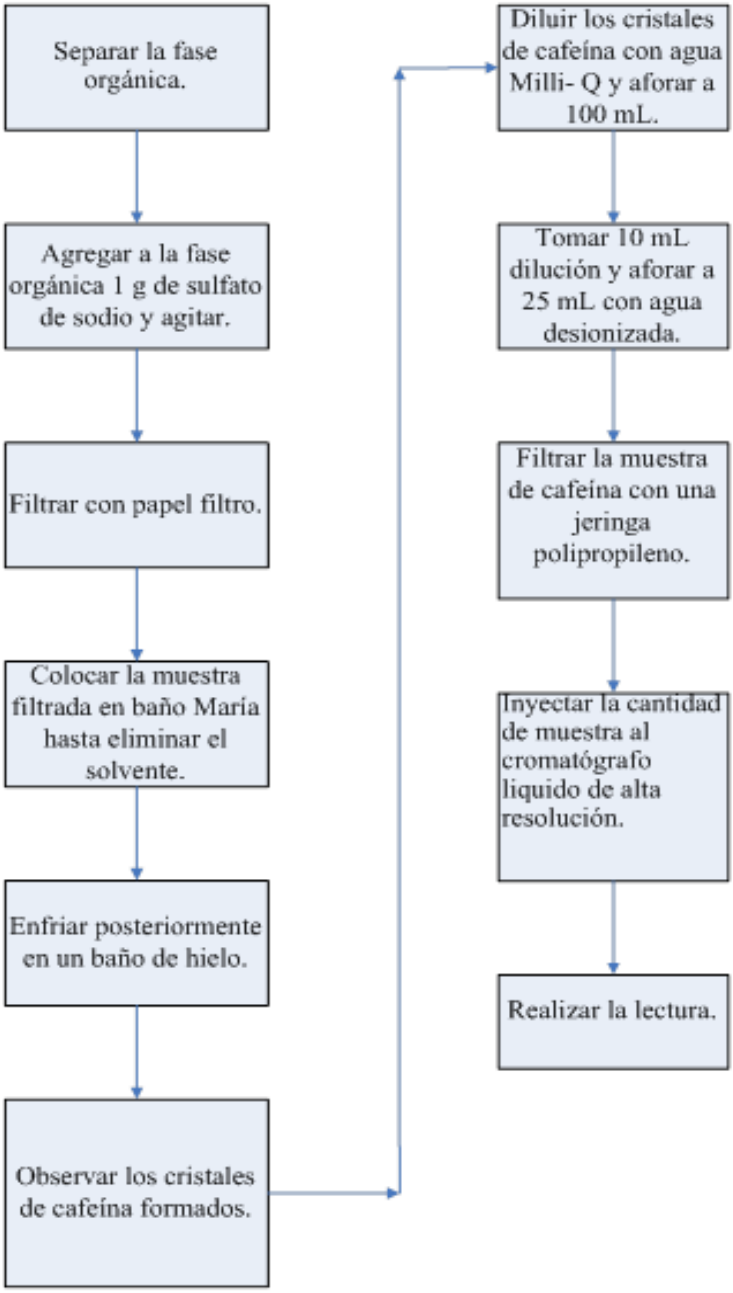
M: es la masa en gramos de la muestra seca.

IV.5 6. ESTÁNDARES DE CAFEÍNA.



IV.5.6.1. DETERMINACIÓN DE CAFEÍNA POR CROMATOGRAFÍA LIQUIDA DE ALTA RESOLUCIÓN.




Separar la fase orgánica.
Agregar a la fase orgánica 1 g de sulfato de sodio y agitar.
Filtrar con papel filtro.
Colocar la muestra filtrada en baño María hasta eliminar el solvente.
Enfriar posteriormente en un baño de hielo.
Observar los cristales de cafeína formados.
Diluir los cristales de cafeína con agua Milli- Q y aforar a 100 mL.
Tomar 10 mL dilución y aforar a 25 mL con agua desionizada.
Filtrar la muestra de cafeína con una jeringa polipropileno.
Inyectar la cantidad de muestra al cromatógrafo liquido de alta resolución.
Realizar la lectura.

IV.5.6.1.1. CALCULO PARA DETERMINAR EL % DE CAFEINA.

Ecuación de la curva de calibrado de la cafeína

$$Y = a + bX$$

Dónde:

Y: Área del cromatograma

a: Intercepto de la recta

b: Pendiente de la curva de calibrado

x: Concentración de las muestras de cafeína

$$\%\ \text{Cafeina} = \frac{\text{mg cafeina en cafe}}{\text{Peso real}} \text{X } 100$$

$$\text{mg Cafeina en cafe} = (\text{mL solucion A})\ \text{X} \frac{\text{P real}}{\text{mL solucion B}}$$

Dónde:

Solución A: mg de cafeína extraída / 100 mL de agua desionizada

Solución B: 10 mL solución A / 25 mL agua desionizada

P: Peso real

IV.5.7. CONDICIONES CROMATOGRAFICAS

Las condiciones Cromatográficas empleadas en el análisis de la cafeína en las muestras de café tostado y molido se muestra en la Tabla IV.2.

Tabla IV.2. Condiciones Cromatográficas empleadas en el análisis de cafeína.

COLUMNA	MARCA MERCK RP-18, de 25 cm de largo, 4.2 cm de diámetro interno y 5 µm de tamaño de partícula. Fase reversa rellena con C-18
Temperatura:	Ambiente.
Tiempo de corrida	3 min.
Volumen de Inyección:	20 µL
Longitud de onda:	273 nm
flujo	1.5 mL/min.
Fase móvil	Acetonitrilo:H_2O (70:30)

V. ANALISIS DE RESULTADOS

V.1 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Del universo total de 100 encuestados, el 58% de la población pertenece al sexo femenino y el 42% al sexo masculino, tal y como se puede observar en la figura V.1.

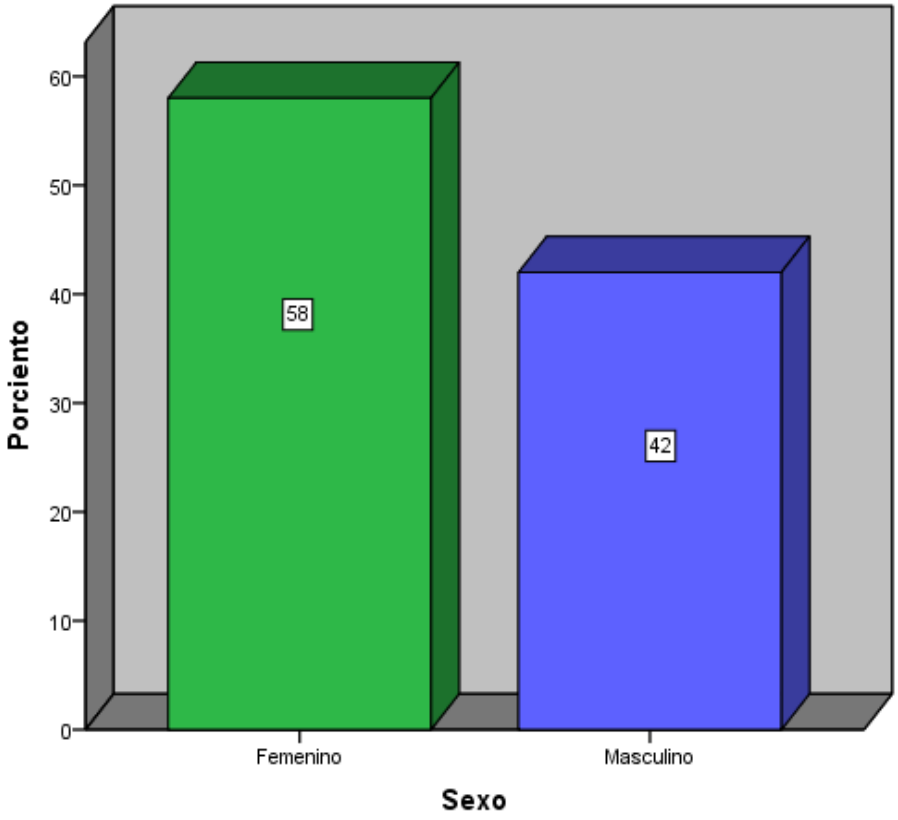


***Figura* V.1**. Porcentaje de sexo de los encuestados.

En lo que respecta a los segmentos de edades, la mayoría de los encuestados, tenía entre 15 a 24 años (43%), seguido de los segmentos de 25 a 34 (17%), 35 a 44 (16%), 45 a 55 (12%), mayores de 60 (9%), siendo el menor segmento de los encuestados el de 55 a 60 años con un 3%. lo que puede ser observado en la figura V.2.

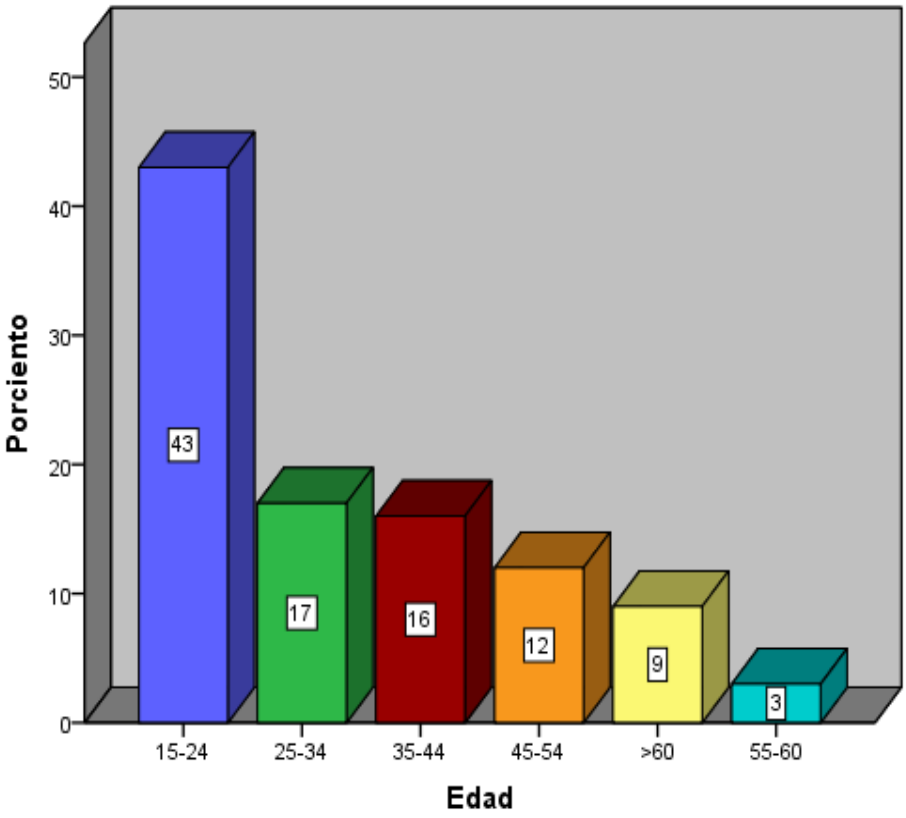


***Figura* V.2**. Porcentaje de segmentos de edades de los encuestados.

De los encuestados del sexo masculino el 27% expresaba que tomaba café soluble y el 15% tomaba café granulado, mientras que de los encuestados del sexo femenino el 41% consumía le café soluble y el 17% consume café granulado, esto puede observarse en la figura V.3.

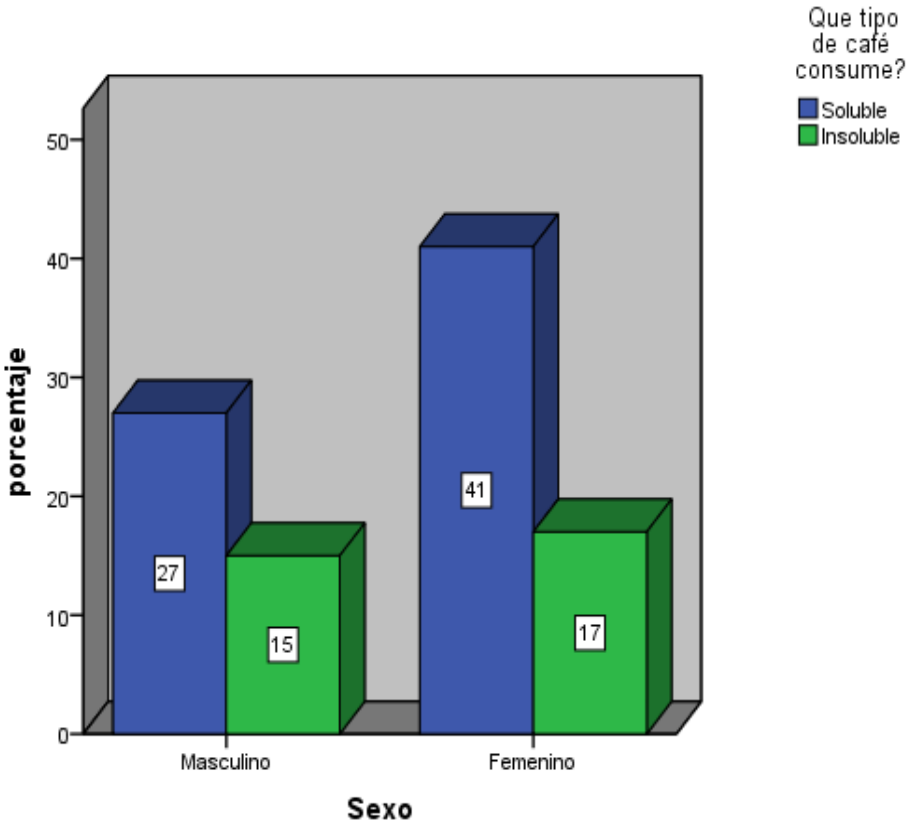


***Figura* V.3**. Porcentaje de sexo y tipo de cafés consumidos.

En la Tabla V.1 se muestra el cruce de variables entre sexo y el segmento edad de la población que consume café, se puede observar que de todos los encuestados, los que más consumían café son los que se ubicaban en el segmento de edad de 15 a 24 años (43), seguido de los segmentos de 25 a 34 años (17), 35 a 44 años (16), 45 a 55 años (12), mayores de 60 años (9) y los que menos consumían café son los que están en el segmento de edad entre 55 a 60 años (3), lo que indica un comportamiento interesante, ya que un amplio sector de la juventud consumía café (60), esto puede ser observado en la figura V.4.

Tabla V.1 Sexo y la Edad de la población que consume café.

		Edad						Total
		15-24	25-34	35-44	45-54	55-60	>60	
Sexo	Masculino	17	7	9	4	1	4	42
	Femenino	26	10	7	8	2	5	58
Total		43	17	16	12	3	9	100

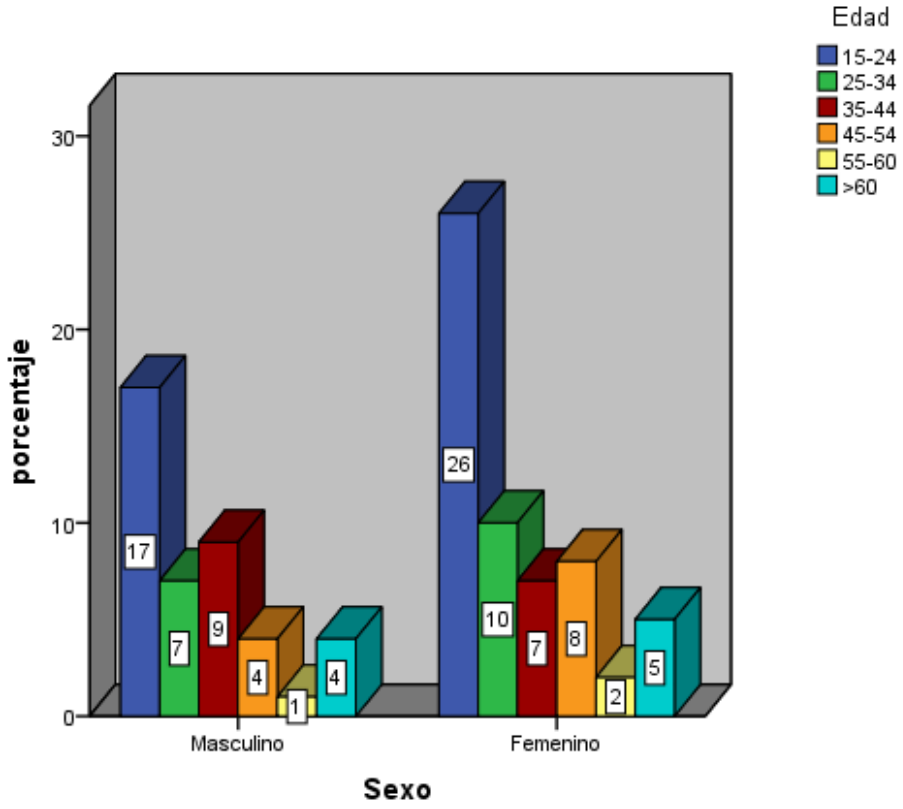


***Figura* V.4**.sexo y edades de los encuestados que afirmaron consumir café.

Por otro lado según lo que se observa en la tabla V.2, si comparamos tanto hombres como mujeres que consumen una determinada marca de café, podemos observar que; el café con mayor porcentaje de consumo es el Café Pr con el 58% mientras que la marca de menor consumo es el Café SG con un 9%, lo que se puede observar en la figura V.5.

Tabla V.2 Sexo de los consumidores y Marca de café que consumen.

		Cuál es la marca de café que usted consume?			**Total**
		Café T	**Café PR**	**Café SG**	
Sexo	**Masculino**	15	22	5	42
	Femenino	18	36	4	58
Total		33	58	9	100

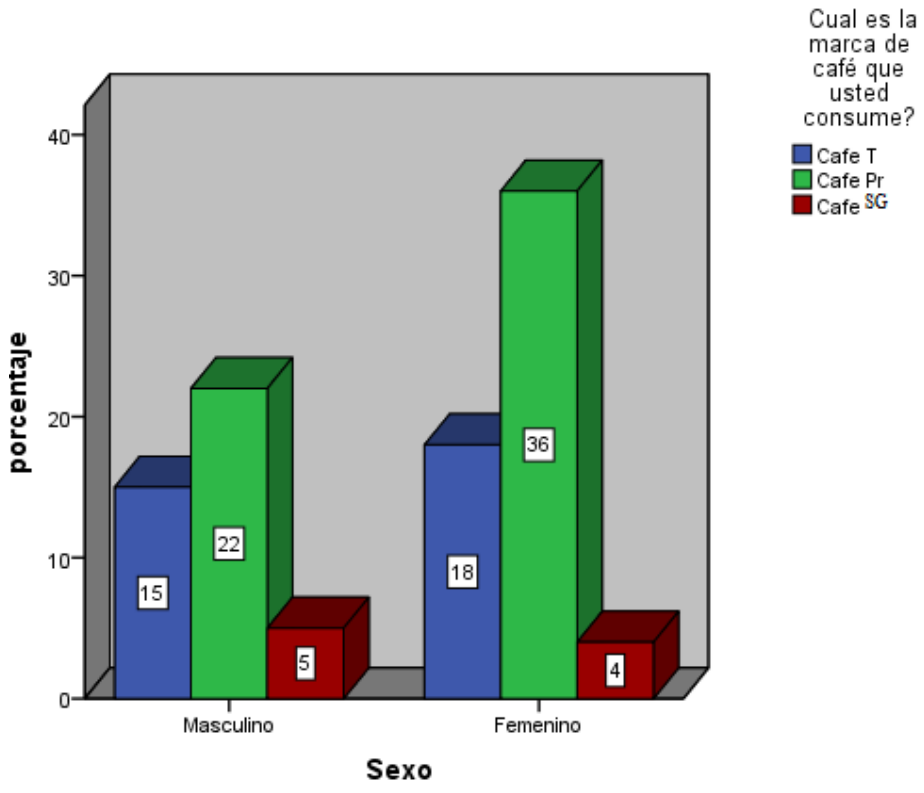


***Figura* V.5.** Sexo y marca de café que consumen.

Si relacionamos las variables con frecuencia de compra de café y lugar de compra, encontramos que 47 de los encuestados prefieren comprar el café diariamente, luego 19 dijeron que semanalmente, 18 quincenalmente y 16 mensualmente, en lo que se refiere a lugar de compra 69 de los encuestados lo prefieren en pulperías, 16 en el mercado y 15 en el supermercado como se muestra en la tabla.V.3 y figura V.6.

Tabla.V.3. Con que frecuencia compra café y donde lo compra usualmente.

		En qué lugar compra frecuentemente su café?			Total
		Supermercado	Mercado	Pulpería	
Con que frecuencia compra usted su café?	Diariamente	3	4	40	47
	Semanalmente	3	2	14	19
	Quincenalmente	2	8	8	18
	Mensualmente	7	2	7	16
Total		15	16	69	100

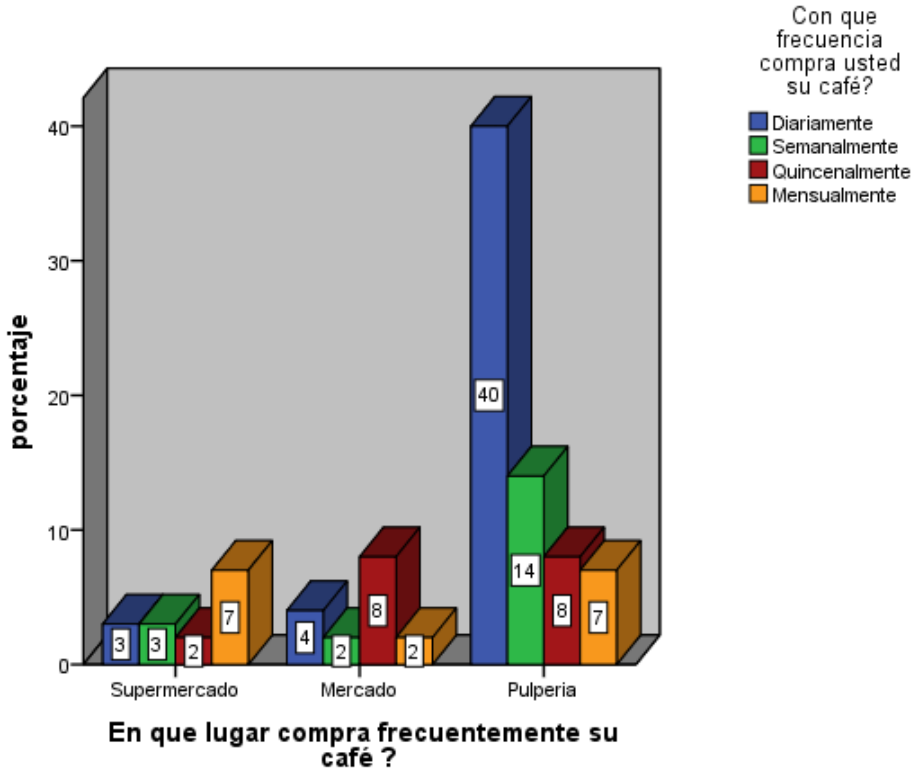


***Figura* V.6.**Porcentajes de frecuencia y lugar de compra de cafés.

Al considerar la respuesta de los 100 encuestados que afirmaron que consumen café con la variable de los factores que toman en cuenta para comprar café, encontramos que los encuestados eligen por precio (39%), por marca (32%), por cantidad (10%), por tamaño (8%), por publicidad (4%), por variedad (2%) y otros factores (5%). (Tabla V.4. figura V.7.).

Tabla V.4. Quienes consumen café y los factores que toma en cuenta a la hora de elegir café.

		¿Usted toma café?	Total
		Si	
¿Qué factores toma en cuenta a la hora de elegir su café?	Precio	39	39
	Tamaño	8	8
	Marca	32	32
	Publicidad	4	4
	Por variedad	2	2
	Cantidad	10	10
	Otros	5	5
Total		100	100

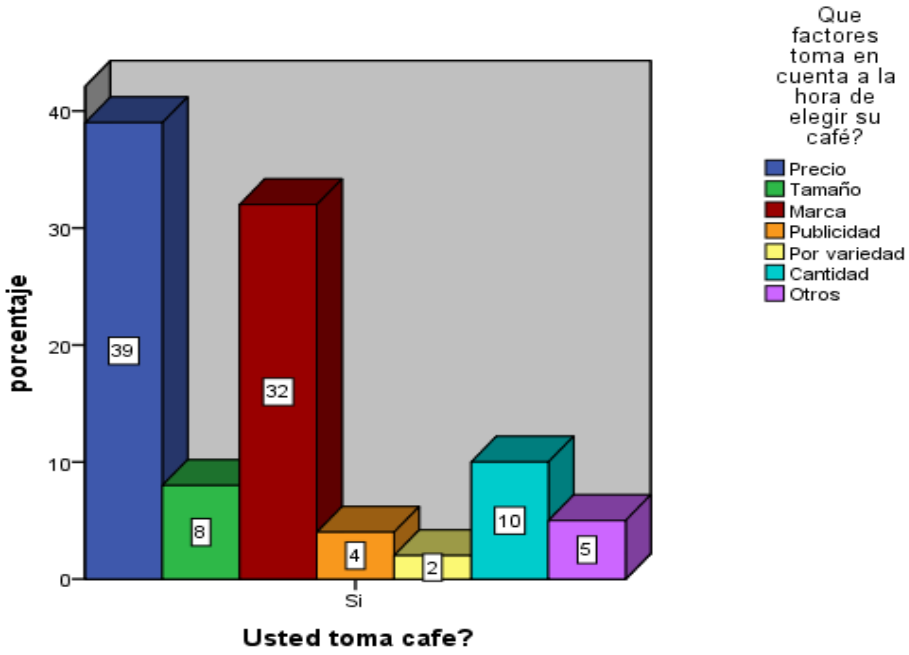


***Figura* V.7.** Porcentaje de los factores tomados en cuenta al seleccionar el café.

V.3 DETERMINACION DE PARAMETROS FISICO-QUIMICOS

Los resultados de los porcentajes de humedad, ceniza, grasas, acidez y pH de las muestras de café molido se muestran en la tabla V.5

Tabla. V.5. Porcentajes de los parámetros físicos de las muestras de café molido.

Muestras	% Humedad	% Ceniza	% Grasa	% Acidez	pH
T	2.23	3.85	18.1	0.33	1.31
ST	2.42	5.44	18.13	0.33	1.2
SG	0.62	9.81	15.18	0.03	1.38
R	6.19	3.2	16.06	0.47	2.02
PT	2.88	4.96	21.08	1.02	1.17
Promedio	2.87	5.37	18.26	0.55	1.38
Desviación	1.83	2.33	2.44	0.43	0.33
Referencia	5	5	18	5	5

V.3.1 PORCENTAJE DE HUMEDAD

El porcentaje de humedad de las muestras estudiadas fue calculado mediante diferencia de pesos entre las muestras húmedas y las muestras secas empleando el método de secado en estufa.

En la ***figura V.8*** y en la ***tabla V.5***, se puede observar que las 5 marcas de café tostado y molido estudiadas, difieren significativamente en relación al porcentaje de humedad, siendo la marca R (6.19%) la de mayor contenido de Humedad, seguidamente de las marcas PT (2.88%), ST (2.42%) y T (2.23%), siendo la de menor contenido de humedad la marca SG (0.62%).

La Norma Nicaragüense NTON 03077-07 y la Norma Salvadoreña NSO 67.31.02:04 establecen como requisito para el café tostado y molido un máximo de humedad de 5.0% por lo cual se puede indicar que únicamente las marcas PT, ST, T Y SG cumplen con la reglamentación establecida, y la marca R sobrepasa lo establecido en estas Normas (6.19%).

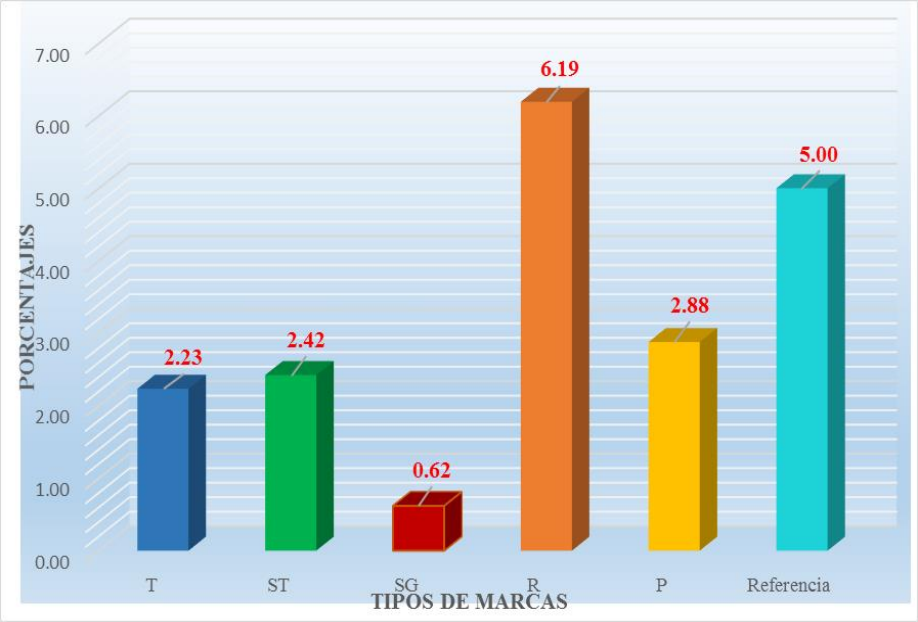


Figura V.8 Porcentaje de humedad vs. Marcas de café.

V.3.2 PORCENTAJE DE CENIZA

El porcentaje de ceniza de las muestras estudiadas fue calculado mediante diferencia de pesos entre las muestras secas y las cenizas originadas empleando para esto una mufla.

En la ***figura V.9*** y en la ***tabla V.5***, se puede observar que las 5 marcas de café tostado y molido difieren significativamente en relación al porcentaje de cenizas, siendo la marca SG (9.81%) la de mayor contenido de cenizas, seguida de las marcas T (5.78%), ST (5.44%) y PT (4.96%), siendo la de menor contenido la marca R (3.20%).

Las Normas NTON 03077-07 y NSO 67.31.02:04 establecen como requisito para el café tostado y molido un máximo de cenizas de 5.0%, por lo cual se puede indicar que únicamente las marcas ST, R y PT cumplen con lo establecido, y las marcas T y SG no cumplen, ya que contienen 5.78% y 9.81% de cenizas respectivamente.

Los cambios que suceden durante el proceso de tostado no son significativos; por lo tanto, es posible que un alto contenido de cenizas en el café molido sea debido a una adulteración, por presencia de otro tipo de materias tales como cierta variedad de cereal, con el fin de aumentar el rendimiento en peso del café, ésta posiblemente pueda ser la razón por la cual

las muestras T y SG presentaron un porcentaje de ceniza mayor que el permitido por las normas antes mencionadas.

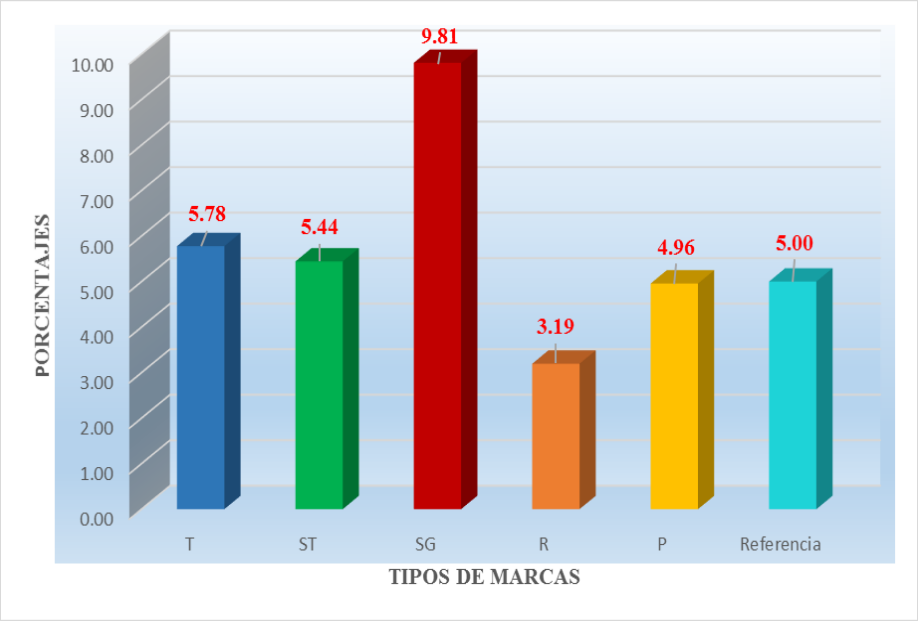


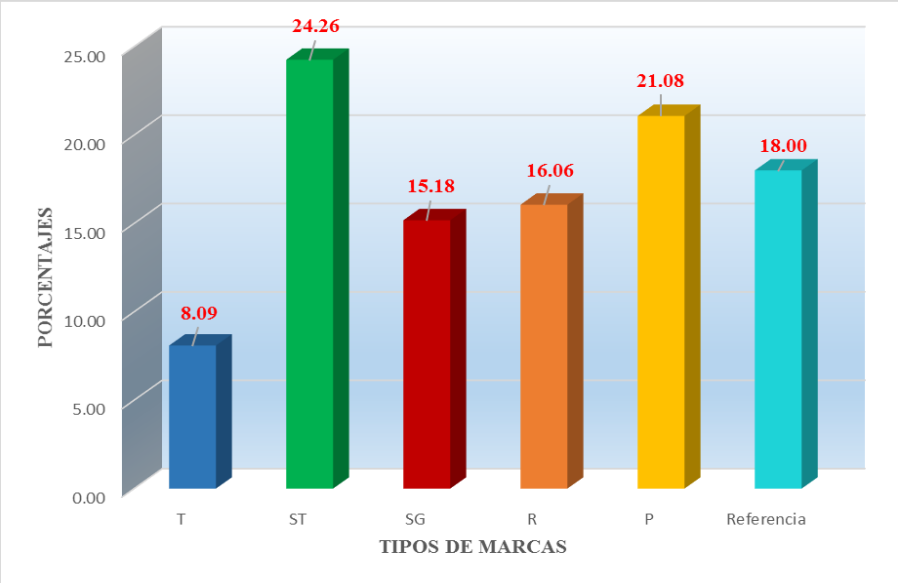
Figura V.9 Porcentaje de cenizas vs. Marcas de café.

V.3.3 PORCENTAJE DE GRASA

En la determinación de grasa bruta, se utilizó el método de extracción Soxhlet, cuantificando el porcentaje de grasa por diferencia de peso entre la muestra seca inicial y la grasa obtenida.

En la ***figura V.10*** y en la ***tabla V.5***, se puede observar que las 5 marcas de café tostado y molido difieren significativamente en relación al porcentaje de grasas, siendo la marca ST (24.26%) la de mayor contenido de grasa, seguidamente de las marcas PT (21.08%), R (16.06%) y SG (15.18%), siendo la de menor porcentaje la marca T (8.09%).

La Norma Mexicana NMX-F-013-2000 establece como requisito para el café tostado y molido un rango entre 8.0 y 18.0 % de grasa bruta, por lo cual se puede indicar que únicamente las marcas T, SG, y R cumplen con la reglamentación establecida, ya que las marcas ST y PT contienen 24.26% y 21.08% de grasa respectivamente sobrepasando así los límites permitidos por dicha normas.



FiguraV.10 Porcentaje de grasa vs. Marcas de cafés

V.3.4 PORCENTAJE DE ACIDEZ

El porcentaje de acidez de las muestras estudiadas se realizó por método volumétrico, ésta se relaciona con la cantidad de solidos solubles de las muestras.

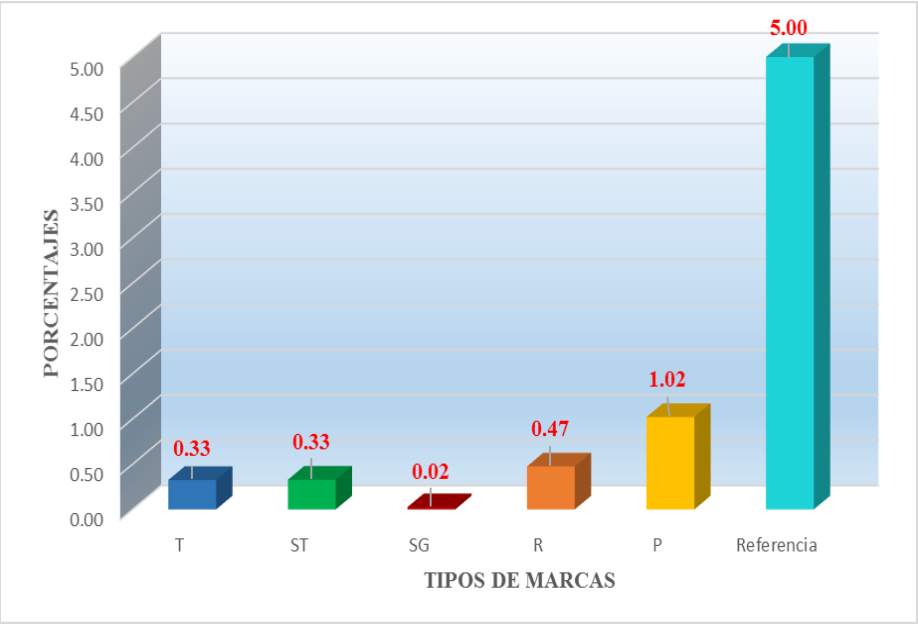
En la ***figura V.11*** y en la ***tabla V.5***, se puede observar que las 5 marcas de café tostado y molido difieren en relación al porcentaje de acidez, siendo la marca PT (1.02%) la de mayor porcentaje, seguida de las marcas R (0.47%), ST (0.33%) y T (0.33%), siendo la de menor porcentaje la marca SG (0.03%).

Con respecto a la ***tabla V.6***, se puede observar la clasificación de los cafés en base a su contenido de sólidos solubles, por lo que podemos clasificar las infusiones de las muestras de café R, ST, T Y SG como infusiones de café "aguadas" ya que poseen un porcentaje inferior a 1.00%, y la infusión de la muestra PT la podemos denominar como "clara" ya que contiene un porcentaje entre el 1.00 y 1.15%.

Tabla V.6. Denominación de las muestras de café con respecto al contenido de solidos solubles.

Denominación	Contenido de Solidos Solubles (%)
Aguada	**Menor a 1,00**
Clara	**1,00-1,15**
Media	**1,16-1,35**
Oscura	**1,36-1,50**
Fuerte	**1,51-2.00**
Expresso	**Mayor a 2,00**

Con respecto al porcentaje de referencia de acidez la Norma NMX-F-552-SCFI-2009, establece un 5% de acidez, podemos decir que todas las muestras de café molido analizadas presentan porcentajes menores al de referencia, esto nos puede indicar que la acidez presentada por estas muestras no provienen propiamente de café, ya que por naturaleza el café es bastante acido por la presencia de ácidos Clorogénicos y ácidos grasos, esto nos indica que la muestras de café contienen adulterantes posiblemente alguna variedad de cereal.



FiguraV.11 Porcentajes de acidez vs. Marcas de café.

V.3.5 pH

El pH de las muestras estudiadas se realizó por método Potenciométrico, es de esperar que el pH se relacione con la acidez de las muestras.

En la ***figura V.12*** y en la ***tabla V.5***, se observa que las 5 marcas de café molido no difieren significativamente en sus valores de pH, siendo la marca R (2.02) la de mayor pH, seguida de las marcas SG (1.38), T (1.31), ST (1.20), siendo la de menor pH la muestra PT (1.17).

La Norma Ecuatoriana NTE INEN 1122 (2000) y la Mexicana NMX-F-139-1981, establecen para el caso de cafés solubles, valores de pH entre 4.4 y 5.5, para una infusión al 1% de café, lo que indica que los datos obtenidos en las muestras de café molido son menores que los pH de referencia de las normas antes mencionadas, esto puede ser debido a las diferencias entre los tipos de muestras, a fallos en el potenciómetro de medida o que las muestras analizadas estaban adulteradas por otras sustancias a parte de los granos de café presentes en dichas muestras.

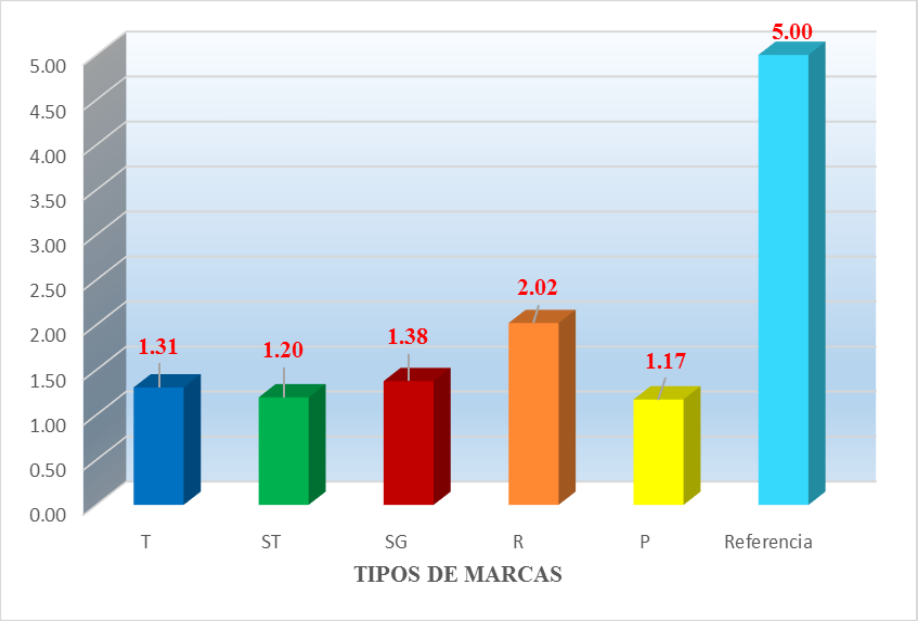


Figura V.12. pH vs. Marcas de café.

V.4 CUANTIFICAR EL CONTENIDO DE CAFEÍNA EN LAS MUESTRAS DE CAFÉ MOLIDO POR CROMATOGRAFÍA LIQUIDA DE ALTA RESOLUCIÓN EN MODO DE FASE REVERSA (HPLC).

En la figura V.13, se muestran los Cromatogramas de los estándares de cafeína, inyectados según las condiciones mostradas el apartado IV.5.5.2. Las medias de las áreas de los niveles son mostrados en la Tabla V.7

Tabla V.7. Niveles y medias de las áreas de los estándares de Cafeína.

Nivel	Concentración (ppm)	Área[2]
1	2	264
2	4	439.1
3	8	877.1
4	16	1691.2
5	24	2551.5

[a] media de las áreas de los picos inyectados por duplicado

En la Figura V.14, se muestra la recta de regresión obtenida a partir de los datos de la Tabla V.7 y en la Tabla V.8, se muestran los parámetros de ajuste de la recta de regresión, observándose un r^2 mayor de 0.999 lo que indica un buen ajuste de la recta de regresión a un modelo lineal, siendo confirmado esto por lo observado en la gráfica de los residuos (Figura V.15), que demuestra que el comportamiento de la recta es lineal.

Tabla V.8. Parámetros de ajuste de la recta de regresión de los estándares de Cafeína.

Compuesto	a	b	r^2
Cafeína	38.204	104.294	0.9997

Sobre la base de los resultados reflejados en la Tabla V.9, se obtuvo el modelo de la recta de regresión, la cual es:

$$\mathbf{Y} = 38.204 + 104.294\ \mathbf{X}$$

Este modelo fue utilizado para la determinación de la concentración de la cafeína en las muestras objeto de este estudio.

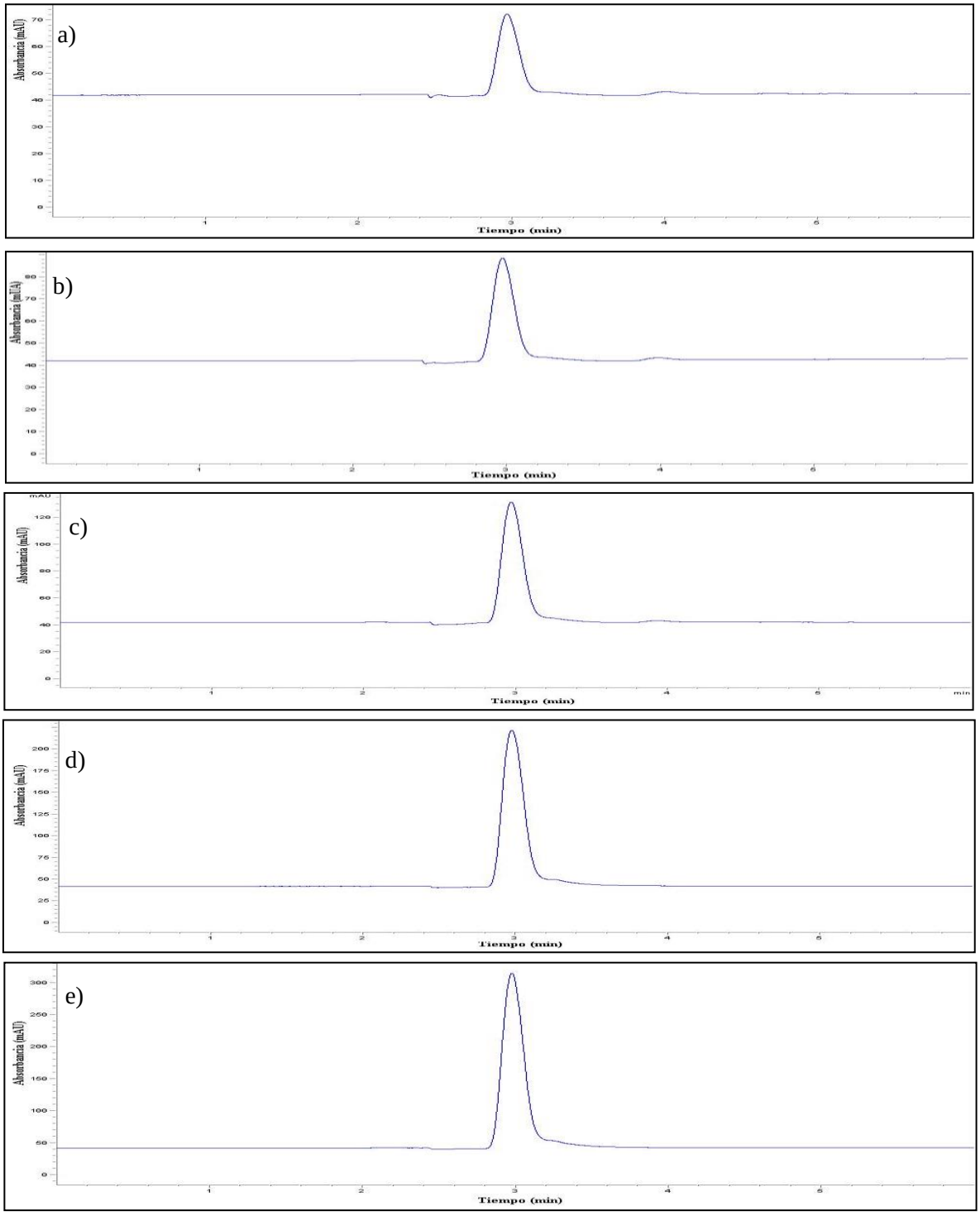


Figura V.13. Cromatogramas de los estándares de cafeína. a) 2 ppm, b) 4 ppm, c) 8 ppm, d) 16 ppm y e) 24 ppm, respectivamente

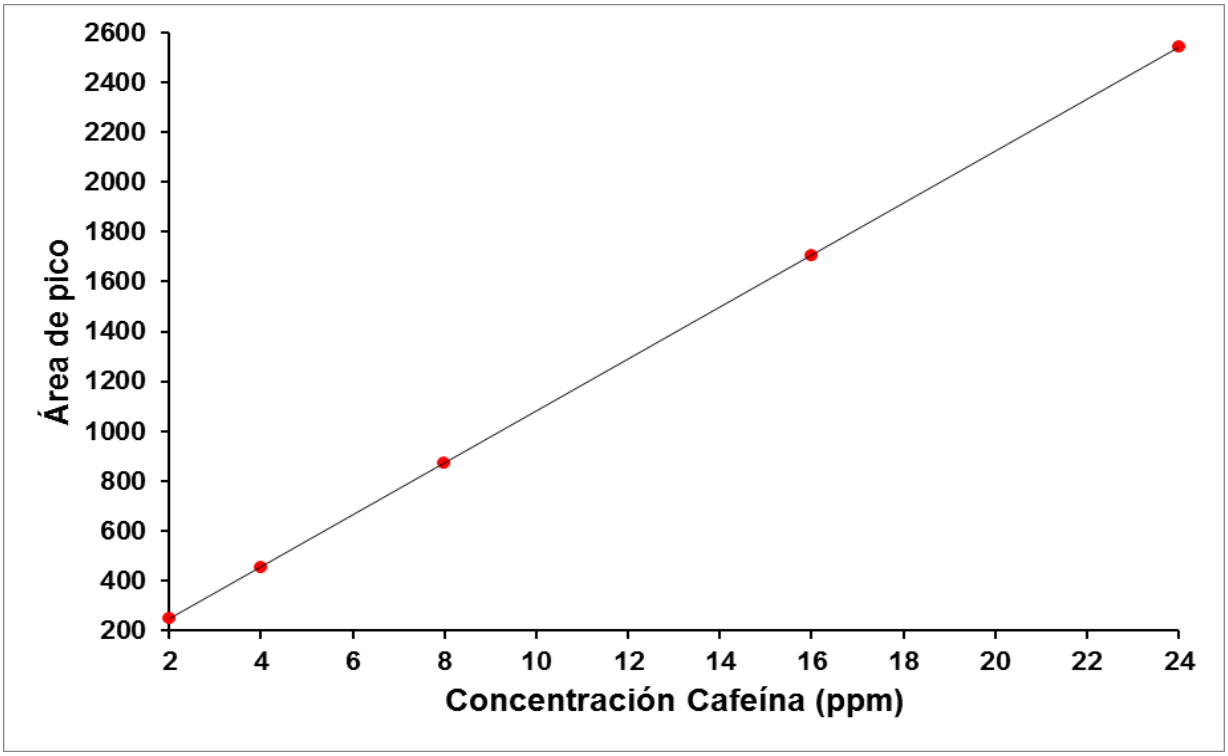


Figura V.14. Recta de regresión de los estándares de cafeína.

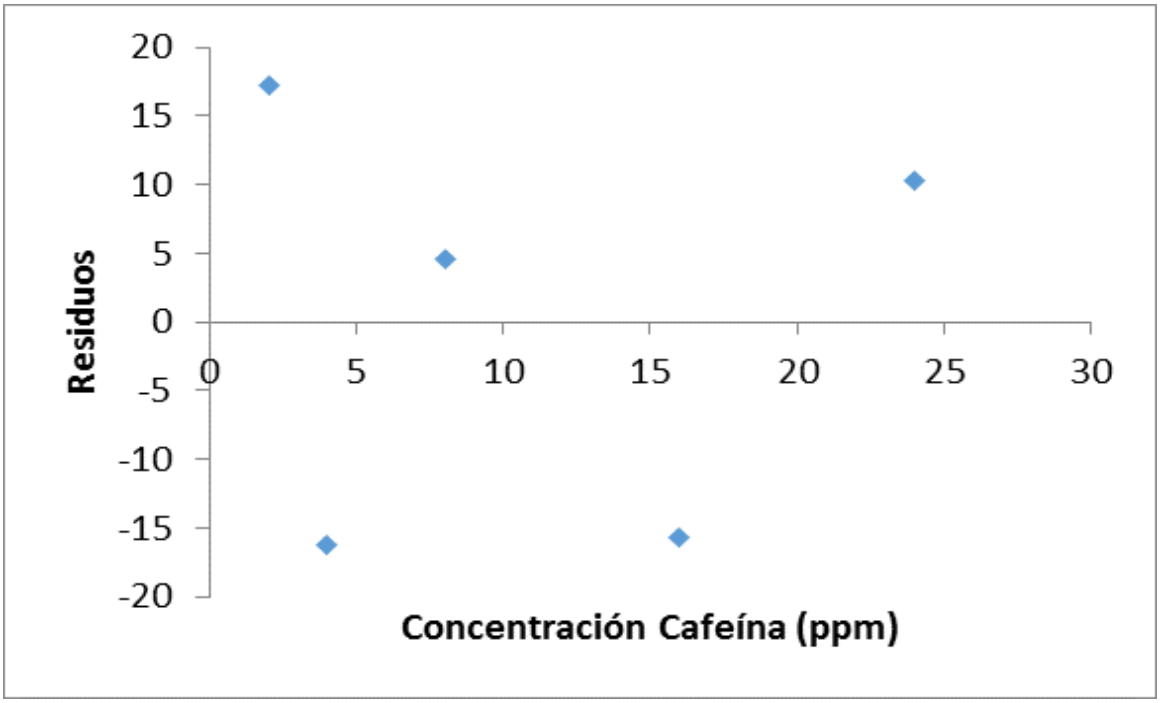


Figura V.15. Gráfico de los residuos de los estándares de cafeína.

En las Figuras V.16, V.17, V.18, V.19 y V.20, se presentan los cromatogramas de las muestras objeto de este estudio y que fueron sometidas al proceso de extracción de la cafeína desde la matriz original.

Tal y como se observa en las Figuras antes mencionadas, todas las muestras de estudiadas presentan el pico característico de la cafeína.

Es importante mencionar que el desplazamiento de los tiempos de retención del pico de la cafeína respecto al tiempo de retención del estándar no fue significativo, lo que nos permitió establecer una efectiva identificación y cuantificación, de la cafeína en las muestras analizadas.

Por otra parte es necesario remarcar que las muestras fueron inyectadas por duplicado, con el objeto de reproducir en mejores condiciones el comportamiento de los picos y los datos que de ellos se derivan. Así en la Tabla V.9, se observan las áreas de los picos de las muestras de café tostado y molido, así como también las concentraciones de la cafeína determinadas a partir del modelo de regresión mostrado en la tabla V.8.

Tabla V.9 **C**oncentraciones de cafeína en g/100g (%) en las muestras analizadas.

Muestra	Áreas de picos	% Cafeína
T	**680.5**	**0,51**
ST	**722.395**	**0,55**
SG	**861.515**	**0,66**
R	**648.435**	**0,49**
P	**1243.42**	**0,96**
Referencia	**----------**	**0,8**

En la ***Figura V.21***, se muestra el grafico de barra de las concentraciones en de cafeína en g/100g de cafeína de todas las muestras analizadas.

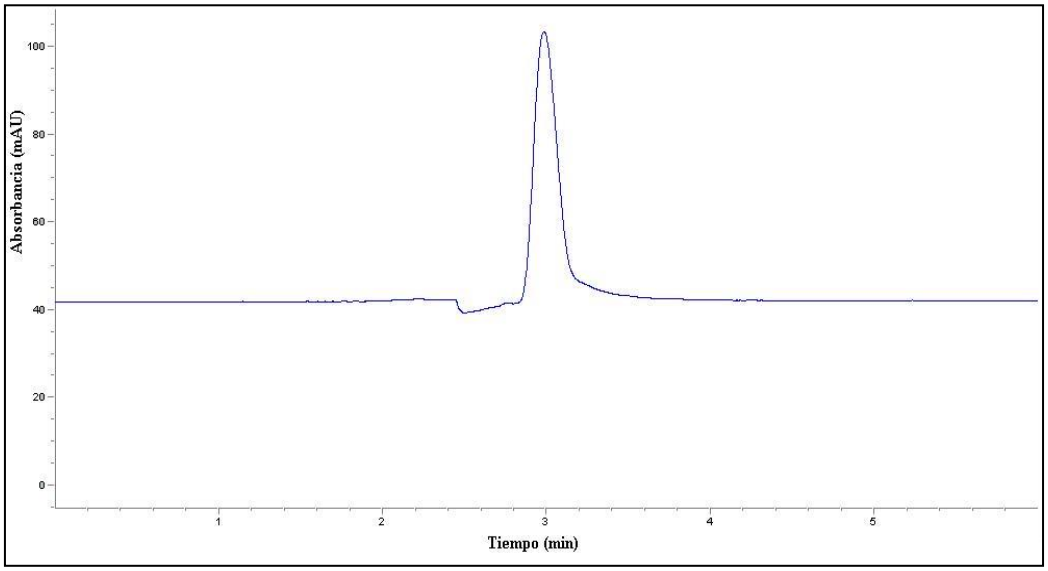


Figura V.16.Cromatograma de muestra T.

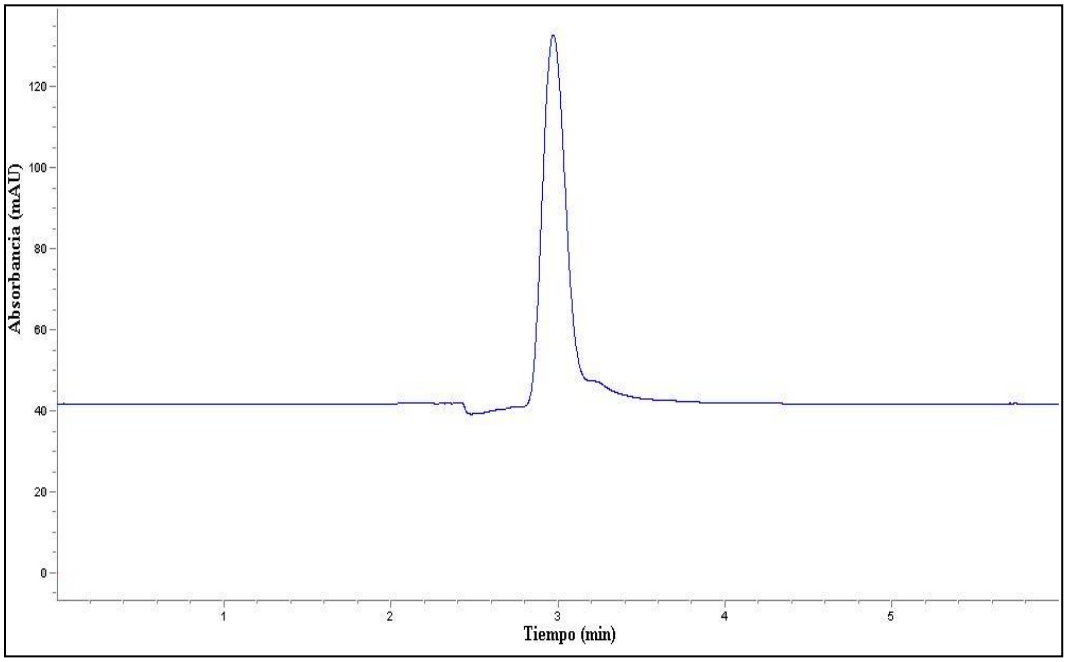


Figura V.17.Cromatograma de muestra SG.

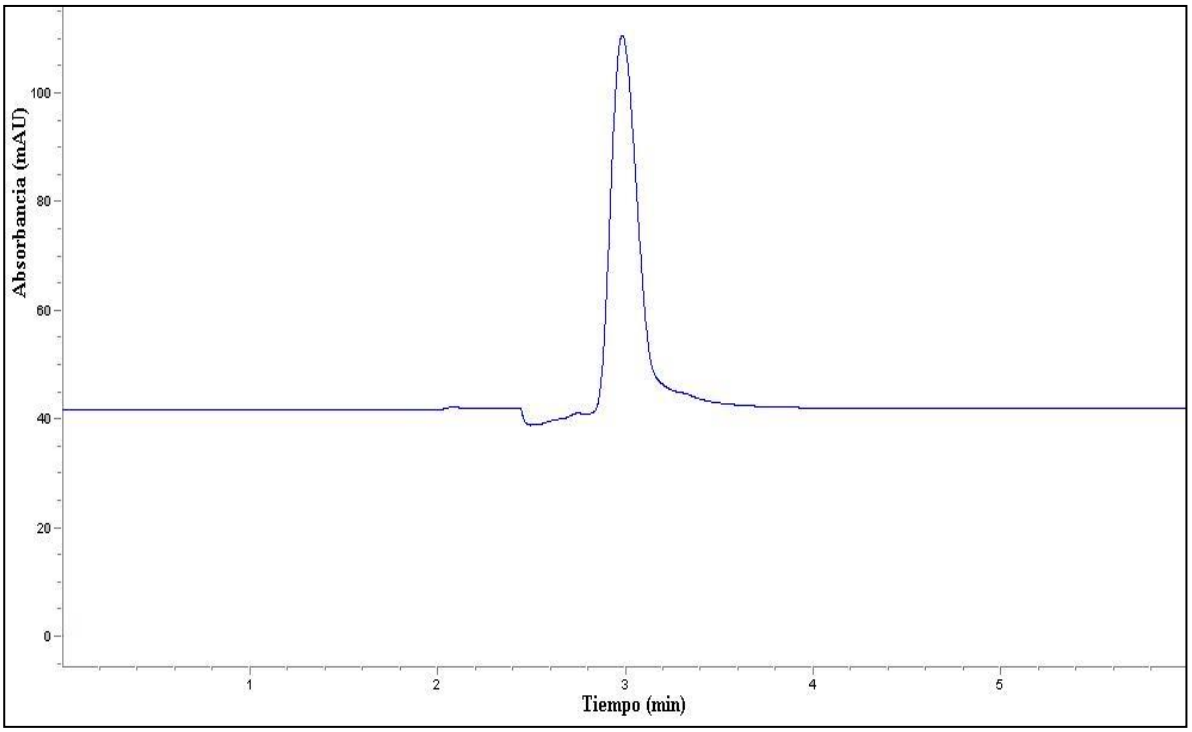


Figura V.18.Cromatograma de muestra R.

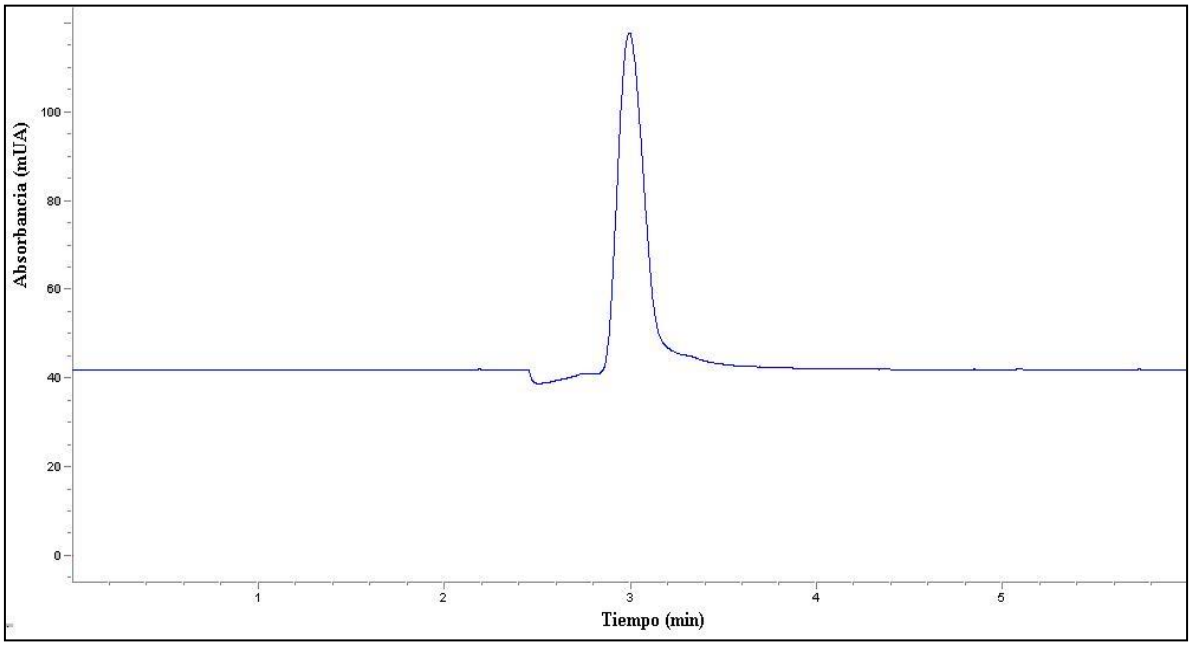


Figura V.19.Cromatograma de muestra ST.

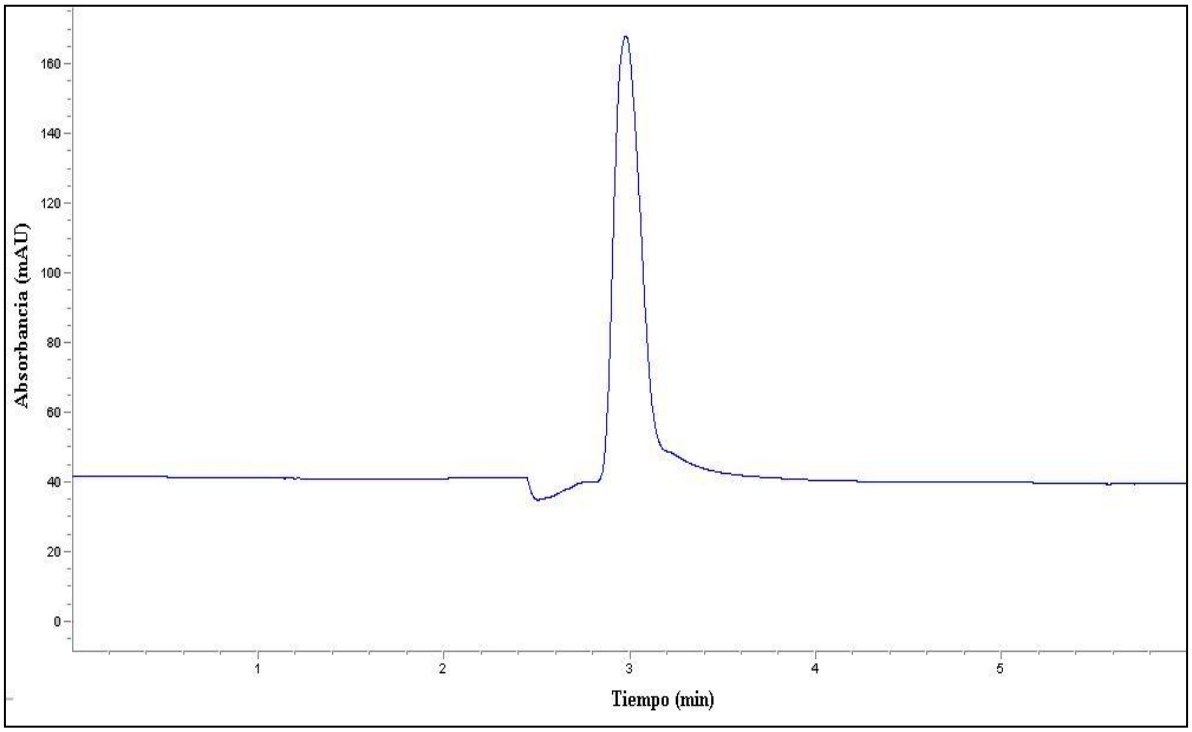


Figura V.20.Cromatograma de muestra PT.

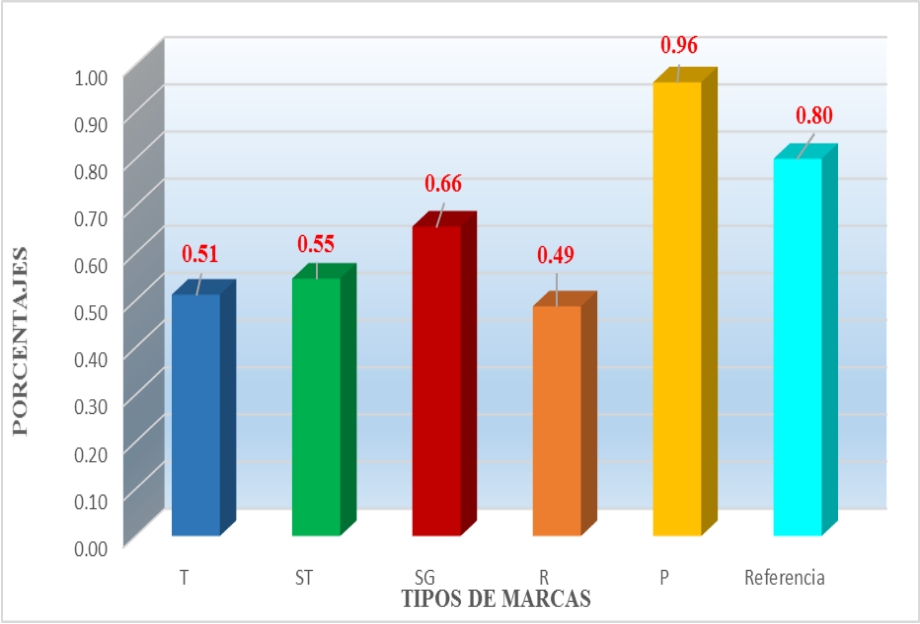


Figura V.21 Porcentajes de cafeína con respecto a las marcas de café.

En el ***figura V.21.*** Se puede observar que las 5 marcas de café tostado y molido difieren significativamente en relación al porcentaje de cafeína, siendo la marca PT la de mayor contenido de Cafeína (0.96%), seguidamente de las marcas SG (0.66%), ST (0.55%) y T (0.51%), siendo la de menor contenido de Cafeína la marca R (0.49%).

Las normas NTON 03077-07 y NSO 67.31.02:04 establecen como requisito para el café tostado y molido un mínimo de cafeína de 0.8% por lo cual se puede indicar que únicamente la marca PT cumple con la reglamentación establecida, ya que las marcas T, ST, SG, R contienen porcentajes de Cafeína inferiores a los establecidos por dichas normas.

Esto probablemente es debido a la presencia de ciertos adulterantes como los cereales que son agregados al café tostado y molido con el fin de aumentar su rendimiento y a su vez disminuye la cantidad de granos de café incorporados y por tanto la concentración de cafeína.

VI. CONCLUSIONES

Finalizadas todas las actividades experimentales y también ya realizados todos los análisis de los resultados podemos concluir que:

1) Se realizó una encuesta de consumo de café tostado y molido en los diferentes Mercados, supermercados y pulperías de la Ciudad de León, realizándose un total de 100 encuestas, (25 en cada uno de los sectores de los Mercados La terminal, La Estación, Central y Subtiava). De estas la mayoría resultó ser del sexo femenino (58%). La mayoría de los encuestados tenían entre 15 y 24 años de edad (42%), mientras que la minoría tenían entre 55 y 60 años (3%). Siendo la marca de café molido más consumida la del café T con un 33% y la menos consumida la del café SG con un 9%.
2) Se determinaron los parámetros físico-químicos de las muestras de café molido analizados encontrando que el café R tiene mayor porcentaje de humedad (6.19%) y el café SG la que tiene menor porcentaje de humedad (0.62%), determinándose que únicamente la muestra R es la que no cumple con la norma establecida. En cuanto al análisis de cenizas la muestra SG es la que tiene mayor porcentaje de ceniza (9.81%) y R la que tiene el menor porcentaje (3.2%) por lo cual se puede indicar que únicamente las marcas ST, R y PT cumplen con lo establecido, y las marcas T y SG no cumplen con el porcentaje de cenizas establecido por las normas, PT es la que tiene mayor porcentaje de grasas(21.08%) y SG la que tiene el menor porcentaje de grasas (15.18%) indicando que únicamente las marcas T, SG, y R cumplen con la reglamentación establecida, y las marcas ST y PT sobrepasan los límites permitidos, PT es la que tiene mayor acidez (1.02%) y SG el menor porcentaje de acidez (0.03%) la acidez presentada por estas muestras no provienen propiamente de café, R la que tiene mayor pH (2.02) y PT la que tiene menor pH (1.17) indicando que las muestras de café molido son menores que los pH de referencia, lo que indica que el café consumido en la ciudad de León, no cumple en su totalidad con los porcentajes especificados en las normas NTNO-03 077-07,NSO 67.31.02:04, indicando así que es un café deficiente en calidad.

3) Se cuantificó el contenido de cafeína en las muestras de café molido por cromatografía liquida de alta resolución en modo de fase reversa (HPLC), utilizando una fase móvil de Acetonitrilo: agua (80:20), con un tiempo de análisis de 3 minutos. La cuantificación se realizó mediante una recta de regresión de áreas de picos vs. concentraciones de cafeína, encontrando que la muestra PT, tiene mayor porcentaje de cafeína (0.962%) y la R la que tiene menor porcentaje (0.487%), determinándose que únicamente la muestra PT cumple con la norma NTON-03-077-07 no así las restantes.

VII. RECOMENDACIONES

Una vez finalizada la presente monografía tomando en cuenta los resultados obtenidos, así como las conclusiones de este estudio, creemos conveniente realizar las siguientes recomendaciones:

1) Realizar esta misma encuesta con un mayor número de sectores y personas encuestadas para obtener resultados más representativos.

2) Aplicar métodos estadísticos para realizar un análisis más detallado.

3) Equipar las bodegas de cristalería y de reactivos, ya que la falta de materiales fue una limitante al momento de realizar este trabajo investigativo.

4) Determinar la cafeína por el método de espectrofotometría UV-Visible y realizar una comparación entre el método de cromatografía liquida de alta resolución y el método de espectrofotometría UV-Visible con el fin de verificar cuál de los dos métodos presenta resultados con mayor eficacia.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. M. Blanco, J. Haggar, P. Moraga, J.C Madriz, G. Pavón. Morfología del café (coffea arábica), EN LOTES COMERCIALES, NIC. AGRONOMIA MESOAMERICANA 14(1):97-103:2003.
2. http://www.centrodesaluddeaguimes.com/index_htm_files/Historia%20y%20Origen%20del%20Cafe.pdf
3. S. Calle Aznar, E.M. Canal Mahia. Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales. Universidad Politécnica de Catalunya (UPC) Barcelona España 2011.
4. Instituto del café de Costa Rica (ICAFE). Guía Técnica para el cultivo del café 1ª.ed.
5. C. Marín García. G.I Puerta Quintero. Contenidos de Ácidos Clorogénicos en granos de Coffea Arábica y C. Conephora, según el desarrollo del fruto. Universidad de caldas Colombia 2008.
6. M.V. Blandón Parrilla. Monitoreo Ambiental de Sistemas Productivos. Centro Humboldt. Nicaragua 2008.
7. http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/nic96_t.pdf
8. http://www.cafeteriascafe.com/index/op/sctg/id/cafe_verde_u_oro.html
9. Ministerio de Fomento, Industrias y Comercio (MIFIC), Dirección de Política Comercial Externa (DPCE), Departamento de Análisis Económicos. Ficha Producto "Café ". Nicaragua, julio 2008.
10. Jaime Incer. Viajes Rutas y Encuentros, p.531. Orlando. Roberts. Narrative of Voyages and Excursions on the East coast and the Interior of C.A, 1827(PP.225, 241, 247).El café de Nicaragua. Forumcafe.
11. http://www.el-cafe.es/acidez-del-cafe/#sthash.9ZDX6Z1R.dpuf
12. http://www.el-cafe.es/acidez-del-cafe/#sthash.9ZDX6Z1R.dpuf....http://www.el-cafe.es/acidez-del-cafe/
13. http://www.buenastareas.com/ensayos/Determinacion-De-Cenizas/2242551.html
14. http://tienda.icontec.org/brief/NTC2558.pdf
15. Nielsen S. (edi); Food Analysis Laboratory Manual; Kluwer Academic / Plenum Publishers, Nueva York, 2003.
16. http://www.scielo.org.vc/scielo.php? Pid =SO254-07702008000200007 & script=sci-arttext.
17. http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_volum %C3%A9trico
18. Norma Técnica Nicaragüense para el café puro y tostado en grano o molido. NTON 030077-02
19. Norma mexicana. NMx-f-013-2000. Café puro tostado, en grano o molido.
20. Norma salvadoreña NSO 67.31.02:04.

IX.ANEXOS

	ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE CONSUMO DE CAFÉ

Buenos días/ tardes, somos estudiantes de la carrera de Licenciatura Química de la UNAN-León y nos encontramos realizando una investigación para la cual efectuamos una encuesta y necesitamos su colaboración.

1. **Sexo** F ☐ M ☐

2. **Edad**

1. 15 a24 años ☐ 2. 25 a 34 años ☐

3. 35 a 44 años ☐ 4. 45 a 54 años ☐

5. 55 a 60 años ☐ 6. Más de 61 años ☐

3. ¿Usted toma café?

SI ☐ NO ☐

4. ¿Qué tipo de café consume?

1. Soluble ☐ 2.Insoluble ☐

5. ¿Cuál es la marca de café que usted consume?

Café selecto ☐ Café presto ☐ Nescafe ☐ Café rico ☐

Café toro ☐ Café segoviano ☐ Campeño ☐ Otros

Otros: _____

6. ¿En qué lugar compra frecuentemente su café?

1. Supermercados ☐ 2. Mercados ☐ 3.Pulperias ☐

7. ¿Con que frecuencia compra el café?

1. Diariamente ☐ 2.Semanalmente ☐

3. Quincenalmente ☐ 4. Mensualmente ☐

8. ¿Qué factores toma en cuenta a la hora de elegir su café?

1. precio ☐ 2. Tamaño ☐ 3. Marca ☐

4. promociones ☐ 5. Publicidad ☐ 6. 2 en 1 ☐

7. por variedad ☐ 8. Cantidad ☐ 9. Otros ----------

Fig. 9.1. Hoja de cálculo de los datos de las áreas (A^2).

Pico	Concentración	Area	$(X_i-\overline{X})^2$
1	2	264	77.44
2	4	439.1	46.24
3	8	877.1	7.84
4	16	1691.2	27.04
5	24	2551.5	174.24
Media	10.8	1164.58	$\sum(X_i-\overline{X})^2$
			332.8

Fig.9.2. Hoja de cálculo de los datos de regresión simple utilizados para la determinación del contenido de cafeína.

Estadísticas de la regresión	
r	0.9999
r^2	0.9997
a	38.204
b	104.294
Sy/x	17.639
Sa	13.087
Sb	0.967
n	5
m	3

Fig.9.3.Hoja de cálculo de los datos de la ecuación de cálculo utilizada en 5.6.1.1. Para la determinación del contenido de cafeína en las muestras del estudio.

Muestra	Area	$(Y_i-\bar{y})^2$	S_i	$t^*S_i/\sqrt{m}$	ppm Cafeina	±	$t^*S_i/\sqrt{m}$	$S_{mg\ de\ Cafeina}$	mg de Café	$S_{i(\%)}$	$t^*S_i/\sqrt{m}$	% Cafeina	±	$t^*S_i/\sqrt{m}$
T 1	673.25	241405.2	0.131	0.33	6.09	±	0.33	0.0328	300.6	0.0109	0.0271	0.506	±	0.027
T2	687.75	227366.8	0.131	0.32	6.23	±	0.32	0.0326	300.9	0.0108	0.0270	0.517	±	0.027
ST1	715.55	201627.9	0.130	0.32	6.49	±	0.32	0.0325	300.5	0.0108	0.0268	0.540	±	0.027
ST2	729.24	189520.9	0.129	0.32	6.63	±	0.32	0.0324	300.3	0.0108	0.0268	0.552	±	0.027
SG1	863.09	90896.2	0.126	0.31	7.91	±	0.31	0.0316	300.8	0.0105	0.0261	0.657	±	0.026
SG2	859.94	92805.5	0.126	0.31	7.88	±	0.31	0.0316	300.5	0.0105	0.0261	0.655	±	0.026
R1	643.70	271316.0	0.132	0.33	5.81	±	0.33	0.0330	300.6	0.0110	0.0273	0.483	±	0.027
R2	653.17	261540.2	0.132	0.33	5.90	±	0.33	0.0329	300.1	0.0110	0.0272	0.491	±	0.027
PT2	**1242.42**	6059.1	0.124	0.31	11.55	±	0.31	0.0309	300.1	0.0103	0.0256	0.962	±	0.026
PT2	**1244.42**	6374.4	0.124	0.31	11.57	±	0.31	0.0309	300.3	0.0103	0.0256	0.963	±	0.026
PT1	**1231.08**	4422.3	0.124	0.31	11.44	±	0.31	0.0309	300.4	0.0103	0.0256	0.952	±	0.026
PT1	**1237.05**	5251.9	0.124	0.31	11.49	±	0.31	0.0309	300.2	0.0103	0.0256	0.957	±	0.026