

Guatemala, 15 de octubre, 2018

Señor Director
Dr. Erwin Humberto Calgua Guerra
Director General de Investigación
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Adjunto a la presente el informe final **“Evaluación de formulaciones para elaborar una bebida a partir de hoja verde de cafeto.”** con partida presupuestal 4.8.56.7.19, coordinado por el M. Sc. Aldo Antonio de León Fernández y avalado por el Instituto de Investigaciones de Suroccidente del Centro Universitario de Suroccidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Este informe final fue elaborado con base en la guía de presentación de la Dirección General de Investigación, el cual fue revisado su contenido en función del protocolo aprobado, por lo que esta unidad de investigación da la aprobación y aval correspondiente.

Así mismo, el coordinador(a) del proyecto, se compromete a dar seguimiento y cumplir con el proceso de revisión y edición establecido por Digi del **informe final y del manuscrito científico**. El manuscrito científico deberá enviarse para publicación a una revista de acceso abierto (*Open Access*) indexada y arbitrada por expertos en el tema investigado.

Sin otro particular, suscribo atentamente.

“Id y enseñad a todos”

Ing. Agr. Erick Alexander España Miranda
Coordinador del Instituto de Investigaciones de Suroccidente (IIDESO)
CUNSUROC

Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición PRUNIAN

Informe final

**Evaluación de formulaciones para elaborar una bebida a partir de
hoja verde de cafeto.**

Equipo de investigación

Coordinador: M. Sc. Aldo Antonio de León Fernández

Investigador: Ing. Henry Raúl Manríquez Godínez

Auxiliar de investigación II: TU. Carlos Enrique Boteo Benito

Guatemala, 15 de octubre de 2018

Instituto de Investigación y Desarrollo del Suroccidente - IIDESO -

Dr. Erwin Humberto Calgua Guerra
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Nombre Coordinador del Programa de Investigación
Inga. Alim. Liuba Cabrera de Villagran

Nombre del coordinador del proyecto
Ing. Aldo Antonio de León Fernández

Nombre del investigador
Ing. Henry Raúl Manríquez Godínez

Nombre del auxiliar de investigación II
T.U. Carlos Enrique Boteo Benito

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2018. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Partida Presupuestaria 4.8.56.7.19 durante el año 2018 en el Programa Universitario de Investigación de Nutrición y Alimentación

Financiamiento aprobado por Digi: Q77,912.00 Financiamiento ejecutado: 96%

Índice

	Página
1. Resumen	1
2. Palabras clave	1
3. Abstract	2
4. Introducción.....	3
5. Planteamiento del problema.....	4
6. Preguntas de investigación	5
7. Delimitación en tiempo y espacio	5
8. Marco teórico.....	6
8.1 Generalidades.....	6
8.2 El cafeto.....	6
8.2.1 Características del cafeto variedad Robusta	6
8.2.2 Propiedades del cafeto	7
8.2.3 La cafeína.....	8
8.2.3.2 Niveles de consumo de cafeína	8
8.3 Infusiones.....	9
8.4 La bebida de té	10
9. Estado del arte.....	11
10. Objetivo general.....	13
11. Objetivos específicos.....	13
12. Hipótesis.....	13
13. Materiales y métodos.....	14
13.1 Enfoque y tipo de investigación.....	14
13.2 Recolección de información.....	14
13.3 Para investigación cuantitativa.....	16
13.4 Operacionalización de las variables o unidades de análisis.....	17
13.5 Procesamiento y análisis de la información.....	18
14. Vinculación, difusión y divulgación.....	19
15. Productos, hallazgos, conocimientos o resultados.....	20

16. Análisis y discusión de resultados.....	22
17. Conclusiones.....	23
18. Impacto esperado.....	24
19. Referencias.....	25
20. Apéndice.....	28

Índice de Tablas

		Página
Tabla No. 1	Operacionalización de variables.....	17
Tabla No. 2	Valores promedio de las formulaciones.....	20
Tabla No. 3	Resultados de la prueba de Friedman's.....	20
Tabla No. 4	Resultados de laboratorio Físicoquímico.....	21
Tabla No. 5	Resultados de evaluación sensorial, Color.....	30
Tabla No. 6	Resultados de evaluación sensorial, Olor.....	31
Tabla No. 7	Resultados de evaluación sensorial, Sabor.....	32

Apéndice

	Página
A1. Boleta de evaluación sensorial.....	28
A2. Tabla No. 5 Resultados de evaluación sensorial, Color.....	30
A3. Tabla No. 6 Resultados de evaluación sensorial, Olor.....	31
A4. Tabla No. 7 Resultados de evaluación sensorial, Sabor.....	32
A5. Resultados del Test de Friedman´s y Cramer´s	33
A6. Resultados de laboratorio de Análisis proximal.....	34
A7. Resultados de laboratorio de Flavonoides y Cafeína.....	35

Evaluación de formulaciones para elaborar una bebida a partir de hoja verde de cafeto.

1. Resumen

Para la realización de esta investigación se utilizaron las hojas de la planta de café de la variedad Café Robusta que es cultivada en Finca Chitalón, del departamento de Suchitepéquez, Guatemala. Las hojas se sometieron al proceso de marchitado, enrollado, fermentado y deshidratado, para luego elaborar siete formulaciones para preparación de las bebidas correspondientes, las cuales fueron sometidas a evaluación sensorial, mediante un panel de catación de 17 individuos entrenados, usando para el efecto cinco repeticiones, y una escala hedónica de siete puntos, determinando la preferencia por la formulación que contenía 2.5 g de hoja de café.

El análisis proximal de la bebida con mejores características sensoriales para consumo humano indicó 0,03% de extracto etéreo, 0,10% de fibra cruda, 0,05% de proteína y 0,10% de cenizas.

Asimismo en la bebida la concentración de flavonoides expresados como ácido clorogénico presentó un valor de 0,0375% (p/v) con una desviación estándar de 0,0004 y la concentración de cafeína un valor de 1,8987% (p/v) con una desviación estándar de 0,0468.

Encontrándose todos los valores de las determinaciones dentro del rango de los valores reportados en la literatura como apto para consumo humano.

Esta investigación se realizó en el Centro Universitario de Suroccidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2. Palabras clave

Infusión, café, té, robusta, alternativa.

3. Abstract and keyword

For the realization of this research the leaves of the coffee plant of the variety Robust Coffee that was cultivated in Finca Chitalón, Mazatenango, Suchitepéquez were used. The leaves were subjected to the process of withered, curled, fermented and dehydrated, to then prepare 7 formulations for preparation of the corresponding beverages, which were subjected to sensory evaluation, by means of a panel of tasting of 17 trained individuals, using for this purpose 5 repetitions, and a hedonic scale of 7 points, determining the preference for the formulation that contained 2.5 g of coffee leaf.

The proximal analysis of the drink with better sensory characteristics as food indicated 0.03% ethereal extract, 0.10% crude fiber, 0.05% protein and 0.10% ash.

Also in the drink the concentration flavonoids expressed as chlorogenic acid presented a value of 0.0375% (w / v) with a standard deviation of 0.0004 and the caffeine concentration a value of 1.8987% (w / v) with a standard deviation of 0.0468.

Finding all the values of the determinations within the range of values reported in the literature as suitable for human consumption.

This research was carried out in the University Center of Suroccidente of the University of San Carlos of Guatemala.

Keyword: Infusion, coffee, tea, robust, alternative.

4. Introducción

Guatemala es un país relativamente pequeño, aunque con una abundante variedad de zonas geográficas de ecosistemas propios bien diferenciados, microclimas variados y suelos de gran riqueza mineral, únicos para la práctica de la caficultura (Forum del Café, 2016).

El cafeto contiene un número de sustancias bioquímicamente activas; una de las más importantes y conocidas es la cafeína, responsable de la estimulación cognitiva (tiempo de reacción, atención, funciones de ejecución y vigilancia, juicio y toma de decisiones) y física (resistencia, consistencia y explosividad) en los seres humanos (McLellan, Caldwell, & Lieberman, 2016).

Una cualidad importante con respecto al cafeto es el desaprovechamiento de la hoja para consumo humano; muchas son las alternativas que se tienen o proveen sobre éstas, a tal caso de brindar ricos nutrientes al utilizarse como abono orgánico. Sin embargo, una infusión de dicha hoja vendría a cambiar el sentido de la planta, después de todo, la popularidad de las infusiones va en aumento, esto debido a sus propiedades saludables y su potencial antioxidante atribuidas a la alta cantidad de flavanoles presentes en las mismas (Sotos-Prieto *et al*, 2010).

La utilización de las hojas de la planta de cafeto de la variedad Café Robusta fueron sometidas al proceso de marchitado, enlulado, fermentado y deshidratado, para elaborar siete formulaciones para preparación de las bebidas, que fueron sometidas a evaluación sensorial, mediante un panel de catación de 17 individuos entrenados, usando para el efecto cinco repeticiones, y una escala hedónica de siete puntos, determinando la preferencia por mejores características sensoriales y la determinación de su composición química y fisicoquímica para consumo humano.

Esta investigación fue realizada en el Centro Universitario de Suroccidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, cuyos resultados y conclusiones se presenta a continuación.

5. Planteamiento del problema

El café nacional, es muy cotizado en los mercados internacionales debido a su calidad, la cual proviene de su origen y esencialmente a las diferentes altitudes de la geografía nacional guatemalteca que permiten el cultivo de café de altura (calidad), la variedad de microclimas con patrones de lluvia altamente beneficiosos para cultivo del café, suelos ricos en minerales, abundantes fuentes de agua, son algunas de las variables que hacen especiales respecto a la diferencia en las características de fragancia, aroma, acidez, cuerpo, sabor y post sabor, de los cultivos de café de Guatemala

El café ingerido como una bebida cuenta con grandes propiedades. Es de amplio conocimiento los beneficios que producen el consumir este grano dorado, pero, además, su ingesta regular puede considerarse de uso medicinal. (Asociación Nacional del Café, 2014)

A pesar de esas grandes características que presenta el café, todavía existe controversia acerca de la relación entre el consumo de café con cafeína y el riesgo de hipertensión y subsecuentes enfermedades cardiovasculares.

Tomar bebidas elaboradas a base de infusión se convirtió en una tradición y un remedio útil e interesante para tratar infinidad de trastornos, molestias e incluso enfermedades (Pérez, 2016).

En la actualidad, es normal que las personas consuman infusiones de plantas medicinales y aromáticas, lo que estaría muy influenciado por el uso tradicional de las plantas a su vez por las propiedades que estas transfieren al organismo (Gastaldi, Van Baren, Lira, Bandoni, 2016).

Actualmente se tiene un desaprovechamiento de la planta del cafeto ya que únicamente se utilizan las semillas y se pierde la hoja por desconocimiento de algún uso de las mismas, por lo que se pretende presentar desde la perspectiva innovadora una bebida a partir de la hoja verde de cafeto de la variedad Robusta.

6. Preguntas de investigación

¿Cuál bebida formulada a partir de hoja verde de cafeto presenta las mejores características sensoriales?

¿Cuál bebida formulada a partir de hoja verde de cafeto presenta composición química y fisicoquímica aceptable para su consumo?

7. Delimitación en tiempo y espacio

Esta investigación se realizó en el Centro Universitario de Suroccidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, utilizando como materia prima las hojas de cafeto de la variedad Café Robusta que es cultivada en Finca Chitalón, Mazatenango, Suchitepéquez. La investigación tuvo una duración de seis meses.

8. Marco teórico

8.1 Generalidades

En general cuando se tienen excesivas actividades se reduce la ingesta de agua y las comidas no tienen un horario específico, lo cual provoca un desequilibrio. Tal motivo, conlleva a las personas a ingerir menos alimentos ricos en fibra, los cuales favorecen el tránsito intestinal y aumentan el consumo de comida rápida, ricas en grasas saturadas, desfavoreciendo una sana ingesta de alimentos.

Una de las formas más comunes por las cuales las personas se mantienen activas es a través del consumo de suplementos alimenticios, pero tomar suplementos también puede implicar riesgos para la salud.

Algunos de los suplementos pueden ser: Vitamina D, Calcio, Aceite de pescado, Ginseng, Té verde, entre otros. (FDA. U. S. Food & Drug, 2017)

8.2 El cafeto

Guatemala es un país relativamente pequeño, aunque con una abundante variedad de zonas geográficas de ecosistemas propios bien diferenciados, microclimas variados y suelos de gran riqueza mineral, únicos para la práctica de la caficultura. Asimismo, es el mayor productor de café de Centroamérica. En este país se cultiva básicamente café arábica la mayor parte del cual, cerca del 90%, se vende al exterior como café de calidad (Forum del Café, 2016).

Debido a su sabor y aroma el café guatemalteco ha tenido durante décadas el reconocimiento mundial como uno de los mejores cafés del mundo, Colombia por ejemplo es otro de los países que cuenta con esta importante mención (Palacios Hernández, 2011).

En Guatemala se cultivan básicamente variedades de la especie *Coffea canephora*, que es la menos difundida en el mundo. Para Guatemala esta especie representa un aporte de 1% de la producción de exportación. (Asociación Nacional del Café, 2014)

8.2.1 Características del cafeto variedad Robusta

El Robusta representa la variedad “tipo” de la especie *Coffea arabica*. Es un arbusto grande y vigoroso, rebasa los 4 metros de altura. Los brotes de recepa alcanzan hasta los 3.50

metros. Los cafetos emiten de tres a cinco ejes verticales, con cierta inclinación lateral. Las ramas laterales son largas, con poca ramificación secundaria, hojas de forma variable, entrenudos largos. El fruto es pequeño, casi esférico, agrupándose en nudos “apretados” de 15 a 25 frutos, la pulpa es bastante delgada (Anacafé, 2014).

El Robusta se comporta muy bien en las altitudes de 1,500 a 2,500 pies. Esta variedad representa un mínimo porcentaje de la producción nacional, sin embargo, a partir del desarrollo del injerto Reyna, se ha constituido en un valioso material para patrón de injertos, presentando condiciones de resistencia y/o tolerancia a plagas del suelo, particularmente a los nemátodos (Anacafé, 2014).

8.2.2 Propiedades del café

El café ingerido como una bebida cuenta con grandes propiedades. Es de amplio conocimiento los beneficios que producen el consumir este grano dorado, pero, además, su ingesta regular puede considerarse de uso medicinal (Asociación Nacional del Café, 2014).

- Para el estreñimiento: en ocasiones se recomienda tomar una taza de café muy cargado y sin azúcar o endulzantes, pues ayuda a estimular los procesos digestivos.
- Jaqueca, tos ferina, resfriados: tomar café caliente, mejor aún con unas gotas de limón y endulzado con miel alivia los síntomas de la tos y los resfriados.
- Abscesos, tumores: las hojas tiernas del cafeto se aplican a manera de cataplasma para ayudar a supurar abscesos y tumores. También es efectivo si se trituran y maceran las hojas para formar la cataplasma.
- Gota: el consumo regular de café previene la gota. Posee propiedades vasodilatadoras.
- Memoria: el café, gracias a su contenido de cafeína y siempre tomado en dosis moderadas, al ser estimulante del sistema nervioso central, facilita la asimilación de la información, mejorando el proceso de memorización.
- Depresión: el consumo de café aumenta el nivel de endorfinas, generando una sensación de bienestar.

8.2.3 La cafeína

La cafeína es la droga psicoactiva más ampliamente consumida en el mundo. Fuentes naturales de cafeína incluyen el café, té y chocolate. Cafeína sintética también se agrega a los productos para promover la excitación, estado de alerta, energía y estado de ánimo elevado (Temple *et. al.*, 2017).

Muchas ocupaciones requieren de la función física y cognitiva óptima para asegurar el éxito, la seguridad y la productividad en el trabajo. En estas circunstancias, que puede incluir el sueño restringido, la administración repetida de la cafeína es una estrategia eficaz para mantener las capacidades físicas y cognitivas.

La mayoría de las actividades del mundo real requieren toma de decisiones complejas, procesamiento y movimiento motor. En este sentido la cafeína ejerce efectos en el estado de alerta, la vigilancia, la atención, el tiempo de reacción y atención, pero se observan efectos menos consistentes en la memoria y en la función ejecutivo de orden superior, como el juicio y la toma de decisiones. Asimismo, efectos sobre el rendimiento físico en una gran variedad de métricas de rendimiento físicos tales como el tiempo de agotamiento, el tiempo de prueba, la fuerza muscular y la resistencia. (McLellan, Caldwell, & Lieberman, 2016)

8.2.3.1 Niveles de consumo de cafeína

La cafeína se consume en general en cantidades de menos de 300mg por día; sin embargo, la cafeína no se acumula en el cuerpo, por lo que sus efectos son transitorios y de corta duración.

- Consumidores de una cantidad pequeña de cafeína: menos de 200mg al día
- Consumidores de una cantidad moderada de cafeína: 200 – 400mg al día
- Consumidores de una cantidad elevada de cafeína: más de 400mg al día

El que los efectos de la cafeína sean o no fisiológicamente importantes (o incluso perceptibles) depende de una serie de factores. Cada persona reacciona de un modo diferente a la cafeína (Organización Internacional del Café, 2017)

8.3 Infusiones

Las infusiones son bebidas totalmente sanas, saludables y naturales que permiten disfrutar de todos los beneficios y propiedades de las plantas, desde épocas milenarias, tomar bebidas elaboradas a base de infusión se convirtió en una tradición y un remedio útil e interesante para tratar infinidad de trastornos, molestias e incluso enfermedades (Pérez, 2016).

De las plantas se sabe que conforme pasa el tiempo, estas tienen modificaciones en su estructura así también las tiene el suelo donde se cultivan, siendo ambos dependientes de las condiciones ambientales. Tal, es el caso, que las plantas van adaptándose a condiciones químicas del suelo (salobridad, acidez, alcalinidad, entre otros) de una determinada región geográfica, así como a las condiciones físicas (temperatura, vientos, regímenes de lluvia, entre otros) de la misma región (Ugarte Gómez, Reyes Rojas, & Paredes Choque, 2015)

En la actualidad, es normal que las personas consuman infusiones de plantas medicinales y aromáticas, lo que estaría muy influenciado por el uso tradicional de las plantas a su vez por las propiedades que estas transfieren al organismo (Gastaldi *et. al.*, 2016).

La administración de infusiones a base de hierbas o plantas debe ser objeto de un estudio adicional para evaluar los efectos secundarios a corto y largo plazo. Las plantas se hallan entre las principales ingestiones accidentales con más frecuencia, la mayoría, plantas caseras y de jardín, sólo una fracción implica una amenaza tóxica grave. (García de Varona, Morales, & Paulino Basulto, 2006)

Muchos son los motivos por los cuales las personas consumen infusiones, sin embargo, en términos generales, estas bebidas son administradas con un fin terapéutico y/o medicinal; uno de los principales es el estrés, el cual es uno de los factores externos más frecuentes que inhibe los mecanismos de defensa en los pulmones, provocando alteraciones, dentro de éstas, la más común se tiene la congestión naso-respiratoria con lo cual la condición corporal se reduce asimismo decae el estado de ánimo y con ello disminuye la capacidad de concentración. (Moreno Mendoza, Parada Palacios, Mejía Valencia, & Espinoza Madrid, 2013)

El uso terapéutico de hierbas y plantas consideradas en muchas ocasiones medicinales seguirá con toda probabilidad creciendo en los países desarrollados en un futuro próximo.

Este hecho plantea un importante desafío a las autoridades sanitarias y promoverá cambios en la legislación reguladora, tendentes a homogeneizar las exigencias entre países. (Andrade, Lucena, & García Cortés, 2002)

8.4 La bebida de té

La bebida de té es un producto que se obtiene, en su forma milenaria, de diferentes variedades de una laurácea taxonómicamente clasificada como *Camellia sinensis* (té chino) (Valenzuela, 2004). Sin embargo, antes de que fuese una bebida, el té fue una medicina (Kakuzo, 2010). Se puede decir, que la primera intención al utilizar la planta de té fue de corregir con su infusión las aguas que decían ser amargas, salitrosas y de mal gusto (Lavedan, 1796).

El té después del agua es la bebida de mayor consumo a nivel mundial. El té es una bebida de gran consumo y muchos de sus componentes se asocian con beneficios para la salud (Valenzuela, 2004).

El consumo de esta bebida se ha incorporado más recientemente por la presencia y la popularidad acrecentadas por sus propiedades saludables y su potencial antioxidante atribuidas a la alta cantidad de flavanoles y catequinas presentes en el mismo (Sotos Prieto *et al*, 2010).

9. Estado del arte

El café está compuesto por más de 1000 sustancias químicas distintas y existen variaciones importantes en la concentración de estos componentes según la variedad de café y el grado de tostado. (Gotteland, M. & de Pablo, S., 2007)

En un estudio realizado en Colombia, Puerta Q., (2011) determina que la variedad Robusta se destaca por tener mayor contenido de polisacáridos, cafeína, ácidos clorogénicos y cenizas.

Al principio la bebida se obtenía con la infusión de las hojas, el pericarpio y la pulpa seca. Sin embargo, en algún momento se empezó a producir a partir de semillas tostadas, aunque no se conoce muy bien cuando (Mansfeld World Database, 2014).

Puerta Q. (2011), indica que una taza de café es resultado de diversos factores como la especie, la madurez, la fermentación, el secado, el almacenamiento, la tostación y el método de preparación de la bebida, lo que se manifiesta en la composición química y en la calidad del sabor, acidez, cuerpo, amargo, dulzor y aromas de la bebida.

Una taza de café arábica filtrado preparado con 7 g/ 100 mL agua, contiene ácido clorogénico 100 mg y cafeína 90 mg. (Puerta Q. 2011)

Mondolot *et. al.*, (2006) expresa que hay relativamente pocos estudios relacionados con el contenido de metabolitos de las otras partes de la planta de café, como las hojas.

Conservar los componentes de las hojas; una forma es procesándolas como infusiones que son bebidas muy consumidas en todo el mundo (Tonguino, 2011) y son atractivas por su aroma y sabor específicos (Valarezo y García, 2008).

La medida correcta de hebras para preparar una taza de infusión es de entre 2,5 y 3 gramos, pero esto puede variar dependiendo del gusto personal de cada uno y del tipo de té que se prepare. (Bisogno, 2015)

Los beneficios potenciales para la salud del "té" de hojas de café, y bebidas y productos masticatorios hechos de las partes carnosas de la fruta del cafeto, son respaldados por los hallazgos sobre la base de la alta acumulación de compuestos fenólicos en las hojas de café, aunque la influencia acumulada de estos compuestos en el cuerpo humano requerirían más investigación (Annals of Botany, 2012).

En cuanto a la cafeína los efectos de ésta sean o no fisiológicamente importantes dependen de una serie de factores y cada persona reacciona de un modo diferente a la cafeína (Organización Internacional del Café, 2017).

De acuerdo a Ludwin *et. al.* (2014), la cafeína, al absorberse y ser transformada en sus metabolitos exhibe una variedad de efectos fisiológicos. La mayoría de ellos son ejercidos como resultado de su interacción con receptores cerebrales, lo que origina una estimulación del sistema nervioso y es causa de la adicción a la misma.

Con más de 5000 compuestos, los flavonoides son el grupo más importante dentro de esta clasificación, dividiéndose en varias subclases, (Harborne, JB., 1993), los polifenoles son los más distribuidos en las plantas, son de bajo peso molecular que comparten el esqueleto común de difenilpiranos dando lugar a flavonoles, flavonas, flavanonas, flavanololes, isoflavonoides, catequinas, calconas, dihidrocalconas, antocianidinas, leucoantocianidinas o flavandiol y proantocianidinas o taninos condensados (taninos no hidrolizables). (Hertog MGL, Hollman PCH, Van de Putte B. 1993)

Entre los compuestos fenólicos con una reconocida actividad antioxidante destacan los flavonoides, los ácidos fenólicos (principalmente hidroxicinámico, hidroxibenzóico, caféico, clorogénico) y se encuentran en vegetales, vinos, frutas, té. (Pratt DE y Hudson B.J.F., 1990)

Existe una gran variedad de compuestos fenólicos de origen vegetal que pueden tener importantes aplicaciones en la prevención y en el tratamiento de enfermedades tales como la enfermedad cardiovascular, el cáncer, la úlcera duodenal y gástrica, procesos patológicos de carácter inflamatorio, fragilidad vascular, infecciones etc. (Martínez- Valverde, Isabel, Periago, María Jesús, & Ros, Gaspar., 2000).

10. Objetivo general.

- Evaluar diferentes formulaciones para la manufactura de una bebida a partir de la hoja verde de cafeto.

11. Objetivos específicos

- Determinar la formulación que presenta las mejores características sensoriales.
- Determinar la composición química y fisicoquímica de las formulaciones.

12. Hipótesis

- Al menos una formulación a partir de hoja verde de cafeto ofrece una bebida con características sensoriales y composición química y fisicoquímicas aceptables.

13. Materiales y métodos

13.1 Enfoque y tipo de investigación

Esta investigación se realizó con un enfoque cuantitativo, que permitió probar la hipótesis respecto a ofrecer una bebida formulada a partir de hoja del café.

Es descriptiva y explicativa, ya que da a conocer como innovación el aprovechamiento de la hoja verde del café, disponiendo los resultados a nuevos estudios de investigación.

13.2 Recolección de información

- **Recolección**

El proceso de recolección se llevó a cabo seleccionando las hojas que presentaban madurez, que es cuando poseen altos niveles de nutrientes. Se cortaron y se transportaron para la limpieza y pesaje previo al proceso.

- **Procesamiento de materia prima**

Marchitado

La deshidratación parcial de las hojas tuvo como finalidad hacerlas maleables en el enrulado, así como provocar cambios químicos intencionados tales como la reducción de humedad oscilante entre 55-58%, aumento en la cafeína, azúcares solubles y aminoácidos, cambios en la proporción de ácidos orgánicos y la actividad de enzimas de las hojas. Esta etapa del proceso tuvo una duración de 18 horas.

Enrulado

El objetivo principal del enrulado fue la ruptura y distorsión de las hojas de café por medio del método manual de rasgado permitiendo el contacto enzimas-sustrato, provocando cambios por la torsión de las hojas y la mezcla de los componentes celulares dando inicio al proceso de oxidación.

Fermentado

Luego de iniciado el proceso de oxidación, en esta etapa se dio el pardeamiento enzimático (fermentación) provocando cambios químicos en los constituyentes de las hojas principalmente en la coloración y en los polifenoles, estos últimos se oxidan y se condensan. Esta etapa se llevó a cabo por exposición de las hojas al aire, por espacio de 2 horas, bajo condiciones de temperatura y humedad ambientales.

Secado

En esta etapa se tuvo como objetivo detener el pardeamiento enzimático (fermentación) y deshidratar el producto reduciendo la humedad entre 3 a 4% aproximadamente, el producto adquiere su apariencia y color característicos. Una parte de los azúcares se caramelizan y los polifenoles sufren epimerización. Otro objetivo de esta etapa es conservar la calidad del producto para la etapa de almacenamiento. Esta etapa se efectuó a través de la exposición del producto a una corriente de aire caliente, por espacio de 30 minutos dentro de un secador, con una temperatura del horno de 105° C.

Limpieza y clasificación

Se eliminó el polvo y la fibra, en esta etapa se efectuó una clasificación en diferentes grados o tipos de acuerdo al tamaño que presenta el producto.

- **Formulaciones**

Para preparar las formulaciones de las bebidas a partir de a partir de hoja verde de cafeto, se tomó como referencia las bolsitas flotadoras comerciales que se presentan con un peso entre 1.8 a 3.8 gramos, por lo que para esta investigación se procedió a evaluar con un peso entre 1.0 a 4.0 g con una variación de 0.5 g entre formulación, quedando de la siguiente manera:

Cuadro No. 1

Formulaciones (F) para elaborar bebida a partir de la hoja verde de cafeto.

Fórmulas	Gramos	Código
F1	1.0	327
F2	1.5	153
F3	2.0	515
F4	2.5	210
F5	3.0	477
F6	3.5	896
F7	4.0	621

Cada una de las formulaciones se preparó en un volumen de agua de 150 mL, a una temperatura de 85° C, dejándolo en reposo durante 5 minutos.

- Evaluación sensorial

Las 7 formulaciones fueron evaluadas mediante un panel de catación de 17 individuos entrenados, para medir el nivel de aceptación, se utilizaron 5 repeticiones, y una escala hedónica de 7 puntos, utilizando la boleta que se presenta en apéndice 1 (p. 35).

13.3 Para investigación cuantitativa

La ubicación del muestreo se realizó en Finca Chitalón, que se encuentra aledaña al Centro Universitario de Suroccidente, y que tiene en cultivo la variedad Café Robusta. De cada una de las plantas disponibles para la investigación, se seleccionaron las ramas centrales y de éstas se cortaron las hojas ubicadas longitudinalmente en el centro, para garantizar que las mismas presentaran madurez fisiológica.

13.4 Operacionalización de las variables o unidades de análisis

Tabla No. 1
Operacionalización de variables

Objetivo específicos	Variables	Técnicas	Instrumentos	Medición o cualificación
1) Determinar la formulación que presenta las mejores características sensoriales.	1. Color 2. Olor 3. Sabor	1. Observación 2. Inhalación 3. Degustación	1. Boletas de evaluación sensorial	Los resultados fueron expresados en valores numéricos que van desde 1 hasta 7
2) Determinar la composición química y fisicoquímica de la formulación que presente las mejores características sensoriales	1. Materia seca 2. Humedad 3. Proteína total 4. Fibra cruda 5. Extracto etéreo 6. Cenizas 7. Extracto libre de nitrógeno 8. Cafeína 9. Flavonoides (como ácido clorogénico)	1. AOAC:930.1 5 2. AOAC:15th Edition 1990 3. AOAC:976.0 5 4. AOAC:962.0 9 5. Bateman 9.110 6. AOAC:942.0 5 7. Bateman 10.200 8. AOAC 925.17	1. Equipo de laboratorio 2. Pipetas. 3. Probetas 4. Varilla de agitación 5. Entre otros.	Todos los resultados se expresan en porcentaje (%)

13.5 Procesamiento y análisis de la información

Debido a que se utilizó una escala de 7 clasificaciones, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman.

El primer paso en el procedimiento fue ordenar las k observaciones de tratamiento dentro de cada bloque. Los empates se trataron en la forma usual; es decir, reciben un promedio de los rangos ocupados por las observaciones empatadas.

Las sumas de rango T_1, T_2, \dots, T_k se obtuvieron entonces y el estadístico de prueba

$$F_r = \frac{12}{bk(k+1)} \sum T_i^2 - 3b(k+1)$$

se calculó. El valor del estadístico F_r está en un mínimo cuando las sumas de rango son iguales, esto es, $T_1 = T_2 = \dots = T_k$ y aumenta en valor cuando aumentan las diferencias entre las sumas de rango. Cuando el número k de tratamientos o el número b de bloques sea mayor a cinco, la distribución muestral de F_r puede ser aproximada por una distribución χ^2 cuadrada con $(k-1)$ gl. Por tanto, al igual que para la prueba H de Kruskal-Wallis, la región de rechazo para la prueba F_r está formada por valores de F_r para los cuales

$$F_r > \chi^2_{\alpha}$$

Cada variable color, olor y sabor, se analizó en forma independiente y mediante una comparación de medias se obtuvo la respuesta general en cuanto a la infusión recomendable.

14. Vinculación, difusión y divulgación

Se realizó contacto con reporteros del programa Línea Informativa perteneciente al sistema de Cable DX, para hacer la entrevista respectiva el jueves 8 de marzo sobre la divulgación del proyecto en el programa de proyección local y regional. Durante esa entrevista fueron presentados los objetivos del proyecto, esto por estar en ese momento en fase inicial del mismo. Refiriendo la secuencia gráfica presentada en el programa televisivo en anexos.

15. Productos, hallazgos, conocimientos o resultados

- Las 7 diferentes formulaciones para preparar la infusión de hoja de cafeto fueron sometidas a evaluación sensorial con 17 panelistas capacitados, utilizando una escala de 7 puntos, evaluando los aspectos color, olor y sabor, los resultados promedio por aspecto se presentan a continuación:

Tabla No. 2

Valores promedio de cada una de las formulaciones por aspecto evaluado por los 17 panelistas

Código de formulación	Color	Olor	Sabor
327	24.82	24.24	24.00
896	23.88	26.00	23.00
153	25.65	25.24	23.76
477	25.47	25.41	24.47
621	24.06	25.94	22.71
515	26.18	24.71	25.94
210	26.71	26.59	26.71

Los datos obtenidos de la evaluación sensorial fueron analizados por medio de la prueba de Friedman's, para determinar diferencia significativa entre cada una, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla No. 3

Resultados de la prueba de Friedman's

Friedman's Test	Tratamientos	Aspectos Sensoriales	Color	Olor	Sabor
Alpha	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
H-stat	9.1429	5.7857	13.248	8.1681	21.2584
Df	6	2	6	6	6
p-value	0.1657	0.0554	0.0393	0.226	0.00165
Sig	no	no	si	no	si

- Mediante la evaluación sensorial se determinó la preferencia de la formulación que contenía la cantidad de 2.5 gramos de hoja de cafeto, constituyéndose en la formulación con mejores características sensoriales.
- La formulación con mejores características sensoriales presenta la siguiente composición:

Tabla No. 4

Resultados de laboratorio Físicoquímico de la bebida
con mejores características sensoriales.

Componente	Cantidad
Agua	98.89%
Extracto Etéreo	0.03%
Fibra Cruda	0.10%
Proteína	0.05%
Cenizas	0.10%
Ácido Clorogénico	0.0375% (p/v)
Cafeína	1.8987% (p/v)

p/v = relación en porcentaje entre el peso del soluto y el volumen de la solución

Fuente: Informe de Laboratorio de Bromatología.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. USAC.

Informe de Laboratorio de Investigación de Productos Naturales.

LIPRONAT. USAC. Apéndice 6 y 7 (p. 34, 35)

16. Análisis y discusión de resultados

16.1 Determinación de la formulación que presenta las mejores características sensoriales

Las 7 diferentes formulaciones para preparar la infusión de hoja de cafeto fueron sometidas a evaluación sensorial con panelistas capacitados, utilizando una escala de 7 puntos, evaluando los aspectos color, olor y sabor, posteriormente se tabularon los datos obtenidos en las boletas y analizados mediante el Test de Friedman's, el cual presentó una diferencia estadística en los atributos de color y sabor, no obstante para confirmar dicho resultado se aplicó el Test de Cramer's para color y sabor, obteniéndose como resultado una relación muy pobre entre las variables.

Por lo tanto para la determinación de la formulación con mejores características sensoriales se utilizó la comparación de medias, de la cual se determinó la preferencia por la formulación codificada con el número 210, que contenía la cantidad de 2.5 gramos de hoja de cafeto, valor que según Visogno, (2015), es la medida correcta para preparar una taza de infusión, constituyéndose en la formulación con mejores características sensoriales, como puede verse en la sección de resultados las tablas No. 2, donde se evidencia claramente que presenta la media más alta en los tres aspectos.

16.2 Determinación de la composición química y fisicoquímica de la formulación que presentó las mejores características sensoriales

La bebida como tal está constituida en 98.80% de agua, muy similar a una taza de café como lo presenta Puerta, (2011), prácticamente es una bebida libre de grasa bruta ya que presenta un extracto etéreo de 0.03%, valor menor que el de una taza de café según Puerta, (2011). Debido a su condición de infusión es razonable la presencia de un bajo valor de fibra cruda 0.10%.

La bebida no es una fuente de proteína ya que en un volumen de 150 mL el 0.05% (p/v) de proteína no es representativo para ser un aporte nutricional a la hora de beberla.

Los contenidos de ceniza 0.10% sitúan a la bebida con un contenido de minerales bastante bajo.

Los flavonoides expresados como ácido clorogénico para la bebida en estudio presentó un valor de 0.0375% (p/v) muy por debajo del contenido de una taza de café, que es de 0.1% (p/v), como lo indica Puerta, (2011).⁵

La cafeína presente en la bebida con un valor de 1.8987% (p/v), superior al valor de 0.09% (p/v) de una taza de café, según Puerta, (2011).

17. Conclusiones

- Se confirma la hipótesis ya la formulación que contenía 2.5 g de hoja de cafeto ofrece una bebida con características sensoriales y composición química y fisicoquímicas aceptables.
- Se garantizan los resultados de la investigación ya que se utilizó un amplio rango de concentración desde 1.0 g hasta los 4.0 g de hoja de cafeto con una variación de 0.5 g para la preparación de las diferentes formulaciones para elaborar la bebida.
- La evaluación sensorial se constituyó en una herramienta clave para la preferencia de la formulación, apoyada mediante un Test de Friedman's y confirmada con el Test de Cramer's, sin embargo establecida por la media más alta que presenta la formulación con la cantidad de 2.5 gramos de hoja de cafeto en 150 mL de agua, en cada uno de los aspectos color, olor y sabor, constituyéndose en la formulación con mejores características sensoriales.
- La concentración de flavonoides expresados como ácido clorogénico está por debajo de los valores reportados en la literatura tanto para la hoja de café como para la bebida.
- La concentración de cafeína 1.8987 % (p/v) de la bebida presenta un valor superior al contenido de cafeína promedio de una taza de café.

18. Impacto esperado

Los resultados de ésta investigación brindan a los productores de café que buscan darle una alternativa a la producción tradicional, ya que se aprovecha la hoja de la planta como valor agregado a su producción.

La relevancia de esta investigación radica en la oportunidad de generar empleo al industrializar el proceso de aprovechamiento de la hoja de café como una alternativa de diversificación en la producción del cultivo, aprovechando además del fruto, las hojas.

Proporciona conocimiento sobre la composición fisicoquímica una bebida de hoja de café.

Permite conocer que la bebida de hoja de café es apta para consumo humano, ya que mantiene los valores de cafeína y ácido clorogénico dentro de los límites permitidos.

19. Referencias

- Andrade, R. J., Lucena, M. I., & García Cortés, M. (2002). *Hepatotoxicidad por infusión de hierbas*. *Gastrotronterología y Hepatología* , 25 (5), 327-332.
- Annals of Botany, Volume 110, Issue 3, 1 August 2012, Pages 595–613, doi.org/10.1093/aob/mcs119
- Asociación Nacional del Café. (2017). *Especies y variedades del cafeto*. Recuperado el 15 de junio de 2017, de https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_VarietadesCafeto
- Asociación Nacional del Café. (24 de Abril de 2014). *Uso medicinal del café*. Recuperado el 22 de junio de 2017, de <http://library.anacafe.org/glifos/index.php/13NOT:Uso-medicinal-cafe>
- Bisogno, Victoria. 2015. *La Alquimia del té*. Argentina, Editorial del Nuevo Extremo.
- Forum del Café. (2016). Café de Guatemala. *Forum Café* , 40 (1), 12-21.
- García de Varona, R., Morales, N. E., & Paulino Basulto, R. (2006). *Intoxicación exógena por infusión oral de albahaca morada. Reporte de un caso*. *Archivo médico de Camagüey* , 10 (3).
- Gastaldi, B., Assef, Y., van Baren, C., Di Leo Lira, P., Retta, D., Bandoni, A. L., y otros. (2016). *Actividad antioxidante en infusiones, tinturas y aceites esenciales de especies nativas de la Patagonia Argentina*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* , 21 (1), 51-62.
- Gotteland, M. & de Pablo, S., 2007. *Algunas verdades sobre el café*. *Revista Chilena de Nutrición*. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182007000200002>
- Gutiérrez Maydata, A. (2002). *Café, antioxidantes y protección a la salud*. *MEDISAN* , 6 (4), 72-81.
- Harborne JB. 1993. *The flavonoids: Advances in Research Since 1986*. Chapman y Hall Ed., London.
- Hernández Alarcón, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Bogotá, D.C.: UNAD.
- Hertog MGL, Hollman PCH, Van de Putte B. *Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines, and fruit juices*. *J Agric Food Chem*. 1993;41:1242-1246.

- Kakuzo, O. (2010). *El libro del té*. Japón: Kairos.
- Lavedan, A. (1796). *Tratado de los usos, abusos, propiedades y virtudes del tabaco, café, té y chocolate*. Madrid: La imprenta real.
- Ludwin IA, Clifford MN, Lean MEJ, Ashiharad H, Crozier A (2014) Coffee: biochemistry and potential impact on health *Food Funct* 5: 1965
- Mansfeld. *World Database of Agricultural and Horticultural Crops*. <http://mansfeld.ipk-gatersleben.de>
- Martínez- Valverde, Isabel, Periago, María Jesús, & Ros, Gaspar. (2000). *Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 50(1), 5-18. Recuperado en 15 de octubre de 2018, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000100001&lng=es&tlng=es.
- McLellan, T. M., Caldwell, J. A., & Lieberman, H. R. (2016). A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 71 (2016), 294-312.
- Mondolot, L., La Fisca, P., Buatois, B., Talansier, E., De Kochko, A., Campa, Claudine.; *Evolution in Caffeoylquinic Acid Content and Histolocalization During Coffea canephora Leaf Development*, Annals of Botany, Volume 98, Issue 1, 1 July 2006, Pages 33–40. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl080>.
- Moreno Mendoza, M. Á., Parada Palacios, E. A., Mejía Valencia, J. G., & Espinoza Madrid, P. A. (2013). *Toxicología subcrónica de infusión de Chenopodium ambrosioides (epazote) por administración oral en ratones NIH*. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 18 (1), 157-170.
- Organizacion Internacional del Café. (2017). *Cafeína*. Recuperado el 20 de junio de 2017, de http://www.ico.org/ES/caffeine_c.asp
- Palacios Hernández, V. M. (Mayo de 2011). *Tendencias de las exportaciones de café guatemalteco hacia el mercado asiático en el marco de la globalización*. Recuperado el 16 de Junio de 2017, de <http://polidoc.usac.edu.gt/digital/cedec5464.pdf>
- Pérez, C. (2016). *Infusiones para la salud*. Recuperado el 3 de junio de 2017, de <http://www.naturalalternativa.net/infusiones-para-la-salud/>

- Pratt DE y Hudson B.J.F. *Natural antioxidant no exploited commercially*. In: Hudson, B.J.F. de. Elsevier Applied Sciences. *Food Antioxidants*. London, 1990; 171-180.
- Puerta Q., G. I. *Composición química de una taza de café*. Cenicafé, 2011. 12p. (Avances técnicos No. 414)
- Sotos-Prieto, M., Carrasco, P., Sorlí, J. v., Guillén, M., Guillem-Sáiz, P., Quiles, L., y otros. (2010). Consumo de café y té en la población mediterránea de alto riesgo cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria* , 25 (3), 388-393.
- Temple, J. L., Bernard, C., Lipshultz, S. E., Czachor, J. D., Westphal, J. A., & Mestre, M. A. (2017). *The Safety of Ingested Caffeine: A Comprehensive Review*. *Frontiers in Psychiatry* , 8 (80).
- Tonguino, M. 2011. Determinación de las condiciones óptimas para la deshidratación de dos plantas aromáticas; menta (*Mentha piperita* L.) y orégano (*Origanum vulgare* L.). Tesis UTN Ibarra, Ecuador.
- <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/385/1/03%20AGI%20273%20TESIS.pdf>
- Ugarte Gómez, M., Reyes Rojas, S., & Paredes Choque, L. (2015). *La manzanilla y sus propiedades medicinales*. *Revista de Investigación e Información en Salud* , 10 (23), 54-58.
- Valarezo, J. y D. García. 2008. *Adaptación tecnológica para la obtención de una bebida refrescante elaborada a partir de plantas aromáticas*. Tesis para obtener el Título de Ingeniero en Industrias Agropecuarias. UTPLLoja
- Valenzuela, A. (2004). *El consumo de té y la salud: características y propiedades benéficas de esta bebida milenaria*. *Revista Chilena de Nutrición* , 31 (2), 72-82.

20. Apéndice

A1. Boleta de evaluación sensorial

BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

PRUEBA DE ESCALA HEDÓNICA

NOMBRE: _____

LUGAR: _____ FECHA: _____ HORA: _____

Indicaciones: se le presentan siete formulaciones, en productos codificados. Por favor, pruebe cada uno de ellos y señale con una **x** el término que refleja mejor su aceptación hacia cada uno de los productos.

Puntaje	Calificación
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta ligeramente
4	Ni me gusta ni me disgusta
5	Me gusta un poco
6	Me gusta mucho
7	Me gusta extremadamente

EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS

Producto No.	COLOR	1	2	3	4	5	6	7
	OLOR	1	2	3	4	5	6	7
	SABOR	1	2	3	4	5	6	7
	CONSISTENCIA	1	2	3	4	5	6	7

EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS

Producto No.	COLOR	1	2	3	4	5	6	7
	OLOR	1	2	3	4	5	6	7
	SABOR	1	2	3	4	5	6	7
	CONSISTENCIA	1	2	3	4	5	6	7

EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS

Producto No.	COLOR	1	2	3	4	5	6	7
	OLOR	1	2	3	4	5	6	7
	SABOR	1	2	3	4	5	6	7
	CONSISTENCIA	1	2	3	4	5	6	7

EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS

Producto No.	COLOR	1	2	3	4	5	6	7
	OLOR	1	2	3	4	5	6	7
	SABOR	1	2	3	4	5	6	7
	CONSISTENCIA	1	2	3	4	5	6	7

EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS

Producto No.	COLOR	1	2	3	4	5	6	7
	OLOR	1	2	3	4	5	6	7
	SABOR	1	2	3	4	5	6	7
	CONSISTENCIA	1	2	3	4	5	6	7

EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS

Producto No.	COLOR	1	2	3	4	5	6	7
	OLOR	1	2	3	4	5	6	7
	SABOR	1	2	3	4	5	6	7
	CONSISTENCIA	1	2	3	4	5	6	7

EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS

Producto No.	COLOR	1	2	3	4	5	6	7
	OLOR	1	2	3	4	5	6	7
	SABOR	1	2	3	4	5	6	7
	CONSISTENCIA	1	2	3	4	5	6	7

OBSERVACIONES: _____

¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

Fuente: adaptado de Hernández Alarcón, 2005

A.2 Tabulación de datos obtenidos de la evaluación sensorial, atributo color
Tabla No. 5

Resultados de la evaluación sensorial por panelistas en el atributo Color para cada formulación

Panelistas	Color						
	327	896	153	477	621	515	210
1	24	23	23	25	22	25	26
2	27	26	24	22	28	25	27
3	22	28	27	29	28	26	27
4	27	22	26	31	23	26	27
5	27	28	25	25	25	28	28
6	24	23	24	26	28	23	26
7	23	25	22	28	22	30	26
8	24	28	21	29	26	27	29
9	23	14	29	24	19	21	23
10	28	21	27	22	25	26	27
11	23	22	24	23	23	23	26
12	30	28	33	23	24	31	28
13	21	24	31	27	22	25	29
14	24	28	23	25	28	27	27
15	25	19	22	26	24	25	24
16	25	21	29	25	19	30	27
17	25	26	26	23	23	27	27
Σ	422	406	436	433	409	445	454
Promedio	24.82	23.88	25.65	25.47	24.06	26.18	26.71

A.3 Tabulación de datos obtenidos de la evaluación sensorial, atributo olor

Tabla No. 6

Resultados de la evaluación sensorial por panelistas en el atributo Olor para cada formulación

Panelistas	Olor						
	327	896	153	477	621	515	210
1	21	27	27	24	26	26	22
2	25	27	25	27	28	29	26
3	25	31	26	27	29	26	26
4	24	23	27	24	28	22	29
5	22	27	23	22	27	23	32
6	24	25	25	19	20	24	24
7	26	29	26	29	23	26	26
8	22	26	23	24	24	24	28
9	22	27	27	28	22	25	25
10	28	25	27	28	30	26	26
11	19	25	25	26	31	24	26
12	31	26	28	30	30	24	30
13	24	28	26	25	29	22	26
14	27	23	23	27	25	24	27
15	27	25	27	24	20	21	25
16	22	26	20	24	22	26	30
17	23	22	24	24	27	28	24
Σ	412	442	429	432	441	420	452
Promedio	24.24	26.00	25.24	25.41	25.94	24.71	26.59

A.4 Tabulación de datos obtenidos de la evaluación sensorial, atributo sabor
Tabla No. 7

Resultados de la evaluación sensorial por panelistas en el atributo Sabor
para cada formulación

Panelistas	Sabor						
	327	896	153	477	621	515	210
1	25	24	26	30	26	29	26
2	23	17	24	22	20	27	26
3	27	26	23	27	28	27	28
4	24	16	28	23	20	23	28
5	22	21	26	18	21	29	25
6	21	28	18	26	23	24	24
7	24	22	23	27	22	26	30
8	28	20	20	25	19	23	27
9	26	22	24	20	21	26	25
10	30	25	22	20	24	24	23
11	26	20	24	26	23	22	29
12	20	29	25	23	28	29	28
13	22	23	27	29	24	26	30
14	20	27	19	24	20	29	26
15	26	20	22	22	21	26	27
16	20	26	26	28	24	27	25
17	24	25	27	26	22	24	27
Σ	408	391	404	416	386	441	454
Promedio	24.00	23.00	23.76	24.47	22.71	25.94	26.71

A.5 Resultados del Test de Friedman's y Cramer's

Friedman's Test Tratamientos

Alpha	0.05
H-stat	9.1429
Df	6
p-value	0.1657
Sig	no

Cramer's Test Color

$$x^2 = 13.24789916$$

$$N(L-1) = 714$$

$$x^2/N(L-1) = 0.018554481$$

$$C = 0.136214833$$

$$C = \sqrt{\frac{x^2}{N(L-1)}}$$

Friedman's Test Aspectos Sensoriales

Alpha	0.05
H-stat	5.7857
Df	2
p-value	0.0554
Sig	no

Cramer's Test Sabor

$$x^2 = 21.25840336$$

$$N(L-1) = 714$$

$$x^2/N(L-1) = 0.029773674$$

$$C = 0.172550497$$

Friedman's Test Color

Alpha	0.05
H-stat	13.248
Df	6
p-value	0.0393
Sig	yes

Friedman's Test Olor

Alpha	0.05
H-stat	8.1681
df	6
p-value	0.226
sig	no

Friedman's Test Sabor

Alpha	0.05
H-stat	21.2584
df	6
p-value	0.00165
sig	yes

A.6 Resultados de laboratorio del análisis proximal a la bebida de café.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7
INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Edificio M6,
Ciudad de
Teléfax: 24
E-mail: bro

No. 494

CIUDAD, GUATEMALA:

Dirección

CUNSUROC/USAC.

DEL 24 AL 28- 09-2018.

Fecha de realización:

19-09-2018.

Fecha de recibida la muestra:

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	PH	TN %
645	BEBIDA A PARTIR DE HOJA DE CAFÉ	SECA	98.80	1.20	2.32	7.94	4.23	8.71	76.80								
		COMO ALIMENTO			0.03	0.10	0.05	0.10									
		SECA															
		COMO ALIMENTO															
		SECA															
		COMO ALIMENTO															
		SECA															
		COMO ALIMENTO															
		SECA															
		COMO ALIMENTO															
		SECA															
		COMO ALIMENTO															
		SECA															
		COMO ALIMENTO															
TOTAL DE MUESTRAS REPETIDAS EN ESTA HC																	

OBSERVACIONES:
Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24168307.

T. L. HANIS A. MOYA R.
Laboratorista

Resultados 2018/494
28/09/18

Lic. Miguel Ángel Roldenas
Jefe Laboratorio de Bromatol



A.7 Resultados de laboratorio del análisis de flavonoides y cafeína a la bebida de café.

RESULTADOS

Tabla No. 01 Concentración de ácido clorogénico en hoja de café y bebida de café.

Muestra	Concentración de ácido clorogénico (% p/v)	Promedio	Desviación estándar
Hoja de café	0.2434	0.2426	0.0016
	0.2408		
	0.2435		
Bebida	0.0379	0.0375	0.0004
	0.0375		
	0.0372		

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de Investigación de Productos Naturales –LIPRONAT–, laboratorio 106, edificio T10, USAC.

Tabla No. 02 Concentración de cafeína en hoja de café y bebida de café.

Muestra	Concentración de cafeína (% p/v)	Promedio	Desviación estándar
Hoja de café	1.4007	1.3949	0.0226
	1.4140		
	1.3699		
Bebida	1.8769	1.8987	0.0468
	1.9524		
	1.8667		

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de Investigación de Productos Naturales –LIPRONAT–, laboratorio 106, edificio T10, USAC.

Listado de los integrantes del equipo de investigación

Contratados por contraparte y colaboradores

Nombre	Firma
Ing. Aldo Antonio de León Fernández	

Contratados por la Dirección General de Investigación

Nombre	Categoría	Registro de Personal	Pago		Firma
			SI	NO	
Ing. Henry Raúl Manríquez Godínez	Investigador	20180399	X		
T.U. Carlos Enrique Boteo Benito	Auxiliar de Investigación	20160101	X		

Guatemala 15 de octubre de 2018

Ing. Aldo Antonio de León Fernández
Coordinador Proyecto de Investigación

Inga. Alim. Liuba Cabrera de Villagrán
Coordinadora
Programa Universitario de Investigación

Ing. Agr. Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas