



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

**EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE CONSERVACIÓN COMO  
INHIBIDORES DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS EN  
EXTRACTO DE CAFÉ (*Coffea arabica L.*)**

**AUTORES:**

**GEMA GABRIELA CONFORME OZAETA  
JORGE ANTONIO LOOR SOLORZANO**

**TUTOR:**

**ING. LENIN ZAMBRANO VELÁSQUEZ, Mg.**

**CALCETA, JUNIO 2016**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Gema Gabriela Conforme Ozaeta y Jorge Antonio Loor Solórzano, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

---

**GEMA G. CONFORME OZAETA**

---

**JORGE A. LOOR SOLÓRZANO**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Dennys Lenin Zambrano Velásquez certifica haber tutelado la tesis **EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE CONSERVACIÓN COMO INHIBIDORES DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS EN EXTRACTO DE CAFÉ (*Coffea arabica L.*)**, que ha sido desarrollada por Gema Gabriela Conforme Ozaeta y Jorge Antonio Loor Solórzano, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

-----  
**ING. LENIN ZAMBRANO VELÁSQUEZ, Mg.**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE CONSERVACIÓN COMO INHIBIDORES DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS EN EXTRACTO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Gema Gabriela Conforme Ozaeta y Jorge Antonio Loor Solórzano, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

-----  
ING. EDITH MOREIRA CHICA. Mg.  
**MIEMBRO**

-----  
ING. RICARDO MONTESDEOCA P. Mg  
**MIEMBRO**

-----  
ING. ELY FERNANDO SACÓN VERA. Mg  
**PRESIDENTE**

## AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A Dios por ser la luz en momentos de oscuridad, por las magníficas bendiciones que envió a mí de una u otra forma.

A mis padres por ser los pilares fundamentales en mi trayectoria estudiantil, motivándome a continuar con las metas trazadas y no dejarme flaquear frente a las adversidades que nos presentan la vida, por fundar en mi valores que hoy en día difícilmente se reflejan en la juventud, por brindarme sus muestras de afecto en cada mérito que eh logrado gracias al esfuerzo y constancia que siempre dedico aunque en su debido tiempo no supieron comprender mis lágrimas, mis alegrías entre otras emociones, fruto de aquello está la culminación de la vida universitaria.

A mi hermano Gonzalo Conforme por apoyar mis decisiones estudiantiles como personales, fomentó en mí las bases para la construcción de la vida profesional y que en todo momento lo seguiré haciendo para seguir escalando profesionalmente.

A mis hermanos Eduardo y Juan por demostrarme que no siempre es necesario conocer lo referente a la Universidad si no aprender las cosas de la escuela de la vida.

A mi tutor Ing. Lenin Zambrano por ofrecerme sus conocimientos, orientaciones, su forma de trabajar tan amena, su paciencia y motivación para investigar más allá de los temas planteados, siento admiración por la gran persona que es y el gran maestro que tiene la universidad, agradezco todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado la tesis de grado de tercer nivel.

---

**GEMA G. CONFORME OZAETA**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A Dios por ser la espiritual en todo momento.

A mis padres por el apoyo incondicional que me han dado cada día, por demostrarme que con esfuerzo todo se realiza, sin la ayuda de ellos nada de esto sería posible.

A mis hermanas, quienes estuvieron presentes en todo momento para brindarme palabras de aliento y tomar decisiones importantes en mi vida estudiantil.

A mi tutor por brindar sus conocimientos y orientación en toda la trayectoria de la tesis.

---

**JORGE A. LOOR SOLÓRZANO**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis de manera especial a mis padres, mis hermanos, mis sobrinos y demás familiares que estuvieron presentes a lo largo de la carrera universitaria aportando con su granito de arena para ayudarme a construir las bases de la vida profesional.

-----  
**GEMA G. CONFORME OZAETA**

## **DEDICATORIA**

Dedico de manera exclusiva esta tesis a mis padres, mis hermanas y demás familiares por brindarme su apoyo en todo lo relacionado con los estudios universitarios.

-----  
**JORGE A. LOOR SOLÓRZANO**



## CONTENIDO

<b>DERECHOS DE AUTORÍA</b> .....	ii
<b>CERTIFICACIÓN DEL TUTOR</b> .....	iii
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL</b> .....	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vi
<b>DEDICATORIA</b> .....	vii
<b>DEDICATORIA</b> .....	viii
<b>RESUMEN</b> .....	xiii
<b>PALABRAS CLAVES</b> .....	xiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiv
<b>KEY WORDS</b> .....	xiv
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES</b> .....	1
<b>1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	1
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	3
<b>1.3. OBJETIVOS</b> .....	4
<b>1.3.1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	4
<b>1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	4
<b>1.4. HIPÓTESIS</b> .....	4
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	5
<b>2.1. MÉTODOS DE CONSERVACIÓN</b> .....	5
<b>2.1.1. MÉTODOS FÍSICOS</b> .....	5
<b>2.1.1.1. ESTERILIZACIÓN</b> .....	6
<b>2.1.1.2. AL VACÍO</b> .....	7
<b>2.1.2. MÉTODOS QUÍMICOS</b> .....	7
<b>2.1.2.1. SORBATO DE POTASIO</b> .....	8
<b>2.1.2.2. BENZOATO DE SODIO</b> .....	8
<b>2.2. EXTRACCIÓN</b> .....	9
<b>2.3. GENERALIDADES DEL CAFÉ</b> .....	10
<b>2.4. CARACTERÍSTICAS DEL CAFÉ</b> .....	11
<b>2.5. EXTRACTO DE CAFÉ</b> .....	12
<b>2.6. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS</b> .....	13
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO</b> .....	15

3.1.	UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
3.2.	CONDICIONES CLIMÁTICAS1/.....	15
3.3.	VARIABLES EN ESTUDIO .....	15
3.3.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES .....	15
3.3.2.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	16
3.3.2.1.	INDICADORES .....	16
3.4.	TRATAMIENTOS.....	16
3.4.1.	TRATAMIENTOS DE CONSERVACIÓN.....	16
3.4.2.	PATOGENIDAD DEL PRODUCTO .....	17
3.5.	MODELO ESTADÍSTICO .....	17
3.5.1.	REGRESIÓN LOGÍSTICA .....	17
3.6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	17
3.7.	MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS.....	17
3.7.1.	MATERIALES:.....	17
3.7.2.	EQUIPOS:.....	18
3.7.3.	INSUMOS:.....	18
3.8.	DIAGRAMA DE PROCESO DEL MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
3.9.	DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DEL MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	20
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		23
4.1.	PATOGENIDAD DE EXTRACTOS DE CAFÉ .....	23
4.2.	EVALUACIÓN DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS .....	23
4.2.1.	MESÓFILOS .....	23
4.2.2.	COLIFORMES TOTALES.....	24
4.2.3.	ESCHERICHIA COLI .....	25
4.2.4.	MOHOS.....	25
4.3.	COSTOS DE LOS MÉTODOS DE CONSERVACIÓN .....	26
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		28
5.1.	CONCLUSIONES.....	28
5.2.	RECOMENDACIONES .....	28
BIBLIOGRAFÍAS.....		30
ANEXOS .....		36
ANEXO 1: MATERIALES E INSUMOS PARA EXTRAER EXTRACTO DE CAFÉ ....		37
ANEXO 2: SELECCIÓN DEL GRANO DE CAFÉ ARÁBICA.....		37

<b>ANEXO 3: TOSTADO Y ADICIÓN DE AZÚCAR A LOS GRANOS DE CAFÉ .....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO 4: ENFRIAMIENTO DEL CAFÉ Y MOLIENDA .....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO 5: EXTRACCIÓN DE EXTRACTO DE CAFÉ ARÁBICA.....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO 6: APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS .....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO 7: ALMACENAMIENTO A TEMPERATURA AMBIENTE .....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXO 8: REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE PRODUCTOS “EXTRACTO DE CAFÉ EXTERNA” .....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXO 9: REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE PRODUCTOS “EXTRACTO DE CAFÉ” TRATAMIENTOS QUÍMICOS.....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO 10: REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE PRODUCTOS “EXTRACTO DE CAFÉ” TESTIGO.....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXO 11: REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE PRODUCTOS “EXTRACTO DE CAFÉ” TRATAMIENTOS FÍSICOS .....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO 12: ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO AUTOCLAVE EA-632 .....</b>	<b>49</b>

## CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURA

<b>Cuadro 2.1.</b> Composición química del extracto de café arábico .....	<b>12</b>
<b>Cuadro 2.2.</b> Ácidos presentes en una taza de extracto de café.....	<b>13</b>
<b>Cuadro 3 1.</b> Condiciones climáticas.....	<b>15</b>
<b>Cuadro 3 2.</b> Tratamientos (Variable independiente) .....	<b>16</b>
<b>Cuadro 3 3.</b> Patogenidad (Variable dependiente) .....	<b>17</b>
<b>Figura 3.1.</b> Proceso de extracción de extracto de café y manejo de la investigación .....	<b>19</b>
<b>Cuadro 4.1.</b> Resultados observados de la patogenidad de los extractos de café.....	<b>23</b>
<b>Cuadro 4.2.</b> Significancia estadística entre los tratamientos aplicados en el estudio .....	<b>23</b>
<b>Cuadro 4 3.</b> Costos de los tratamientos físicos.....	<b>26</b>

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los métodos de conservación como inhibidores de microorganismos patógenos en extracto de café (*Coffea arabica L*) para lo cual se estableció una investigación de tipo experimental en las instalaciones de los talleres de frutas y vegetales de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, sitio Limón, parroquia Calceta, cantón Bolívar. Se implementaron cuatro tratamientos de estudio (variable independiente), dos de tipo químico (T1: Sorbato de potasio, T2: Benzoato de sodio); y dos de tipo físico: (T3: Esterilización, T4: Al vacío), determinando diferentes tipos de microorganismos patógenos (variable dependiente) como son Aerobios mesófilos, coliformes totales, *Echerichia coli* y Mohos. Se aplicaron tres réplicas. Para el análisis estadístico de la información se aplicó un estudio regresión logística binaria o binomial, estableciendo la relación entre las variables. Los resultados obtenidos expresaron la inocuidad ante mesófilos para las muestras tratadas con métodos físicos, mientras que los tratamientos con método químico demostraron significancia de control de ésta variable. Para el resto de los atributos microbiológicos se obtuvo inocuidad a partir de la totalidad de tratamientos. Se estimó el costo del método de conservación del mejor tratamiento que a través de los resultados estadísticos fueron los dos físicos reportando que la conservación Esterilización es más económica que al vacío, los métodos químicos no se involucraron dentro de los costos debido a la contaminación evidenciada en los análisis microbiológicos.

## PALABRAS CLAVES

Métodos físicos, químicos, regresión logística, autoclave, al vacío, inocuidad.

## **ABSTRACT**

This study aimed to evaluate conservation methods as inhibitors of pathogenic microorganisms in coffee extract (*Coffea arabica* L) for which experimental research facilities established of fruits and vegetables Agricultural Polytechnic school of Manabi, site Lemon, parish Calceta, Bolivar canton. Four study treatments (independent variable), two chemical type (: T1: potassium sorbate, T2:Sodium Benzoate) were implemented; and two physical type (T3: Sterilization, T4: vacuum), determining different types of pathogens microorganisms (dependent variable), and aerobic plate counts, total coliforms, *Escherichia coli* and molds are. Three replicates were applied. For statistical analysis of the information, a binary or binomial logistic regression study was carried out, establishing the relationship between the variables. The results expressed at mesophilic safety for the samples treated with physical methods, while treatments with chemical method demonstrated significant to control this variable. For other microbiological safety attributes was obtained from all treatments. The Cost method conservation best treatment is estimated that through the results statistics were the two physical reported that conservation Sterilization is more economical than vacuum, the chemical methods are not within the costs involved due to contamination evidenced in microbiological analysis.

## **KEY WORDS**

Physical, chemical methods, logistic regression, autoclave, vacuum, safety.

# **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El café, es un cultivo en pleno ascenso; entre la década de los 90' hasta la década pasada se registró un incremento aproximado de 300 mil toneladas a nivel mundial, produciéndose un promedio de siete millones de toneladas anuales (FAO, 2004). Lo contrario ocurre en Ecuador, donde la década de los 80' registró los mejores picos productivos, con exportaciones que bordeaban las 109 mil toneladas sin embargo ésta bonanza productiva fue decayendo de manera escalonada. Hasta la década de los 90', el país se ubicaba entre los tres mayores productores sudamericanos detrás de Brasil y Colombia, con exportaciones aproximadas de 68 mil toneladas, llegando en el 2001 a tener exportaciones de 63 mil toneladas (Villacis, 2014).

En la actualidad, la producción de café ha tenido un repunte de importancia. En el 2014 se exportaron alrededor de 68 mil toneladas, considerándose un incremento sostenible para el futuro debido a la intervención gubernamental a través del Proyecto de Reactivación de la Caficultura Ecuatoriana, que ha sembrado aproximadamente 30 mil hectáreas en las cuatro regiones ecuatorianas. La provincia de Manabí representa el 80% de la superficie sembrada, considerándose la principal zona cafetalera del Ecuador, y, dentro de ésta, los cantones Jipijapa, 24 de Mayo, Pichincha y Bolívar tienen los mayores índices de superficie plantada (Villacis, 2014).

A pesar de que existen cerca de 60 especies de café, solo dos de ellas son usadas para el comercio: Arábica y Robusta. (PROECUADOR, 2011) diferenciados por su sabor y aroma (IICA, 2004). La variabilidad dista en las características intrínsecas del grano (calidad), tiempo de producción, precio y distribución de consumo (Banegas, 2009), motivo por el cual se deduce el mercado existente especializado en torno de su industrialización y comercialización de la bebida como producto final. El arábica produce un café fino y aromático, mientras que el Robusta, que tiene menor precio, produce una

bebida rica en cafeína, fuerte más ácida y es usualmente usada para la fabricación de café soluble o instantáneo (Gotteland, 2007).

En el Ecuador y en especial la región interior de la provincia de Manabí, la siembra de café es generalizada, convirtiéndose en una tradición montubia (Mendoza, 2009). Sin embargo, los niveles de industrialización a pequeña y mediana escala es prácticamente nula (Castillo, 2015). El sector primario de producción cafetalera enfrenta múltiples limitantes para la industrialización: Ausencia de capital, falta de visión empresarial, limitaciones tecnológicas para el proceso industrial, entre otros., son algunos de los factores por los que el café no recibe valor agregado por parte de los productores en el país y la provincia (CONEFAC, 2005).

Indica Sanchez *et al.*, (2007) el proceso de industrialización comprende la obtención del café pergamino, para dar paso al proceso de tostado (sabor deseado), molido y extracto, siendo en éste último donde radica la mayor parte de los problemas que registra el sector (Mendoza, 2015). Demuestra Moreira, (2015) el extracto de café al estar a temperatura ambiente y en cierto tiempo de reposo, sufre un proceso de descomposición, dando lugar al medio de reproducción idóneo para que agentes externos la descompongan con facilidad.

Estudios realizados han determinado como origen del problema a un complejo patogénico. Se trata del género de bacterias *Bacillus*, generadoras de putrefacción en alimentos y formación de endosporas resistentes a agentes físicos o químicos utilizados para la conservación de alimentos (Scurrah, *et al.*, citado por Lopera, 2013).

En torno a lo consultado esta problemática no ha obtenido la importancia del caso ni el seguimiento debido por parte de quienes obtienen artesanalmente el producto líquido, desembocando en el descarte del producto y la apatía por su agroindustrialización.



¿Será probable la preservación de extracto de café a través de la evaluación de métodos de conservación sobre poblaciones de microorganismos patógenos?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

En el Ecuador el cultivo del café tiene importancia en el ámbito económico y social, debido a que de este fruto se tiene subproductos como café soluble y extracto. Este se deriva del grano (café pergamino) y cuenta con un mercado específico fundamentado en el consumo que por tradición los ecuatorianos y en particular los manabitas imponen (Cumbicus, 2012).

En consecuencia, se concuerda que los demandantes de este tipo de café de sabor y aroma, son regularmente las personas con raíces rurales. Ésta es la razón por lo que cuenta con una importante connotación social la investigación para el mejoramiento del proceso. No obstante, el extracto como producto terminado no se halla como oferta permanente en los comercios y tiendas de los cantones manabitas. Este fenómeno se debe a que el extracto sólo se obtiene para uso doméstico, dadas las condiciones asépticas adversas en las que se produce, originando la contaminación del producto, aparentemente acelerado por el tiempo y la temperatura ambiental.

El producto obtenido en la extracción por lixiviación estará regulado bajo la norma NTE INEN 1123 donde se especifica los requisitos establecidos en dicha norma vigente para café acuoso, respectivamente el uso de la norma NTE INEN 2074 de conservante para la admisión de dosis permitidas en alimentos.

El propósito de la presente investigación, es la evaluación de cuatro métodos para inhibir poblaciones de agentes causantes de la descomposición en el extracto de café obtenido a partir de una lixiviación. De este modo, se pretende estimar a través de diversas metodologías, la existencia de soluciones prácticas y eficientes para la solución del problema.

En este contexto, resulta importante generar información teórica inherente al mejoramiento de los procesos agroindustriales debido a la carencia de la misma, que lleven a la correcta inhibición de agentes causantes de la

descomposición del extracto y su posterior contaminación. Para este fin se realizarán análisis en el laboratorio de microbiología de la ESPAM MFL, en búsqueda de información para la inhibición del problema caracterizado.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar los métodos de conservación como inhibidores de microorganismos patógenos en extracto de café (*Coffea arabica L*)

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el método de conservación con mayor incidencia en la inhibición de microorganismos patógenos en el extracto del café.
- Establecer el/los microorganismo/s patógeno/s con mayor resistencia respecto a los métodos aplicados.
- Estimar el costo del método de conservación del mejor tratamiento de los resultados estadísticos.

### **1.4. HIPÓTESIS**

Al menos uno de los métodos de conservación permitirá la inhibición de los microorganismos patógenos en el extracto de café

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. MÉTODOS DE CONSERVACIÓN**

Actualmente en la industria alimentaria los métodos de conservación son cada vez más manipulados para dar un aspecto de frescura en los alimentos y prolongar su vida útil, numerosos estudios incluyen en su metodología la aplicación de éstos para inhibir el crecimiento de agentes patógenos.

Paulino *et al.*, (2012) indica que la conservación a que son sometidos los alimentos se la realiza con el objetivo de mantener su calidad y las condiciones higiénico-sanitarias para ser consumidos durante un tiempo preestablecido, mientras que Rojas *et al.*, (2013) manifiesta que las técnicas y/o métodos de conservación son de uso exclusivo para proteger contra agentes patógenos.

Los procesos de conservación que la industria demanda deben producirse bajo a una legislación que fija aspectos como la higiene, protección de la salud, la identidad y la composición de los productos (García del Río, 2013), la protección del medio ambiente (Pérez y Meza, 2013) entre otros. Así, se busca que los nuevos tratamientos de conservación, sean menos ofensivos con el alimento, con un menor consumo energético, más eficaz contra enzimas y microorganismos alterantes (Rodríguez *et al.*, 2014).

Oña y Serrano (2014) han señalado que los métodos de conservación se clasifican en dos grandes bloques: 1.- Bactericida que reduce el número de microorganismos utilizando calor e irradiaciones y 2.- Bacteriostático que impide la multiplicación de microorganismos por la utilización de frío sustancias químicas, mientras que Lorenzo *et al.*, (2005) exterioriza que en general los métodos de conservación pueden dividirse en tres grandes grupos: físicos, químicos y mixtos

#### **2.1.1. MÉTODOS FÍSICOS**

Actualmente, existe un mayor interés por desarrollar tecnologías basadas en tratamientos físicos, con el propósito de sustituir la aplicación de químicos en los alimentos, haciendo uso de la diversidad de tratamientos físicos. Estos

tratamientos incluyen el uso de atmósferas modificadas y controladas, bajas y altas temperaturas e irradiación, así como la combinación de dos o más de estos tratamientos físicos (Yahía, 2001).

#### **2.1.1.1. ESTERILIZACIÓN**

Investigaciones incluyen en su metodología esta técnica debido a que es una operación básica a nivel industrial con el firme concepto de que el alimento es sometido a una temperatura mayor a 100 °C para inhibir la actividad microbiana y enzimática asegurando la estabilidad del producto (Ciro, González y García, 2009).

Gutiérrez (2008) manifiesta que existen diferentes tipos de esterilización ya sea por agentes físicos (Calor húmedo por “Autoclave”; calor seco por aire caliente a través de los hornos), radiaciones; agentes mecánicos (filtración), agentes químicos (gaseosos “Óxido de etileno” y no gaseosos “Aldehídos, peróxido de Hidrógeno)

La esterilización por calor húmedo (utilizado en esta investigación mediante el Autoclave) en alimentos destruye microorganismos patógenos (Alarcón y Olivas, 2001) sobre todo por la coagulación de las proteínas (desnaturalización) que es causada por la rotura de los enlaces de hidrógeno que mantienen la estructura tridimensional de ellas (Sanchis, Allaert *et al*, 1997)

Un tipo de esterilización por calor húmedo es la ebullición que causa la muerte de las bacterias patógenas (parte vegetativa), de casi todos los virus y de los hongos con sus esporas en menos de 10 minutos (Tortora *et al.*, 2007)

El mismo autor del párrafo anterior menciona que la esterilización confiable con calor húmedo requiere temperaturas superiores a la de ebullición del agua; estas temperaturas elevadas se alcanzan con más frecuencia mediante vapor bajo presión en una autoclave mediante el proceso de autoclavado.

##### **2.1.1.1.1. AUTOCLAVE**

El autoclave genera vapor de agua saturado a una presión superior a la atmosférica en una cámara cerrada herméticamente, la cual contiene agua en

el fondo, una resistencia eléctrica y sobre ella una rejilla para disponer el material a esterilizar; las condiciones de trabajo más usuales son 121°C, 20 minutos - 1 atmosfera de sobrepresión y usuales son 121°C, 30 minutos - 0,5 atmosferas de sobrepresión (García y Molinero, 2014)

#### **2.1.1.2. AL VACÍO**

El vacío es un modo de conservación de alimentos muy práctico y sencillo, se trata de evacuar el aire que rodea al producto envasado (Arvanitoyannis, 2012); de este modo se consigue una atmósfera libre de oxígeno con la que se retarda la acción de bacterias y hongos que necesitan este elemento para sobrevivir, lo que posibilita una mayor vida útil del producto (German, 2013)

Así, como la aplicabilidad de los métodos físicos en la industria es cada vez mayor no se puede obviar los conservantes químicos para preservar la vida anaquel de los productos, es por ello que investigaciones como la de Saucedo en el 2011 donde utiliza extractos de frutas aplicando métodos químicos demuestra que es factible.

#### **2.1.2. MÉTODOS QUÍMICOS**

Con la evolución de la ciencia de alimentos han surgido muchos compuestos químicos con actividad antimicrobiana. El agente antimicrobiano del que se tiene el registro más antiguo es la sal de mesa, la cual se sigue utilizando para conservar productos cárnicos, frutas y hortalizas entre otros, en la actualidad es el Sorbato de Potasio; sin embargo por el acelerado uso de los conservantes en el siglo XX empezaron las revisiones de daños a la salud que cada agente podría causar (López, 2000 citado por Saucedo, 2011)

Los conservadores se adicionan con el propósito de controlar el crecimiento de microorganismos (bacterias y hongos) pueden ser químicos y naturales (Saucedo, 2011). Por su parte Torres (2003) citado por Flores (2010) indican que dichos conservantes limitan, retardan y/o previenen la proliferación de microorganismos (por Ej. Bacterias, levadura, moho) que están presentes en los alimentos o que de una u otra forma acceden a ellos. Se emplean en los

productos líquidos como jugos, el vino, el queso, las carnes curadas, extractos de frutas, la margarina, entre otros

Los conservantes en la actualidad se han convertido en un tema que se debate públicamente, cada vez se habla de toda la amplia gama que existe de ellos, muchos consumidores los asocian como productos químicos dañinos, sin embargo a pesar de las dudas que provocan, estos conservantes se han convertido en componente imprescindible de los alimentos que actualmente consumimos por razones estrictas de normas de seguridad alimentaria que la sociedad impone para obtener productos alimenticios, prácticos, fáciles de cocinar y con una vida útil mayor a la de su naturaleza (Torres, 2003 citado por Flores, 2010).

#### **2.1.2.1. SORBATO DE POTASIO**

El sorbato de potasio es un conservante suave y común dentro de la industria alimentaria, su importancia radica en actuar principalmente contra hongos, es efectivo para evitar *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus* y *Clostridium botulinum*, es utilizado en una variedad de aplicaciones incluyendo alimentos procesados, concentrados para bebidas, etc (Budui, 2010 citado por Dávila y Donoso, 2011).

Este aditivo es el más usado porque se la ha encontrado un gran número de aplicaciones en distintos alimentos, demostrando su utilidad en el control de crecimiento de distintas bacterias patógenas acarreadas por alimentos, se supone que la acción de este conservador se fundamenta en la propiedad de unirse a la superficie de las células microbianas, modificando la permeabilidad de la membrana y al mismo tiempo su metabolismo (Ulloa, 2007 citado por Acero, 2007).

#### **2.1.2.2. BENZOATO DE SODIO**

Ulloa (2007) citado por Acero (2007) manifiestan que se considera al benzoato de sodio uno de las sales más activa contra bacterias y levaduras pero menos activo contra mohos, es por ello que éste autor señala que los benzoatos son

adecuados para la conservación de alimentos que son ácidos, o fácilmente pueden sufrir la acidificación.

Dentro de los principales procesos empleados en la industria alimentaria existen un sin número de ellos, entre los más importantes se encuentran: Manipulación, almacenamiento, extracción, fabricación y conservación (Oña y Serrano, 2014)

## **2.2. EXTRACCIÓN**

Manifiesta Marcilla (1998) que la extracción es la transferencia de materia basada en la disolución de uno o varios componentes de la mezcla con un solvente ya sea por extracción líquido-líquido o sólido-líquido. Para extraer un alimento específico de la fruta o los líquidos, debe manipularse uno de los métodos siguientes: trituración, machacado o molienda, extracción por calor (directa o indirecta), utilización de disolventes y secado (Berkowitz, S.f.).

El mismo autor del párrafo anterior recalca que el calor puede utilizarse directamente como medio de preparación por extracción, como en el caso del tostado (Ejemplo: del cacao, el café y la achicoria); en la fabricación suele aplicarse de modo directo o indirecto en forma de vapor (Ejemplo: extracción de aceites comestibles o del jugo dulce de finas lonjas de remolacha en la industria azucarera). Es por ello que de acuerdo a la literatura el método idóneo para extraer extracto de café es a través del calor que se utiliza para calentar solvente líquido (agua) por lixiviación

Dentro de este contexto resulta importante exteriorizar que la extracción del extracto de café tiene 3 etapas importantes según informa Ortega *et al.*, (2014) en su investigación:

- Humectación: En la tostión se liberan gases los cuales vuelve al grano de café poroso, las pequeñas partículas absorben el agua en una cantidad igual al doble de su peso lo cual ayuda a la extracción de los compuestos solubles

- Extracción de solubles: A través de la humectación los sólidos solubles se disuelven provocando un aumento rápido de la concentración del extracto
- Hidrólisis: el café torrefacto tiene solo del 20 al 30 % de sólidos solubles extraíbles a temperatura normal de ebullición. Si se aplican condiciones de alta presión y temperatura, dependiendo el tipo de café, el grado de tostión se puede obtener un mayor contenido de sólidos solubles, debido al rompimiento (hidrólisis) y solubilización de las grandes moléculas de carbohidratos insolubles, que dan moléculas más pequeñas solubles en agua.

### **2.3. GENERALIDADES DEL CAFÉ**

El café es un arbusto de tamaño pequeño, entre 1.50 y 2.50 metros, originario de Etiopía (norte de África), cuyo valor comercial proviene del grano, el mismo que previo tratamiento pos cosecha, es utilizado como bebida de infusión dadas sus características aromáticas (Villacís, 2013). La planta pertenece a la familia de las Rubiáceas, *Coffea* registrando un aproximado de un centenar de especies, entre las que comercialmente se explotan *Coffea arabica* L. y *C. Canephora* (Hernández, 2012). *C. arabica* es conocida en el Ecuador como café arábigo (café de especialidad, aroma y sabor), mientras que *C. Canephora* es conocido como café robusta, utilizado ampliamente para la mezcla comercial del café soluble industrializado (Villacís, 2013).

La comercialización del grano se ha producido históricamente desde Etiopía (país del que se origina), trasladándose hasta Arabia Saudita, diseminándose por todo medio oriente hasta llegar a Europa a través de Siria y después Turquía (Boorgues, 2013), llegando a China a través de los ejércitos combatientes de Mao (Atlas, 2011). El primer país europeo en albergar comercialmente al café fue Italia, desde donde se dispersó la cultura por el consumo de la bebida hacia el mundo occidental (Villacís, 2013). Los aporte de la ingeniería son claves para la sostenibilidad económica, ambiental y social de la caficultura es por ello que las investigaciones sobre cafetales se ha



incrementado no solo en el Ecuador sino en otros países donde reina la comercialización de café finos de aroma y sabor (Oliveros, 2011).

En la actualidad el café representa la segunda mercancía de importancia económica en el planeta, sólo después del petróleo, aunque con la tendencia a la baja del crudo, probablemente se haya transformado en el primer rubro en ecuménico con trascendencia comercial (Conforme, 2015). Indica Meinhart *et al.*, (2010) citado por Naranjo, Vélez; Rojano (2011) los granos de café 100 % arábica, son los preferidos por los consumidores y se consideran como los de mejor calidad en los mercados internacionales. Según Villacís (2013) el mayor productor mundial de café es Brasil, captando la tercera parte del rubro, seguido por Vietnam, Indonesia, Colombia y Etiopía. Mientras que en términos de exportación, el de mayor volumen es Vietnam, quien se ha especializado en la agroexportación de café robusta.

#### **2.4. CARACTERÍSTICAS DEL CAFÉ**

Las características más apreciadas relacionadas con la calidad son aroma, la acidez, el cuerpo y el sabor. La calidad del café se puede juzgar con la evaluación de las características físicas y organolépticas del grano que, de forma metódica y consistente identifican los sabores y aromas más característicos, al igual que los sabores desagradables y no característicos (Zapata, 2014).

López (2007) señala que el aroma de café característico es debido a la alta cantidad de compuestos odoríferos que presenta el café tostado, por efecto de transformaciones y degradaciones químicas, logradas al someter el café verde a un proceso térmico (tostión).

La semilla del café contiene una compleja mezcla de componentes químicos, algunos de ellos no se ven afectados por el tueste, pero otros, en particular aquellos de los que depende el aroma, son producto de la destrucción parcial del grano verde por la torrefacción (Flameunt, Chevallier (1988) citado por Borges *et al.*, (2008). Los compuestos no volátiles más importantes son la cafeína, trigonelina, ácido clorogénico, ácidos fenólicos, aminoácidos, hidratos

de carbono y minerales mientras que entre los componentes volátiles se han informado alrededor de 800 compuestos dentro de los cuales hay ácidos, aldehídos, cetonas, ésteres, aminas y compuestos azufrados, señalado estos últimos como los de mayor impacto aromático (Bauer *et al.*, (1990) citado por Borges *et al.*, (2008)

## 2.5. EXTRACTO DE CAFÉ

El extracto acuoso de café es el producto resultante del proceso en el cual se hace pasar agua caliente sobre un lecho fijo de café tostado y molido (generalmente a presión y temperatura), con el fin de extraer los sólidos y los componentes aromáticos del grano (Lopera, 2012).

De acuerdo a INEN (2000), citado por Galindo (2011) el extracto de café es el producto lixiviado del tostado y molido por métodos físicos, utilizando agua como elemento transportador. Este método de extracción obtiene características del café (olor, sabor) a través de la descomposición térmica de las partículas del grano tostadas y molidas (Boorgues, 2013).

El proceso de tostado elimina el agua de los granos, cierto porcentaje de materia seca y compuestos volátiles propios de los granos, transmitiendo y concentrando características autóctonas del café al concentrado como aroma, sabor, color que caracteriza al café arábico (Galindo, 2011).

El singular olor y sabor del extracto de café hace que el consumidor se deslumbre y opte por investigar acerca de los diferentes compuestos volátiles que contiene la bebida; investigaciones realizadas por CENICAFÉ (2011) determinaron la composición química que existe en una taza de extracto de café Arábica (Ver cuadro 2.1)

**Cuadro 2.1.** Composición química del extracto de café arábico

<b>Agua</b>	<b>98,75%</b>
<b>Brix</b>	1,25%
<b>pH</b>	4,89
<b>Aporte calórico sin azúcar</b>	1 Kcal/100 mL

<b>Aporte calórico con 1 cda de azúcar</b>	17,4 Kcal/100 mL
<b>Azúcares reductores</b>	19 mg
<b>Cafeína</b>	90 mg
<b>Polisacáridos</b>	236 mg
<b>Melanoidinas</b>	272 ,8 mg
<b>Péptidos</b>	75 mg
<b>Lípidos</b>	1 mg,
<b>Potasio</b>	105 mg
<b>Otros minerales</b>	140 mg

Fuente: CENICAFÉ (2011)

Extracto de café arábico (7g/100 ml de agua)

La presencia de los ácidos en el extracto de café son de gran relevancia evidenciados en estudios como la de Naranjo en el 2011 donde explican cada uno de los ácidos encontrados (Ver cuadro 2.2.)

**Cuadro 2.2.** Ácidos presentes en una taza de extracto de café

Ácido	Cantidad	Ácido	Cantidad
<b>Ácido clorogénico</b>	100 mg	<b>Ácido nicotínico</b>	1 mg
<b>Ácido quínico</b>	40 mg	<b>Ácido acético</b>	35 mg
<b>Ácido cítrico</b>	60 mg	<b>Ácido fosfórico</b>	15 mg
<b>Ácido málico</b>	20 mg	<b>Ácido láctico</b>	10 mg
<b>Otros ácidos</b>			30 mg

Fuente: CENICAFÉ (2011)

Extracto de café arábico (7g/100 ml de agua)

## 2.6. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

El extracto líquido de café químicamente es una matriz muy rica en lípidos, aromas volátiles, especialmente en carbohidratos y su actividad de agua es 0.95, consecuentemente podría estar más expuesto a ser contaminado por diversos microorganismos patógenos, sin embargo debido a su pH ácido (4,7-5,10) y a la alta concentración de sólidos, se favorece su preservación debido a que actúan como agentes antimicrobiales; además, las operaciones de proceso a las cuales es sometido son por lo general temperaturas muy altas, alrededor

de los 140°C, condiciones en las que la supervivencia de microorganismos es poco probable (Giraldo, 2002 citado por Lopera, 2012).

El autor del párrafo anterior sostiene que el extracto de café se puede contaminar en puntos específicos del proceso como en la calidad del agua con la que se extraen los sólidos y componentes aromáticos, durante los tiempos de envasado y/o en los tiempos de reposo del producto es por ello que se evalúa el grado de contaminación mediante las pruebas microbiológicas como el recuento heterótrofos viables (mesófilos), mohos, levaduras, coliformes totales y fecales.

Estudios recientes de Lopera (2012) en una investigación sobre evaluación de la preservación de extractos líquidos de café mediante el uso de bacteriocina (nisina) y la aplicación de microondas optan por realizar la caracterización microbiológica a través del recuento de mesófilos por el método de diluciones seriadas por técnica de siembra y utilizando tinción de Gram y como resultado obtienen microorganismos (Bacterias) de Género *Bacillus*.

Los miembros de este género se caracterizan por ser Gram positivos, de forma bacilar, catalasa positiva, aerobios estrictos o anaerobios facultativos y formadores de endosporas (Wang, LT, *et al.*, 2007 citado por Tejera. 2011).

Este género comprende una amplia diversidad de tipos fisiológicos, donde se destacan características como la degradación de la mayoría de los sustratos derivados de plantas y animales, incluyendo celulosa, almidón, pectina, proteínas, agar, hidrocarburos, entre otros; además su capacidad para la producción de antibióticos, la nitrificación, la desnitrificación, la fijación de nitrógeno, la litotrofia facultativa, la acidofilia, la alcalofilia, la psicofilia, la termofilia y el parasitismo, ejemplifican su capacidad de sobrevivir en diversos ambientes (Claus, D, *et al.*, 1872 citado por Tejera. 2011).

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La recolección de la materia prima se realizó en la Finca “La Fuente” situada en el Cantón Chone, en la parroquia San Isidro. La extracción se la efectuó en las instalaciones de los talleres de frutas y vegetales (Campo abierto) de la carrera de Agroindustria situada a 15 msnm, en el sitio El Limón, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, a 00049’23” de latitud sur 80011’01” de longitud oeste<sup>1/</sup> (Departamento de Meteorología de la Politécnica de Manabí, 2014). Mientras que los análisis microbiológicos respectivos se los desarrolló en la carrera de Pecuaria (Medios controlados) de la universidad.

### 3.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS<sup>1/</sup>.

**Cuadro 3 1.** Condiciones climáticas

<b>Precipitación media anual:</b>	<b>1043 mm</b>
Temperatura media anual:	25,5 0C
Humedad relativa anual:	82,4%
Heliofanía anual:	1115,3 (horas/sol)
Evaporación anual:	1437,5 mm

Fuente: <sup>1/</sup> Estación meteorológica de la ESPAM MFL 2014.

### 3.3. VARIABLES EN ESTUDIO

Las variables que se manejaron para la evaluación de los métodos físicos y químicos como mitigantes de microorganismos patógenos en extracto de café fueron:

#### 3.3.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Conservación química

Sorbato de Potasio y benzoato de Sodio

- Conservación física

Esterilización y vacío

### 3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Inhibición de microorganismos patógenos

#### 3.3.2.1. INDICADORES

- Recuento de Aerobios mesófilos, coliformes totales, Echerichia Coli y Mohos.

### 3.4. TRATAMIENTOS

La investigación se desarrolló con dos métodos (físicos y químicos) y 4 tratamientos (Ver cuadro 3.2), el primero aplicando método de conservación química adicionando sorbato de potasio, mientras que el segundo añadiendo benzoato de sodio, el tercer y cuarto tratamiento son físicos haciendo uso del equipo Autoclave para la Esterilización y el otro al vacío, se tendrá como muestra principal un testigo sin la aplicabilidad de ningún método de conservación y cada uno de los tratamientos con sus 3 réplicas respectivas; para muestra de referencia se utilizó un extracto externo al diagrama de proceso (obtenido de la Finca El Sol de los Giovanni ubicada en Canuto) con sus debidos análisis microbiológicos antes mencionados.

La obtención del extracto de café se la realizó por lixiviación en el cual se utiliza agua (100°C) con el fin de extraer los compuestos propios del extracto (Ver cuadro 2.1) a nivel de laboratorio.

#### 3.4.1. TRATAMIENTOS DE CONSERVACIÓN

**Cuadro 3 2.** Tratamientos (Variable independiente)

T <sub>0</sub> =	Testigo	Cantidad	Tiempo
T <sub>1</sub> =	Sorbato de potasio	1.000 mg/kg	
T <sub>2</sub> =	Benzoato de sodio	1.000 mg/kg	
T <sub>3</sub> =	Esterilización		121°C * 15 min
T <sub>4</sub> =	Al vacío		---

### 3.4.2. PATOGENIDAD DEL PRODUCTO

Al ser una variable dicotómica se asignan valores categóricos entre 1 y 0, para lo cual se tiene lo siguiente:

<b>Ausencia</b>	<b>1</b>
Presencia	0

## 3.5. MODELO ESTADÍSTICO

### 3.5.1. REGRESIÓN LOGÍSTICA

Menciona De Zan (2008) los modelos de regresión logística son modelos estadísticos en los que se desea conocer la relación entre: Una variable dependiente cualitativa, dicotómica (regresión logística binaria o binomial) o con más de dos valores (regresión logística multinomial).

Para éste estudio se utilizará la regresión logística binaria o binomial según Chue, Barreno y Millones (2014) es un tipo de regresión en que la variable respuesta es una variable binaria (0 = si el resultado es un fracaso y 1 =si el resultado no es un fracaso o viceversa según lo considere el investigador) y las variables predictoras (independientes) son continuas o categóricas. La presentación del modelo de regresión logística es realizada desde la perspectiva de los modelos lineales generalizados.

## 3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el programa IBM SPSS Statistics versión 21, que servirá para análisis estadísticos de aplicación general.

## 3.7. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

### 3.7.1. MATERIALES:

- Mesas de trabajo

- Balanza analítica
- Cocina
- Gas
- Cerillos
- Ollas
- Cucharetas
- Olla de esterilización
- Filtradores
- Envases de vidrio Tout suite transparente de 250 cc

### **3.7.2. EQUIPOS:**

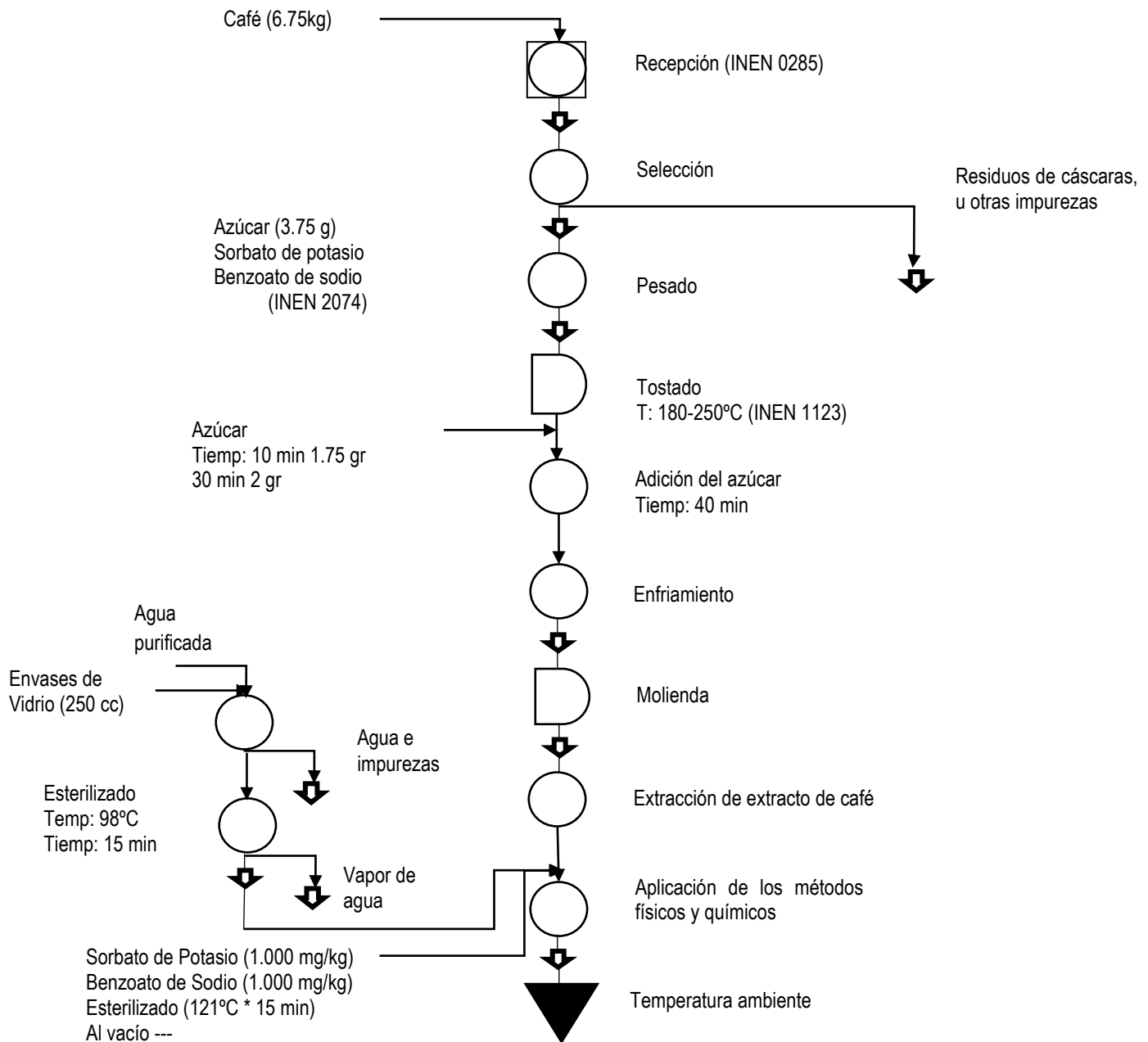
- Autoclave

### **3.7.3. INSUMOS:**

- Café
- Sorbato de potasio
- Benzoato de Sodio
- Azúcar



### 3.8. DIAGRAMA DE PROCESO DEL MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN



**LEYENDA**

RECEPCIÓN	◻
OPERACIÓN	◯
DEMORA	D
TRANSPORTE	⇓
ALMACENAMIENTO	▼

Figura 3.1. Proceso de extracción de extracto de café y manejo de la investigación

### **3.9. DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DEL MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN**

**1.- Recepción:** La recepción de la materia prima se efectuó utilizando un estándar relacionado a la calidad del grano. De este modo se acopió el grano siguiendo las características recomendadas por la norma INEN 0285: 2006.

- Café Grado 4 (Tipo Arábica Natural): Granos de café arábica beneficiados por la vía seca, de la cosecha actual y libre de sabores extraños.
- Sin defectos físicos del grano (grano opaco, grano partido, grano ámbar, grano aplastado, grano cristalizado o vidrioso, grano picado o brocado, grano con pergamino, grano deforme o anormal, grano fermentado o pestilente, grano inmaduro, grano manchado, grano mohoso, grano negro, grano pálido, grano veteado, grano quebrado, orejas o conchas).
- Sin presencia de sustancias extrañas (pergamino, cáscaras, piedras, palos).
- Con porcentaje de humedad que no supere el 12,5 %, ni inferior al 11 %.

**2.- Selección:** En este paso se incluyó la eliminación (manualmente) de la cascarilla residual originada en la etapa de secado; esto se realizó con la finalidad de que en el proceso de tosti3n o tostado, no altere su olor o color original. Es importante recalcar que se utilizaron cantidades bajas de materia prima (6.75 kg).

**3.- Pesado:** La cantidad de aditivos alimentarios que se utilizaron en la investigaci3n fueron como se estipulan en la norma NTE INEN 2074 de sorbato de potasio y benzoato de Sodio. Es fundamental adicionar correctamente las proporciones especificadas, por cuanto a cantidades exageradas de conservantes repercuten en la salud de las personas (Enfermedades como el c3ncer). Dicha norma para la admisi3n de dosis permitidas en alimentos indica que se debe hacer uso de 1.000 mg/kg, es decir que representa al 0.1%, de lo cual solo se usará 0.05% (0.005g). La cantidad de caf3 es de 6.75 kg y la relaci3n de azúcar es un cuarto de la cantidad de caf3 (3.75 g)

**4.- Tostado:** El proceso de tuestión es someter el grano seco de café a cocción en donde los granos cambian su estructura, se deshidratan, liberan aceite, reducen su peso, toman una coloración oscura, desarrollan sus aromas y sabores característicos (Gotteland, 2007). Se debe tener cuidado en este proceso para que no ocurra una reacción de Maillard que consiste en una importante reacción química que provee a los alimentos de un agradable olor y sabor (Valenzuela, 2007).

Según la INEN 1123:2006 la temperatura de la torrefacción debe ser entre 180 – 250 °C por un periodo de 5 – 15 min, con adición de sacarosa o glucosa.

La norma anterior, determina alguna de las características que debe cumplir el proceso de tostado:

- El tostado no debe presentar sabores ni olores extraños, tales como vinagre, moho, fermentos y químicos.
- Los productos contemplados en esta norma deben procesarse en condiciones sanitarias que aseguren su inocuidad.
- El café tostado en grano, el café tostado y molido debe ser el 100% de granos de café.
- El café tostado en grano no debe contener más de 10% de granos carbonizados.

**5.- Adición de azúcar:** La adición de azúcar, se efectuó adicionando en dos partes durante el tostado. Los volúmenes a agregar son 1:0,25 de café y azúcar (Mendoza y Moreira, 2015). El azúcar se agregó la primera parte durante los 10 primeros minutos, el restante en los 30 minutos finales.

**6.- Enfriamiento:** Luego de la torrefacción se dejó enfriar por un lapso de 10 a 15 minutos para que en el proceso de molienda éste no se convirtiera en una sustancia gomosa por la cantidad de azúcar añadida y obstruya el paso del polvo de café por los orificios del molino.

**7.- Molienda:** Manifiesta López (2003) que los granos completos de café requieren un cortado mediante una acción de comprensión o fricción, para

proveer al café molido con partículas de un tamaño y forma adecuadas, para el subsiguiente proceso de elaboración de la bebida. Se utilizó un molino de discos casero con el principal objetivo de fue obtener finas partículas para poder extraer el extracto de café.

**8.- Extracción:** Después de la tostión y la molienda, la extracción es la operación clave en la manufactura a gran escala del café, en la cual los sólidos solubles y los compuestos aromáticos son extraídos a través de la lixiviación donde el solvente es agua líquida (Ortega *et al.*, 2014)

El agua se la empleó a una temperatura poco menos de los grados de ebullición (100°C). Lo importante es que pueda extraer los compuestos fenólicos.

Continuamente se realizó la esterilización de los envases previo a usar (vidrio transparente tout suite de una medida de 250cc). Los envases se ubicaron en una olla de esterilización a 98°C por un lapso de 15 minutos.

**9.- Aplicación de métodos de conservación:** Los métodos que se aplicaron fueron los químicos como: El sorbato de potasio y el benzoato de sodio y los físicos como la esterilización a través del equipo Autoclave y al vacío. Los químicos consistieron en pesar la cantidad adecuada de conservante adicionándolos directamente al producto mientras que los físicos se envasaron en un recipiente de vidrio de 250 cc con su respectivo procedimiento.

**10.- Almacenamiento:** Una vez aplicados los métodos de conservación, el producto final fue almacenado a temperatura ambiente. Se realizaron monitoreos visuales permanentes para observar cambios.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. PATOGENIDAD DE EXTRACTOS DE CAFÉ

El cuadro 4.1 expresa la clasificación general de observaciones de acuerdo al ensayo de laboratorio efectuado (Ver anexo 8). El modelo de regresión logística determinó la existencia de siete muestras en estado de contaminación, mientras que los tratamientos con inocuidad fueron ocho. El porcentaje de confiabilidad estadística fue del 53 %.

**Cuadro 4.1.** Resultados observados de la patogenicidad de los extractos de café.

Observado		Pronosticado		
		Inocuidad contaminado	Inocuos	Porcentaje correcto
inocuidad	contaminado	0	7	,0
	inocuos	0	8	100,0
Porcentaje global				53,3

### 4.2. EVALUACIÓN DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

**Cuadro 4.2.** Significancia estadística entre los tratamientos aplicados en el estudio

Variables	Tratamientos	gl	L.	Mesófilos	Coliformes T.	E. coli	Mohos
				Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
		12,321	4	,015	,005	,005	,005
T1 (Sorbato de Potasio)		,268	1	,605 NS	,333 NS	,333 NS	,333 NS
T2 (Benzoato de Sodio)		4,286	1	<b>,038 *</b>	,333 NS	,333 NS	,333 NS
T3 (Esterilización)		3,281	1	,070 NS	,333 NS	,333 NS	,333 NS
T4 (Al vacío)		3,281	1	,070 NS	,333 NS	,333 NS	,333 NS
Estadísticos globales		12,321	4	,015	,005	,005	,005

#### 4.2.1. MESÓFILOS

De acuerdo a lo establecido en el Cuadro 4.2 la variable Mesófilos no evidenció diferencias estadísticas significativas respecto al testigo absoluto para los tratamientos 1 (Sorbato de potasio), 3 (Esterilización) y 4 (Al vacío) demostrada por la inocuidad de las muestras, mientras que el tratamiento 2 (benzoato de sodio) obtuvo diferencias estadísticamente significativas respecto al resto de tratamientos.

Estos resultados confirman los obtenidos por Navarrete (2015) quien determinó la existencia de cepas contaminantes de patógenos aerobios mesófilos en una

concentración de  $16 \times 10^3$  UFC/g (ver Anexo 9), demostrando la contaminación existente en muestras de extracto de café originadas de la misma unidad productiva de café.

En relación a la concentración de los microorganismos, se puede considerar que las muestras obtenidas y los valores alcanzados dentro de la investigación resultaron inferiores a otros encontrados en diferentes tipos de estudios que evidenciaron poblaciones de mesófilos. Así, CENICAFÉ (2015) encontró poblaciones de estos patógenos dentro del rango de las  $4,5 \times 10^7$  UFC/g y para los hongos y levaduras del orden de  $3,1 \times 10^8$  UFC/g, demostrando con esto, que la patogenicidad de las cepas locales para éstos microorganismos no son agresivas en cuanto al índice poblacional.

Resultados similares se obtuvieron por parte de Bastidas (2013) quien determinó el efecto de antimicrobianos (benzoato y vainillina) sobre poblaciones de microorganismos mesófilos y hongos de los tratamientos.

#### **4.2.2. COLIFORMES TOTALES**

En alusión al mismo cuadro, la variable Coliformes totales demostró que no existieron diferencias estadísticas significativas respecto a los tratamientos estudiados. Este nivel de resultados demuestra con suficiencia que los tratamientos aplicados tuvieron efecto sobre las poblaciones de Coliformes.

Los coliformes son microorganismos propios de las pulpas de las frutas, donde el pH ácido y los azúcares fomentan el desarrollo de mohos, levaduras y bacterias ácido lácticas (García, Osío, Escalante, 2013). El efecto antimicrobiano de los químicos preservantes y/o conservantes retrasa el deterioro de los alimentos a causa de los microorganismos, entre los de mayor frecuencia de uso por empresas de exportación de pulpas son Benzoato de sodio, ácido cítrico y sorbato de potasio (Breymann *et al.*, 2013).

En coincidencia con los resultados obtenidos, Breymann *et al.*, (2013) demostró que las muestras analizadas en la investigación análisis de la calidad microbiológica y potencial presencia de *Lysteria monocytogenes* en pulpas de guanábana (*Annona muricata*), mango (*Manguifera indica*) y maracuyá

(*Passiflora edulis*) costarricenses, solamente una tuvo recuentos de bacterias lácticas superiores a  $10^7$  y dos muestras presentaron recuentos de mohos y levaduras superiores a este valor. Este efecto es atribuido al uso combinado de antimicrobianos químicos y a la pasteurización de los productos.

#### **4.2.3. ESCHERICHIA COLI**

La variable *Escherichia coli* (ver cuadro 4.2) obtuvo valores con diferencias estadísticas no significativas con respecto a los tratamientos en estudio, por lo que se demuestra de manera estadística el efecto antimicrobiano de todos los tratamientos estudiados.

En función a lo descrito por Luna *et al.*, (2012) la transmisión a través de los alimentos y la capacidad de producir brotes epidémicos junto a la gravedad de las complicaciones de las enteritis confieren a este microorganismo (*E. coli*) una gran importancia en salud pública.

#### **4.2.4. MOHOS**

En el cuadro 4.2 se representan los resultados obtenidos para la variable Mohos. Los registros encontrados determinaron la no existencia de diferencias estadísticas significativas en relación a los tratamientos estudiados. Con esto se comprueba un efecto patogénico de los tratamientos implementados.

Coinciden con esto Bastidas (2013) y Breymann *et al.*, (2013) quienes establecieron efectos de antimicrobianos sobre poblaciones de hongos patógenos invasores de los alimentos. Con las referencias señaladas, queda demostrado el efecto antimicrobiano ejercido por los tratamientos estudiados en el presente estudio.

### 4.3. COSTOS DE LOS MÉTODOS DE CONSERVACIÓN

**Cuadro 4 3.** Costos de los tratamientos físicos

<b>COSTO DE CONSERVACIÓN DEL MÉTODO FÍSICO</b>			
	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>T3 Esterilización</b>	Costo Equipo	0,15	\$
	Costo Hora Hombre	1,14	\$
	Costo Envase	0,24	\$
	<b>Costo total</b>	<b>1,53</b>	<b>\$</b>
<b>T4 Al vacío</b>	Costo de Gas	0,31	\$
	Costo Envase	0,24	\$
	Costo de Agua	0,25	\$
	Costo Hora Hombre	1,14	\$
	<b>Costo total</b>	<b>1,94</b>	<b>\$</b>

\$0.12 Kwh Costo del Kwh reportado por CNEL Ecuador  
Pot. Equipo indica las placas del Autoclave marca EA-632

A través de los exámenes microbiológicos efectuados se determinó que los métodos químicos estudiados mostraron contaminación en las muestras pertinentes, motivo por el cual no fueron sujetos de evaluación en la estimación de los costos de los tratamientos.

Para determinar el costo del tratamiento Esterilización es necesario conocer la potencia del equipo, el costo energético, el tiempo que se utilizó para conservar las muestras de extracto de café reemplazando las siguientes fórmulas

$$\text{Cost. Energ. Equipo} = \text{Pot. eq} * t \quad [4.1]$$

Donde:

Cost.Energ.Equipo = Costo energético del equipo  
Pot. Eq= Potencia del equipo  
t= Tiempo en horas invertidos en el proceso

$$\text{Cost. Energ. Equipo} = 2,5 \text{ kw} * 0,5 \text{ h}$$

$$\text{Cost. Energ. Equipo} = 1,25 \text{ kwh}$$

A través de la siguiente fórmula se calcula el precio de esterilización

$$\text{Cost. Tot de trat Esterilización.} = \text{Cons. Ener} * \text{Cost. Unit. Energ. Elec} + \text{cost. var} \quad [4.2]$$

Donde:

Cost. Tot de trat Esterilización= Costo Total de tratamientos de Esterilización  
Cons. Ener= Consumo energético del equipo  
Cost. Unit. Energ. Elec= Costo Unitario de energía eléctrica  
Cost. Var= Costos variables



$$\text{Cost. Total de trat Esterilización.} = 1,25 \text{ kwh} * \frac{\$0,12}{1\text{kwh}} + \$0,24 + \$1,14$$

$$\text{Cost. Total de trat Esterilización.} = \$1,53$$

En la determinación del costo del tratamiento Al vacío es necesario conocer el costo del gas utilizado, las horas hombre (persona que envasa al vacío), el agua utilizada y los envases que se manipularon para conservar las muestras de extracto de café reemplazando las siguientes fórmulas

$$\text{Cost. Tot de trat Al vacío} = \text{Cons. Gas} + \text{cost. var [4.3]}$$

Donde:

Cost. Tot de trat Al vacío = Costo total de tratamiento al Vacío

Cons. Gas = Consumo de Gas

Cost. Var= Costos variables

$$\text{Cost. Tot de trat Al vacío} = \$0,31 + \$0,24 + \$0,25 + \$1,14$$

$$\text{Cost. Tot de trat Al vacío} = \$1,94$$

El cuadro 4.3 expresa los costos de los tratamientos físicos T3 (Esterilización) y T4 (Al vacío) reportando valores de entre \$1,53 y \$1,94 respectivamente para lo cual la tecnología Esterilización es más económica que Al vacío para conservar las muestras de extracto de café Arábica.

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- Después de evaluar los métodos de conservación aplicados al extracto de café, mediante las pruebas microbiológicas y el análisis estadístico (regresión logística), se pudo determinar que la mayor incidencia en la inhibición patogénica la obtuvieron los métodos físicos (Esterilización y al vacío), superando sustancialmente a los métodos químicos de conservación (Sorbato de potasio y benzoato de sodio).
- Los resultados microbiológicos avalados por el departamento de microbiología de la ESPAM MFL, demostraron que los microorganismos patógenos más resistentes son los aerobios mesófilos, mostrando su pronunciamiento con rangos mínimo en los métodos químicos y testigo de acuerdo la Norma INEN 1529-5.
- Los métodos físicos (esterilización y al vacío) evidenciaron los costos para conservar las muestras de extractos teniendo como resultados cantidades de \$1,53 y \$1.14 respectivamente para lo cual la tecnología más económica es la Esterilización. Los métodos químicos no se involucran dentro del análisis debido a la contaminación evidenciada en los análisis microbiológicos.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar investigaciones en función de la problemática adoptando variables para la caracterización organoléptica del extracto, asociando la pérdida de características físico-químicas a la presencia de patógenos en el medio. De este modo se podrá contemplar todos los aspectos relacionados a la producción de extracto de café.
- Desarrollar nuevas técnicas en extracto de café, innovando la utilización de conservantes naturales, combinados o de manera autónoma, contra microorganismos aerobios y mesófilos que dentro de la investigación fueron los de mayor resistencia frente al método químico.

- Implementar futuros estudios destinados a la intervención en la problemática a nivel comercial. Para este fin se debe potenciar los métodos físicos (esterilización y al vacío), convalidando los resultados financieros evidenciados por las tecnologías estudiadas a nivel industrial.

## BIBLIOGRAFÍAS

- Acero, E. 2007. Frutas auto estabilizadas en el envase por la tecnología de obstáculos. 1 ed. México. Acribia. P 88-89
- Alarcón L; Olivas, E. 2001. Manual de prácticas de microbiología básica y microbiología de alimentos. 1 ed. México. P 20-21
- Atlas. 2001. Historia del café. 8 ed. México. Lexus. P 59
- Arvanitoyannis, L. 2012. Modified Atmosphere and Active Packaging Technologies. New York. CRC Press. P 783
- Banegas, K. 2009. Identificación de las fuentes de variación que tienen como efecto sobre la calidad del café (*Coffea arábica*) en los municipios de El Paraíso, Alauca, Honduras. Tesis. Mgs. Agroforestería Tropical. P 6.
- Bastidas, M.2013. Evaluación de la vainillina y el benzoato de sodio como agentes antimicrobianos en piña (*Ananas comosus*) deshidratada. Caracas. Revista Universidad Central de Venezuela.
- Berkowitz, D. S.f. Industria Alimentaria. (En línea). EC. Consultado 03 de jun 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/67.pdf>
- Boorgues, S. 2013. El café, tradición colombiana. 1 ed. Vol. I. Bogotá, Colombia. Planeta. p 68.
- Borges, P; Ortega, A; Roncal, E; Rogert, E. 2008. Obtención de una escala piloto de un extracto de café. La Habana. Cuba. Revista Ciencia y tecnología de alimentos. Vol. 18, N 3. P 53-54
- Breyman, J, Chaves, C, Árias , M. 2013. Análisis de la calidad microbiológica y potencial presencia de *Lysteria monocytogenes* en pulpas de guanábana (*Annona muricata*), mango (*Manguifera indica*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) costarricenses. Costa Rica. Revista Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 63, n 1, p 56.
- Castillo, M. 2015. Debate Agrario Rural. (En línea). EC. Consultado 26 de abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: [http://issuu.com/la\\_hora/docs/debateagrario](http://issuu.com/la_hora/docs/debateagrario)
- CENICAFÉ. 2015. Caracterización microbiológica y físico-química de la pulpa de café sola y con mucílago, en proceso de lombricompostaje. (En línea). EC. Consultado, 17 de ago. 2015. Formato PDF. Disponible en: [//www.cenicafe.org/es/publications/arc050%2801%29005-023.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/arc050%2801%29005-023.pdf)

- CENICAFÉ. 2011. Composición química de una taza de café.(En línea). EC. Consultado, 02 de jun. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt04142.pdf>
- Ciro, H; González, C; García, E. 2009. Numerical simulation of thermal sterilization process of foods using control volumes: cylindrical approximation. Medellín. Colombia. Revista DYNA. N 159, P 115-124
- Chue, J; Barreno,E y Millones,R. 2014. Sistema para el análisis estadístico de técnicas multivariadas del rendimiento académico de los estudiantes de una institución de enseñanza superior. Lima.Perú. Revista INTERFASES. N 2, P 59-60
- CONEFAC (Consejo Cafetalero Nacional) 2005. Plan estratégico del sector cafetalero Ecuatoriano. Informe. Manta-Manabí, Ec. P 8.
- Conforme, G. 2015. Elcafé y su importancia comercial. (Entrevista). Canuto-Chone
- Cumbicus, E; Jiménez, R. 2012. Análisis sectorial en la zona 7 del Ecuador. Tesis. Ing. Abministración de empresas. UTPL. Loja. Ec. P 18.
- Dávila, M; Donoso, 2011. Desarrollo de un nuevo producto aderezo sustituto de la mayonesa, exento de huevo, bajo en grasa y a base de proteína de soya. Tesis. Ing. Alimentos. Universidad De San Francisco. Quito, Ec. P 5.
- De Zan, A. 2008. Diseños experimentales secuenciales para modelos logísticos de regresión. Bogotá, Colombia. Revista Colombiana de Estadística. Vol. 31, n 2 P 3.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2004. Producción de café. (En línea). EC. Consultado 26 de abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s0v.htm>
- Flores, J. 2010. Efecto de un conservante (Sorbato de potasio) y un mejorador (Carboximetilcelulosa) sobre las características sensoriales y la vida de anaquel de las empanadas de viento (pasteles) elaboradas en la planta artesanal TATY. Tesis. Ing. Alimentos. UTA. Ambato, Ec. P 11
- Galindo, X. 2011. Producción e industrialización de café soluble caso: Solubles instantáneos. Tesis. Ing. Econ. Universidad de Guayaquil. Guayaquil. P 34
- García del Río, B; 2013. Incidencia de la seguridad alimentaria en los procesos productivos agroalimentarios. Torreón, México. Revista Mexicana de Agronegocios. Vol. 17, n 32. p. 155-156

- García, Y, Osío, I, Escalante, M. 2013. Calidad microbiológica de pulpa de lechosa de las variedades Cartagena. Revista Latinoamericana de Nutrición. Vol. 63, n 1, p 55.
- García; Molinero. 2014. Formulación Magistral. 1 ed. Madrid. España. Copyright. P 54
- German, M. 2013. Evaluación del empaçado y sellado al vacío en fundas de polietileno de alta densidad en la vida de anaquel de quesos frescos y semiduros. Tesis. ing. Alimentos. UTA. Ambato, Ec. p 36.
- Gotteland, M; Saturnino, P. 2007. Algunas verdades sobre el café. Santiago. Chile. Revista chilena de nutrición. Vol. 34, n 2. P 3
- Gutierrez, S. 2008. Métodos de esterilización. Ec. Consultado, 02 de jun. 2016. Formato PDF. Disponible en: [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_farmacia/catedraMicro/10\\_M%C3%A9todos\\_de\\_esterilizaci%C3%B3n.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/10_M%C3%A9todos_de_esterilizaci%C3%B3n.pdf)
- Hernández, M. 2012. Taxonomía, genética y mejoramiento del café. Bogotá: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Boletín divulgativo
- IICA. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2004. Cadena Agroindustrial del Café. Nicaragua. P 7
- Lopera, L. 2012. Evaluación de la preservación de extractos líquidos de café mediante el uso de bacteriocina (nisina) y la aplicación de microondas. Medellín. Colombia. Revista MVZ Cordoba. Vol. 19, p 4.
- López, E. 2007. Extracción de aceite de café. Bogotá. Colombia. Revista Ingeniería de investigación ISSN: 0120-5609. Vol. 27, núm. 1. P 2
- López, P. 2003. Mejoramiento del rendimiento en el proceso de extracción de café de la empresa DECAFÉ S.A. Tesis. Ing. Química. Universidad Nacional de Colombia. P 18.
- Lorenzo, T; Cardona, M; Caballero, A; Mojeron, P; Sánchez, Y. 2005. Caracterización de la conservación de alimentos en diferentes instalaciones. La Habana, Cuba. Revista CENIC. Ciencias Biológicas. Vol. 36. P 2
- Luna, L, Maturrano, L, Rivera, H, Zanabria, V; Rosadio, R 2012. Genotipificación, evaluación toxigénica in vitro y sensibilidad a antibióticos de cepas de escherichia coli aisladas de casos diarreicos y fatales en alpacas neonatas. Lima. Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. Vol. 23, n 3. P 8

- Marcilla, A. 1998. Introducción a las operaciones de separación. España. Publicaciones Universidad de Alicante. P 24
- Mendoza, I. 2015. Problemas que presenta el extracto del café en el sector Rural. (Entrevista). Canuto-Manabí. Ec
- Mendoza, N; Ponce, F, 2009. La comercialización del café orgánico y su incidencia en la dinamización del mercado manabita, durante el período 2008-2009. Tesis. Ing. Comercial. Universidad Técnica de Manabí. UTM. Portoviejo-Manabí, Ec. P 23.
- Moreira, N. 2015. Extracción de café artesanal. (Entrevista). Calceta-Manabí. Ec
- Navarrete, J. 2015. Reporte de Análisis microbiológicos de extracto de café. Calceta: ESPAM MFL.
- Naranjo, M; Vélez, L; Rojano, B. 2011. Actividad antioxidante de café colombiano de diferentes calidades. Habana. Cuba. Revista Cubana de Plantas Medicinales. Vol. 16, n 2. P 5
- NTE INEN 0285. 2006. (Norma Técnica Ecuatoriana).Café verde en grano. Clasificación y requisitos. EC. Consultado, 26 de abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0285.2006.pdf>
- NTE INEN 1122. 2000. (Norma Técnica Ecuatoriana). Café Soluble. Requisitos. EC. Consultado, 26 de abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1122.2000.pdf>
- NTE INEN 1123. 2006. (Norma Técnica Ecuatoriana). Café tostado y molido. Requisitos. EC. Consultado, 26 de abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1123.2006.pdf>
- NTE INEN 2074. 2012. (Norma Técnica Ecuatoriana). Aditivos alimentarios para consumo humano. Listas positivas. Requisitos. EC. Consultado, 26 de abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2074.2012.pdf>
- Oliveros, C; Sanz, J. 2011. Ingeniería y Café en Colombia. Bogotá. Colombia. Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes. N 33, p 3-4.
- Oña, C; Serrano, D. 2014. Mantenimiento básico de máquinas e instalaciones en la industria Alimentaria (Autoclave). 1 ed. México. IC Editorial. P 52
- Ortega, J; Caballero, L; Maldonado, L. 2014. Evaluación del rendimiento de la extracción de café molido comercial. España. Revista @limentech ciencia y tecnología alimentaria Volumen 12, N1, p.40-47

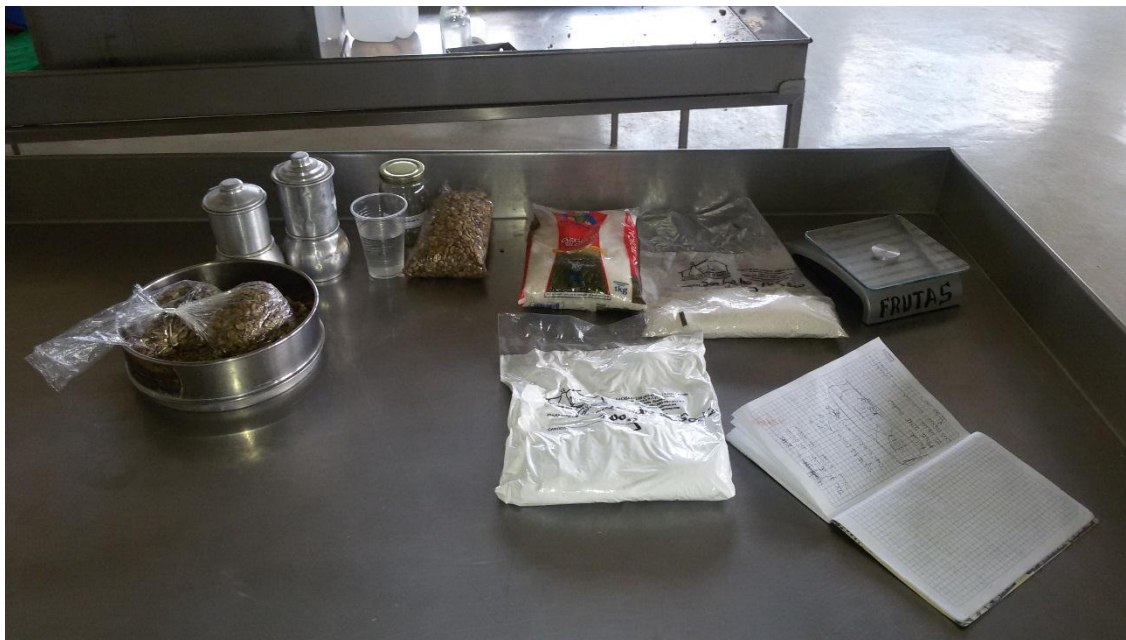
- Paulino, G; Araújo, D; Fernandes, L; Leão de Menezes, P; Pinheiro, P; De Sousa, R. 2012. Gestión de calidad del servicio de alimentos y bebidas. João Pessoa – Brasil. Revista Estudios y perspectivas en turismo. Vol 21, N 3, p 5
- Pérez, J; Meza, V. 2013. Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la preservación de problemas ambientales. Estados Unidos. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial. Vol. 16, n 1, p 108-117.
- PROECUADOR. (Instituto de Promoción de exportaciones e inversiones). 2011. Perfil de extractos, esencias, y concentrados de café en Chile. (En línea). Ec. Consultado, 02 de jun. 2016. Formato PDF. Disponible en: [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/02/PROECU\\_PPM2011\\_EXTRACTOS-ESENCIAS-Y-CONCENTRADO-DE-CAF%C3%89\\_CHILE.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/02/PROECU_PPM2011_EXTRACTOS-ESENCIAS-Y-CONCENTRADO-DE-CAF%C3%89_CHILE.pdf)
- Rodriguez, R; Rojo, G; Martínez, R; Piña, H; Ramírez, B; Vaquera, H; Cong, M. 2014. Envases inteligentes para la conservación de los alimentos. Mochicahui. México. Revista Ra Ximhai de México. Vol. 10, m 6, p 152
- Rojas, D; Ortiz, M; Rivera, D; Kloepper, J; Bonilla, R. 2013. Evaluation of three methods for preservation of *Azotobacter chroococcum* and *Azotobacter vinelandii*. Bogotá, Colombia. Revista Universitas Scientiarum. Vol.18, n 2, P 129-139
- Sanchez, J; Anaya, I; Vizcarra, M; Gutiérrez, G.; Santiago, T. 2007. Estudio de la hidrodinámica del café tostado (*Coffea arabica* L.) en lecho fluidizado. Distrito Federal, México Revista Mexicana de Ingeniería Química. Vol. 6, n 2. P 186
- Sanchis, V; Allaert, C; Viñas, I; Sala, N; Torres, M. 1997. Prácticas de microbiología de alimentos. 1 ed. España. P 14
- Sauceda, E; 2011. Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. El Fuerte, México. Revista Ra Ximhai. Vol. 7, núm. 1. p. 153-170
- Tejera, B; Rojas, M; Heydrich, M. 2011. Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal. La Habana. Cuba. Revista CENIC. Ciencias Biológicas. Vol. 42, núm. 3, p 132.
- Tortora, G; Funke, B; Case, C. 2007. Introducción a la microbiología. 9na ed. Argentina. P 191-192.
- Valenzuela, R; Ronco, A. 2007. Acrilamida en los alimentos. Santiago. Chile. Revista chilena de nutrición. Vol. 34, N°1. P 2.



- Villacis, J. 2014. Conferencia Proyecto de Reactivación de la Caficultura ecuatoriana. Memorias Estadísticas productivas del café (págs. 2-3). Guayaquil, EC: MAGAP
- Yahía, E; Ariza, R. 2001. Tratamientos físicos en poscosecha de frutas y hortalizas. Revista EXTRA. P 81
- Zapata, A; Sarache, W. 2014. Mejoramiento de la calidad del café soluble utilizando el método Taguchi. Chile. Revista chilena de ingeniería. Revista de Ingeniería de Chile. Vol.22 no.1, p5

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: MATERIALES E INSUMOS PARA EXTRAER EXTRACTO DE CAFÉ



## ANEXO 2: SELECCIÓN DEL GRANO DE CAFÉ ARÁBICA



### ANEXO 3: TOSTADO Y ADICIÓN DE AZÚCAR A LOS GRANOS DE CAFÉ



### ANEXO 4: ENFRIAMIENTO DEL CAFÉ Y MOLIENDA



## ANEXO 5: EXTRACCIÓN DE EXTRACTO DE CAFÉ ARÁBICA



## ANEXO 6: APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS



## ANEXO 7: ALMACENAMIENTO A TEMPERATURA AMBIENTE



## ANEXO 8: REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE PRODUCTOS “EXTRACTO DE CAFÉ EXTERNA”

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



LABORATORIO DE  
MICROBIOLOGÍA ÁREA  
AGROPECUARIA

#### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE PRODUCTOS “ESENCIA DE CAFÉ”

<b>Cliente:</b>	Gema Conforme Jorge Loor	<b>Nº de análisis</b>	047
<b>Dirección:</b>	Canuto		
<b>Teléfono:</b>	0988997979	<b>Fecha de recibido</b>	09/11/2015
<b>Nombre de la Muestra:</b>	Esencia de café	<b>Fecha de análisis</b>	09/11/2015
<b>Cantidad Recibida:</b>	100 ml	<b>Fecha de muestreo</b>	09/11//2015
<b>Tipo de Envase:</b>	Envase de vidrio	<b>Fecha de reporte</b>	12/11/2015
<b>Observaciones:</b>	El laboratorio no se responsabiliza por la toma y traslado de la muestra	<b>Método de muestreo</b>	NTE INEN 1123
<b>Objetivo del muestreo:</b>	Control de calidad	<b>Responsable muestreo:</b>	NTE INEN 1123

WWW.ESPAM.EDU.EC

#### RESULTADOS

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	MÉTODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	16 x 10 <sup>3</sup>	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	3 X 10 <sup>1</sup>	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	AUSENCIA	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-10

**NOTA:**

Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y no para otros productos de la misma procedencia.

Prohibido la reproducción total o parcial de este informe.

Blgo. Johnny Navarrete A.

COORDINADOR DEL LAB. DE MICROBIOLOGÍA

lab\_microbiologiapecuaria@hotmail.com

## ANEXO 9: REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE PRODUCTOS “EXTRACTO DE CAFÉ” TRATAMIENTOS QUÍMICOS

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



LABORATORIO DE  
MICROBIOLOGÍA ÁREA  
AGROPECUARIA



REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE PRODUCTOS “ESENCIA DE CAFÉ”			
Cliente:	Gema Conforme Jorge Loor	N° de análisis	053
Dirección:	Canuto	Fecha de recibido	07/12/2015
Teléfono:	0988997979	Fecha de análisis	07/12/2015
Nombre de la Muestra:	Esencia de café	Fecha de muestreo	07/12/2015
Cantidad Recibida:	100 ml	Fecha de reporte	10/12/2015
Tipo de Envase:	Envase de vidrio	Método de muestreo	NTE INEN 1123
Observaciones:	El laboratorio no se responsabiliza por la toma y traslado de la muestra	Responsable muestreo:	NTE INEN 1123
Objetivo del muestreo:	Control de calidad		

WWW.ESPAM.EDU.EC

### RESULTADOS

#### T1 R1 SORBATO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	AUSENCIA	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-10

#### T1 R2 SORBATO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	AUSENCIA	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-10

#### T1 R3 SORBATO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	6 x 10 <sup>3</sup>	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	AUSENCIA	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-10



## T2 R1 BENZOATO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	13 x 10 <sup>3</sup>	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	AUSENCIA	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-10

## T2 R2 BENZOATO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	17 x 10 <sup>3</sup>	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	AUSENCIA	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-10

## T2 R3 BENZOATO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	10 x 10 <sup>3</sup>	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	AUSENCIA	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-10

**NOTA:**

Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y no para otros productos de la misma procedencia.

Prohibido la reproducción total o parcial de este informe.

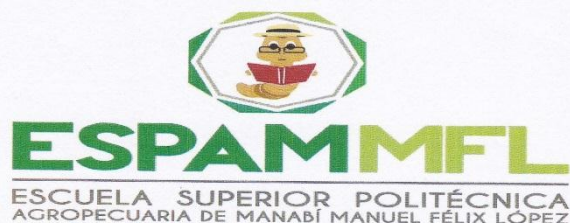
Blgo. Johnny Navarrete A.

COORDINADOR DEL LAB. DE MICROBIOLOGÍA

lab\_microbiologiapecuaria@hotmail.com



## ANEXO 10: REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE PRODUCTOS “EXTRACTO DE CAFÉ” TESTIGO



REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE PRODUCTOS “ESENCIA DE CAFÉ”			
Cliente:	Gema Conforme Jorge Loor	Nº de análisis	001
Dirección:	Canuto		
Teléfono:	0988997979	Fecha de recibido	11/01/2016
Nombre de la Muestra:	Esencia de café	Fecha de análisis	11/01/2016
Cantidad Recibida:	100 ml	Fecha de muestreo	11/01/2016
Tipo de Envase:	Envase de vidrio	Fecha de reporte	15/01/2016
Observaciones:	El laboratorio no se responsabiliza por la toma y traslado de la muestra	Método de muestreo	NTE INEN 1123
Objetivo del muestreo:	Control de calidad	Responsable muestreo:	NTE INEN 1123

### RESULTADOS

#### Tº R1 TESTIGO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	238 X 10 <sup>3</sup>	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	14 COLONIAS	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	17 COLONIAS	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	279 COLONIAS	NTE 1529-10

#### Tº R2 TESTIGO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	129 X 10 <sup>3</sup>	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	27 COLONIAS	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	178 COLONIAS	NTE 1529-10

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DEL ÁREA AGROPECUARIA DE LA ESPAM MFL  
Correo: lab\_microbiologiapecuaria@hotmail.com



# ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

## T° R3 TESTIGO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	112 x 10 <sup>3</sup>	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	24 COLONIAS	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	37 COLONIAS	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	78 COLONIAS	NTE 1529-10

## ANEXO 11: REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE PRODUCTOS “EXTRACTO DE CAFÉ” TRATAMIENTOS FÍSICOS



### T° R3 TESTIGO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	112 x 10 <sup>3</sup>	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	24 COLONIAS	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	37 COLONIAS	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	78 COLONIAS	NTE 1529-10

### T3 R1 AUTOCLAVADO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	AUSENCIA	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-10

### T3 R2 AUTOCLAVADO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	AUSENCIA	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-10



# ESPAM MFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

### T3 R3 AUTOCLAVADO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	AUSENCIA	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-10

### T4 R1 VACIO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	AUSENCIA	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-10

### T4 R2 VACIO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	AUSENCIA	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-10

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DEL ÁREA AGROPECUARIA DE LA ESPAM MFL  
Correo: lab\_microbiologiapecuaria@hotmail.com



# ESPAM MFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

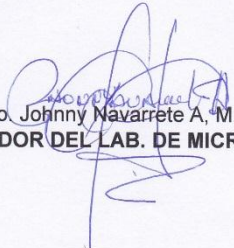
### T4 R3 VACIO

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	LIMITES ADMITIDOS	RESULTADOS	METODOS DE ENSAYO
Esencia de Café	Aerobios mesófilos	UFC/g	20 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-5
	Coliformes	NMP/g	1.1 X 10 <sup>1</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-6
	E. coli	NMP/g	0	AUSENCIA	NTE 1519-8
	Mohos	UP/g	2.0 X 10 <sup>3</sup>	AUSENCIA	NTE 1529-10

#### NOTA:

Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y no para otros productos de la misma procedencia.

Prohibido la reproducción total o parcial de este informe.

  
Blgo. Johnny Navarrete A., M.P.A.

**COORDINADOR DEL LAB. DE MICROBIOLOGÍA**

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DEL ÁREA AGROPECUARIA DE LA ESPAM MFL  
Correo: lab\_microbiologiapecuaria@hotmail.com

## ANEXO 12: ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO AUTOCLAVE EA-632

### EA-632

#### VERTICAL AUTOCLAVE

#### AUTOMATIC FUNCTION WITH DRYING CYCLE

- Chamber size 300mm Dia. x 660mm depth
- Overall dimension 500(W) x 570(D) x 1150(H)mm
- Power consumption Chamber heater 2500W  
Door heater 250W  
Drying heater 300W x 2pc
- Power supply AC220V 20A
- Sterilizing Temp. 121°C
- Safety devices Safety valve, overheat protection, pressure control switch
- Weight Approx. 90kgs
- Standard accessory 1 pc sterilization basket  
280 Dia. x 600mm(H)