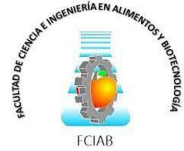




**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y  
BIOTECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

---

**Tema:** Caracterización y calidad microbiológica de un plato típico tradicional  
hornado del cantón Baños – Tungurahua

---

Trabajo de Titulación, Modalidad Sistematización de Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, previo a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

**Autor:** Melissa Anabell Sarabia Soria

**Tutora:** Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar

**Ambato-Ecuador**

**Septiembre - 2022**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

**PhD. Mayra Liliana Paredes Escobar**

### **CERTIFICO:**

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación bajo la Modalidad Sistematización de Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, el mismo que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología

Ambato, 25 de Julio del 2022

.....

PhD. Mayra Liliana Paredes Escobar

C.I. 0501873954

**TUTORA**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Melissa Anabell Sarabia Soria, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, modalidad Sistematización de Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Melissa Anabell Sarabia Soria

C.I. 180503541-5

**AUTORA**

## **APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Sistematización de Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia, firman:

.....  
Presidente del Tribunal

.....  
Liliana Alexandra Cerda Mejía  
C.I. 1804148086

.....  
Ruben Dario Vilcacundo Chamorro  
C.I. 1802738102

Ambato, 24 de Agosto 2022

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Melissa Anabell Sarabia Soria

C.I. 180503541-5

**AUTORA**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo dedico a mis padres María Soria y Wilfrido Sarabia por el apoyo brindado en toda mi formación académica y personal, ya que gracias a su sacrificio he logrado llegar hasta este punto de mi vida.

A mis hermanos Andrés y Keila Sarabia Soria quienes a pesar de las circunstancias que hemos tenido que pasar siempre estuvieron a mi lado con sus palabras de apoyo y motivación en cada paso que di en mi carrera.

A mi esposo Alexis Villavicencio quien siempre ha estado apoyándome y dándome ánimo para que no me rinda en este proceso.

A mi hija Camila Villavicencio quien ha sido mi motivación para la culminación de mi carrera profesional, gracias por cada linda etapa que me has hecho vivir, te amo mi princesa.

A mis mejores amigos Evelyn Guachamin y Henry Villamarín quienes estuvieron conmigo desde el inicio de mi carrera y siempre fueron un complemento para la realización de este trabajo.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme vivir este momento, por nunca faltarme cuando lo he necesitado, mi madre Santa la Virgen del Rosario de Agua Santa quien me ha cobijado con su mando sagrado en cada momento bueno y malo que he cursado durante este tiempo, ya que nunca me dejaron decaer y gracias a ello he logrado cumplir todas mis metas propuestas.

Agradezco a mi madre por ayudarme y nunca dejarme caer cuando todo parecía ir mal, sin usted no lo hubiera logrado, gracias por buscar la manera de que cada día tenga para mis pasajes, para mi comida y mis herramientas de estudio, gracias por ese esfuerzo tan grande que hizo durante este tiempo mamita, gracias por nunca dejarme sola en las madrugadas esperando que tome mi bus y buseta, por tenerme paciencia y por darme los mejores consejos.

Agradezco a mi padre porque a pesar de todo siempre estuvo apoyándome con un granito de arena mismo que ha permitido que pueda culminar mi carrera provechosamente.

Agradezco a los docentes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos por brindarme todos sus conocimientos, consejos y enseñanzas a lo largo de todo este camino, en especial a mi tutora la Dra. Mayra Paredes quien me ha apoyado y me ha brindado todos sus conocimientos para la culminación de este trabajo.

Finalmente, agradezco a mi toda mi familia por haberle ayudado con el cuidado de mi hija cuando más lo necesitaba, por darme la fuerza, y palabras de apoyo en cada uno de los momentos que e vivido durante mi formación académica y personal.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTOS .....	vii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA .....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General .....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
CAPÍTULO II .....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Antecedentes Investigativos .....	3
2.2 Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA'S).....	4
2.3 Microorganismos indicadores de contaminación en alimentos.....	6
2.3.1 Coliformes Totales .....	6
2.3.2 Escherichia coli .....	6
2.3.3 Staphylococcus aureus .....	7
2.4 Análisis fisicoquímicos .....	8
2.4.1 Análisis proximal .....	8
2.5 Calidad e inocuidad alimentaria .....	13
2.5.1 Calidad alimentaria .....	13
2.5.2 Inocuidad alimentaria.....	14



2.6	Hornado .....	14
2.7	Hipótesis .....	16
2.8	Variables.....	16
CAPÍTULO III.....		17
MATERIALES Y MÉTODOS .....		17
3	METODOLOGÍA .....	17
3.1	Población de estudio .....	17
3.2	Tamaño de la muestra .....	17
3.3	Recolección de las muestras .....	17
3.4	Caracterización fisicoquímica.....	17
3.5	Análisis microbiológico.....	18
CAPÍTULO IV.....		19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		19
CAPÍTULO V .....		28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		28
5.1	Conclusiones.....	28
5.2	Recomendaciones .....	28
6.	BIBLIOGRAFÍA .....	30
7.	ANEXOS .....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Población de estudio .....	17
<b>Tabla 2.</b> Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad en comidas preparadas. ....	24
<b>Tabla 3.</b> UFC/g de Coliformes totales en las muestras de hornado del Mercado Central y Plaza 5 de Junio.....	24
<b>Tabla 4.</b> UFC/g de E.coli en las muestras de hornado del Mercado Central y Plaza 5 de Junio .....	25
<b>Tabla 5.</b> UFC/g de Staphylococcus aureus en las muestras de hornado del Mercado Central y Plaza 5 de Junio.....	26
<b>Tabla 6.</b> Porcentaje de muestras contaminadas .....	26
<b>Tabla 7.</b> Porcentaje de lípidos y proteína en muestras de hornado. ....	38
<b>Tabla 8.</b> Porcentaje de Humedad, actividad de agua y pH en muestras de hornado. ....	38
<b>Tabla 9.</b> Promedio y desviación estándar del porcentaje de humedad en muestras de hornado.....	38
<b>Tabla 10.</b> Promedio y desviación estándar de los resultados actividad de agua en las muestras de hornado.....	39
<b>Tabla 11.</b> Promedio y desviación estándar de los resultados de pH en las muestras de hornado.....	39
<b>Tabla 12.</b> Recuento de E.coli del hornado expendido en el Mercado Central y Plaza 5 de Junio .....	48
<b>Tabla 13.</b> Recuento de Coliformes totales del hornado expendido en el Mercado central y plaza 5 de Junio .....	48
<b>Tabla 14.</b> Recuento de Staphylococcus aureus del hornado expendido en el Mercado central y plaza 5 de Junio .....	49

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Porcentaje de proteína en muestras de hornado del mercado central y plaza 5 de junio.....	19
<b>Gráfico 2.</b> Porcentaje de lípidos en muestras de hornado del mercado central y plaza 5 de junio.....	20
<b>Gráfico 3.</b> Porcentaje de humedad en muestras del mercado central y plaza 5 de junio .....	21
<b>Gráfico 4.</b> Actividad de agua en muestras de hornado del mercado central y plaza 5 de junio.....	22
<b>Gráfico 5.</b> pH en muestras de hornado del mercado central y plaza 5 de junio.....	23

## RESUMEN

El Ecuador es un país megadiverso conformado por cuatro regiones que se distinguen por sus paisajes y su gastronomía propia. La región Sierra se caracteriza por un gran consumo de alimentos, preparados típicamente como hornado. El cantón Baños es un destino turístico muy visitado, siendo el hornado uno de los platos emblemas de este cantón. La inocuidad es un factor principal a tomar en cuenta en los alimentos, la finalidad de este trabajo de investigación es evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del hornado expendido en el Mercado Central y Plaza 5 de junio del cantón Baños. Se determinó la población y muestra que involucró 4 sitios de expendio. Se realizó el análisis de proteínas y lípidos mediante los métodos 2001.11 y 2003.06 de la AOAC Ed.21, 2019. Se midió la humedad, actividad de agua, pH, y la carga microbiológica de *E.coli*, coliformes totales y *Staphylococcus aureus*. Las pruebas se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología y en el laboratorio de servicios LACONAL. Los resultados obtenidos muestran humedad entre 47 y 63 por ciento, la actividad de agua entre 0.97 y 0.98, y el pH entre 6 y 7, correlacionándose con datos de presentados en otras investigaciones. Por otra parte, las muestras analizadas indicaron presencia de *E.coli* y coliformes totales, los datos obtenidos fueron comparados con los parámetros indicados en la Norma NTS N°071 catalogándolos como no aptos para el consumo humano, demostrando que las muestras carecen de higiene sanitaria.

**Palabras claves:** calidad alimentaria, hornado, alimentos preparados, inocuidad alimentaria, higiene alimentaria.

## ABSTRACT

Ecuador is a megadiverse country made up of four regions that are distinguished by their landscapes and their own gastronomy. The Sierra region is characterized by a large consumption of food, typically prepared as a hornado. The Baños canton is a highly visited tourist destination, being the hornado one of the emblematic dishes of this canton. Safety is a main factor to take into account in food, the purpose of this research work is to evaluate the physicochemical and microbiological quality of baked goods sold in the Central Market and Plaza 5 de Junio of the Baños canton. The population and sample that involved 4 outlets were determined. Protein and lipid analysis was performed using AOAC Ed.21, 2019 methods 2001.11 and 2003.06. Humidity, water activity, pH, and the microbiological load of E.coli, total coliforms, and *Staphylococcus aureus* were measured. The tests were carried out in the laboratories of the Faculty of Science and Engineering in Food and Biotechnology and in the LACONAL services laboratory. The results obtained show humidity between 47 and 63 percent, water activity between 0.97 and 0.98, and pH between 6 and 7, correlating with data presented in other investigations. On the other hand, the analyzed samples indicated the presence of E.coli and total coliforms, the data obtained were compared with the parameters indicated in the NTS No. 071, cataloging them as unfit for human consumption, demonstrating that the samples lack sanitary hygiene.

**Keywords:** food quality, baking, prepared foods, food safety, food hygiene.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Tema

Caracterización y calidad microbiológica de un plato típico tradicional “hornado” del Cantón Baños – Tungurahua.

### 1.2 Justificación

El cantón Baños se encuentra ubicado en la provincia de Tungurahua, es uno de los destinos eco-turísticos más completos, gracias a su clima, gastronomía y paisajes se ha convertido en un paraíso muy visitado por turistas de todo el mundo. De acuerdo a Carvache et al., (2018) el turismo alimentario puede mejorar la identidad de los destinos ya que lo relaciona con el modo de vida de las personas, la cultura e incluso el patrimonio. Dentro de la gastronomía ecuatoriana, el hornado es uno de los platos tradicionales más consumidos de la región sierra tanto por locales como por extranjeros, al tener gran trascendencia se lo considera en competencias gastronómicas mundiales en las que se califican la decoración, presentación y manipulación de los alimentos (Fiallos, 2018).

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS) son aquellas originadas por la ingesta de agua y alimentos que contienen agentes biológicos o no biológicos producto de la contaminación durante cualquier etapa de los procesos de elaboración, mismos que en cantidades suficientes afectan a la salud de los consumidores, cabe mencionar que los casos reportados de ETAS a nivel nacional durante el 2019 fueron de 19.487. Sin embargo, desde el año 2020 se ha evidenciado un decremento del 54% (Ministerio de Salud Pública, 2021).

De acuerdo a Silva, (2019), en el Ecuador se han reportado varios casos de infecciones gastrointestinales, las mismas que son atribuidas al consumo de alimentos preparados en mercados y plazas municipales. El desconocimiento de las normas básicas de higiene por parte de los expendedores y la falta de control por parte de ordenanzas municipales ha llevado a la disminución del consumo de

este plato tradicional afectando los ingresos económicos de los expendedores.

El propósito de esta investigación fue determinar la calidad microbiológica del hornado expendido en el cantón Baños, se seleccionó los mercados representativos por ser los lugares más concurridos por los consumidores, con el fin de precautar su salud y brindar alimentos seguros. Por otra parte, los análisis fisicoquímicos garantizan la calidad alimentaria al estudiar las relaciones entre las propiedades físicas y la composición química por lo que para complementar la presente investigación y debido a la inexistencia de información se realizó la caracterización fisicoquímica del hornado misma que servirá en futuras investigaciones.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Determinar la calidad físico química y microbiológica del hornado expendido en el cantón Baños de Agua Santa.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Establecer la población y muestra de los sitios de expendio de hornado del cantón Baños.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos en las diferentes muestras de hornado.
- Determinar los niveles de *Escherichia coli*, *Coliformes totales* y *Staphylococcus aureus* en las muestras seleccionadas.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes Investigativos

Según Pérez y Quito, (2020) en el siglo XV, Cristóbal Colon llevó cerdos ibéricos a México, a la isla de Cuba, Centro y Sudamérica, siendo en el año 1535 la introducción al Ecuador exclusivamente en la región Sierra donde empezó la crianza y posterior venta para la utilización gastronómica. De acuerdo a Fiallos, (2018) los españoles acondicionaron sus platos tradicionales con productos del territorio, creando el plato conocido como “cochinillo madrileño”, cabe mencionar que el hornado sería una réplica del plato mencionado anteriormente.

Un primer trabajo para caracterizar el hornado corresponde a Pérez y Quito, (2020), quienes realizaron el “Análisis microbiológico de los platos de hornado que son expendidos en los mercados del cantón Paute”, para el análisis se manejó la técnica de conteo en placa usando placas 3M Petrifilm™ y la técnica Reveal 2.0 para la detección de microorganismos patógenos como Aerobios mesófilos, coliformes totales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella spp* causantes de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAS). La investigación contó con un total de 30 muestras de diferentes sitios de expendio, el estudio confirmó que la mayoría de los sitios no cumplen con los parámetros de inocuidad que establece la normativa utilizada, debido a los malos hábitos de higiene de los comerciantes, la contaminación cruzada y la calidad sanitaria de la materia prima, sin embargo, no se encontró la presencia de *Salmonella spp*.

Por otra parte, Rivera, (2012) en su trabajo denominado “Identificación de microorganismos indicadores de higiene y *Salmonella* en hornado expendido en cuatro locales de comida típica del mercado municipal de Sangolquí” menciona que al analizar las muestras de hornado de los cuatro locales de la ciudad presentaron *E.coli* y *Salmonella*. Este estudio utilizó la metodología presentada en la Norma INEN 1529-15.

Finalmente, Andrade, (2017) en su trabajo denominado “Análisis y evaluación del



riesgo microbiológico de *Clostridium perfringens* en hornado del mercado 10 de Agosto”, utilizó 62 muestras de seis puestos y mediante Agar SPS determinó que el 24% de las muestras evidenciaron malas prácticas de manejo y conservación del producto, mientras el 76% si cumplían con los requisitos establecidos en normativa.

## **2.2 Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA’S)**

Son “el conjunto de síntomas originados por la ingestión de agua, alimentos que contengan agentes biológicos o no biológicos en cantidades tales que afectan la salud del consumidor en forma aguda o crónica, a nivel individual o de grupo de personas”(Ministerio de Salud Pública, 2021).

De acuerdo a OPS/OMS, (2022) los alimentos de origen animal son los más involucrados en casos de epidemias y ETAS. En los Estados Unidos de América el 48% de las epidemias ocurridas entre los años 1973 y 1987 se vieron involucrados productos como carne bovina, porcina, de aves, pescados, moluscos, crustáceos, huevos y productos lácteos. Por otra parte, para que ocurra una ETA existen ciertos factores a tomar en cuenta como: el patógeno debe estar presente en cantidad suficiente para producir toxinas y causar infección, el alimento debe sustentar el crecimiento de patógenos mediante características intrínsecas y extrínsecas para el desarrollo del agente y finalmente la ingesta de una cantidad significativa del alimento contaminado para que el sistema inmune sea superado.

Las ETA pueden dividirse en infecciones e intoxicaciones, siendo la primera la consecuencia de ingerir alimentos contaminados con microorganismos tales como *Salmonella*, *Shigella*, virus de la hepatitis A, *Trichinella spirallis*, etc; mientras que una intoxicación resulta de toxinas producidas por las bacterias o mohos presentes en el alimento ingerido o a su vez elementos químicos en cantidades significativas (OPS/OMS, 2022).

En los últimos 60 años alrededor del 30% de las enfermedades infecciosas fueron provocadas por microorganismos que se encuentran en los productos comestibles, entre las cinco primeras fuentes de mortalidad en América Latina y el Caribe se encuentra la enteritis, misma que es una enfermedad que provoca la muy conocida diarrea del viajero. Por otra parte, en el año 2007 The Health Protection Agence expuso

un total de 926000 casos de ETA en el Reino Unido, donde 18900 tuvieron que ser hospitalizados y 440 murieron (Rodríguez et al., 2015).

La OMS estima, que en el mundo la incidencia anual de diarreas es de 1500 millones de casos de los cuales 3 millones corresponden a niños menores de cinco años, mismos que mueren anualmente, como ya se mencionó anteriormente las infecciones e intoxicaciones por alimentos contaminados afectan principalmente a grupos sociales que no poseen los recursos suficientes, quienes por este problema adquieren alimentos de bajo costo, siendo dudosa su calidad e inocuidad. Además, este problema se puede originar por parte de los propios consumidores quienes muchas veces no tienen una buena higiene personal y buenos hábitos antes de tocar e ingerir sus alimentos (Zuñiga & Caro, 2017).

Según Zuñiga & Caro, (2017) el 70% de las diarreas son originadas por la ingesta de alimentos contaminados mediante microorganismos que producen o no toxinas, en la actualidad se han descrito alrededor de 250 agentes causantes de ETA'S donde se incluyen bacterias, hongos, parásitos, toxinas, virus, y metales pesados. Es muy importante tener en cuenta que los malos hábitos de las personas son un factor para el incremento de estas enfermedades por lo que se ven expuestas a adquirir en su organismo uno de estos agentes al ingerir alimentos preparados fuera de casa, o en lugares donde no se tenga un control riguroso en la manipulación, preparación y expendio de sus productos.

En el Ecuador durante el año 2022 se han notificado 127 casos de intoxicación alimentaria, mismos que en su mayoría fueron reportados en la provincia de Pichincha con un total de 30 casos. Además, en la provincia de Tungurahua se han reportado 13 casos en un grupo de edad de 20 a 49 años en su mayoría del sexo femenino, esto ha indicado que aún existe mala manipulación de los alimentos y baja calidad de los mismos (Ministerio de Salud Pública, 2022). Es importante, conocer el origen de los alimentos, para ello es necesario tener un seguimiento a las rutas que han seguido los alimentos estableciendo las posibles causas de contaminación durante cada una de sus fases como la recepción, producción, almacenamiento, transporte, y distribución, es decir, aplicar técnicas de trazabilidad que permitan recuperar, conocer y evaluar la historia del alimento, utilización y localización, obteniendo rápidamente toda la

información necesaria a lo largo de su cadena productiva (Zuñiga & Caro, 2017).

## **2.3 Microorganismos indicadores de contaminación en alimentos**

### **2.3.1 Coliformes Totales**

“Los coliformes totales son clasificados como bacilos gram negativos aerobios y anaerobios facultativos no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas después de incubación durante 24-48 horas a 35°C” (Salas & Martínez, 2004, p.59).

Dentro de este grupo se incluye géneros como *Citrobacter spp.*, *Klebsiella spp.*, *Enterobacter spp.*, y *E.coli* misma que es exclusiva de heces animales homeotérmicos, es decir de sangre caliente, tienen una gran importancia como indicadores de contaminación de agua y alimentos ya que se encuentran presentes principalmente en intestinos humanos y animales (Campuzano et al., 2015).

Según Rivera, (2012) estudios realizados han demostrado que muchos de estos crecen en el suelo, agua y otros ambientes e incluso pueden vivir dentro de los mismos, siendo en la actualidad indicadores excelentes de la eficiencia de procesos de desinfección, sanitización y nivel de calidad sanitaria en los vegetales, productos procesados y agua.

La mayoría de las bacterias coliformes son inofensivas, por lo que no siempre llegan a causar enfermedades, sin embargo, algunas de ellas si lo hacen llegando a causar síntomas como malestar gastrointestinal, fiebre, vómitos, diarrea y calambres abdominales (Swistock et al., 2020).

### **2.3.2 Escherichia coli**

*E.coli* fue descubierta por el biólogo alemán Theodor Von Escherin en el año de 1860, esta bacteria forma parte de la familia *Enterobacteriaceae* y es una de las especies más estudiadas por sus capacidades patogénicas, su sustrato y el modelo de investigaciones metabólicas, genéticas, poblacionales y de diversa índole (Rivera, 2012).

La bacteria *Escherichia coli* se encuentra generalmente en la flora normal del intestino del hombre y animales de sangre caliente, a principios de la década de los 40, Bray y Beavan, en Inglaterra, demostraron que las cepas de *E.coli* pertenecientes al serogrupo O111 se asociaban a brotes epidemiológicos de enteritis graves generalmente en los

lactantes, estas cepas se han venido conociendo bajo la denominación de *E.coli enteropatogénica* clásica, posterior a ello también se ha descubierto cepas de *E.coli* de serogrupos diferentes de los mencionados anteriormente, mismos que causan enteritis por un mecanismo invasor idéntico al de la *E.coli* enteroinvasora (Margall et al., 1997).

El serotipo más representativo de *E. coli* enterohemorrágica es la O157:H7, capaz de producir toxinas Shiga, fue reportada como agente causal de un brote en Oregón y Michigan, Estados Unidos, por el consumo de carne de hamburguesa muy poco cocida, asociándola con varios casos de muerte en todo el mundo (Soto et al., 2016).

### **2.3.3 Staphylococcus aureus**

La bacteria *Staphylococcus aureus* pertenece a la familia *Staphylococcaceae*, es gram positivo anaerobio facultativo, coagulasa y catalasa positivo, y oxidasa negativa, algunas cepas viejas o microorganismos fagocitados se tiñen como gram negativas, presentan una forma de coco y generalmente aparecen en parejas, cadenas o racimos, algunas cepas son capaces de producir capsulas externas mucoide aumentando de esta manera la capacidad de producir infecciones (Piñeros, 2015).

Generalmente, se encuentran en humanos y animales de sangre caliente, puede sobrevivir durante semanas en cadáveres, tejidos y órganos de animales, mientras que en la piel, suelo y superficie de objetos puede durar días, la transmisión se produce por la ingesta de alimentos contaminados, por contaminación de heridas y mucosas e incluso por inoculación accidental a través de pinchazos o mordeduras (Piñeros, 2015).

De acuerdo a Piñeros, (2015) esta bacteria puede causar infecciones internas que llegan a complicarse en personas inmunodeprimidos, de tal manera que pueden ocasionar endocarditis, meningitis, artritis séptica, neumonía e incluso llegan a causar la muerte; produce y secreta exotoxinas como: enterotoxinas estafilocócicas mismas que originan intoxicaciones alimentarias, la toxina del síndrome de shock tóxico es una enfermedad multisistémica que produce síntomas como fiebre elevada, hipotensión arterial, diarrea y erupciones rojas, cabe mencionar que las enterotoxinas son resistentes al calor y estables a la temperatura de ebullición.

## **2.4 Análisis fisicoquímicos**

Los análisis fisicoquímicos son el conjunto de métodos y técnicas que determinan la composición y características químicas y físicas de los alimentos, es uno de los aspectos principales en el aseguramiento de la calidad, además cumple un papel importante en el valor nutricional y el control del cumplimiento de los parámetros establecidos y exigidos por los organismos de salud. Los análisis pueden ser divididos en dos tipos: cualitativos y cuantitativos, el objetivo del análisis cualitativo es establecer la presencia de algún elemento en la muestra analizada, mientras que en el análisis cuantitativo se establece la cantidad del elemento analizado, de tal manera que se relacionan mutuamente (Caballero et al., 2018).

### **2.4.1 Análisis proximal**

El análisis proximal es un análisis de tipo preliminar en el cual no se pretende determinar en detalle la composición de los alimentos, este tipo de análisis se refiere a unas pocas determinaciones convencionales afines que permiten calificar su valor como una primera aproximación desde el punto de vista nutricional, las determinaciones realizadas en este tipo de análisis implican metodologías útiles en investigaciones y en actividades relacionadas con efectos de conservación, procesamiento y mejoramiento de la calidad proteínica, desarrollo de nuevos alimentos y propósitos de control de calidad. Las pruebas básicas del análisis proximal son: humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra bruta, carbohidratos, pH, índice de refracción, acidez, entre otros.

#### **2.4.1.1 Determinación de proteínas**

La determinación del contenido proteico en los alimentos puede ser determinado por varios métodos, sin embargo, la forma más habitual es la cuantificación de forma indirecta y aproximada a partir del contenido de nitrógeno en la muestra o deduciendo la cantidad a partir del contenido de uno o dos aminoácidos que conforma la proteína siendo el segundo menos exacto, el método oficial descrito en normativas como la AOAC, USEPA, ISO, etc., este método se divide en tres etapas conocidas como digestión, destilación y valoración (García & Fernández, 2021).

##### **Métodos de determinación**

- **Método de Kjeldahl**

Este método determina la materia nitrogenada total contenida en los alimentos, mismo que compromete dos pasos consecutivos siendo el primero la descomposición de la materia orgánica mediante calentamiento en presencia de ácido sulfúrico concentrado y el segundo el registro de la cantidad de amoníaco que se obtiene de la muestra, en el proceso de descomposición ocurre la deshidratación y carbonización de la materia orgánica, combinada con la oxidación de carbono a dióxido de carbono, donde el nitrógeno se transforma en amoníaco y se retiene en la disolución como sulfato de amonio, el nitrógeno es recuperado mediante la adición de sulfato de potasio o por peróxido de hidrogeno, tetracloruro, etc., y finalmente la adición de un catalizador (Iturbe & Sandoval, 2011).

- **Método de Biuret**

Este método se basa en la formación de un complejo coloreado entre el cobre (II) y los grupos NH de los enlaces peptídicos en medio básico, la sensibilidad de este método es muy baja y es recomendado únicamente para preparados muy concentrados como el suero, cabe recalcar que la intensidad de la coloración es directamente proporcional a la cantidad de proteínas (Fernández & Galván, 2006).

- **Método de Bradford**

Este método se basa en la unión de un colorante a las proteínas, es simple, rápido, barato son muy pocas las sustancias que interfieren en la determinación, entre estas sustancias están los detergentes y las soluciones básicas, el colorante en solución acida existe en dos formas, una azul y una naranja, siendo la forma azul a la cual las proteínas se unen para formar el complejo proteína colorante dando un coeficiente de extinción mayor que el colorante libre (Fernández & Galván, 2006).

#### **2.4.1.2 Determinación de grasas**

Las grasas son compuestos orgánicos heterogéneos solubles en solventes orgánicos como el éter etílico, éter de petróleo y hexano, la medición de las grasas totales es fundamental en el análisis de alimentos, la AOAC brinda múltiples métodos para matrices que incorporan hidrólisis ácida o alcalina liberando en su totalidad la grasa contenida en los productos, seguida de la extracción de grasas totales por medio de éteres mezclados, cabe mencionar que al medir las grasas no solo se toman en cuenta factores físicos sino la estructura intermolecular de la matriz de los alimentos, siendo los productos animales los que necesitan extracciones con hidrólisis ácida previa al análisis ya que se encuentran ligados a proteínas y carbohidratos (Jácome, 2016).

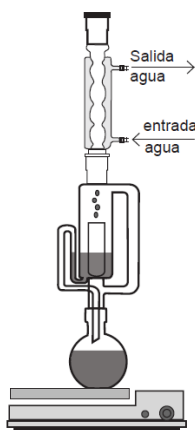
## Métodos de determinación de grasas

Los disolventes orgánicos son ampliamente utilizados en los métodos de extracción de grasas siendo estos el método Soxhlet, método Goldfisch y el método Mojonnier, pero también se puede cuantificar mediante métodos que no incluyen disolventes y estos pueden ser los métodos Babcock y Gerber, otros métodos que se basan en propiedades físicas o químicas de las grasas son conocidos como instrumentales y estos incluyen el método por infrarrojo, la densidad y la absorción de rayos X (Márquez, 2014).

### Métodos de extracción y cuantificación

- **Método Soxhlet**

El método Soxhlet es el método estándar de extracción de grasa en muestras sólidas más utilizado y es el principal método de referencia con el cual se comparan otros métodos, la muestra debe ser previamente desecada y pesada misma que se coloca en un cartucho de material poroso que va situado en la cámara del extractor, luego el disolvente se calienta y los vapores condensados comienzan a caer gota a gota sobre el cartucho donde se encuentra la muestra de tal manera que extrae los analitos solubles, una vez que el disolvente condensado en la cámara ha alcanzado la parte superior del sifón lateral, los analitos disueltos y el disolvente asciende por el sifón y retornan al matraz, este proceso se repite hasta completar la extracción de los analitos (Universidad Pablo de Olavide, 2004).



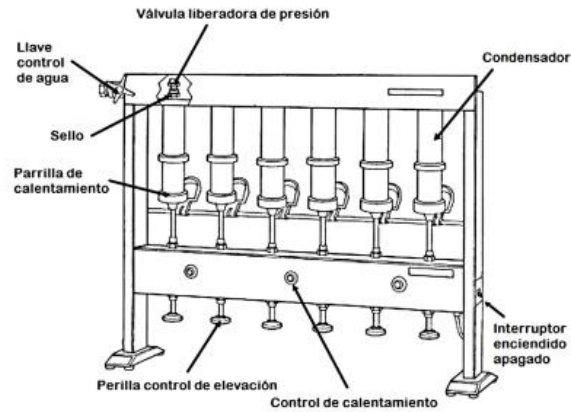
**Figura 1.** Esquema de extracción Soxhlet

**Fuente:** (Iturbe & Sandoval, 2011)

- **Método Goldfisch**

El método Goldfisch es un método usado en muestras secas en un sistema de reflujo

continuo con un disolvente orgánico, este disolvente es calentado y volatizado hasta condensarse sobre la muestra, goteando continuamente a través de la muestra extrayendo de esta manera la grasa, para cuantificar el contenido de grasa presente en la muestra se realiza una diferencia de peso entre la muestra o grasa removida (Iturbe & Sandoval, 2011).

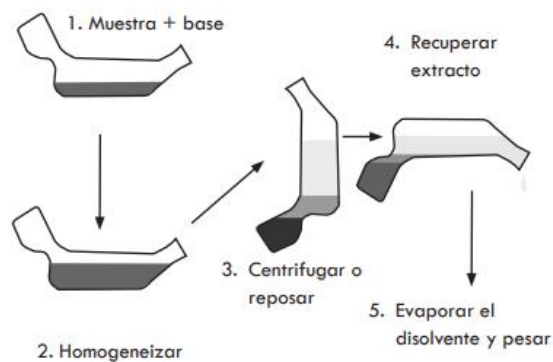


**Figura 2.** Equipo de extracción Goldfish

**Fuente:** (Iturbe & Sandoval, 2011)

- **Método Mojonier**

La extracción de la grasa utilizando el método Mojonier se la realiza mediante una mezcla de dos tipos de éter siendo el etílico y el de petróleo con la utilización de un matraz Mojonier, la grasa que ha extraído se la pone a peso constante y se la expresa en porcentaje de grasas por peso, este método es un ejemplo de extracción discontinua con disolvente y no requiere que la muestra haya perdido su humedad (Iturbe & Sandoval, 2011).



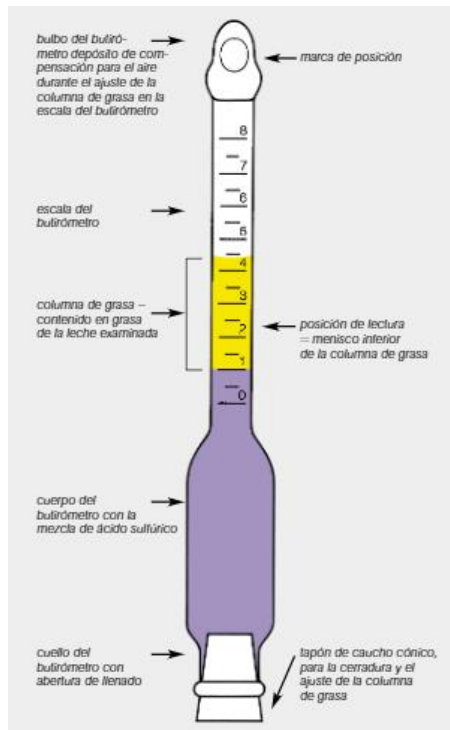
**Figura 3.** Esquema de extracción Mojonier



**Fuente:** (Iturbe & Sandoval, 2011)

- **Método Gerber**

El método Gerber es un método volumétrico donde la muestra es situada en un butirómetro y descompuesta mediante ácidos o álcalis liberando la grasa misma que se separa mediante una centrífuga y colectada en el cuello calibrado (Iturbe & Sandoval, 2011).



**Figura 4.** Butirómetro

**Fuente:** (Schafer, 2004)

### 2.4.1.3 Determinación de humedad

Una de las técnicas más importantes en el control de los alimentos es la determinación de la humedad, siendo un factor decisivo en muchos procesos industriales como en la evaluación de los mismos, debido a que niveles superiores al 14% son propensos a contaminación por hongos y bacterias (García & Fernández, 2022). Para valorar el contenido de humedad en los alimentos se utilizan métodos de secado que permiten calcular el porcentaje en agua por la pérdida en peso gracias al calentamiento bajo condiciones normalizadas, es importante mencionar que algunas veces es difícil eliminar por secado toda la humedad presente en el alimento y que a ciertas temperaturas se puede observar la volatilización de otras sustancias (Iturbe & Sandoval, 2011).

## **Métodos de secado**

- **Secado por estufa**

El método de secado por estufa es un método convencional que está basado en la pérdida de peso de una muestra mediante evaporación del agua contenida en el mismo, la muestra debe ser termoestable y sin presencia significativa de compuestos volátiles, el procedimiento se basa en la preparación, pesado, secado, enfriado y pesado final de la muestra (Iturbe & Sandoval, 2011).

- **Secado en estufa de vacío**

“Se basa en el principio fisicoquímico que relaciona la presión de vapor con la presión del sistema a una temperatura dada” (Iturbe & Sandoval, 2011). Este método es recomendado para productos con altos contenidos de azúcares y en carnes ya que se calienta a baja temperatura generalmente a 70°C evitando la descomposición de la muestra, sin embargo, requiere de más tiempo que el secado en estufa convencional.

- **Secado en termobalanza**

El secado en termobalanza es un método semiautomático y automático, se basa en evaporar de manera continua la humedad de la muestra hasta que llegue a un peso constante, al no exponer la muestra al ambiente el error de pesada es mínimo y es el más utilizado en investigaciones (Iturbe & Sandoval, 2011).

### **2.4.1.4 Determinación de la actividad de agua**

La actividad de agua ( $a_w$ ) es un indicador importante en la calidad e inocuidad de los alimentos, debido a la predicción de la estabilidad de los alimentos de acuerdo con sus propiedades físicas, velocidad de reacciones de deterioro y crecimiento microbiano, de tal forma que llega a ser un influyente en la vida de anaquel de los alimentos (Becerra, 2017).

## **2.5 Calidad e inocuidad alimentaria**

### **2.5.1 Calidad alimentaria**

“La calidad de un alimento es el conjunto de características del mismo que son requeridas por los consumidores, explícita o implícitamente” (Nader, 2015, p. 1).

Pérez & Quito, (2020) mencionan que la calidad es un concepto bastante complejo, ya que varía de acuerdo a la selección y planteamiento de los alimentos por el hecho de que cada consumidor presenta preferencias personales que se van a ver reflejadas en factores como tradición, ambiente y disponibilidad de alimentos. Actualmente existen

tres sistemas que permiten el aseguramiento de la calidad sanitaria de los alimentos mismos que son: las buenas prácticas de manufactura o más conocidas como BPM, los procedimientos operativos estandarizados de sanitización o POES, y el análisis de peligros y puntos críticos de control o APPCC (Nader, 2015).

Por otra parte, el control de calidad es un conjunto de técnicas y operaciones que forman parte de una estrategia que busca asegurar el mejoramiento continuo de la calidad de los alimentos, creando una satisfacción continua en los clientes, cabe mencionar que el control en los alimentos es una actividad multidisciplinaria que implica la presencia de todos los sectores involucrados, el personal instruido en el tema y el correcto equipamiento de tal manera que se logre establecer la mejor estrategia para el logro de los objetivos planteados (Caballero et al., 2018).

La calidad de los alimentos es un factor de vital importancia para el desarrollo del ser humano, una alimentación saludable contribuye a elevar la calidad de vida de las personas actuando benéficamente sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento (Rivera, 2012).

### **2.5.2 Inocuidad alimentaria**

La inocuidad de los alimentos se la define como el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante los procesos de producción, almacenamiento, distribución, y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos no representen un riesgo para la salud, en dichas cadenas agroalimentarias, se considera a la inocuidad una responsabilidad conjunta del Gobierno, la industria y los consumidores, el gobierno crea condiciones ambientales y el marco normativo necesario para que se regule las actividades que se generan en la industria, por otra parte, los productores son responsables de aplicar las directrices dadas por los organismos gubernamentales y de control, así también, aplican sistemas de aseguramiento de la calidad, finalmente los transportistas tienen la responsabilidad de seguir directrices que les da el Gobierno con el fin de mantener las condiciones sanitarias de los productos finales (Ministerio de Salud, 2021).

## **2.6 Hornado**

El hornado de cerdo es un plato típico de Ecuador, generalmente es expendido en la

sierra y se lo ha convertido en el plato número 1 en festejos, celebraciones, bodas e incluso en misas de ofrendas de los difuntos, la carne de cerdo es muy rica en proteínas ya que aporta una media de 18 a 20 gramos de proteína por cada 100g, además aporta un 53% de tiamina, 33% de vitamina B12, 18% de vitamina B6, 7% de hierro, entre otros nutrientes (Chumaña, 2010).

Este alimento proviene del horneado del chanco a una temperatura de 177 °C durante 6 horas, en la cual la temperatura interna debe estar a 76,6 °C, posterior a ello se lo saca para bañarlo con manteca de color y se lo procede a colocar durante 15 minutos adicionales para lograr que el cuero se vuelva crocante (Morales, 2015).

#### Intoxicaciones producidas por hornado en Ecuador

El 14 de Noviembre de 2007 el Diario Ecuador de la ciudad de Portoviejo, informó que cerca de 400 personas resultaron intoxicadas después de consumir un plato compuesto por pollo y cerdo horneado brindado en una fiesta en Calpi a 20 minutos de Riobamba, el médico del hospital mencionó a los medios que la intoxicación se produjo por una bacteria originada por la mala preparación y manipulación de los alimentos (El Diario Ecuador, 2007).

En el cantón Quinsaloma provincia de los Ríos el 16 de Julio del 2012 cerca de 50 personas fueron transferidas a diferentes casas de salud tras haber consumido hornado en un bautizo al que habían asistido, el laboratorista del centro de salud mencionó que las personas llegaron con síntomas de intoxicación como fiebre, vomito, dolor de cabeza y espasmos musculares, descartando la intoxicación por consumo de alcohol con metanol, la madre del bautizado mencionó que pidió un cerdo horneado de Sangolquí ya que el costo era menor al que le costaba en su cantón, por ende se cree que debido a que el cerdo llegó en transporte pudo haberse dado una contaminación cruzada (Diario El Universo, 2012).

El 6 de octubre del 2015 el diario el Telégrafo informó que en la comunidad San Francisco del catón Colta, cientos de personas resultaron intoxicadas después de consumir mote, papa, gallina, cuyes y hornado durante una fiesta en nombre de su patrono, presentando dolor estomacal y fiebre (Diario El Telégrafo, 2015).

Por otro lado, el 2 de agosto del 2017, en la comunidad de San José de Samblag perteneciente a una parroquia de la ciudad de Riobamba, 16 personas ingresaron al hospital Docente Riobamba presentando síntomas de intoxicación después de haber ingerido hornado calentado y posiblemente en estado de descomposición durante un matrimonio (Ecuavisa, 2017).

El diario La Hora informó el 23 de agosto del 2021 que 48 personas llegaron al Hospital Docente Ambato con síntomas de intoxicación luego de ingerir alimentos tradicionales en un bautizo, el médico responsable indicó que la intoxicación se habría dado por la mala manipulación de los alimentos ya que los análisis de laboratorio indicaron la presencia de salmonella en alguno de los alimentos, descartando el alcohol artesanal debido a la existencia de pacientes pediátricos (Diario La Hora, 2021).

## **2.7 Hipótesis**

### **2.7.1 Hipótesis Nula**

Existe contaminación de microorganismos patógenos en el hornado expendido en el mercado Central y Plaza 5 de Junio del cantón Baños.

### **2.7.2 Hipótesis Alternativa**

No existe contaminación de microorganismos patógenos en el hornado expendido en el mercado Central y Plaza 5 de Junio del cantón Baños.

## **2.8 Variables**

### **2.8.1 Variable Dependiente**

Hornado expendido en el cantón Baños

### **2.8.2 Variable Independiente**

Caracterización y calidad microbiológica

### CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

## 3 METODOLOGÍA

### 3.1 Población de estudio

Para la identificación de la población se utilizó la información disponible en el municipio del cantón Baños, en cuanto a sitios de expendio de alimentos considerando únicamente a los puestos que venden hornado.

**Tabla 1.** *Población de estudio*

Lugar	N° puestos
Mercado Central	6
Plaza 5 de Junio	2
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Baños de Agua Santa, (2022)

### 3.2 Tamaño de la muestra

Las muestras fueron seleccionadas tomando en cuenta a los puestos que expenden hornado los días sábado, domingo y lunes en el Mercado Central contando con 2, mientras que en la Plaza 5 de Junio se seleccionaron los 2 únicos puestos existentes.

### 3.3 Recolección de las muestras

Las muestras fueron recolectadas en los envases desechables que ofrecen en cada puesto expendedor, una vez obtenidas se las aisló en fundas ziploc estériles etiquetadas y se las colocó en una hielera a 4°C hasta su transporte a los laboratorios de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

### 3.4 Caracterización fisicoquímica

#### 3.4.1 Determinación de proteína

Los análisis de determinación de proteínas en las muestras de hornado fueron realizados por el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) basada en el Método Oficial de la AOAC Ed.21, 2019 2001.11.

#### 3.4.2 Determinación de lípidos

Los análisis de determinación de lípidos en las muestras de hornado fueron realizados por el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) basada en el

Método Oficial de la AOAC Ed.21, 2019 2003.06.

### **3.4.3 Determinación de humedad**

El contenido de humedad fue determinado mediante la utilización de una termobalanza, para ello se encendió el equipo y se llevó a cero, se presionó la tecla “START” y se abrió el equipo, posterior a ello se colocó el platillo, se cerró el equipo y se lo llevó a cero, se abrió nuevamente el equipo y se colocó la muestra de hornado, finalmente se cerró el equipo y se dejó que tome la lectura, se realizó el mismo procedimiento para las 4 muestras recolectadas.

### **3.4.4 Determinación de pH**

La determinación del pH se lo realizó según el método empleado por la A.O.A.C 981.12.

### **3.4.5 Determinación de actividad de agua**

La actividad de agua fue determinada mediante un medidor de actividad de agua AQUALAB, en el cual se picó en trozos pequeños la muestra de hornado y se procedió a llenar hasta la medida que indica el contenedor del equipo, se dejó reposar durante 30 minutos, y luego se procedió a realizar el análisis por duplicado.

## **3.5 Análisis microbiológico**

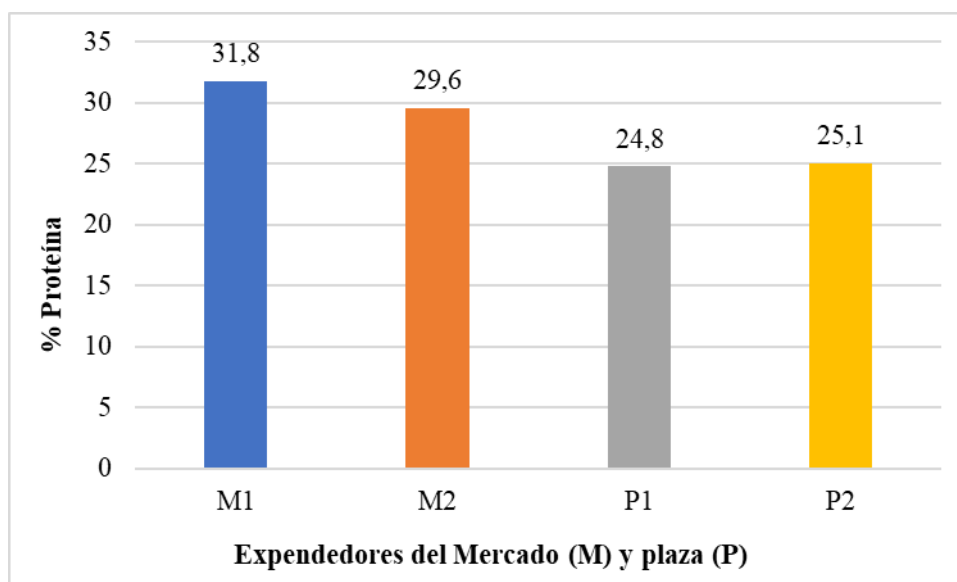
Para el análisis microbiológico se pesó 5g de agua de peptona y se colocó en un matraz Erlenmeyer con 500 ml de agua destilada, se procedió a colocar el matraz sobre la placa de calentamiento y se homogenizó con la varilla de agitación, posterior a ello se preparó 4 frascos de 90 ml de agua peptonada y 4 tubos de 9 ml, se colocó los frascos, tubos y puntas en el autoclave y se esterilizó a 121°C durante 20 minutos, se retiraron los materiales y se colocaron en la cámara de flujo para enfriar. Se trituró las muestras de hornado y se pesó 10 g de cada una de ellas, luego se colocaron en cada uno de los frascos y se homogenizó logrando una dilución  $10^{-1}$ . Se tomó 1ml de la dilución  $10^{-1}$  y se transfirió al tubo de ensayo para crear la dilución  $10^{-2}$ , se realizó el mismo procedimiento con cada una de las muestras. Finalmente, se colocó 1 ml de la dilución  $10^{-1}$  en la placa EC y 1 ml en la placa XSA, lo mismo se realizó con la dilución  $10^{-2}$ . Se invirtió las placas y se incubó a 37°C durante 24 horas. Transcurrido el tiempo de incubación se procedió a realizar un conteo de colonias en cada placa.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la pirámide alimenticia los productos de origen animal se encuentran dentro de los principales grupos nutricionales pues son ricos en proteínas y sustancias esenciales para la formación de todos los tejidos del organismo, la carne es una de las fuentes principales de proteína siendo 9 aminoácidos de los 20 aproximadamente existentes los esenciales para los adultos (Carvajal, 2001).

Los factores como tipo de alimentación, sexo, edad, raza, técnicas de sacrificio, practicas post-mortem y tipos de conservación limitan la calidad de la carne, el estudio de la interacción de factores de producción, pre y post-mortem permiten comprender el efecto en las características fisicoquímicas, nutricionales, sensoriales y microbiológicas que a su vez impactan ciertos parámetros de calidad como es el pH, capacidad de retención de agua, inocuidad, aroma, olor, textura, grasa intramuscular, entre otros (Castro & Narvaéz, 2013).



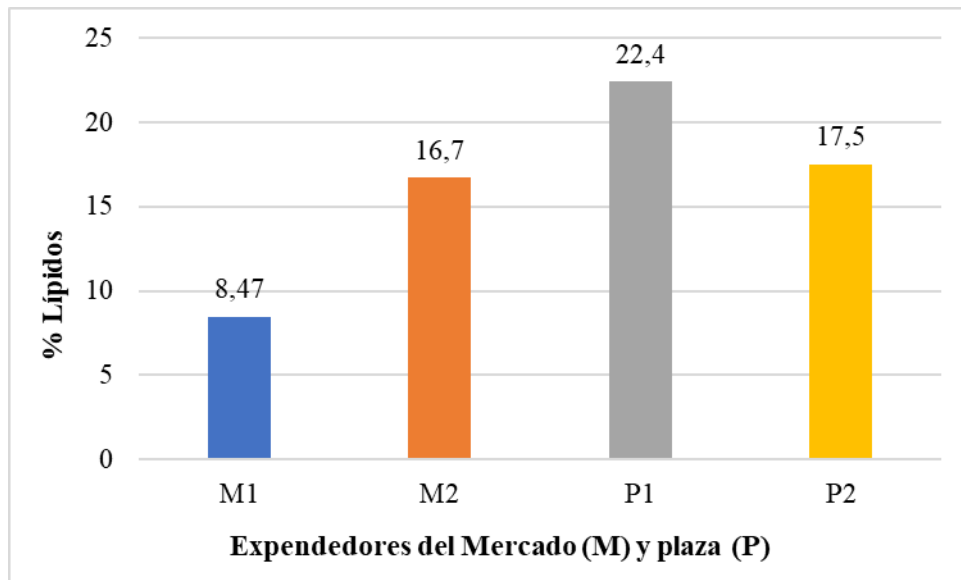
**Gráfico 1.** Porcentaje de proteína en muestras de hornado del Mercado Central y Plaza 5 de Junio

M1 = Mercado puesto 1, M2 = Mercado puesto 2, P1 = Plaza puesto 1, P2 = Plaza puesto 2

Como se observa en el Gráfico 1, la muestra que presentó un porcentaje más alto de proteína fue la muestra M1 con 31,8%, seguido de la muestra M2 con un porcentaje



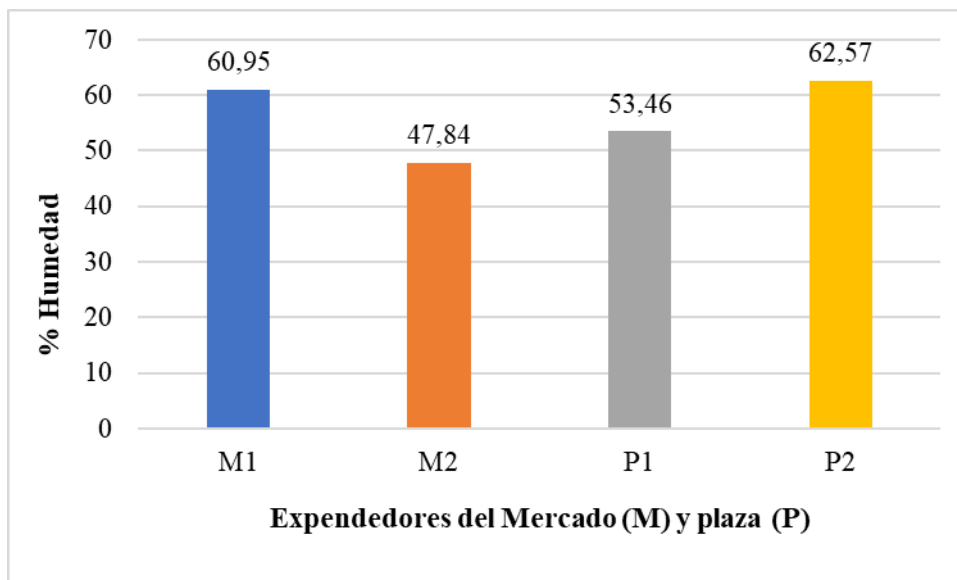
de 29,6% , luego la muestra P2 con un valor de 25,1% y finalmente la muestra P1 con 24,8%, cabe recalcar que estos valores obtenidos se encuentran dentro del rango establecido por los autores León et al., (2017), quienes mencionan que el contenido de proteínas de la carne de cerdo cocinado va desde los 25 a 30% debido a las pérdidas de humedad y grasa durante los procesos de cocción.



**Gráfico 2.** Porcentaje de lípidos en muestras de hornado del Mercado Central y Plaza 5 de Junio

M1 = Mercado puesto 1, M2 = Mercado puesto 2, P1 = Plaza puesto 1, P2 = Plaza puesto 2

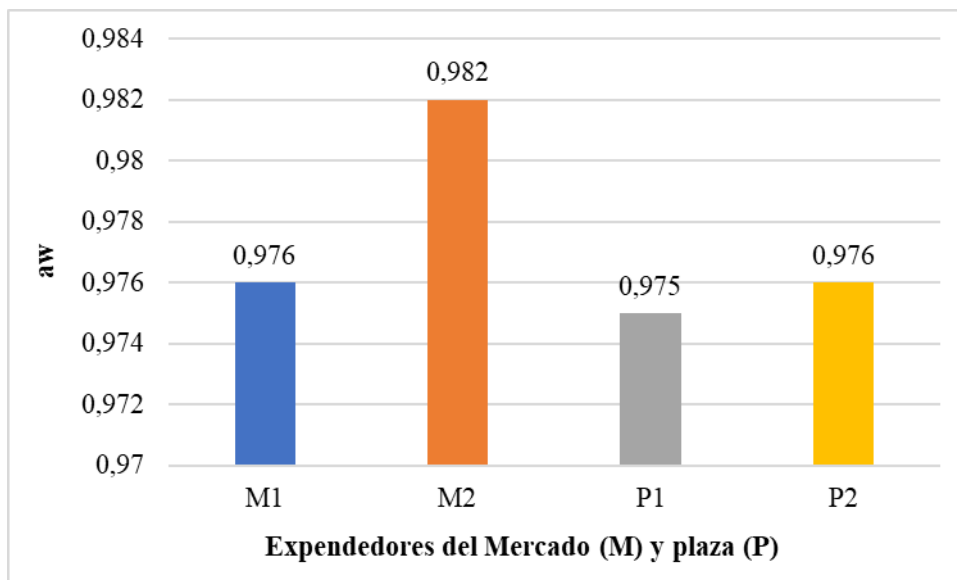
Por otra parte, como se puede observar en la gráfica 2, la muestra P1 presentó el valor más alto de lípidos con 22,4%, seguido de la muestra P2 con un valor de 17,5%, luego la muestra M2 con un porcentaje de 16,7% y finalmente la muestra M1 con un valor de 8,47%, el porcentaje de lípidos en la carne de cerdo va de 5 a 10% (Unidad Xochimilco, 2012), sin embargo este valor aumenta al someter a la carne a procesos de cocción y adición de grasa coloreada en la preparación del hornado, además los factores externos especialmente el tipo de alimentación del animal juega un papel importante en la cantidad de lípidos de la carne (Carvajal, 2001).



**Gráfico 3.** Porcentaje de humedad en muestras del Mercado Central y Plaza 5 de Junio

M1 = Mercado puesto 1, M2 = Mercado puesto 2, P1 = Plaza puesto 1, P2 = Plaza puesto 2

Como se puede observar en el Gráfico 3, la muestra con mayor porcentaje de humedad fue la muestra P2 con un valor de 62,59%, seguido de la muestra M1 con un valor de 60,95%, luego con un valor de 53,47% la muestra P1 y finalmente la muestra M2 con un valor de 47,84%. El autor Carvajal, (2001), menciona que el contenido de humedad en el cerdo crudo es de 70%, mientras que en un cerdo asado su valor disminuye a un 50%, es importante mencionar que la cantidad de agua que pierde la carne depende del método de cocción, basado en el dato de humedad del cerdo asado se logra establecer un rango en los valores de humedad por lo que los valores encontrados en las muestras de hornado se encuentran dentro de este rango.

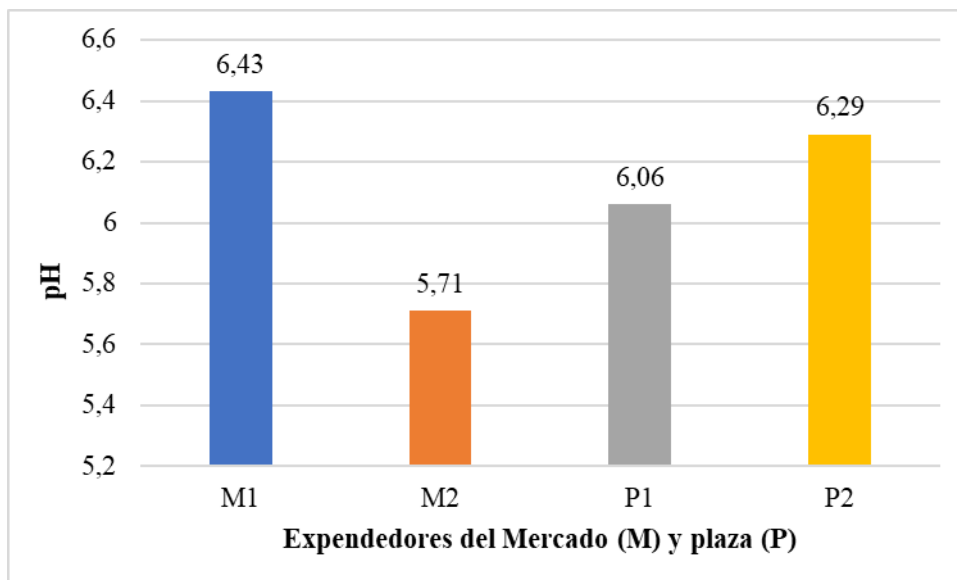


**Gráfico 4.** Actividad de agua en muestras de hornado del Mercado Central y Plaza 5 de Junio

M1 = Mercado puesto 1, M2 = Mercado puesto 2, P1 = Plaza puesto 1, P2 = Plaza puesto 2

La actividad de agua ( $a_w$ ) se ha venido utilizando como un indicador en los controles de calidad de los alimentos, este término hace referencia a la cantidad de agua libre en el alimento, es decir el agua disponible para el crecimiento de microorganismos y para que se lleven a cabo diferentes reacciones químicas, mediante la determinación de actividad de agua se puede predecir el tipo de microorganismos causantes de deterioro y enfermedades (Sanez, 2012).

Como se observa en el Gráfico 4, la muestra con mayor actividad de agua fue la muestra M2 con un valor de 0.982, seguido de las muestras M1 y P2 con valores de 0.976 y finalmente la muestra P1 con un valor de 0.975, cabe mencionar que los valores no presentan una diferencia tan significativa entre ellos, de acuerdo a Arevalo, (2017) la actividad de agua de la carne es de 0.97, el autor también menciona que la mayoría de patógenos pueden crecer en niveles superiores de 0.96 y que en valores menores a 0.60 no existe crecimiento microbiano, por lo que todas las muestras analizadas son favorables para el crecimiento microbiano.



**Gráfico 5.** pH en muestras de hornado del Mercado Central y Plaza 5 de Junio

M1 = Mercado puesto 1, M2 = Mercado puesto 2, P1 = Plaza puesto 1, P2 = Plaza puesto 2

Como se observa en el Gráfico 5, la muestra M1 presentó un pH de 6.4, la muestra P2 un pH de 6.3, la muestra P1 un pH de 6.1 y la muestra M2 un pH de 5.7, de acuerdo a Cervantes et al., (2017) el rango óptimo de pH para las bacterias va desde los 6 hasta 8.5, lo que indica que las muestras tenían las condiciones favorables para el crecimiento microbiano. Por otra parte, la estabilidad bacteriológica de la carne es un factor que depende del pH y esta es mayor cuando el pH es inferior a 5.5, ya que la mayoría de microorganismos no toleran las condiciones ácidas (Zimerman, 2005).

Actualmente, en el Ecuador no existe una norma que presente los criterios microbiológicos de calidad e inocuidad en comidas preparadas como el hornado, por lo que se tomó como referencia la Norma Peruana NTS N 071 MINSA/DIGESA-V.01, con el fin de determinar si los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos permisibles.

En la Tabla 2, se presentan los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad en comidas preparadas con tratamiento térmico, misma que se la puede encontrar en la Norma Peruana NTS N 071 MINSA/DIGESA-V.01.

**Tabla 2.** Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad en comidas preparadas.

**15.1 Comidas Preparadas con tratamiento térmico (ensaladas cocidas, guisos, arroces, postres cocidos, arroz con leche, mazamorra, otros).**

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g o mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
Coliformes	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	<3	-----
<i>Salmonella sp</i>	10	2	5	0	Ausencia/25g	-----

Fuente: (Ministerio de Salud, 2008)

Los controles microbiológicos realizados a los alimentos nos permiten conocer el número total de microorganismos presentes en ellos, de tal forma que marcan los posibles puntos de riesgo de contaminación o multiplicación bacteriana, los estudios microbiológicos son utilizados para brindar seguridad higiénica en los alimentos, la correcta ejecución en el proceso de elaboración y la calidad comercial (Silva, 2019).

**Tabla 3.** UFC/g de Coliformes totales en las muestras de hornado del Mercado Central y Plaza 5 de Junio

	Nº Puesto	Día	Muestra	UFC/g
<b>Mercado central</b>	1	Sábado	M1S	40
		Lunes	M1L	1550
	2	Sábado	M2S	90
		Lunes	M2L	TNTC
<b>Plaza 5 de junio</b>	1	Viernes	P1V	14700
		Domingo	P1D	1130
	2	Viernes	P2V	24000
		Domingo	P2D	TNTC

TNTC = Demasiado numerosa para contar, M1S = Mercado puesto 1 día sábado, M1L = Mercado puesto 1 día lunes, M2S = Mercado puesto 2 día sábado, M2L = Mercado puesto 2 día lunes, P1V = Plaza puesto 1 día viernes, P1D = Plaza puesto 1 día domingo, P2V = Plaza puesto 2 día viernes, P2D = Plaza puesto 2 día domingo

Los coliformes totales tienen una gran relevancia como indicadores de contaminación de agua y alimentos, estas bacterias generalmente se las encuentra en el intestino de los humanos y animales homeotermos, además pueden estar presentes en suelos, semillas y vegetales (Campuzano et al., 2015).

Como se observa en la Tabla 3, para coliformes totales se evidenció la presencia del

microorganismo en cada una de ellas, en el caso de la muestra M1 en el día sábado se encontró un resultado de 40 UFC/g mientras que la misma muestra tomada en el día Lunes presentó un valor de 1550 UFC/g, por otra parte, la muestra M2 presentó un valor de 90 UFC/g en el día Sábado y en el día Lunes TNTC (demasiado numerosa para contar), en cuanto a la muestra P1 del día Viernes presentó un valor de 14700 UFC/g, mientras que en la muestra del día Domingo presentó un valor inferior de 1130, esto debido a que fue tomada de una preparación nueva, finalmente, la muestra P2 del día viernes presentó un valor de 24000 UFC/g, mientras que la del día Domingo fue “Demasiado numerosa para contar” (TNTC) a pesar de haberse realizado una segunda dilución, por lo que es evidente que la muestra estuvo demasiado contaminada.

Al comparar los datos obtenidos con los requisitos de la norma NTS N 071, las muestras M1S y M2S son superiores al valor aceptable por lo que se las rechaza, sin embargo, las muestras M1L, M2L, M3V, M3D, M4V y M4D superan las 100 UFC/g lo que indican que son inaceptables ya que representa un riesgo para la salud. De acuerdo a ANMAT, (2006) los coliformes se eliminan fácilmente mediante tratamientos térmicos por lo que la presencia en alimentos sometidos al calor indica que existió una contaminación posterior a su tratamiento, en el transporte, durante la comercialización o durante el almacenamiento del mismo.

**Tabla 4.** UFC/g de *E.coli* en las muestras de hornado del Mercado Central y Plaza 5 de Junio

	Nº Puesto	Día	Muestra	UFC/g
<b>Mercado central</b>	1	Sábado	M1S	Ausencia
		Lunes	M1L	680
	2	Sábado	M2S	50
		Lunes	M2L	7400
<b>Plaza 5 de junio</b>	1	Viernes	P1V	20
		Domingo	P1D	10
	2	Viernes	P2V	14900
		Domingo	P2D	TNTC

TNTC = Demasiado numerosa para contar, M1S = Mercado puesto 1 día sábado, M1L = Mercado puesto 1 día lunes, M2S = Mercado puesto 2 día sábado, M2L = Mercado puesto 2 día lunes, P1V = Plaza puesto 1 día viernes, P1D = Plaza puesto 1 día domingo, P2V = Plaza puesto 2 día viernes, P2D = Plaza puesto 2 día domingo

Por otra parte, como se puede observar en la Tabla 4, las muestras M1L, M2S, M2L, P1V, P1D, P2V Y P2D presentaron valores >3 UFC/g, al comparar con los requisitos microbiológicos establecidos por la NTS N 071, estas muestras son inaceptables para

el consumo humano, sin embargo la muestra M1S no presentó colonias de *E. coli* mismo que quiere decir que durante el primer día de comercialización el alimento no estuvo contaminado, sin embargo, se evidencia que la muestra tomada el día lunes si presentó una contaminación, en el caso de las otras muestras se observa un aumento en las UFC/g tomadas en días diferentes, indicando la ineficiencia de los procesos térmicos a los que ha sido sometido el alimento, o lo más común que es la contaminación posterior a dichos procesos, la incorrecta manipulación o la contaminación cruzada.

**Tabla 5.** UFC/g de *Staphylococcus aureus* en las muestras de hornado del Mercado Central y Plaza 5 de Junio.

	Nº Puesto	Día	Muestra	UFC/g
<b>Mercado central</b>	1	Sábado	M1S	Ausencia
		Lunes	M1L	Ausencia
	2	Sábado	M2S	Ausencia
		Lunes	M2L	Ausencia
<b>Plaza 5 de junio</b>	1	Viernes	P1V	Ausencia
		Domingo	P1D	Ausencia
	2	Viernes	P2V	Ausencia
		Domingo	P2D	Ausencia

M1S = Mercado puesto 1 día sábado, M1L = Mercado puesto 1 día lunes, M2S = Mercado puesto 2 día sábado, M2L = Mercado puesto 2 día lunes, P1V = Plaza puesto 1 día viernes, P1D = Plaza puesto 1 día domingo, P2V = Plaza puesto 2 día viernes, P2D = Plaza puesto 2 día domingo

El análisis de *Staphylococcus aureus* es utilizado como un componente de los criterios microbiológicos en alimentos cocidos y sometidos a una manipulación excesiva antes, durante y después del proceso térmico, la presencia en alimentos cocidos indican una contaminación luego del tratamiento térmico ya sea por la mala manipulación, el contacto con aire contaminado e incluso la ausencia o deficiencia de la refrigeración (ANMAT, 2006). Como se observa en la Tabla 5, el análisis indicó la ausencia del microorganismo en todas las muestras analizadas.

**Tabla 6.** Porcentaje de muestras contaminadas

Muestras	Coliformes Totales		<i>Escherichia coli</i>		<i>Staphylococcus aureus</i>	
	Presencia	Ausencia	Presencia	Ausencia	Presencia	Ausencia
<b>M1S</b>	✓			✓		✓
<b>M1L</b>	✓		✓			✓
<b>M2S</b>	✓		✓			✓
<b>M2L</b>	✓		✓			✓
<b>P1V</b>	✓		✓			✓

<b>P1D</b>	✓	✓	✓
<b>P2V</b>	✓	✓	✓
<b>P2D</b>	✓	✓	✓
<b>Porcentaje</b>	<b>100%</b>	<b>87.5%</b>	<b>12.5%</b>

M1S = Mercado puesto 1 día sábado, M1L = Mercado puesto 1 día lunes, M2S = Mercado puesto 2 día sábado, M2L = Mercado puesto 2 día lunes, P1V = Plaza puesto 1 día viernes, P1D = Plaza puesto 1 día domingo, P2V = Plaza puesto 2 día viernes, P2D = Plaza puesto 2 día domingo

La Tabla 6, muestra el porcentaje de muestras analizadas que dieron positivo para contaminación, el 100% indicaron presencia de coliformes totales, el 87.5% indicaron presencia de *E. coli* y el 100% no indicaron presencia de *Staphylococcus aureus*.



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- El hornado expendido en el mercado central y plaza 5 junio del cantón Baños cumple con los parámetros fisicoquímicos de la carne cocinada, sin embargo, basado en la norma NTS N 071 no es apta para el consumo humano y pone en peligro la salud de los consumidores debido a presencia elevada de Coliformes totales y *Escherichia coli*.
- La población de estudio fue tomada de la información brindada por el Gobierno Autónomo de Descentralizado Baños de Agua Santa siendo 6 del mercado central y 2 de la plaza 5 de junio. Para la toma de las muestras se seleccionaron 2 muestras del mercado central, mientras que en la plaza 5 de junio se tomaron los únicos 2 puestos expendedores de hornado.
- Se determinaron los parámetros fisicoquímicos de las muestras de hornado mismos que fueron proteínas, lípidos, humedad, actividad de agua y pH con valores que fluctúan de entre 24% a 32%, de 8 a 23%, de 47% a 63%, de 0,97 a 0,98 y de 5 a 6 respectivamente.
- El 100% de muestras analizadas indicaron presencia del grupo coliformes totales, el 87.5% fueron positivas para de *Escherichia coli*, indicando la deficiencia en las prácticas de higiene y manipulación de los comerciantes, por otra parte, el 100% no presentaron contaminación por *Staphylococcus aureus*.

#### 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda capacitar a los expendedores de hornado sobre temáticas de Buenas de Manufactura y Buenas prácticas de higiene con el fin de reducir la contaminación de los alimentos y ofrecer productos de calidad e inocuidad a los consumidores.
- Es necesario determinar las posibles causas de la contaminación del hornado expendido en el mercado central y plaza 5 de junio con el fin de corregir aquellos errores que se han venido cometiendo a lo largo del tiempo, además se puede crear un tríptico donde incluya las medidas necesarias para brindar productos de calidad.
- Se recomienda que el Municipio realice un monitoreo continuo de todos los

puestos que expendan hornado, sea fuera o dentro del mercado central y plaza 5 de junio, mismos que deberán estar a cargo de entidades competentes a estos temas de seguridad alimentaria.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, M. (2017). *Análisis y evaluación del riesgo microbiológico de Clostridium perfringens en hornado del mercado 10 de Agosto*. Universidad del Azuay.
- ANMAT. (2006). Guía de Interpretación de Resultados Microbiológicos de Alimentos. *Microbiología de Los Alimentos Fund.*, 13–14. <https://goo.gl/awcz18>
- Arevalo, S. (2017). *Agua en los alimentos*. [http://www.qo.fcen.uba.ar/quimor/wp-content/uploads/12-8 EL AGUA EN LOS ALIMENTOS.pdf](http://www.qo.fcen.uba.ar/quimor/wp-content/uploads/12-8%20EL%20AGUA%20EN%20LOS%20ALIMENTOS.pdf)
- Becerra, E. (2017). Agua y actividad de agua. *Facultad De Ingenieria De Procesos*, 92. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3291/IAbecue03.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Caballero, Y., Patiño, S., Días, A., & Otalvaro, H. (2018). *Manual de análisis químico e instrumental*.
- Campuzano, S., Mejía, D., Madero, C., & Pabón, P. (2015). Determinación de la calidad microbiológica y sanitaria de alimentos preparados vendidos en la vía pública de la ciudad de Bogotá D.C. *Techniques, Sciences, Methodes*. <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n23/v13n23a08.pdf>
- Carvache, M., Carvache, W., Molina, G., Arteaga, M., & César, V. (2018). *La demanda turística desde la perspectiva de la satisfacción, la actitud y las preferencias respecto a su gastronomía: El caso de Salitre*. xxii, 151–165.
- Carvajal, G. (2001). Valor nutricional de la carne de: res, cerdo y pollo. *Fomento Ganadero. Proyecto de Investigación, San Jose - Costa Rica*, 55. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Valor+nutricional+de+la+carne+de:+res,+cerdo+y+pollo#0%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Valor+nutricional+de+la+carne+de:+res,+cerdo+y+pollo#0>
- Castro, K., & Narvaéz, W. (2013). Calidad sensorial y pérdidas por cocción en carne de cerdo: Efecto del sexo y fuente de selenio. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), 130–136. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fsr&AN=93998454&site=ehost-live>

- Cervantes, J., Orihuela, R., & Rutiaga, J. (2017). *Acerca del desarrollo y control de microorganismos en la fabricación de papel*. <https://www.redalyc.org/journal/944/94454631001/html/>
- Chumaña, M. F. (2010). *Estudio para la creación de una empresa productora de hornaso de cerdo y su comercialización en los cantones de Quito y Rumiñahui* [Universidad de las Fuerzas Armadas]. <https://doi.org/10.30875/bf5bbffe-es>
- Diario El Telégrafo. (2015). *Afectados con intoxicación alimentaria en Colta se recuperan*. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/afectados-con-intoxicacion-alimentaria-en-colta-se-recuperan>
- Diario El Universo. (2012). *50 personas intoxicadas por comer chanco en un bautizo*. <https://www.eluniverso.com/2012/07/16/1/1447/50-personas-intoxicadas-comer-chanco-un-bautizo.html/>
- Diario La Hora. (2021). *Intoxicados después de un bautizo en Huachi Grande*. <https://www.lahora.com.ec/tungurahua/intoxicados-despues-de-un-bautizo-en-huachi-grande/>
- Ecuavisa. (2017). *20 personas fueron atendidas por intoxicación en un hospital de Riobamba*. <https://www.ecuavisa.com/noticias/ecuador/20-personas-fueron-atendidas-intoxicacion-hospital-riobamba-JFEC304591>
- El Diario Ecuador. (2007). *400 personas intoxicadas por alimentos en fiesta*. <https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/59660-400-personas-intoxicadas-por-alimentos-en-fiesta/>
- Fernández, E., & Galván, A. (2006). Métodos para la cuantificación de proteínas. *Departamento de Bioquímica*, 1–7. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:M?todos+para+la+cuantificaci?n+de+prote?nas#1>
- Fiallos, S. (2018). Levantamiento del patrimonio alimentario y culinario de la preparación del hornado de Sangolquí. In *Высшей Нервной Деятельности*. Universidad de las Américas.
- García, E., & Fernández, I. (2021). *Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl . Valoración con un ácido fuerte .*
- García, E., & Fernández, I. (2022). *Determinación de humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación*.
- Iturbe, F., & Sandoval, J. (2011). *Análisis de alimentos. Fundamentos y técnicas*.

- Jácome, J. (2016). Validación del Método Gravimétrico para la Determinación de Grasa en el Laboratorio Ecuachemlab Cía. Ltda. *Universidad Técnica De Ambato*, 104. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/22871>
- León, M., Orduz, A., & Velandia, M. (2017). *Composición Fisicoquímica De La Carne De Ovejo, Pollo, Res Y Cerdo*. 2, 62–75.
- Margall, N., Domínguez, Á., Prats, G., & Salleras, L. (1997). Escherichia coli enterohemorrágica. *Revista Española de Salud Pública*, 71(5), 437–443. <https://doi.org/10.1590/S1135-57271997000500002>
- Márquez, B. (2014). Cenizas y Grasas. *Universidad Nacional de San Agustín*, 3–165.
- Ministerio de Salud. (2008). Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano. Resolución Ministerial N° 591 - 2008 / MINSA. In *El Peruano* (p. 26). [http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v6n3/a03v6n3.pdf?fbclid=IwAR3kTvpY4bLfGT2WFck-ZCnypk010XTGkoUdT9drrtixEMH8c5K91vdfL\\_I](http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v6n3/a03v6n3.pdf?fbclid=IwAR3kTvpY4bLfGT2WFck-ZCnypk010XTGkoUdT9drrtixEMH8c5K91vdfL_I)
- Ministerio de Salud. (2021). *Calidad e inocuidad de alimentos*. <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/inocuidad-alimentos.aspx>
- Ministerio de Salud Pública. (2021). *ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR AGUA Y ALIMENTOS* (Issue 2).
- Ministerio de Salud Pública. (2022). *ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR AGUA Y ALIMENTOS OTRAS INTOXICACIONES ALIMENTARIAS*.
- Morales, J. (2015). *CREACIÓN DE UNA RUTA GASTRONÓMICA DEL HORNADO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA AUTOR: Universidad Tecnológica Equinoccial*.
- Nader, A. J. (2015). La Calidad. Aplicación De Sus Principios a Los Alimentos. Su Visualización Por Distintos Sectores. El Enfoque Del Codex Alimentarius. *Fao*, 1. [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/comagric/codex/pdf/calidad.pdf](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/comagric/codex/pdf/calidad.pdf)
- OPS/OMS. (2022). *Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)*. [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10836:2015-enfermedades-transmitidas-por-alimentos-eta&Itemid=41432&lang=es](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10836:2015-enfermedades-transmitidas-por-alimentos-eta&Itemid=41432&lang=es)

- Pérez, C., & Quito, A. (2020). *Análisis microbiológico de los platos de hornado que son expendidos en los mercados del cantón Paute*. Universidad de Cuenca.
- Piñeros, J. (2015). *Staphylococcus aureus*. *Databio*, 1–3. [http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas de agentes biologicos/Fichas/Bacterias/Staphylococcus aureus.pdf](http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas_de_agentes_biologicos/Fichas/Bacterias/Staphylococcus_aureus.pdf)
- Rivera, J. (2012). *IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS INDICADORES DE HIGIENE Y Salmonella EN HORNADO EXPENDIDO EN CUATRO LOCALES DE COMIDA TÍPICA DEL MERCADO MUNICIPAL DE SANGOLQU*. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Rodríguez, H., Barreto, G., Sedrés, M., Bertot, J., Martínez, S., & Guevara, G. (2015). Las enfermedades transmitidas por alimentos, un problema sanitario que hereda e incrementa el nuevo milenio. *Revista Electronica de Veterinaria*, 16(8).
- Salas, S., & Martínez, G. (2004). *Determinación de coliformes totales y fecales por la técnica del número más probable*. 58–76. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapituloIII/3Practicadeanalisisdelaboratoriomirobiologicos2.pdf>
- Sanez, L. (2012). Físico Química De Alimentos. *Físico Química De Alimentos*, 16–17.
- Schafer, K. (2004). *Catálogo de laboratorio para análisis de leche*. <https://docplayer.es/10151647-Catalogo-de-laboratorio-para-analisis-de-leche.html>
- Silva, D. (2019). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD HIGIÉNICO SANITARIA EN ALIMENTOS PREPARADOS (HORNADO) DEL MERCADO CENTRAL DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN ALAUSÍ*. Universidad Estatal Amazónica.
- Soto, Z., Pérez, L., & Estrada, D. (2016). Bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos: Una mirada en Colombia. *Salud Uninorte*, 32(1), 105–122. <http://www.scielo.org.co/pdf/sun/v32n1/v32n1a10.pdf>
- Swistock, B., Clemens, S., & Sharpe, W. (2020). *Bacterias Coliformes*. <https://extension.psu.edu/bacterias-coliformes>
- Unidad Xochimilco. (2012). Calidad de la carne de cerdo y su valor nutricional. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, v6., 21–50.
- Universidad Pablo de Olavide. (2004). Determinación Del Contenido Graso De Leche

En Polvo : Extracción Soxhlet. *System*, 1–7.

Zimerman, M. (2005). pH de la carne y factores que lo afectan. *Aspectos Estratégicos Para Obtener Carne Ovina de Calidad En El Cono Sur Americano*, 141–152.

<https://www.produccion->

[animal.com.ar/produccion\\_ovina/produccion\\_ovina\\_carne/146-carne.pdf](https://www.produccion-)

Zuñiga, I., & Caro, J. (2017). Enfermedades transmitidas por los alimentos: Una mirada puntual para el personal de salud. *Enfermedades Infecciosas y*

*Microbiología*, 37(3), 95–104. <https://www.medigraphic.com/pdfs/micro/ei-2017/ei173e.pdf>

## 7. ANEXOS

### Anexo A. Registro fotográfico

#### 1. Recolección de muestras



1. Recolección puesto 1 mercado central



2. Recolección puesto 2 mercado central



3. Colocación en bolsas ziploc estériles.



4. Etiquetado de muestras



## 2. Análisis fisicoquímico

### ➤ Determinación de la humedad



1. Pesado de la muestra



2. Lectura de la humedad



3. Muestra después del análisis

### ➤ Determinación de la actividad de agua



1. Preparación de la muestra



3. Análisis de la actividad de agua

➤ **Determinación del pH**



**1. Licuado de muestra con agua destilada**



**2. Filtrado de la mezcla**



**3. Medición del pH**

**3. Análisis microbiológico**



**1. Preparación de materiales**

## Anexo B. Resultados de lípidos, proteína, actividad de agua, humedad y pH

**Tabla 7.** Porcentaje de lípidos y proteína en muestras de hornado.

Lugar	Muestras	% proteína	% lípidos
Mercado Central	Hornado puesto	31,8	8,47
	N°1		
	Hornado puesto	29,6	16,7
	N°2		
Plaza 5 de junio	Hornado puesto	24,8	22,4
	N°1		
	Hornado puesto	25,1	17,5
	N°2		

Fuente: Laboratorio LACONAL, (2022)

**Tabla 8.** Porcentaje de Humedad, actividad de agua y pH en muestras de hornado.

Lugar	Muestras	% Humedad	Actividad de	
			agua ( $a_w$ )	pH
Mercado central	Hornado puesto	60,952	0,976	6,429
	N°1			
	Hornado puesto	47,839	0,982	5,712
	N°2			
Plaza 5 de junio	Hornado puesto	53,462	0,975	6,061
	N°1			
	Hornado puesto	62,570	0,976	6,289
	N°2			

**Tabla 9.** Promedio y desviación estándar del porcentaje de humedad en muestras de hornado

Muestras	Réplica	Humedad (%)	Promedio	Desviación estándar
Hornado Mercado puesto N°1	1	60,951	60,952	0,0014
	2	60,953		
Hornado Mercado	1	47,842	47,839	0,0035

puesto N°2	2	47,837		
Hornado Plaza puesto N°1	1	53,456	53,462	0,0085
	2	53,468		
Hornado Plaza puesto N°2	1	62,543	62,570	0,0389
	2	62,598		

**Tabla 10.** Promedio y desviación estándar de los resultados actividad de agua en las muestras de hornado

Muestras	Réplica	Temperatura de análisis (°C)	(a <sub>w</sub> )	Promedio	Desviación estándar
Hornado Mercado puesto N°1	1	24.78	0.9760	0.9765	0.00078
	2	24.49	0.9771		
Hornado Mercado puesto N°2	1	24.64	0.9821	0.9817	0.00057
	2	24.34	0.9813		
Hornado Plaza puesto N°1	1	24.65	0.9759	0.9755	0.00057
	2	24.63	0.9751		
Hornado Plaza puesto N°2	1	24.69	0.9769	0.9763	0.00078
	2	24.63	0.9758		

**Tabla 11.** Promedio y desviación estándar de los resultados de pH en las muestras de hornado

Muestras	Réplica	Temperatura de análisis (°C)	pH	Promedio	Desviación estándar
Hornado Mercado puesto N°1	1	22.9	6.446	6.429	0.0154
	2	22.9	6.425		
	3	22.8	6.416		
Hornado Mercado N°2	1	22.0	5.732	5.712	0.0179
	2	22.0	5.708		
	3	22.0	5.697		
Hornado Plaza puesto N°1	1	23.7	6.083	6.061	0.0195
	2	23.6	6.047		
	3	23.5	6.052		
Hornado Plaza muestra N°2	1	23.5	6.314	6.289	0.0221
	2	23.4	6.281		
	3	23.1	6.272		

## Anexo C. Recuento microbiológico



**Muestra:** Mercado Central  
puesto 1 día Sábado  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Presencia de  
coliformes.



**Muestra:** Mercado Central  
puesto 1 día Sábado  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Ausencia de  
coliformes y *e. coli*



**Muestra:** Mercado Central  
puesto 1 día Sábado  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*



**Muestra:** Mercado Central  
puesto 1 día Sábado  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*





**Muestra:** Mercado Central  
puesto 1 día Lunes  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Presencia de  
*E.coli* / coliformes



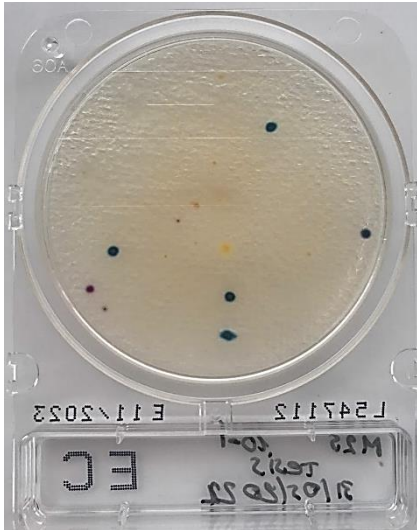
**Muestra:** Mercado Central  
puesto 1 día Lunes  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Presencia de  
*E.coli* / coliformes



**Muestra:** Mercado Central  
puesto 1 día Lunes  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*



**Muestra:** Mercado Central  
puesto 1 día Lunes  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*



**Muestra:** Mercado Central  
puesto 2 día Sábado  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Presencia de  
*E.coli*/coliformes



**Muestra:** Mercado Central  
puesto 2 día Sábado  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Presencia de  
*E.coli*/coliformes



**Muestra:** Mercado Central  
puesto 2 día Sábado  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*



**Muestra:** Mercado Central  
puesto 2 día Sábado  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*



**Muestra:** Mercado Central  
puesto 2 día Lunes  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Presencia de  
*E.coli*/coliformes



**Muestra:** Mercado Central  
puesto 2 día Lunes  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Presencia de  
*E.coli*/coliformes

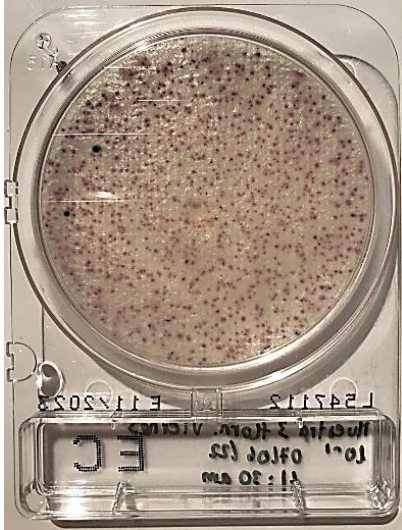


**Muestra:** Mercado Central  
puesto 2 día Lunes  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*

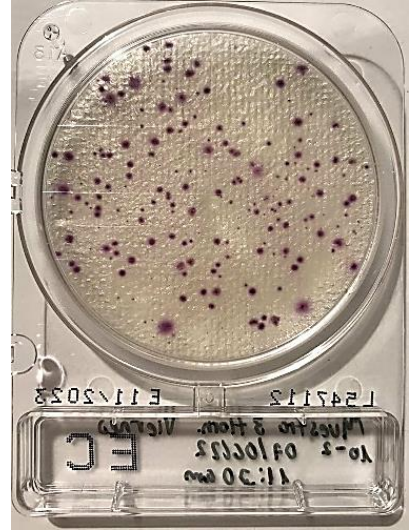


**Muestra:** Mercado Central  
puesto 2 día Lunes  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*





**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 3 día Viernes  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Presencia de  
*E.coli*/coliformes



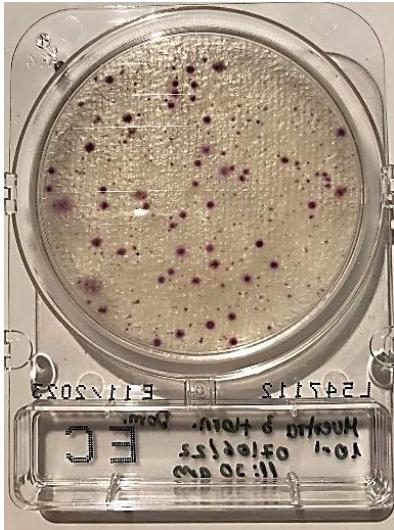
**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 3 día Viernes  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Presencia de  
*E.coli*/coliformes



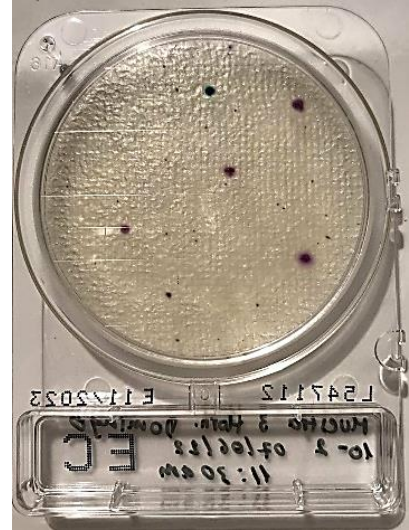
**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 3 día Viernes  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*



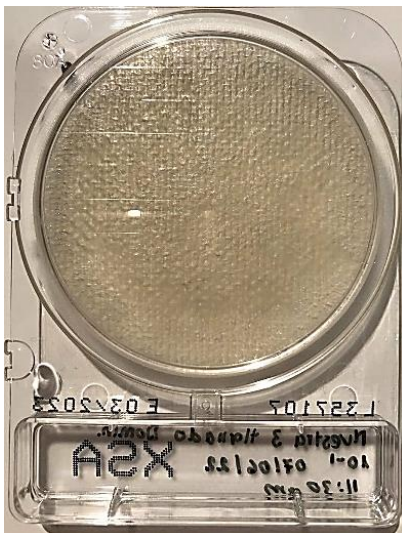
**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 3 día Viernes  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*



**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 3 día Domingo  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Presencia de  
*E.coli*/coliformes



**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 3 día Domingo  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Presencia de  
coliformes



**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 3 día Domingo  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*



**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 3 día Domingo  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*





**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 4 día Viernes  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Presencia de  
*E.coli/coliformes*



**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 4 día Viernes  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Presencia de  
*E.coli/coliformes*



**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 4 día Viernes  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*



**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 4 día Viernes  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*



**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 4 día Domingo  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Presencia de  
*E.coli/coliformes*



**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 4 día Domingo  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Presencia de  
*E.coli/coliformes*



**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 4 día Domingo  
**Dilución:**  $10^{-1}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*



**Muestra:** Plaza 5 de junio  
puesto 4 día Domingo  
**Dilución:**  $10^{-2}$   
**Observación:** Ausencia de  
*Staphylococcus aureus*

**Tabla 12.** Recuento de *E.coli* del hornado expendido en el Mercado Central y Plaza 5 de Junio

Lugar de muestreo	Muestra	Dia	Dilución	Recuento	UFC/g
Mercado Central	Muestra N°1	Sábado	$10^1$	0	Ausencia
			$10^2$	0	Ausencia
		Lunes	$10^1$	68	680
			$10^2$	6	600
Mercado Central	Muestra N°2	Sábado	$10^1$	5	50
			$10^2$	1	100
		Lunes	$10^1$	>300	TNTC
			$10^2$	74	7400
Plaza 5 de Junio	Muestra N°3	Viernes	$10^1$	2	20
			$10^2$	0	Ausencia
		Domingo	$10^1$	1	10
			$10^2$	0	Ausencia
Plaza 5 de Junio	Muestra N°4	Viernes	$10^1$	>300	TNTC
			$10^2$	149	14900
		Domingo	$10^1$	>300	TNTC
			$10^2$	>300	TNTC

**Tabla 13.** Recuento de Coliformes totales del hornado expendido en el Mercado central y plaza 5 de Junio

Lugar de muestreo	Muestra	Dia	Dilución	Recuento	UFC/g
Mercado Central	Muestra N°1	Sábado	$10^1$	4	40
			$10^2$	0	Ausencia
		Lunes	$10^1$	155	1550
			$10^2$	101	10100
Mercado Central	Muestra N°2	Sábado	$10^1$	9	90
			$10^2$	3	300
		Lunes	$10^1$	>300	TNTC
			$10^2$	>300	TNTC
Plaza 5 de Junio	Muestra N°3	Viernes	$10^1$	>300	TNTC
			$10^2$	147	14700
		Domingo	$10^1$	113	1130
			$10^2$	6	600
Plaza 5 de Junio	Muestra N°4	Viernes	$10^1$	>300	TNTC
			$10^2$	240	24000
		Domingo	$10^1$	>300	TNTC
			$10^2$	>300	TNTC

**Tabla 14.** Recuento de *Staphylococcus aureus* del hornado expendido en el Mercado central y plaza 5 de Junio

Lugar de muestreo	Muestra	Día	Dilución	Recuento	UFC/g
Mercado Central	Muestra N°1	Sábado	10 <sup>1</sup>	0	0
			10 <sup>2</sup>	0	0
		Lunes	10 <sup>1</sup>	0	0
			10 <sup>2</sup>	0	0
Mercado Central	Muestra N°2	Sábado	10 <sup>1</sup>	0	0
			10 <sup>2</sup>	0	0
		Lunes	10 <sup>1</sup>	0	0
			10 <sup>2</sup>	0	0
Plaza 5 de Junio	Muestra N°3	Viernes	10 <sup>1</sup>	0	0
			10 <sup>2</sup>	0	0
		Domingo	10 <sup>1</sup>	0	0
			10 <sup>2</sup>	0	0
Plaza 5 de Junio	Muestra N°4	Viernes	10 <sup>1</sup>	0	0
			10 <sup>2</sup>	0	0
		Domingo	10 <sup>1</sup>	0	0
			10 <sup>2</sup>	0	0

#### Fórmula

$$\frac{ufc}{g} = \frac{A}{V} \times Df$$

#### Donde:

**A:** Recuento promedio de colonias

**V:** Volumen colocado en placa

**Df:** factor de dilución



Anexo D. Resultados de análisis LACONAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA  
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS



0000718

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:22-067		R01-7.8.03
Solicitud N°: 22-067		Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 31 de mayo de 2022	Fecha de ejecución de ensayos: 31 de mayo al 07 de junio de 2022	
<b>Información del cliente:</b>		
Empresa:	C.I./RUC:	1805035415
Representante: Melissa Sarabia	TIF:	0998621289
Dirección: Baños	Email:	msarabia5415@uta.edu.ec
Ciudad: Baños		
<b>Descripción de las muestras:</b>		
Producto: Hornado	Peso:	160g; 150g
Marca comercial: n/a	Tipo de envase:	Envase de plástico
Lote: n/a	No de muestras:	una
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a	
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab:	15 días
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente:	24 de mayo de 2022

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Hornado Muestra N°1	06722133	Mercado Central ( Local N°33)	Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed. 21, 2019 2001.11	% (Nx6,25)	31,8
			Grasa (hidrólisis ácida), Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	8,47
Hornado Muestra N°2	06722134	Mercado Central ( Local N°12)	Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed. 21, 2019 2001.11	% (Nx6,25)	29,6
			Grasa (hidrólisis ácida), Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	16,7
Hornado Muestra N°3	06722135	Plaza 5 de Junio ( Local N°1)	Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed. 21, 2019 2001.11	% (Nx6,25)	24,8
			*Grasa (hidrólisis ácida), Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	22,4
Hornado Muestra N°4	06722136	Plaza 5 de Junio ( Local N°2)	Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed. 21, 2019 2001.11	% (Nx6,25)	25,1
			Grasa (hidrólisis ácida), Gravimetría	AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	17,5

Conds. Ambientales: 18,2°C; 53,6%HR

Nota: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE

Ing. Gladys Risueño  
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Fecha de emisión del certificado: 09 de junio de 2022

Nota. La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos, en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".