

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y BIOQUÍMICAS**

**MAESTRÍA EN BROMATOLOGÍA**

**SEGUNDA VERSION**



**IDENTIFICACIÓN DE CARNE DE BURRO *EQUUS ASINUS* EN EMBUTIDOS  
CRUDOS EXPENDIDOS EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE LA PAZ Y EL ALTO**

Tesis de postgrado presentada para la obtención del Grado de Magister Scientiarum

**POR: Lic. Leslie Karen Vidaurre Flores**

**TUTORA: M. Sc. ELIANA IVONNE ROCHA GIARDINA**

LA PAZ – BOLIVIA  
DICIEMBRE, 2022

## INDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	8
1. INTRODUCCION	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3. JUSTIFICACIÓN	16
4. OBJETIVOS	17
4.1 OBJETIVO GENERAL	17
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
5. MARCO TEÓRICO	18
5.1 COMPOSICIÓN DE LA CARNE	18
5.1.1 ESTRUCTURA	18
5.1.2 MUSCULOS	19
5.1.3 FIBRA MUSCULAR ESTRIADA	21
5.1.4 COMPOSICIÓN DEL MUSCULO ESTRIADO	22
5.2 IMPORTANCIA NUTRITIVA DE LA CARNE	23
5.2.1 PROTEINAS	25
5.2.2 PROTEÍNAS CONTRÁCTILES	25
5.2.3 PROTEÍNAS INSOLUBLES DEL TEJIDO CONJUNTIVO	26
5.2.4 GRASA	27
5.2.5 CARBOHIDRATOS	28
5.2.6 AGUA	28
5.2.7 SALES MINERALES	28
5.3 CLASIFICACIÓN DE LOS EMBUTIDOS	29
5.3.1 EMBUTIDOS CRUDOS	29
5.3.2 EMBUTIDOS ESCALDADOS	30
5.3.3 EMBUTIDOS COCIDOS	30
5.3.4 EMBUTIDOS MADURADOS	31
5.3.5 EMBUTIDOS CURADOS Y AHUMADOS	31
5.4 MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS	31
5.4.1 CARNE	31
5.4.2 GRASA	32

5.4.3	NORMAS APLICABLES	33
5.5	INMUNOENSAYOS	34
5.5.1	UNIÓN ENTRE ANTÍGENO Y ANTICUERPO	35
5.6	TIPOS DE ANTICUERPOS	36
5.7	DOBLE INMUNODIFUSIÓN EN GEL	36
6.	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	37
6.1	TIPO DE ESTUDIO	37
6.1.2	UNIVERSO Y POBLACIÓN O MUESTRA	37
6.1.3	TAMAÑO DE LA MUESTRA	39
7.	SITIO O CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN	40
8.	HIPÓTESIS	40
9.	PROCEDIMIENTO	40
9.1	DETERMINACIÓN DE ESPECIE	40
9.2	EQUIPOS Y MATERIALES	41
9.3	REACTIVOS	43
10.	PREPARACIÓN DE REACTIVOS	44
	PREPARACIÓN DEL AGAR AL 1%	46
11.	PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	48
11.1	SEMBRADO DE LAS MUESTRAS	49
11.2	PREPARACIÓN DE LA CÁMARA DE INCUBACIÓN	50
12.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS (COMPLEJO ANTIGENO ANTICUERPO)	50
13	RESULTADOS	52
14.	DISCUSIONES.	58
15.	CONCLUSIONES	60
16.	RECOMENDACIONES	60
17.	BIBLIOGRAFIA	61

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <b>Puntos de Muestreo</b> .....	39
Tabla 2 <b>Materiales y Equipos</b> .....	41
Tabla 3 <b>Reactivos Necesarios</b> .....	43
Tabla 4 <b>Identificación de la especie de carne en chorizo de los mercados de La Paz</b> .....	52
Tabla 5 <b>Procedencia de muestras donde se identificó la presencia de carne de burro</b> .....	55

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: <b>Esquema Músculo Estriado</b> .....	23
Ilustración 2 <b>Reacción Antígeno Anticuerpo.</b> .....	35
Ilustración 3 <b>Medidor de PH (PH-mitro)</b> .....	45
Ilustración 4 <b>Pesada del Agar</b> .....	46
Ilustración 5 <b>Preparación del Agar</b> .....	46
Ilustración 6 <b>Cajas Petri con Agar solidificado</b> .....	47
Ilustración 7 <b>Perforación de Agar en cajas Petri</b> .....	47
Ilustración 8 <b>Preparación de las muestras</b> .....	48
Ilustración 9 <b>Sembrado de muestras y anticuerpo.</b> .....	49
Ilustración 10 <b>Cámara de Humedad</b> .....	50
Ilustración 11 <b>Reacción de antígeno anticuerpo (Halo en forma de media luna)</b> .....	51
Ilustración 12 <b>Porcentaje de presencia de carne de burro en embutidos.</b> .....	54
Ilustración 13 <b>Porcentaje de muestras positivas al antígeno en el municipio de El Alto.</b> .....	56
Ilustración 14 <b>Porcentaje de muestras positivas al antígeno en el municipio de La Paz</b> .....	57
Ilustración 15 <b>Muestras positiva al antígeno de burro s según la zona de muestreo.</b> .....	58

## RESUMEN

El tema de investigación referido: Determinación de la especie en embutidos crudos expendidos en mercados de la ciudad de La Paz y El Alto, fue planteado por la necesidad de determinar la especie de carne utilizada en embutidos crudos en mercados de la ciudad de La Paz y El Alto, no es de extrañar que en el mercado boliviano se comercialice carne de animales no autorizados como ser perro, burro entre otros, los cuales pueden estar enfermos o son sacrificados en mataderos clandestinos insalubres, además de tener mercados comunitarios en los cuales la comercialización de embutidos y carne se la realiza al menudeo y sin saber el origen de los productos, los cuales pueden ser de un faeno clandestino y sin las condiciones mínimas de higiene tanto en el tratamiento, almacenamiento y traslado de la carne, sin mencionar los lugares donde realizan el proceso de embutido, atentando a la seguridad alimentaria de la población en general.

El concepto de seguridad alimentaria resultante de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación realizada en 1996 en Roma a convocatoria de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), se centra en la disponibilidad de alimentos, es decir, en el derecho de toda persona a tener acceso a alimentos sanos y nutritivos, sin importar el origen nacional de los mismos.

Se determinó la presencia de carne de burro en embutidos crudos en los diferentes mercados más concurridos por la población de la ciudad de La Paz y El Alto, empleando para esta investigación el método de inmunodifusión radial doble de Ouchterlony, de acuerdo al método analítico determinación de especies en carnes según el Manual Métodos de Análisis Físico-

Químicos de Alimentos, Agua y Suelos – Instituto de Salud Pública de Chile, el cual nos permite determinar de manera específica, la presencia del antígeno de burro en embutidos crudos.

Los resultados revelan que en distintos mercados populares de las Ciudades de La Paz y El Alto se comercializan embutidos crudos, (chorizos) de carne de burro que no son declarados por los comerciantes a los usuarios.

Esta información coadyuvará a las autoridades regulatorias como la Intendencia Municipal de la ciudad de La Paz y El Alto, a fin de que se tomen acciones correctivas y preventivas en la venta de embutidos crudos evitando su falsificación; que ponen en riesgo la salud y atentan a la seguridad alimentaria de la población en general.

## **PALABRAS CLAVES**

Identificación de la especie, inmuno doble difusión, determinación de especie, seguridad alimentaria.

## ABSTRACT

The referred research topic: Determination of the species in raw sausages sold in markets of the city of La Paz and El Alto, was raised by the need to determine the species of meat used in raw sausages in markets of the city of La Paz and El Alto, it is not surprising that the Bolivian market sells meat from unauthorized animals such as dogs, donkeys, among others, which may be sick or are slaughtered in unhealthy clandestine slaughterhouses, in addition to having community markets in which the The commercialization of sausages and meat is carried out at retail and without knowing the origin of the products, which may be from a clandestine slaughterhouse and without the minimum hygiene conditions in the treatment, storage and transfer of the meat, without mentioning the places where they carry out the sausage process, undermining the food security of the population in general.

The concept of food security resulting from the World Food Summit held in Rome in 1996 at the convening of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), focuses on the availability of food, that is, on the right of every person to have access to healthy and nutritious food, regardless of their national origin.

The presence of donkey meat in raw sausages in the different markets most popular with the population of the city of La Paz and El Alto was determined, using for this investigation the Ouchterlony double radial immunodiffusion method, according to the analytical method determination of species in meat according to the Manual Methods of Physical-Chemical Analysis



of Food, Water and Soils - Institute of Public Health of Chile, which allows us to specifically determine the presence of the donkey antigen in raw sausages.

The results reveal that in different popular markets of the cities of La Paz and El Alto, raw sausages (chorizos) of donkey meat are sold that are not declared by the merchants to the users.

This information will help the regulatory authorities such as the Municipal Government of the city of La Paz and El Alto, so that corrective and preventive actions are taken in the sale of raw sausages, avoiding their falsification; that endanger the health and threaten the food security of the population in general.

## **KEYWORDS**

Identification of the species, immuno double diffusion, determination of species, food security.

## 1. INTRODUCCION

En el año 2017, el periódico “El Diario” publicó un artículo referido a la carne de burro y caballo y que esta no era apta para el consumo humano.

La responsable de inocuidad alimentaria del Municipio de El Alto dio a conocer que, a diferencia de otros países, en el territorio nacional, los caballos y burros, no son aptos para el consumo humano, al ser utilizados como animales de carga y no de engorde.

*‘Al haber sido utilizados, como animales de carga, tanto a los caballos, burros, su estructura muscular es más trabajada. Por ejemplo, en el caso de los caballos si son faenados, llegan a ser muertos por algún tipo de enfermedad, por lo que puede llegar a afectar a la población humana’.*<sup>1</sup>

En el territorio nacional, las únicas carnes permitidas para el consumo humano son las aves, res, llama, cerdo, que son criadas en procesos de engorde y llegan a ser faenados en mataderos legalmente establecidos y autorizados por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG).<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> [https://www.eldiario.net/noticias/2017/2017\\_08/nt170814/nacional.php?n=41&-carne-de-burro-y-caballo-no-es-para-consumo-humano#:~:text=P%C3%A9rez%20remarc%C3%B3%20que%20en%20el,establecidos%20y%20autorizados%20por%20Senasag.](https://www.eldiario.net/noticias/2017/2017_08/nt170814/nacional.php?n=41&-carne-de-burro-y-caballo-no-es-para-consumo-humano#:~:text=P%C3%A9rez%20remarc%C3%B3%20que%20en%20el,establecidos%20y%20autorizados%20por%20Senasag.)

<sup>2</sup> [https://www.eldiario.net/noticias/2017/2017\\_08/nt170814/nacional.php?n=41&-carne-de-burro-y-caballo-no-es-para-consumo-humano#:~:text=P%C3%A9rez%20remarc%C3%B3%20que%20en%20el,establecidos%20y%20autorizados%20por%20Senasag.](https://www.eldiario.net/noticias/2017/2017_08/nt170814/nacional.php?n=41&-carne-de-burro-y-caballo-no-es-para-consumo-humano#:~:text=P%C3%A9rez%20remarc%C3%B3%20que%20en%20el,establecidos%20y%20autorizados%20por%20Senasag.)

Mientras que el responsable de veterinaria explicó que existen riesgos en la salud de las personas, porque el consumo de carnes de animales no aptos, por el inadecuado manejo de este tipo de animales de carga, quienes tampoco tienen un tratamiento veterinario, que permita garantizar que no se encuentren afectados por alguna enfermedad riesgosa.<sup>3</sup>

Estos animales, que son llevados a mataderos clandestinos, en la ciudad de La Paz, y en El Alto, pueden tener diferentes enfermedades, como la encefalitis equina, rabia, brucelosis, tuberculosis, presentes en la carne de burro debido a que los animales de carga no fueron tratados por veterinarios especializados.

Las carnes de animales de carga, no son tratadas por un veterinario y enfrentan un proceso traumático de muerte en un matadero clandestino, donde no existe ningún cuidado en la contaminación de la carne del animal.

*'La carne está en el piso, tapada con calaminas, con yute y esta carne está destinada a la fabricación de embutidos, es por eso que existe un proceso de cultivo de bacterias como Escherichia coli y Salmonelosis, siendo las dos enfermedades infecciosas, que producen intoxicación alimentaria, dañando los intestinos'.<sup>4</sup>*

El veterinario recomienda que una vez que llegue el animal al matadero municipal, debería tener 24 horas de reposo, con la finalidad de ser analizado por un veterinario, quien determine si

---

<sup>3</sup> [https://eldeber.com.bo/bolivia/decomisan-900-kilos-de-carne-de-burro-en-la-paz\\_24203](https://eldeber.com.bo/bolivia/decomisan-900-kilos-de-carne-de-burro-en-la-paz_24203)

<sup>4</sup> [https://www.eldiario.net/noticias/2017/2017\\_08/nt170814/nacional.php?n=41&-carne-de-burro-y-caballo-no-es-para-consumo-humano](https://www.eldiario.net/noticias/2017/2017_08/nt170814/nacional.php?n=41&-carne-de-burro-y-caballo-no-es-para-consumo-humano)

el animal está o no afectado por alguna enfermedad, que cumple con las vacunas correspondientes, como certifica el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG), con la finalidad de evitar riesgo a momento de ser destinado al consumo humano. De acuerdo con la normativa, en cada matadero debe existir un médico veterinario que analice esta situación, lo que no ocurre con los mataderos clandestinos.<sup>5</sup>

Asimismo, aproximadamente hace dos años atrás en la ciudad de La Paz, el Servicio (Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria) SENASAG decomisó y destruyó 900 kilos de carne de burro de dudosa procedencia en el puesto de control de Achica Arriba, en La Paz. La carne decomisada se encontraba en seis saquillos y era transportada en condiciones inadecuadas, además no contaba con ningún documento legal para el transporte y comercialización.<sup>6</sup>

Pese a que las autoridades de Inocuidad alimentaria establecen que el consumo de carne de burro no es para el consumo humano, existen personas que la comercializan, sabiendo que esta es peligrosa al no cumplir con los procedimientos de salubridad. En este sentido en el año 2015, la prensa a través del periódico “DEBATE” de México publicó un artículo sobre el peligro del consumo de carne de burro “consumir carne de burro trae como consecuencias dolores gastrointestinales, encefalitis y salmonelosis, así como el riesgo de contraer ‘tenias’, un parásito que se aloja en los músculos del animal, el cual puede ser mortal. Las condiciones de salubridad

---

<sup>5</sup> [https://www.eldiario.net/noticias/2017/2017\\_08/nt170814/nacional.php?n=41&-carne-de-burro-y-caballo-no-es-para-consumo-humano](https://www.eldiario.net/noticias/2017/2017_08/nt170814/nacional.php?n=41&-carne-de-burro-y-caballo-no-es-para-consumo-humano)

<sup>6</sup> <http://www.senasag.gob.bo/prensa/noticias/172-noticias-slider/3893-se-decomisan-900-kilos-de-carne-de-burro-de-dudosa-procedencia>

son las que convierten a esta carne realmente en una amenaza para el consumo humano, y puede producir enfermedades como encefalitis, salmonelosis y ‘tenia’.<sup>7</sup>”

En relación con lo citado es importante mencionar que, cada boliviano consume en promedio 43,5 kilos de carne al año: 25,8 kilos de carne de pollo y 17,7 kilos de carne de res, según el informe del Instituto Nacional de Estadística (INE), donde se destaca el fortalecimiento de la salud alimentaria en el país, durante la última década.

La carne puede formar parte de una dieta equilibrada, aportando valiosos nutrientes beneficiosos para la salud. Mientras que el consumo de carne per cápita en algunos países industrializados es alto, en los países en desarrollo un consumo per cápita de carne inferior a 10 kg debe considerarse insuficiente y con frecuencia causa subnutrición y malnutrición, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

El control del Estado es vital en una de las áreas más sensibles de la actividad productiva y no hay un criterio uniforme para una fiscalización eficiente y adecuada en todo el país. El Estado es el que debe garantizar la inocuidad de los alimentos y ello debe ser una prioridad para el Gobierno Nacional, gobiernos municipales y provinciales. La informalidad y la marginalidad ganan terreno en la elaboración de los alimentos, que se acentúa por el bajo poder adquisitivo de la población y la falta de un adecuado control de organismos públicos; es por ello que se venden alimentos que no siempre cumplen con las normas sanitarias, poniendo en riesgo la salud de la población.

---

<sup>7</sup> <https://www.debate.com.mx/mazatlan/La-carne-de-burro-es-mala-para-la-salud--20150728-0106.html>

La determinación de especies cárnicas va encaminada fundamentalmente a la prevención del fraude por la adición de especies de valor comercial inferior y evitar la introducción de carnes y productos cárnicos no acostumbrados en nuestros hábitos de consumo como las denominadas de ‘venta callejera’.

Se realizó el ensayo de un método inmunológico, basado en las propiedades antigénicas particulares que presentan las proteínas solubles de los tejidos, que permite diferenciar las distintas especies que componen los alimentos (productos cárnicos) frescos y hasta semicocidos detectando de forma clara la existencia de algún producto de origen no declarado, llegando a determinar la calidad de fabricación y composición de este tipo de alimentos, pudiendo de esta manera garantizar su confiabilidad como una alternativa para identificar adecuadamente la especie, incentivar su producción y mejorar la calidad de sus productos.

Un alimento de calidad debe cumplir con todas las exigencias, es decir con los parámetros nutricionales, higiénico- sanitarios y sensoriales. Si un alimento está en mal estado, adulterado o falsificado, puede causar enfermedad y hasta la muerte.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> <https://www.minsalud.gob.bo/498-la-ingestion-de-alimentos-contaminados-puede-causar-intoxicacion-e-infecciones>

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La espectacular expansión de la producción y el consumo que caracteriza actualmente a las sociedades económicamente desarrolladas, han generado una nueva necesidad: la defensa del consumidor contra los abusos y fraudes derivados del equilibrio de fuerzas que hay entre consumidores y productores. Uno de estos fraudes, podría consistir en elaborar un producto alimenticio y sin mencionar en la etiqueta sus productos de base. La carne es la principal fuente de proteínas para la alimentación de los seres humanos, al aportar todos los aminoácidos esenciales para el organismo.

Según la FAO existen diferentes especies animales que son criadas exclusivamente para el consumo humano y no es el caso del burro que es un animal criado como un animal de trabajo, prestando en el mundo entero un continuo y oportuno servicio a la comunidad, especialmente a los grupos rurales.

Si bien es importante garantizar que la carne y los embutidos crudos cumplan con todos los requisitos de calidad sanitaria e inocuidad, desde el punto de crianza de los animales a faenar, los mataderos utilizados y el transporte<sup>9</sup>, se debe además garantizar que el consumidor tenga la certeza de la especie animal que consume la carne y no ser engañado y víctima de una falsificación al momento de adquirir el producto.

---

<sup>9</sup> NB 310011:2008 - Código de prácticas para la inspección ante-mortem y post-mortem de jumentos (asno, burro, pollino) de matanza y para el dictamen antemortem y post-mortem sobre jumentos.

En la ciudad de La Paz y El Alto existen muchos lugares de comercialización informal de carne y embutidos crudos, esto facilita la venta de carne de animales que no son criados para el consumo humano, por lo que el presente trabajo busca identificar la especie animal (burro) en embutidos crudos (chorizo) que se comercializa en los mercados de la ciudad de La Paz y El Alto.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Muchas veces, los servicios encargados de diagnóstico, se encuentran en la imposibilidad de determinar la especie animal a partir de las muestras de carne, empleando métodos anatómicos/histológicos y biológicos.

En este sentido, es más conveniente determinar la especie de las carnes no declaradas o que fueron objeto de falsa declaración empleando métodos que permitan identificar la especie animal a partir de muestras de carne en diferentes cortes, con la intervención de reactivos biológicos.

La necesidad de conocer e identificar el origen de la especie animal de la que se obtienen productos cárnicos y derivados, es cada vez mayor, debido a que, el consumidor exige más información y calidad acerca de los productos que adquiere y desea incorporar en su dieta.

La ingestión de determinados productos fraudulentos puede ocasionar disgusto inclusive daño a la salud, pues la carne que el consumidor adquiere debe ser de la especie deseada y no otra que se oferte en el mercado, pudiendo estar implicados ciertos tejidos de especies animales como felinos(gatos), equinos (burro), caninos (perro), aves de rapiña, roedores (ratón – ratas) u otros enmascarados.



El método de inmunodifusión doble nos permite determinar la especie de manera precisa y rápida, a través de una reacción antígeno-anticuerpo e identificar si corresponde a la especie de carne declarada y si se trata de una falsificación.

De esta manera, defender los derechos del consumidor, a partir de embutidos crudos que cumplen con la declaración correcta sobre el origen de la especie animal de la que provienen y coadyuvar con las autoridades regulatorias de la ciudad de La Paz y El Alto para poder implementar acciones de control y prevención.

#### **4. OBJETIVOS**

##### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Identificar la presencia de carne de burro en chorizo crudo que es comercializado en los mercados de la ciudad de La Paz y El Alto.

##### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar la presencia de carne de burro en chorizo crudo de venta a granel y envasado mediante el Manual Métodos de Análisis Físico-Químicos de Alimentos, Agua y Suelos – Instituto de Salud Pública de Chile.
- Determinar el fraude alimentario en embutidos crudos: chorizo crudo.

## **5. MARCO TEÓRICO**

Se define en forma genérica como Carne la porción comestible, sana y limpia de los músculos de los bovinos, porcinos, ovinos y caprinos declarados aptos para la alimentación humana, antes y después de la faena, sacrificados en condiciones higiénicas.

El término carne se utiliza con diferentes significados. A veces adquiere un sentido genérico en el que se incluyen todas las partes de los animales que sirven para alimento del hombre, mientras que otras veces se limita a la musculatura esquelética. Por extensión, se aplica también a la de los animales de corral y mamíferos marinos. Presentará un olor característico y su color debe oscilar del blanco rosáceo al rojo oscuro, dependiendo de la especie animal, raza, edad, alimentación, forma de sacrificio y periodo de tiempo transcurrido del mismo.

En este sentido debemos definir qué se entiende por falsificación de alimentos; como el alimento que tiene la apariencia y caracteres generales de un producto legítimo, protegido o no por marca registrada y se denomina como éste sin serlo o que no proceda de sus verdaderos fabricantes, o que no procede de una zona de producción conocida o declarada.

### **5.1 COMPOSICIÓN DE LA CARNE**

#### **5.1.1 ESTRUCTURA**

El tejido muscular de la carne de mamíferos está formado por grandes células, denominadas fibras que miden desde un mm de espesor, hasta varios cm de largo, las cuales se mantienen unidas y envueltas por una membrana de tejido conjuntivo, llamada sarcolema o estrona. Dentro de las fibras en el líquido o sarcoplasma que las llena se encuentran numerosas miofibrillas de sólo un micrómetro de diámetro y que constituyen el sistema contráctil de los

músculos. La microscopía electrónica ha revelado la microestructura de estas miofibrillas, la que se compone de 2 tipos diferentes de filamentos: unos más gruesos, ordenados en forma hexagonal, formado por moléculas de la proteína, llamada miosina y otros más pequeños de moléculas helicoidales de otra proteína, llamada actina. Este carácter heterogéneo de la carne se manifiesta por el diferente estado físico que asume según la fase en que se encuentra. Después de la faena, se manifiesta como un cuerpo sólido elástico y capaz de retener agua.

La industria de la carne, a diferencia de la mayoría de las grandes industrias modernas, asienta sus raíces en los tiempos prehistóricos. Aparecen ya en la más antigua literatura, referencias que indican que ciertas prácticas de conservación de la carne eran ya de conocimiento común. Los aborígenes de América desecaban la carne; las técnicas de ahumado y salazón eran conocidas antes del tiempo de Homero (año 1000 a.C.), la elaboración y especiado de algunos tipos de embutidos era común en Europa y en la zona mediterránea mucho antes del tiempo de los césares <sup>10</sup>.

### **5.1.2 MUSCULOS**

Las carnes de los animales de carnicería están formadas por tres tejidos fundamentales: muscular, adiposo y óseo. El porcentaje de tejido óseo es muy poco variable. El tejido muscular da origen a la carne, bien solo o acompañado parcialmente por tejido adiposo <sup>11</sup>. El conocimiento de la estructura del músculo es esencial para entender las relaciones entre las propiedades del músculo y su empleo como carne.

---

<sup>10</sup> Price y Schweigert, 1994

<sup>11</sup> Swatland, 1991

El tejido muscular es organizado, tanto a nivel morfológico como bioquímico, cuyo fin es producir energía química para convertirla posteriormente en trabajo.

Existen varias clasificaciones de los músculos:

- Según su color:
  - Músculo rojo (R), rico en mitocondrias y mioglobina. Presenta abundante irrigación sanguínea y metabolismo aerobio oxidativo.
  - Músculo blanco (W), con escaso contenido en mitocondrias y mioglobina. Tiene poca irrigación y metabolismo anaerobio.

Los músculos blancos son generalmente de contracción rápida ( $\alpha$ ) y los músculos rojos pueden ser de contracción rápida ( $\alpha$ ) o lenta ( $\beta$ ). Los músculos de contracción lenta quemar, en presencia de oxígeno, los ácidos grasos y los glúcidos aportados por la sangre y suelen estar bien irrigados. Por el contrario, los de contracción rápida suelen tener poca mioglobina y estar pobremente irrigados, degradando anaerobia y rápidamente los azúcares <sup>12</sup>.

Mediante la combinación de estos factores podemos encontrar en los animales adultos tres tipos de músculos.

- Según su velocidad de contracción y su color <sup>13</sup>.
  - Músculo rojo de contracción lenta ( $R\beta$ ), generalmente de pequeño diámetro.
  - Músculo rojo de contracción rápida ( $R\alpha$ ), de diámetro intermedio.

---

<sup>12</sup> Pearson y Young, 1989

<sup>13</sup> Ashmore y Doerr, 1971; Peters y col., 1972

- Músculo blanco de contracción rápida ( $W\alpha$ ), de gran diámetro.
- Según su inervación:
  - Músculos lisos de contracción involuntaria (por ejemplo: en tubo digestivo).
  - Músculos estriados de contracción involuntaria (cardíaco).
  - Músculos estriados de contracción voluntaria (esqueléticos), que deben su nombre al aspecto que presentan bajo el microscopio óptico y que dan lugar, tras la muerte del animal, a lo que se conoce como carne. Comprenden alrededor del 40 % del peso corporal y están formados por grupos de elementos asociados en haces y en grupos de haces, rodeados de tejido conjuntivo y con infiltraciones de grasa <sup>14</sup>. Presentan una capa exterior de colágeno rodeando al músculo, llamada epimisio, que se prolonga para formar las aponeurosis y los tendones, por donde el músculo se fija al tejido óseo <sup>15</sup>. El epimisio también se prolonga hacia el interior, rodeando cada haz de fibras musculares. A su vez, cada fibra está rodeada por una capa de colágeno, de elastina y de reticulina, conocida como endomisio <sup>16</sup>.

### 5.1.3 FIBRA MUSCULAR ESTRIADA

Los músculos estriados constan de fibras musculares, que constituyen la unidad diferenciada del tejido muscular. Estas fibras son multinucleadas, largas y más o menos tubulares. Los extremos son cónicos o adelgazados con un diámetro de fibra entre 10 y 100  $\mu\text{m}$  y la longitud de la fibra varía enormemente, desde 1 hasta 40 mm <sup>17</sup>. En algunos músculos las fibras siguen una

---

<sup>14</sup> Bechtel, 1986; Carballo y López de Torre, 1991; Prändl y col., 1994

<sup>15</sup> Trotter, 1990

<sup>16</sup> McCormick, 1994

<sup>17</sup> Swatland, 1991

dirección paralela a la del eje del músculo, pero el patrón común es una organización mucho más complicada.

Las fibras están rodeadas por el sarcolema, que es una membrana excitable eléctricamente, mediante la cual las fibras musculares se unen entre sí o al tejido conectivo. La fibra muscular está constituida por muchas miofibrillas paralelas, que están sumergidas en el sarcoplasma o fluido intracelular. Si se observa la sección longitudinal de una miofibrilla, se detecta una estructura repetida cada 2,3  $\mu\text{m}$ , denominada sarcómero y que constituye la unidad funcional de la miofibrilla<sup>18</sup>.

#### **5.1.4 COMPOSICIÓN DEL MUSCULO ESTRIADO**

En las principales especies productoras de carne, el músculo estriado posee un elevado porcentaje de agua. La relación agua/proteína es bastante constante y es indicativa de la calidad de la carne. Las grasas varían mucho dependiendo de la procedencia del músculo, siendo más abundantes en el porcino. La creatina y creatinina, sustancias nitrogenadas no proteicas, presentan una proporción bastante constante y también son parámetros indicativos de la calidad, al permitir conocer el contenido en carne de derivados como embutidos y conservas<sup>19</sup>.

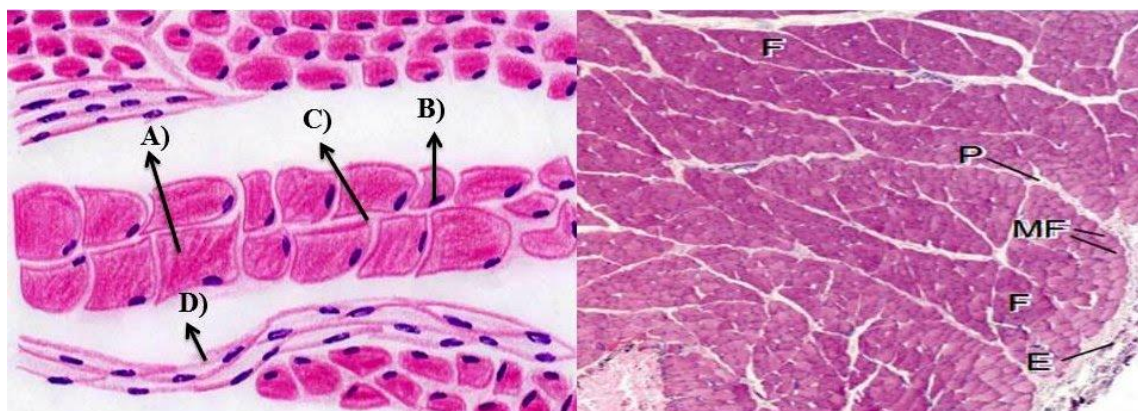
---

<sup>18</sup> Bloom y Fawcett, 1975; McCormick, 1994

<sup>19</sup> Price y Schweigert, 1994

*Ilustración 1: Esquema Músculo Estriado*

Esquema de músculo estriado esquelético en corte transversal, 40x. Microfotografía de tejido muscular esquelético de ser humano 33x, obtenida de Junqueira y Carneiro (2015). A) fibra muscular; B) Núcleos; C) Endomisio; D) Perimisio.



*Fuente: Histology and cell biology. (2da edición). Baltimore, Maryland: Williams & Wilkins.*

## 5.2 IMPORTANCIA NUTRITIVA DE LA CARNE

Los valores medios para la composición bruta y el contenido energético de la fracción comestible de la carne fresca son: 17% de proteína, 20% de grasa, 62% de humedad, 1% de cenizas y 250 Kcal/100 g (valores adecuados para carnes con un recubrimiento graso de aproximadamente 1 cm de espesor).

Los trozos de músculo magro son más uniformes en composición: 20% de proteína, 9% de grasa, 70% de humedad, 1% de cenizas y 160 Kcal/100 g.

La eliminación de pequeñas cantidades de grasa del músculo magro se manifiesta en un aumento de los niveles de proteína y humedad y en un descenso significativo en las cantidades de grasa y energía. Un músculo magro cuidadosamente seleccionado y resecado puede tener sólo un 3-5% de grasa.

Se considera que el valor nutritivo de las proteínas de la carne es superior al de las proteínas vegetales, aunque las diferencias entre ellas no son en realidad muy grandes. La concentración de proteínas de la carne es muy superior a la de la mayoría de los alimentos de origen vegetal, a no ser que éstos últimos hayan sido sometidos a algún proceso de manipulación <sup>20</sup>.

En general, la carne y los productos cárnicos tienen un 95-100% de digestibilidad, mientras que la correspondiente a alimentos vegetales es tan sólo del 65-75% <sup>21</sup>. Es notable su contenido en lípidos, minerales y vitaminas, aunque el mayor interés se relaciona con el hierro y el papel de la carne como fuente de ese mineral, con una disponibilidad mayor que la hallada para otros alimentos como cereales y leguminosas. El hierro hemo de la carne presenta una excelente absorción y, además, incrementa la absorción del hierro procedente de otras fuentes alimenticias <sup>22</sup>.

La mayoría de los aminoácidos de la carne son resistentes al calor. Sin embargo, durante la exposición a altas temperaturas del músculo fresco, pueden tener lugar pequeñas pérdidas en la disponibilidad de lisina, metionina y triptófano <sup>23</sup>. Los métodos empleados en la producción comercial de carnes curadas no afectan al valor nutritivo de la proteína cárnica. El enlatado tiende a disminuir débilmente la digestibilidad de la carne y reduce ligeramente el valor nutritivo de la proteína cárnica. Estas modificaciones se correlacionan con la intensidad del tratamiento térmico a que es sometida la lata. Los métodos de congelación rápida, liofilización y radiación ionizante

---

<sup>20</sup> Bodwell, 1977; Bodwell y col., 1981

<sup>21</sup> Hopkins, 1981

<sup>22</sup> Godber, 1994

<sup>23</sup> Bodwell y Anderson, 1986



no producen modificaciones significativas en el valor biológico de la proteína cárnica <sup>24</sup>; sin embargo, el proceso de deshidratación afecta a la digestibilidad y el valor nutritivo de la proteína. Algunos datos han mostrado que el procesado con infrarrojos y con microondas tiene cierto efecto sobre el valor nutritivo de las proteínas <sup>25</sup>.

### **5.2.1 PROTEINAS**

Las proteínas cárnicas desempeñan la función de emulsionar grasas, ligar agua y proporcionar color, sabor y textura. Pueden distinguirse en la carne las siguientes clases de proteínas:

### **5.2.2 PROTEÍNAS CONTRÁCTILES**

Ubicadas en las fibras, que son solubles en sal y, por tanto, extraíbles por la salmuera. Se trata de la miosina que existe en las fibrillas como gel concentrado y que es el principal causante del efecto emulsionante de la carne. En el animal recién faenado la presencia del ácido adenosintrifosfórico (ATP), rico en energía, permite que los filamentos proteicos de miosina y de la otra proteína contráctil, la actina, responsables directos de la contracción muscular, permanezcan separados; en forma similar a un músculo vivo, en estado de reposo. Pero, a medida que avanzan las horas, la disminución y posterior desaparición del ATP produce la unión (reversible en el caso de la contracción) de actina y miosina con formación del complejo, actomiosina, caracterizada por pérdida de la elasticidad del músculo. En este estado entrelazado de las moléculas de actomiosina, ésta es prácticamente insoluble en agua y presenta emulsificación de grasas.

---

<sup>24</sup> Bodwell y Anderson, 1986

<sup>25</sup> Bodwell y Womack, 1978

Proteínas solubles del sarcoplasma, las globulinas y el miogeno o conjunto de enzimas propias de la carne, responsables del metabolismo celular y en especial de la glicolisis, es de gran importancia la mioglobina o hemoglobina del músculo pues es el almacén temporal del oxígeno utilizado en los procesos bioquímicos normales del músculo vivo. Químicamente está compuesta por un átomo central de hierro, el cual es responsable de los cambios de color de la carne y está rodeado por un complejo molecular cíclico de tipo pirrólico (hem). A través de su hierro forma por oxidación la oxi-mioglobina, que le da a la carne ese color más vivo después de la faena.

En cambio, por oxidación del hierro al estado trivalente ya se forma la metamioglobina de color marrón, indeseable. Una gran afinidad, semejante a aquella por el oxígeno, presenta la mioglobina también por el óxido de nitrógeno, lo que constituye el fundamento del enrojecimiento de la carne en el proceso del curado. La mioglobina falta en la carne de peces y aves a 70-80°C se destruye, formando hemocromógeno, como sucede en la cocción y el asado.

### **5.2.3 PROTEÍNAS INSOLUBLES DEL TEJIDO CONJUNTIVO**

Colágeno de la piel, ligamentos e intestinos, que suele utilizarse para Bioquímica y tecnología de la carne la envoltura de productos cárnicos. Está formado por pocas cadenas de polipéptidos, entrelazados en forma helicoidal y a través de puentes de hidrógeno. Es fácilmente susceptible a la retracción y a la hidrólisis por acción del calor y humedad, cuya valoración puede servir para determinar el porcentaje de tejido conjuntivo o cartílago en productos cárnicos.

Elastina, abundante en tendones y ligamentos. Forma largas cadenas de polipéptidos, ubicados unas al lado de otras y enlazadas por uniones covalentes de los aminoácidos integrantes, lo que le da mayor resistencia a la hidrólisis, pero es desdoblable por las proteasas vegetales.

Nucleoproteínas, que forman el grueso del material genético que controla las características hereditarias de la célula.

El nitrógeno total de la carne proviene de las sustancias nitrogenadas a las cuales pertenecen las bases púricas: adenina, guanina, xantina, hipoxantina y los mono nucleótidos como los ácidos inosínico y adenósico y, además, la creatina o ácido metil-guanidin-acético (en parte unida al ácido fosfórico) y su anhidrido interno, la creatinina. Estos dos últimos son componentes típicos de la carne, de modo que sirven para su reconocimiento analítico. Estas sustancias extractivas pasan junto con el jugo celular y grasa fundida al caldo de cocción de la carne, cuyo efecto estimulante del apetito se debe a ellas.

#### **5.2.4 GRASA**

La grasa existe en la carne en diversas formas:

- Extracelular, como tejido subcutáneo y de depósito;
- Intramuscular, contribuyendo al aspecto marmóreo de la carne;
- Gotitas finas de grasa en el sarcoplasma. Se observa una cierta relación inversa entre el contenido de grasa y agua que son los componentes más variables dentro del animal. Es de interés su punto de fusión y su susceptibilidad a la rancidez.

### **5.2.5 CARBOHIDRATOS**

Sólo existen en forma de glucógeno, en el animal vivo alcanza sólo un 1 % en el vacuno, el cual desaparece prácticamente antes de llegar la carne a la preparación culinaria; pero en la carne de equino alcanza un 44%. del cual persiste en su carne una porción residual, base para su reconocimiento químico.

### **5.2.6 AGUA**

En la carne se distingue entre el agua de hidratación, tan fuertemente ligada a las proteínas hidrosolubles a través de puentes de hidrógeno de modo que no congela aun a  $-70^{\circ}$ , pero forma sólo el 4-5% del agua total (75% promedio) de la carne; y el agua libre pero bien incorporada debido a la microestructura del tejido muscular, el cual actúa como un cuerpo sólido, elástico. El poder de retención del agua por parte de la carne experimenta, sin embargo, cambios según su fase de elaboración y con la edad del animal. Siendo la retención bastante alta en las horas que siguen a la matanza, desciende después y vuelve a subir durante la maduración, pero sin alcanzar a menudo la retención original. Estos cambios en el contenido de agua se deben esencialmente a la interrelación entre las cargas eléctricas de las proteínas y el carácter dipolar de las moléculas de agua, cuya intensidad depende, a su vez, del pH de la carne.

### **5.2.7 SALES MINERALES**

Especialmente los iones calcio desempeñan un importante papel en el desarrollo de la rigidez cadavérica, en su desaparición durante la maduración y en la ternura de la carne resultante. Si la carne se congela antes del rigor mortis los iones  $\text{Ca}^{++}$  se liberan durante la congelación o el

deshielo posterior desde el retículo del sarcoplasma hacia los espacios miofibrilares del músculo, provocando una fuerte contracción de las fibras musculares. Esto tiene como consecuencia una gran pérdida de jugo celular y una gran dureza viscosa, con ausencia de terneza suficiente; se habla de “rigidez de deshielo”.

Lo mismo sucede al someter la carne antes de la rigidez cadavérica a congelación y liofilización, resultando un producto con escaso poder de fijación de agua en la rehidratación: “rigidez de rehidratación”. Tanto esta contracción por el frío como esta rigidez pueden evitarse, si la carne se mantiene, después de la matanza, unas horas a 12-15°C o si se somete al salado que produce una liberación de los iones  $Ca^{+}$  de la estructura miofibrilar del músculo.

### **5.3 CLASIFICACIÓN DE LOS EMBUTIDOS**

De acuerdo con la Norma Boliviana NB 797-1997, los embutidos por su proceso de fabricación se clasifican en: crudos, escaldados, cocidos, madurados, curados y ahumados, así mismo Schiffner (1999), clasifica a los embutidos en crudos, escaldados y cocidos.

#### **5.3.1 EMBUTIDOS CRUDOS**

Los embutidos crudos son aquellos que se elaboran a base de trozos de carne cruda de cerdo, vaca u oveja y tejido graso desmenuzado. A esta masa se le añaden especias y otros ingredientes y se deja madurar durante un tiempo determinado, hasta que el producto adquiera su consistencia y los aromas típicos (Schiffner, 1999). A su vez Flores (2001), sostiene que los embutidos crudos son aquellos que no reciben ningún tratamiento térmico y entre ellos existen los blandos (chorizo) y los duros o madurados (salami).

### **5.3.2 EMBUTIDOS ESCALDADOS**

Este tipo de embutidos son sometidos a un proceso de cocción y algunas variedades se ahuman en caliente. A diferencia de los embutidos cocidos no se altera su estructura natural por recalentamiento (Schiffner, 1999).

Los productos escaldados, según Miller (2002), son descritos como productos que contienen cierta cantidad de agua distribuida uniformemente, que permanecen en gran proporción en el embutido, a pesar de recibir un proceso térmico (escaldado), esta situación hace que el embutido sea jugoso y esponjoso.

El tratamiento térmico (escaldado) que reciben este tipo de productos, no debe llegar a los 80 °C ni debe pasar los 30 minutos. Entre los productos de este tipo, tenemos a las salchichas tipo viena, frankfurt, cocktail, bock, mortadela, pastel cazador, lionesa, etc.

### **5.3.3 EMBUTIDOS COCIDOS**

Durante el proceso de elaboración en esta clase de embutidos, la carne, vísceras o sangre, es sometida a un proceso de cocción a temperaturas superiores a 80 °C y por un tiempo superior a los 30 minutos, este último dependerá del peso del producto (Paltrinieri, 1996). En este grupo de embutidos tenemos a las morcillas, patés, pasta de hígado y otros.

### **5.3.4 EMBUTIDOS MADURADOS**

La Norma Boliviana NB 798-1997, los describe como aquellos productos, que son sometidos a un proceso de curado sin la intervención del proceso térmico; asimismo, estos productos para su consumo final son sometidos a un proceso de maduración en un ambiente oscuro con una humedad relativa que oscila entre 80 a 90% y una temperatura de 10 °C. Dentro de este grupo se tiene al salami y pepperoni.

### **5.3.5 EMBUTIDOS CURADOS Y AHUMADOS**

La Norma Boliviana NB 798-1997 los describe como aquellos productos elaborados mediante la mezcla de carnes troceadas de llama y cerdo, tocino dorsal de cerdo, adicionado con sales de curado, pimentón y condimentos, el cual se somete a un proceso de maduración y desecación. En este tipo de productos se tiene al chorizo tipo español.

## **5.4 MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS**

Miller (2002), sostiene que las materias primas son aquellas sustancias alimenticias que intervienen en distintas formas en la elaboración de los productos cárnicos, las principales son: carne, grasa, tripas naturales, sustancias curantes y especias.

### **5.4.1 CARNE**

Para la elaboración de productos cárnicos, es fundamental la elección de la carne, donde las características como el color, estado de maduración y capacidad fijadora de agua, deben ser consideradas para obtener un producto de buenas características sensoriales (Paltrinieri, 1996). De acuerdo con Monin (1990), sostiene que el color de la carne depende de la edad del animal, donde

además señala que la carne de animales jóvenes es rojiza clara y se utiliza para la elaboración de embutidos escaldados y cocidos. La carne de animales de mediana edad es roja y se emplea para toda clase de productos, y finalmente la carne de animales viejos es roja oscura y se utiliza para productos de larga conservación. Paltrinieri (1996), señala que para la elaboración de productos cárnicos se necesita carne de distintos grados de maduración. Para la preparación de embutidos escaldados y cocidos se utiliza carne sin maduración, para que el sabor particular del producto terminado se distinga mejor.

#### **5.4.2 GRASA**

Se distinguen dos tipos de grasas, la orgánica y la grasa de los tejidos. La grasa orgánica es una grasa blanda que normalmente se funde para la obtención de la manteca. La grasa de los tejidos como la dorsal, pierna, papada, son grasas resistentes al corte, y se destinan para la elaboración de productos cárnicos (Paltrinieri, 1996). Asimismo, la grasa en mal estado de conservación puede provocar alteraciones como la acidez, rancidez y un sabor a pescado en el producto. Tripas naturales En la elaboración de embutidos (salchichas y salami cocidos), se utilizan generalmente las tripas correspondientes al intestino delgado del cerdo y oveja, la cual tiene aproximadamente una longitud de 15 a 20 metros y un ancho de 1 a 2.5 centímetros (Paltrinieri, 1996), el mismo que debe estar exento de todo tipo de contaminación.



### 5.4.3 NORMAS APLICABLES

La Norma Boliviana NB 310010:08 “Código de prácticas de higiene para la carne fresca de ganado jumento (asno, burro, pollino)” da las directrices para las prácticas de higiene, transporte, faenado, almacenamiento de la carne que sea apta para el consumo humano.

También establece normas de higiene que deben cumplir los locales e instalaciones de mataderos los cuales deben ser constantemente verificados bajo el sistema HACCP (Análisis de peligros y puntos críticos de control) por un inspector de seguridad alimentaria el cual dará la aprobación para el faenado y posterior distribución y comercialización.

También en la norma NB 310011:08 la cual complementa en cuanto a la inspección de calidad de la carne faenada da directrices sobre el cuidado, normas de transporte que se debe seguir al momento de faenar jumentos para su comercialización.

Dichos controles son evadidos por los mataderos clandestinos en los cuales se concentra la mayor parte del faenado de jumentos, mataderos clandestinos que se encuentran ubicados presuntamente en el municipio de Patacamaya<sup>26</sup> por lo cual esta carne no es apta para el consumo humano ya que incumple todas las normas que se deben seguir para el faenado, almacenamiento de la carne, transporte y posterior distribución.

---

<sup>26</sup> <http://senasag.gob.bo/component/content/article/172-noticias-slider/3893-se-decomisan-900-kilos-de-carne-de-burro-de-dudosa-procedencia>

## 5.5 INMUNOENSAYOS

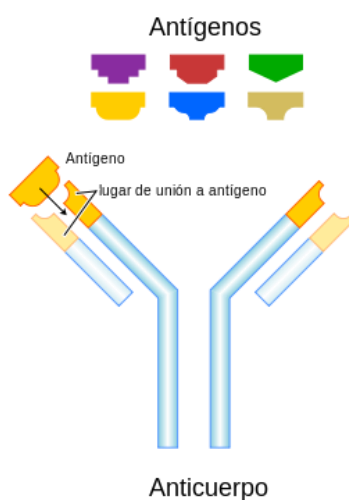
La inmunoquímica es una ciencia relativamente nueva que se ha desarrollado rápidamente en las últimas décadas. Uno de los desarrollos analíticos más útiles asociados con esta nueva ciencia es el inmunoensayo. En el área de análisis de alimentos, debido a su especificidad, sensibilidad y simplicidad, los inmunoensayos se usan para el análisis de contaminantes químicos, la identificación de bacterias y virus, y la detección de proteínas en alimentos y productos agrícolas. La detección de proteínas es importante para determinar el contenido de alérgenos y especies de carne, la identificación de especies de mariscos y la detección de tejidos vegetales genéticamente modificados.

Los inmunoensayos son técnicas analíticas basadas en la unión específica y de alta afinidad de anticuerpos con antígenos dianas particulares. Para comprender completamente los inmunoensayos, es necesario definir algunos de estos términos. Los dos elementos esenciales de cualquier inmunoensayo son antígenos y anticuerpos. En un inmunoensayo, los antígenos y anticuerpos se usan como moléculas diana o como moléculas de captura. En otras palabras, se puede usar un antígeno particular para capturar su anticuerpo específico, o se puede usar un anticuerpo específico para atrapar el antígeno objetivo en una muestra. Un antígeno es cualquier molécula que induce la formación de anticuerpos y puede unirse a estos anticuerpos. Los anticuerpos son proteínas de inmunoglobulina (Ig) producidas por animales en respuesta a un antígeno. Estas proteínas de anticuerpos son secretadas por las células B activadas en el sistema inmune y se unen al antígeno particular responsable de su inducción.

### 5.5.1 UNIÓN ENTRE ANTÍGENO Y ANTICUERPO

Los anticuerpos pueden desarrollar afinidades de unión notablemente fuertes por sus antígenos. Estas afinidades se encuentran entre las interacciones no covalentes más fuertes conocidas entre las moléculas. La fuerza de unión (afinidad) entre el anticuerpo y el antígeno es uno de los factores más importantes que determina la sensibilidad de un inmunoensayo. El anticuerpo se une al exterior de la molécula de antígeno en una región específica. Esta región específica unida por un único sitio de unión de anticuerpos se conoce como epítopo. Se pueden formar dos tipos de epítomos en un antígeno.

*Ilustración 2 Reacción Antígeno Anticuerpo.*



Fuente: Revista Médica OnLine

Un epítopo lineal está formado por una secuencia continua de residuos de aminoácidos, y un epítopo conformacional está formado por secuencias de aminoácidos no distinguidas que se pliegan muy cerca de la cadena peptídica vecina o superpuesta en la superficie del antígeno. Si esta conformación tridimensional del antígeno se ve alterada por algún tipo de condiciones ambientales, como el calentamiento o los cambios de pH, el epítopo conformacional se destruirá, lo que significa que el antígeno no puede unirse al anticuerpo.

## **5.6 TIPOS DE ANTICUERPOS**

Una variable principal en un inmunoensayo es el tipo de anticuerpo utilizado. Cuando se usa anticuerpo sérico de cualquier animal inmunizado, hay muchos anticuerpos diferentes que se unen a diferentes epítomos en el antígeno. Esta colección de diferentes anticuerpos se conoce como anticuerpos policlonales. Los científicos sabían que las células B individuales producían anticuerpos con un solo sitio de unión, pero no podían cultivar células B fuera del animal. Sin embargo, en 1975, Köhler y Milstein fusionaron con éxito células de cáncer o mieloma con células B. Las nuevas células fusionadas, o hibridomas, conservaron las propiedades de ambas células parentales. Es decir, podrían cultivarse, como las células cancerosas, y producir anticuerpos como las células B. Las hibridomas se pueden clonar y cultivar individualmente para producir diferentes anticuerpos con diferentes epítomos. Los anticuerpos producidos con este procedimiento se conocieron como anticuerpos monoclonales. Los anticuerpos monoclonales producidos a partir de un solo hibridoma son idénticos en todos los sentidos y se unen al antígeno con un solo tipo de sitio de unión, es decir, se une un solo epítomo; por lo tanto, pueden usarse como reactivos estándar en inmunoensayos.

## **5.7 DOBLE INMUNODIFUSIÓN EN GEL**

La doble inmunodifusión en gel, desarrollada simultáneamente por Elek y por Ouchterlony en 1949 (Clausen, 1981) es una técnica inmunológica simple y valiosa. En ella se enfrentan antígenos y anticuerpos en un gel de agarosa, colocándolos en hoyos o pocillos circulares adyacentes, para que difundan y formen líneas de precipitación entre ellos. Una de las propiedades

valiosas de esta técnica es la información que proporciona con respecto a las relaciones (similitudes o diferencias) inmunoquímicas entre los antígenos probados <sup>27</sup>.

## **6. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

### **6.1 TIPO DE ESTUDIO**

La presente investigación tiene un enfoque cualitativo y es un estudio de tipo descriptivo y prospectivo.

- Descriptivo porque recolecta datos sobre el consumo de carne y derivados, la información que se tiene sobre ellas, la preferencia y las variables de estudio, para su descripción.
- Prospectivo porque se identificó la presencia de la especie de carne de burro, conformando la parte experimental del estudio.

#### **6.1.2 UNIVERSO Y POBLACIÓN O MUESTRA**

##### **UNIVERSO**

Todos los chorizos crudos que se comercializan en los mercados de las ciudades de La Paz y El Alto.

##### **POBLACION**

Chorizos Crudos comercializados a granel en los diferentes mercados de la ciudad de La Paz y El Alto

---

<sup>27</sup> Ouchterlony y Nilsson, 1986

### **MUESTRA**

Treinta muestras comercializadas a granel en los diferentes mercados de la ciudad de La Paz y El Alto.

### **CRITERIOS DE INCLUSION**

Chorizos crudos que se comercializan a granel.

### **CRITERIOS DE EXCLUSION**

Chorizos crudos envasados al vacío y chorizos precocidos o ahumados

### **PUNTOS DE MUESTREO**

Los puntos de muestreo son los principales mercados de la ciudad de La Paz y El Alto.

Tabla 1 Puntos de Muestreo

<b>Mercados para la obtención de muestras</b>	
Feria de Chasqui pampa	La Paz
Feria de Senkata El Alto	El Alto
Mercado “Buenos Aires” Max Paredes	La Paz
Mercado “Diaz Romero” Miraflores	La Paz
Mercado “El Carmen”	La Paz
Mercado “Hinojosa - Buenos Aires”	La Paz
Mercado “Los Pinos”	La Paz
Mercado “Santa Rosa” El Alto	El Alto
Mercado “Tumusla” Buenos Aires	La Paz
Mercado “Villa Fátima”	La Paz
Mercado “Yungas”	La Paz
Mercado de “Achumani”	La Paz

*Fuente: Elaboración propia*

### **6.1.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Se tomaron 30 muestras de 100 gramos de chorizo crudo comercializado a granel en los puestos de carnicería de los mercados principales de la ciudad de La Paz y El Alto.

## 7. SITIO O CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó mediante una etapa experimental que se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, de la ciudad de La Paz.

## 8. HIPÓTESIS

- **Hipótesis de investigación:** En los chorizos crudos comercializados en los mercados de la ciudad de La Paz y El Alto se identifica la presencia de carne de burro.

- **Hipótesis nula:** En los chorizos crudos comercializados en los mercados de la ciudad de La Paz y El Alto no se identifica la presencia de carne de burro.

- **Hipótesis alternativa:** En algunos de los chorizos crudos comercializados en los mercados de la ciudad de La Paz y El Alto se identifica la presencia de carne de burro.

## 9. PROCEDIMIENTO



### 9.1 DETERMINACIÓN DE ESPECIE

La determinación de la especie se realizó por doble inmuno difusión utilizando los siguientes materiales y procedimiento:




## 9.2 EQUIPOS Y MATERIALES

Tabla 2 Materiales y Equipos

EQUIPOS			
BALANZA ANALÍTICA HR 200			
Características	Valores	Imagen referencial	
Capacidad	200g		
Resolución	0,0001g		
Repetibilidad (Desviación)	0,0001 g		
Linealidad	±0,0002 g		
Div. mín. en porcentaje	0,01%, 0,1% o 1% (auto indicación)		
Peso unitario mínimo	0,1 mg		
Tiempo de estabilización	3 segundos		
Sensibilidad a temp. (10°C – 30°C)	±2ppm / °C (10°C ~ 30°C / 50°F ~ 86°F)		
PHMETRO "DENVER INSTRUMENT" UB10			
Modo	pH/mV/Temp		
pH Rango	0.00 - 14.00		
pH Resolución	0.01		
pH Precisión	0.005Ph		
Rango Temperatura	0.0 - 100.0o C		
Resolución Temperatura	0.1o C		
Precisión de Temperatura	0.2o C		
mV Rango	-1800.0 to +1800.0		
mV Resolución	0.1		
mV Precisión	0,2 mV or 0.05%		








---

**MATERIAL VOLUMETRICO**

Material	Capacidad	Imagen Referencial
Matraz Aforado clase A	25ml-50 ml-1000 ml	

---

**MATERIAL DE VIDRIO**

Material	Capacidad	Imagen Referencial
Probeta de vidrio graduada	100 ml	
Pipetas de vidrio graduadas	1 ml-10 ml- 20 ml	
Vaso de precipitados	250 ml	
Matraz Erlenmeyer	250 ml	
Vidrio de reloj		
Caja Petri de vidrio		
Micropipetas	0.5 $\mu$ l	
Sacabocados 0.5	0.5 mm	

Fuente: Elaboración propia

### 9.3 REACTIVOS

Tabla 3 Reactivos Necesarios

REACTIVOS (Especificaciones técnicas)	
DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Solución de Cloruro de sodio o Solución fisiológica al 0.9%	Cada 1000 ml contiene: Cloruro de Sodio 9 g Agua destilada c.s.p. 1000 ml Laboratorios VITA
Agarosa	Humedad $\leq 10\%$ Cenizas $\leq 0.45\%$ Electroendosmosis 0.05 - 0.13 SO <sub>4</sub> $\leq 0.1\%$ Fuerza de gel 1% 1000 g/cm <sup>2</sup> Fuerza de gel 1.5% 2200 g/cm <sup>2</sup> Punto de fusión (1.5%) $88 \pm 1.5$ °C Punto de gelificación (1.5%) $36 \pm 1.5$ °C Transparencia (1.5%) 4 NTU Temperatura de almacenamiento 2°C a 25 °C
Barbital Sódico	Sal sódica de ácido 5,5-dietilbarbitúrico Marca Sigma Aldrich Solubilidad (Turbiedad) Limpio pH 8.5 - 8.7
Ácido Clorhídrico	Marca Merck Fórmula Molecular: HCl Concentración 25% Densidad 1.19 g/cm <sup>3</sup> Pureza (Titulación de NaOH) 36.5 - 38.0 % Hierro (Fe) < 0.2 ppm Metales pesados < 1 ppm

ANTIGENO	
DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Donkey anti-Chicken IgY (H+L) Secondary Antibody, FITC	Especies Reactividad: Pollo Anfitrión / Isotipo Burro / IgG Clase: Policlonal Tipo de anticuerpo: secundario Conjugado: FITC IgY de pollo purificada inmunógena aislada de huevos de gallina normales. Concentración: 1 mg / ml Tampón de almacenamiento PBS, pH 7,2, con 50% de glicerol Contiene azida de sodio al 0.075% Condiciones de almacenamiento: -20 ° C, evitar ciclos de congelación / descongelación, almacenar en la oscuridad
Control positivo	Sangre de burro

*Fuente: Elaboración propia*

## 10. PREPARACIÓN DE REACTIVOS

### PREPARACIÓN DE ACIDO CLORHÍDRICO 0.1 N

Se preparó HCl 0.1 N tomando 0.21 ml de HCl concentración 37% y se aforó a 25 ml con agua destilada

PM= 37 25ml/1000

Medir 6.45 ml HCL 0.1 N

Aforar a 25 ml con agua destilada.

### PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN STOCK

- Pesar 1,03 g de barbital sódico y llevar a un matraz aforado de 50 ml.
- Añadir 35 ml de agua purificada, mezclar y añadir 6,45 ml de ácido clorhídrico 0,1 N.
- Ajustar el pH a 8,6 y completar a 50 ml en matraz aforado con agua destilada.

## PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN DE TRABAJO

- Preparar la solución de trabajo haciendo una dilución 1:2 una porción de solución de stock y dos porciones de agua, lo que corresponde a 50 ml de solución stock y 100 ml de agua destilada para la elaboración del presente trabajo

*Ilustración 3 Medidor de PH (PH-mitro)*

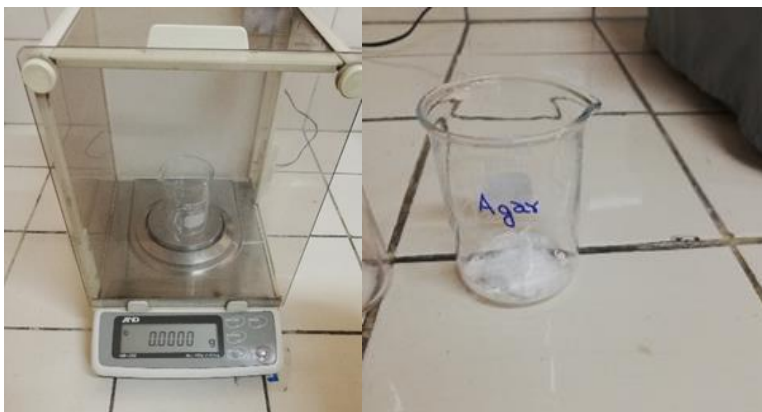


*Fuente: Elaboración propia*

## PREPARACIÓN DEL AGAR AL 1%

- Pesar 1,5 g de agar en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, para 150 ml de solución de trabajo.

*Ilustración 4 Pesada del Agar*



*Fuente: Elaboración propia*

- Llevar a ebullición en una plancha calefactora a baja temperatura hasta que la solución pase de color blanquecino a solución incolora.

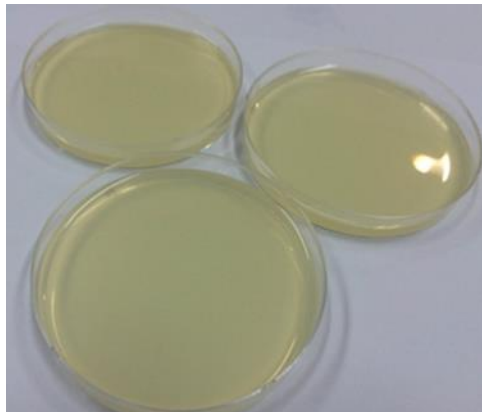
*Ilustración 5 Preparación del Agar*



*Fuente: Elaboración propia*

- Tomar rápidamente con una pipeta graduada un volumen de 12 ml de agar caliente y distribuir en una caja Petri de manera homogénea y dejar enfriar, hasta que el agar solidifique en las cajas Petri. Este proceso dura aproximadamente 10 minutos.
- Se realizó el mismo procedimiento en las 9 cajas Petri restantes.

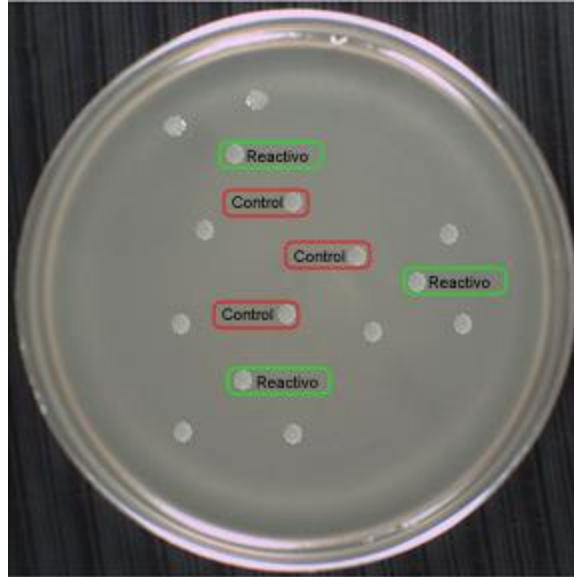
*Ilustración 6 Cajas Petri con Agar solidificado*



*Fuente: Elaboración propia*

- Una vez que este solidificado realizar perforaciones de 3 mm de diámetro en forma de roseta y una central, con la ayuda de un sacabocados extraer el agar de los orificios, en cada caja Petri se realizaron 3 ensayos, en cada ensayo se sembró 3 muestras y una muestra de control positivo, en la parte central se realizó la siembra del antígeno.

*Ilustración 7 Perforación de Agar en cajas Petri.*



*Fuente: Elaboración propia*

## **11. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

- Pesar en vasos de precipitado 15 g de cada muestra de chorizos crudo.
- Añadir 20 ml de solución fisiológica al 0,9 %, para extraer el exudado que se encuentra en el interior de los chorizos.
- Solo se tomó el exudado para realizar la siembra.

*Ilustración 8 Preparación de las muestras.*



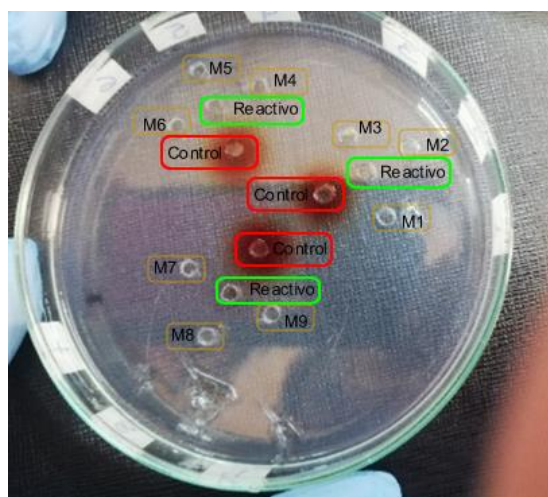


*Fuente: Elaboración propia*

### 11.1 SEMBRADO DE LAS MUESTRAS

- Aplicar 4  $\mu$ l del anticuerpo en la perforación central con ayuda de una micro pipeta, el control y las muestras se siembra en las perforaciones exteriores, teniendo el cuidado de no rebasar su capacidad asegurándose que la muestra cubre toda la superficie del mismo.
- Identificar las muestras analizadas en cada caja Petri para poder realizar la lectura.

*Ilustración 9 Sembrado de muestras y anticuerpo.*

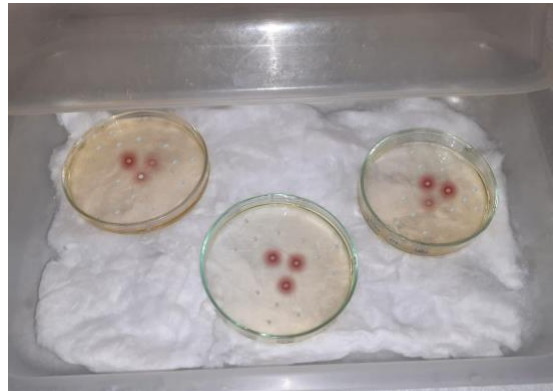


*Fuente: Elaboración propia*

## 11.2 PREPARACIÓN DE LA CÁMARA DE INCUBACIÓN

- Extender en la parte inferior de la cámara de incubación algodón.
- Agregar agua destilada, el algodón debe absorber todo el contenido a fin de asegurar una adecuada condición de humedad.
- Colocar las cajas petri en la cámara.
- Cubrir la cámara y sellar con la envoltura de film transparente.
- Dejar difundir durante 24 horas a temperatura ambiente.

*Ilustración 10 Cámara de Humedad*

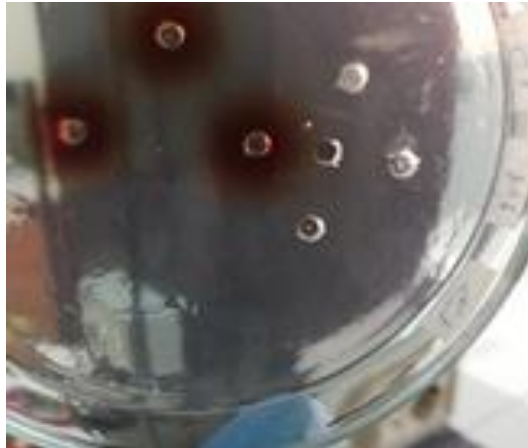


*Fuente: Elaboración propia*

## 12. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS (COMPLEJO ANTIGENO ANTICUERPO)

- Se observa una reacción de precipitación de antígeno-anticuerpo formando un halo en forma de media luna en caso positivo.
- En el caso negativo no se formará ningún precipitado de antígeno-anticuerpo.

*Ilustración 11 Reacción de antígeno anticuerpo (Halo en forma de media luna).*



*Fuente: Elaboración propia*

### 13 RESULTADOS

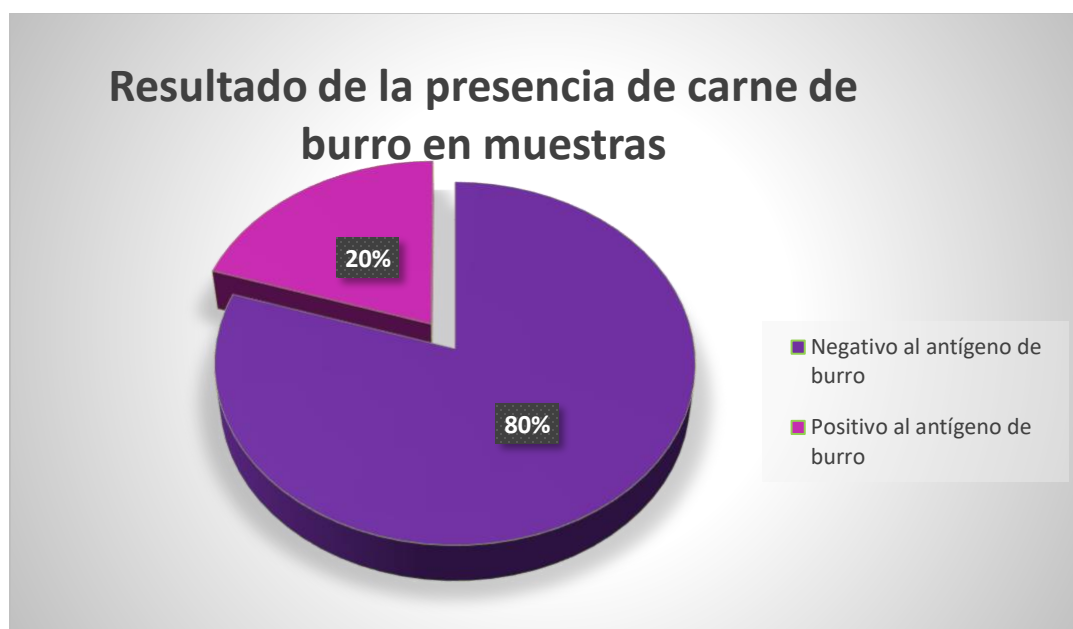
Tabla 4 *Identificación de la especie de carne en chorizo de los mercados de La Paz*

<b>N° Muestra</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Tipo o variedad del chorizo</b>	<b>Resultado</b>
1	Mercado “Los Pinos”	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
2	Mercado “Yungas”	Chorizo “Porteña”	Negativo al antígeno de burro
3	Mercado “Yungas”	Chorizo “Delgado Criollo”	Negativo al antígeno de burro
4	Mercado “El Carmen”	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
5	Mercado “Villa Fátima”	Chorizo “Paceña”	Positivo al antígeno de burro
6	Mercado “Villa Fátima”	Chorizo “Paceña con picante”	Positivo al antígeno de burro
7	Mercado “Hinojosa - Buenos Aires”	Chorizo “Criollo”	Positivo al antígeno de burro
8	Feria de Senkata El Alto	Chorizo “Criollo Grueso y Delgado”	Positivo al antígeno de burro
9	Feria de Senkata El Alto	Chorizo “Criollo Grueso y Delgado”	Negativo al antígeno de burro
10	Feria de Senkata El Alto	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
11	Feria de Senkata El Alto	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
12	Feria de Senkata El Alto	Chorizo “Criollo”	Positivo
13	Mercado “Santa Rosa” El Alto	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
14	Mercado “Buenos Aires” Max Paredes	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
15	Mercado “Buenos Aires” Max Paredes	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
16	Mercado “Buenos Aires” Max Paredes	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
17	Mercado “Buenos Aires” Max Paredes	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
18	Mercado “Tumusla” Buenos Aires	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro

<b>19</b>	Mercado “Tumusla” Buenos Aires	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
<b>20</b>	Mercado “Tumusla” Buenos Aires	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
<b>21</b>	Mercado “Diaz Romero” Miraflores	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
<b>22</b>	Mercado “Diaz Romero” Miraflores	Chorizo “Criollo Grueso y Delgado”	Negativo al antígeno de burro
<b>23</b>	Mercado “Diaz Romero” Miraflores	Chorizo “Criollo Grueso y Delgado”	Negativo al antígeno de burro
<b>24</b>	Feria de Chasquipampa	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
<b>25</b>	Mercado de “Achumani”	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
<b>26</b>	Mercado de “Achumani”	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro
<b>27</b>	Mercado de “Achumani”	Chorizo “Santa fe”	Negativo al antígeno de burro
<b>28</b>	Feria de Chasquipampa	Chorizo “Chorizo grueso y Delgado”	Negativo al antígeno de burro
<b>29</b>	Feria de Chasquipampa	Chorizo “Chorizo grueso y Delgado”	Positivo al antígeno de burro
<b>30</b>	Feria de Chasquipampa	Chorizo “Criollo”	Negativo al antígeno de burro

*Fuente: Elaboración propia*

Ilustración 12 Porcentaje de presencia de carne de burro en embutidos.



Fuente: Elaboración propia

*Tabla 5 Procedencia de muestras donde se identificó la presencia de carne de burro*

<b>N°</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Tipo o variedad del chorizo</b>	<b>Resultado</b>
<b>5</b>	Mercado “Villa Fátima”	Chorizo “Paceña”	Positiva al antígeno de burro
<b>6</b>	Mercado “Villa Fátima”	Chorizo “Paceña con picante”	Positiva al antígeno de burro
<b>7</b>	Mercado “Hinojosa - Buenos Aires”	Chorizo “Criollo”	Positiva al antígeno de burro
<b>8</b>	Feria de Senkata El Alto	Chorizo “Criollo Grueso y Delgado”	Positiva al antígeno de burro
<b>12</b>	Feria de Senkata El Alto	Chorizo “Criollo”	Positiva al antígeno de burro
<b>29</b>	Feria de Chasquipampa	Chorizo “Chorizo grueso Delgado”	Positiva al antígeno de burro

Fuente: Elaboración propia.

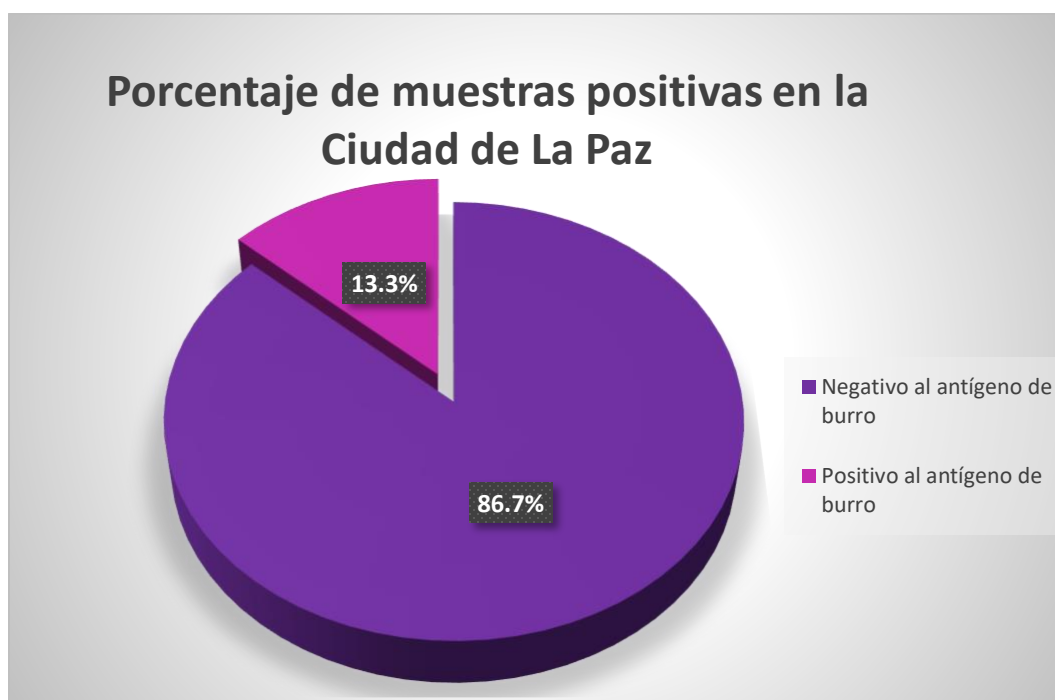
Ilustración 13 *Porcentaje de muestras positivas al antígeno en el municipio de El Alto.*



Fuente: *Elaboración propia*

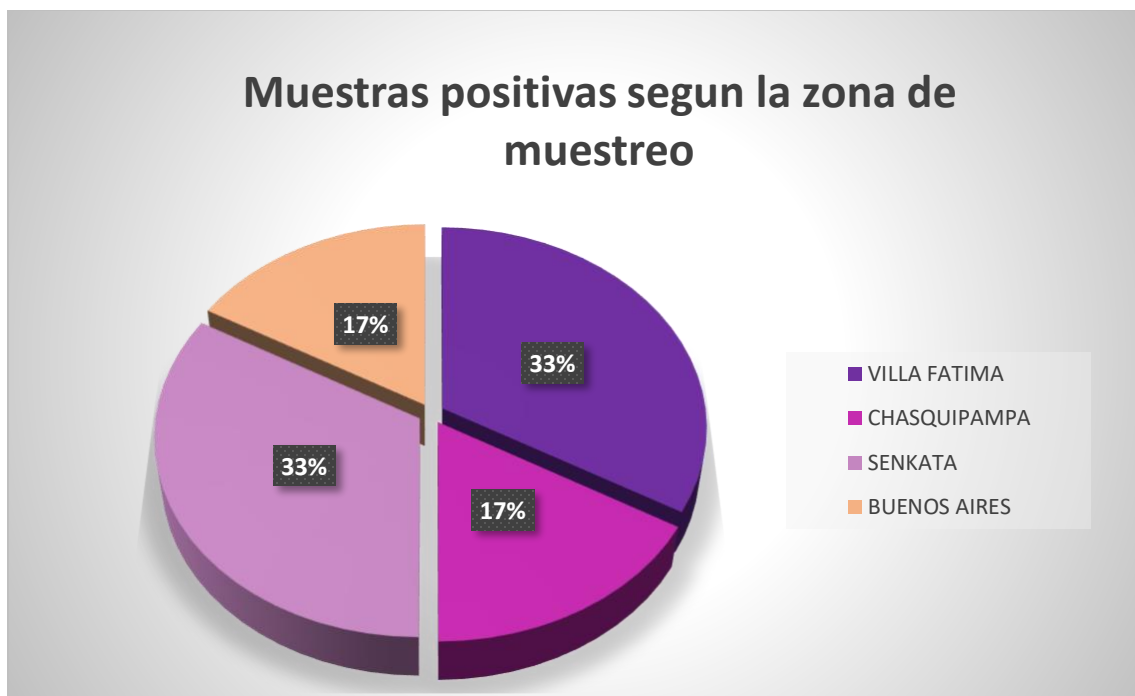


Ilustración 14 *Porcentaje de muestras positivas al antígeno en el municipio de La Paz.*



Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 15 *Muestras positiva al antígeno de burro s según la zona de muestreo.*



*Fuente: Elaboración propia*

#### **14. DISCUSIONES.**

Son atribuciones de la Intendencia Municipal ejercer la representación legal de la Municipalidad; promulgando las Ordenanzas y Resoluciones, cumplirlas y reglamentarlas, o en caso de incumplimiento, vetarlas. Es en base a estos controles, métodos, no solo sensoriales si no de organismos reguladores, se establece la falta controles en el Alto La Paz.

Se utilizó el Manual Métodos de Análisis Físico-Químicos de Alimentos, Agua y Suelos – Instituto de Salud Pública de Chile, se reproduce de manera adecuada y confiable en relación a una prueba sensorial, teniendo resultados confiables en las técnicas analíticas.

La NB/NA 0091:2010 establece que los animales de abasto o para consumo humano son los criados bajo controles veterinarios y/o zootécnicos debidamente comprobados, sacrificados técnicamente en plantas de faenamiento autorizados; incluye a los bovinos, porcinos, ovinos, caprinos, aves de corral, cobayos, conejos y especies permitidas por la Autoridad Sanitaria Competente.

El Codex Alimentarius Commission CX/FICS 17/23/5 febrero de 2017 establece el término adulteración económicamente motivada (AEM) que es la adulteración intencionada de los alimentos con el objetivo de obtener una ventaja económica. También denominada “fraude alimentario”, se trata de una cuestión internacional emergente que consiste en la adulteración, la sustitución deliberada e intencional, la dilución, la simulación, la alteración, la falsificación o la caracterización engañosa de los alimentos y sus ingredientes o su envasado o la información falsa o engañosa sobre un producto para obtener una ganancia económica.

Se puede observar que se identificó la presencia de carne en las muestras recolectadas en los mercados de Chasquipampa, Senkata, Villa Fátima y Buenos Aires.

La venta de productos en forma engañosa no solo puede producir daños a la salud, sino que son un daño económico para las empresas por la pérdida de la confianza en las empresas productoras.

Senasag y la Intendencia Municipal debería realizar vigilancia, control riguroso los 365 días del año, evitando de esta manera el fraude alimentario.

## **15. CONCLUSIONES**

- Se identificó la presencia de carne de burro en el 20% de los chorizos crudos que se comercializan en los mercados de la ciudad de La Paz y El Alto.
- Se identificó la presencia de carne de burro en chorizo crudo de venta a granel.
- Existe fraude alimentario en la comercialización de chorizo crudo en los distintos mercados populares de las Ciudades de La Paz y El Alto donde se comercializan embutidos crudos chorizos de carne de burro que son declarados como carne vacuna o porcina.

## **16. RECOMENDACIONES**

- Ampliar el muestreo en los mercados de la ciudad de La Paz y El Alto junto con las autoridades competentes como Intendencia Municipal y SENASAG para lograr un mayor control y prevención.
- Establecer y aplicar normas que permitan identificar y regular el fraude alimentario.

## 17. BIBLIOGRAFIA

- Manual Métodos de Análisis Físico-Químicos de Alimentos, Agua y Suelos – Instituto de Salud Pública de Chile. ISBN 978-956-7770-04-5 Agencia Chilena ISBN. Publicado por Instituto de Salud Pública de Chile año 1998, ciudad de Santiago, en Chile.
- CODEX STAN 98-1981. 1981. CODEX ALIMENTARIUS FAO-OMS norma para la carne picada curada cocida.
- Cormack, D. H. 2001. Essential Histology. 2ª Ed. Baltimore, Maryland. Lippincott Williams & Wilkins.
- Daniel p. Stites y H. Hugh Fuden. 1998. Inmunología Básica y Clínica. 9ª Ed. Manual Moderno.
- Engvall E, Perlmann. 1971. Immunochemistry 8:871.
- FAO CAC/RCP. 2005. Code of hygienic practice for meat fao.
- GAML. 2018. Objetivos de Desarrollo Sostenible y su localización en el municipio de La Paz.
- Gartner, L. P. y Hiatt, J. L. 2014. Atlas de color y texto de Histología. Madrid, España. Lippincott Williams & Wilkins.
- H.D. Belitz, W. Grosch, P.Schieberle. 2009. Food Chemistry. 4ª Ed. USA. Springer.
- Hurtado, A., y Espinal, A. 2010. El uso de la encuesta de tipo social en traductología. característica metedologia.
- Instituto Nacional de Estadística Derribe de Ganado Bovino 2018-2019
- J.C. Chirgwin, P. de Roover, J.T. Dijkman. 2000. El burro como animal de trabajo, Estudio FAO Producción y sanidad animal.

- Johnson, K. E. 1991. Histology and cell biology. 2ª Ed. Baltimore, Maryland. Lippincott Williams & Wilkins.
- June Thomas. 2004. Denominación Geográfica. Uruguay. Planagro.
- Junqueira, L. C. y Carneiro, J. 2015. Histología Básica. Texto y Atlas. 12ª Ed. Madrid, España. Guanabara Koogan Ltda.
- Martínez, M. 2018. El mercado del jamón y embutidos en Bolivia. Embajada de España en La Paz: oficina económica y comercial.
- Montes De Oca I. 1989. Geografía y recursos naturales de Bolivia. La Paz - Bolivia. Educacional.
- Montes De Oca I. 1997. Geografía y recursos naturales de Bolivia. 3ª Ed. La Paz - Bolivia. EDOBOL.
- Nonzoli A Kleiman E. 2008. La genuinidad en los alimentos. Argentina.
- Norma Boliviana IBNORCA NB 310010:2008. 2008. Código de prácticas de higiene para la carne fresca de ganado jumento (asno, burro, pollino) - Definiciones y requisitos. La Paz - Bolivia. IBNORCA.
- Norma Boliviana IBNORCA NB 310011:2008. 2008. Código de prácticas para la inspección ante-mortem y post-mortem de jumentos (asno, burro, pollino) de matanza y para el dictamen antemortem y post. La Paz - Bolivia. IBNORCA.
- Paniagua, R., Nistal, M., Sesma, P., Álvarez-Uría, M., Fraile, B., Anadón, R. y Sáez, F. J. 2007. Citología e histología vegetal y animal. Volumen II: Histología vegetal y animal. 4ª Ed. Madrid, España. McGraw-Hill Interamericana de España.
- Programa de Desarrollo Municipal Municipio de El Alto (2011)
- Programa de Desarrollo Municipal Municipio de La Paz (2017)

- Programa Nacional de Desarrollo 2015
- Ross, M.H. y Pawlina, W. 2011. Histología texto y atlas color con Biología Celular y Molecular. Madrid, España. Lippincott Williams & Wilkins.
- S. Suzanne Nielsen. 2017. Food Analysis. 5ª Ed. USA. Springer.
- S. Suzanne Nielsen. 2017. Food Analysis Laboratory Manual. 3ª Ed. USA. Springer.
- SENASAG BOLIVIA. 2018. Reglamento general de sanidad animal V-2018. Bolivia.
- Wolfgang, K. 2003. Color Atlas of Citology, Histology, and Microscopic Anatomy. 4ª Ed. Nueva York. Thieme.
- Yapu Rupertino. 2008. Fibra y Carne de Camelidos del Altiplano Norte Boliviano. Bolivia. ICCA.
- [https://www.eldiario.net/noticias/2017/2017\\_08/nt170814/nacional.php?n=41&-carne-de-burro-y-caballo-no-es-para-consumo-humano](https://www.eldiario.net/noticias/2017/2017_08/nt170814/nacional.php?n=41&-carne-de-burro-y-caballo-no-es-para-consumo-humano)
- [https://eldeber.com.bo/24203\\_decomisan-900-kilos-de-carne-de-burro-en-la-paz](https://eldeber.com.bo/24203_decomisan-900-kilos-de-carne-de-burro-en-la-paz)
- <https://www.debate.com.mx/mazatlan/La-carne-de-burro-es-mala-para-la-salud--20150728-0106.html>
- [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/05/130503\\_carne\\_falsa\\_rata\\_china\\_ch](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/05/130503_carne_falsa_rata_china_ch)
- <https://www.minsalud.gob.bo/498-la-ingestion-de-alimentos-contaminados-puede-causar-intoxicacion-e-infecciones>
- [www.redalyc.org](http://www.redalyc.org)
- [https://cima.aemps.es/cima/dochtml/ft/58449/FichaTecnica\\_58449.html](https://cima.aemps.es/cima/dochtml/ft/58449/FichaTecnica_58449.html)
- <http://www.baniantajhizkimia.com/news/admin/106318.pdf>
- <http://www.upv.es/entidades/DIRA/infoweb/dira/info/U0698122.pdf>