

1.1.-ANTECEDENTES

Según estadísticas de la FAO, la carne de cerdo es la variedad de carne que más se produce en el mundo. China, es el principal productor para el año 2005 este país produjo un poco más del 53% de la producción mundial. Europa por su parte, ocupa el segundo lugar en la producción de porcinos y carne de porcino. Su producción representa el 22,6% del total mundial (A.A.C.U.E., 2007).

Las producciones porcinas abastecedoras de carne en sus diversos tipos, tanto en fresco como en productos transformados, están sufriendo continuamente cambios debidos a las exigencias de los consumidores, primando en la actualidad los criterios de calidad frente a los criterios meramente productivos (Peinado y Duchi, 2009).

Muy atrás han quedado los problemas de autoabastecimiento que imponían la utilización de animales de crecimiento rápido y bajo consumo alimenticio. En la actualidad, se prima preferentemente productos cualitativos que cumplan todos los requisitos que el consumidor está demandando, desde la calidad bromatológica y nutritiva, organoléptica, hasta la calidad social, entendida esta última como una producción no solamente respetuosa con el medio ambiente y la cría adecuada con el estatus de bienestar del animal, sino también como un producto manejado por personas inmersas en un estado próspero y adecuado a sus exigencias sociales. Otros de los aspectos cualitativos que está siendo muy demandado en los últimos años, es que la carne o el producto transformado proceda de animales pertenecientes a una raza autóctona, lo cual no sólo contribuye a mejorar las necesidades del consumidor, sino que además propicia el desarrollo de áreas locales donde esta raza es originaria (Peinado y Duchi, 2009).

La carne de cerdo, es un excelente aliado de la salud dentro de una alimentación equilibrada y variada, según indican los diferentes estudios científicos que definen su composición y nutrientes. Presenta un bajo contenido graso en sus cortes magros,

como el lomo (3,4% de grasa) o el solomillo (3,2%), y en su perfil lipídico destaca el contenido en ácidos grasos monoinsaturados (1,5g/100g, mayoritariamente en forma de ácido oleico, característico del aceite de oliva) y poliinsaturados (0,3g/100g, ácidos linoleico y linolénico) que tienen un efecto cardioprotector, al contrario que la grasa saturada, que en la carne de cerdo se encuentra en baja cantidad (Peinado y Duchi, 2009).

Por otro lado, las proteínas de la carne de cerdo son de alto valor biológico, ya que contienen todos los aminoácidos esenciales. Igualmente, la carne de cerdo es una excelente fuente de vitaminas del complejo B, en especial de B1 y de B12, y es asimismo fuente de hierro hemo, de mayor disponibilidad que el procedente de alimentos vegetales, y de zinc (Peinado y Duchi, 2009).

Por todo ello, la carne magra de cerdo es un excelente alimento para ser recomendado e incluido en una dieta variada y equilibrada para la infancia y adolescencia, en mujeres gestantes, en la tercera edad, para los deportistas, para la prevención y tratamiento de la anemia, en dietas de control de peso e incluso para la prevención de la hipercolesterolemia y la protección de enfermedades cardiovasculares, ya que como se ha indicado, su composición de ácidos grasos, puede ayudar a reducir los niveles de LDL (colesterol malo) y a mantener los niveles de HDL (colesterol bueno) (Peinado y Duchi, 2009).

Los sistemas de producción pecuaria en Bolivia: ganadería extensiva o pastoril, con la presencia de bovinos, ovinos, camélidos y cerdos. Principalmente localizados en el área rural y con bajos niveles de producción. Sistemas de pequeños productores en áreas integradas, generalmente constituidos por pequeños hatos de bovinos, ovinos, cerdos y caprinos; generalmente corresponden a la economía de subsistencia de las familias campesinas (INE, 2005).

Estos sistemas de producción están localizados en cuatro macro regiones altamente variables y con características particulares en cada zona agroecológica como son: el altiplano, los valles, el trópico húmedo y el chaco (INE, 2005).

En la tabla 1.1, muestra las especies más importantes, población de animales por especie y localización porcina en Bolivia.

Tabla 1.1
Especie, población y localización porcina en Bolivia

Especie	Población (miles cabezas)	Zona predominante	Variedad predominante
Porcino	2390	Chuquisaca, Santa Cruz, Cochabamba y Tarija	Duroc, Jercey, Portland Chine y Hampshire criollo

Fuente INE, 2005

Los departamentos de Chuquisaca, Santa Cruz y Cochabamba son los principales centros de crianza de cerdos y reúnen el 44% de la población porcina del país, y el 56% se desarrolla en sistemas extensivos de producción, tienen carácter familiar y de tipo tradicional con bajo nivel tecnológicos y de inversión de capital (INE, 2005).

Los departamentos de Chuquisaca, Santa Cruz y Cochabamba son los principales centros de crianza y reúnen el 44% de la población porcina del país. La población nacional de cerdos para el año 2002 fue estimada por el ministerio de agricultura en 2,9 millones (INE, 2005).

El 55% de la ganadería porcina, se desarrolla en sistemas extensivos de producción; tiene carácter familiar y de tipo tradicional con bajo nivel tecnológico y de inversión de capital. En estos sistemas, los genotipos criollos o cruces de estos con la raza Duroc comen pastos en praderas nativas, y su alimentación se complementa con maíz (INE, 2005).

A partir del año 1990 emergen los sistemas intensivos de crianza de cerdos de razas especializadas tales como Yorkshire, Duroc, Jersey y Hampshire, basados en el uso de maíz y tortas de oleaginosas (INE, 2005).

En la Tabla 1.2, se muestra la evolución de población de ganado porcino por departamento de 1990 a 2002, expresado en número de cabezas por año.

Tabla 1.2
Población de ganado porcino por departamento de 1990 a 2002, expresado en número de cabezas por año

Año	Departamentos									
	Chuq.	La Paz	Cbba	Oruro	Potosí	Tarija	Sta. Cz	Beni	Pando	Total
1990	488,07	240,134	284,767	34,968	101,456	268,944	607,804	113,967	26,203	2,176.320
1991	501,04	243,070	282,284	33,611	97,199	270,069	608,826	114,853	26,230	2,177.186
1992	521,88	246,978	283,219	33,110	100,091	274,297	621,875	117,226	26,869	2,225.550
1993	543,07	248,248	285,989	32,402	101,452	279,413	641,653	113,178	27,432	2,272.839
1994	562,87	250,766	287,121	32,454	104,472	287,549	662,702	115,178	28,407	2,331.444
1995	590,50	253,995	288,730	32,858	107,686	295,454	689,112	117,473	29,023	2,404.833
1996	621,93	259,783	292,410	33,267	111,052	300,805	712,262	120,530	29,764	2,481.930
1997	605,38	267,433	296,620	33,800	114,578	305,805	741,816	123,869	30,439	2,568.768
1998	669,82	273,549	301,086	34,498	118,332	313,543	767,700	127,556	31,809	2,637.217
1999	687,23	282,761	305,569	35,162	120,315	321,162	799,418	131,576	31,921	2,714.593
2000	711,85	287,240	311,504	35,888	122,452	329,570	827,313	135,040	32,531	2,793.390
2001	712,11	286,116	309,750	35,818	124,553	332,869	837,167	133,576	33,119	2,805.082
2002	728,55	290,760	312,707	36,600	127,144	339,154	860,324	135,853	33,853	2,864.885

Fuente: UEAR, 2005

Nota: Chuq. = Chuquisaca, Cbba. = Cochabamba, Sta. Cz = Santa Cruz

La población nacional de ganado porcino ha tenido una tendencia de crecimiento que ha sido proporcional en todos los departamentos, siendo la distribución porcentual de ganado por departamento muy similar año tras año. Por ejemplo, para el año 2002, la población de ganado porcino fue estimada por el MACA en 2,9 millones de cabezas. El 55% de dicha población corresponde a los departamentos de Santa Cruz (30%) y Chuquisaca (24%), seguido de Tarija (11%), Cochabamba (10,9%), La Paz (10,1%) y el resto de los departamentos (11,6%) (INE, 2005).

1.2.- JUSTIFICACIÓN

- El departamento de Tarija (zona chaqueña) tiene una gran producción de ganado porcino criollo y granjero, pero se carece de agroindustrias que sean capaces de absorber la producción porcina en tal sentido se pretende motivar al desarrollo del consumo de tocino ahumado, como una alternativa productiva.
- Se dará una alternativa de transformación, conservación e industrialización de la carne de cerdo; ya que en la actualidad la carne de cerdo sólo es consumida en platos tradicionales y comidas rápidas.
- Con el presente trabajo experimental, se pretende ofertar a los consumidores de la región un producto nutritivo que garantice la asimilación de macro y micronutrientes; ya que el método utilizado coadyuva de alguna manera a la desnaturalización de la composición fisicoquímica del producto terminado.
- Se pretende incrementar el valor agregado de la carne de cerdo, como un subproducto derivado “tocino ahumado” para ofrecer al consumidor una alternativa de un alimento con calidad nutricional y de bajo riesgo sanitario.

1.3.- OBJETIVOS

Los objetivos a ser desarrollado en el presente trabajo son:

1.3.1.- OBJETIVO GENERAL

Aplicar los conceptos teóricos del proceso de conservación de carnes, con la finalidad de obtener tocino ahumado como subproducto alimenticio.

1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características fisicoquímicas de la materia prima, con la finalidad de conocer su composición.
- Determinar las variables de la metodología para establecer el proceso de elaboración de tocino ahumado.
- Determinar el diseño experimental con la finalidad de identificar las variables en el proceso de tocino ahumado.
- Determinar las características organolépticas del proceso de elaboración de tocino ahumado.
- Determinar las características fisicoquímicas, microbiológicas del producto terminado para establecer su calidad nutricional.
- Determinar el balance de materia y energía en el proceso de elaboración del tocino ahumado para cuantificar las cantidades másicas y energéticas.

1.4.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuáles serán los conceptos teóricos de conservación de las carnes a ser aplicados para elaborar tocino ahumado como subproducto alimenticio?

1.5.- FORMULACIÓN DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas de la materia prima, con la finalidad de conocer su composición?

- ¿Cuáles serán las variables de la metodología para establecer el proceso de elaboración de tocino ahumado?
- ¿Cuál será el diseño experimental con la finalidad de identificar las variables en el proceso de tocino ahumado?
- ¿Cuáles serán las características organolépticas del proceso de elaboración de tocino ahumado?
- ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas y microbiológicas del producto terminado para establecer su calidad nutricional?
- ¿Cuál será el balance de materia y energía en el proceso de elaboración del tocino ahumado para cuantificar las cantidades másicas y energéticas?

1.6.- PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS GENERAL

Con la aplicación del proceso de ahumado de carnes por tratamiento térmico y proceso de elaboración (tiempo de 3,0 días de curado, tiempo de 3,0 horas de ahumado a temperatura de 75 °C de ahumado), se podrá elaborar tocino ahumado.

2.1.-ORIGEN DEL CERDO

La carne porcina o de cerdos adultos criados domésticamente. La domesticación de lechones (cerdos jóvenes) para la alimentación data desde cerca del año 7000 A.C. en el Medio Oriente. Sin embargo, existe evidencia de que el hombre de la Edad de Piedra comía carne de jabalí, el antepasado de los cerdos de hoy, y la receta de cocina, para carne de cerdo, más antigua que se ha preservado hasta la actualidad proviene de la China y tiene por lo menos 2000 años de existencia (USDA, 2007).

Las civilizaciones Griegas, Romanas y la Europa cristiana se alimentaron del cerdo. Fue un alimento importantísimo en los viajes transatlánticos de fines del siglo XV con el descubrimiento del nuevo mundo (Araque, 2009).

El cerdo doméstico (*sus scrofa domesticus*), es una de las especies de mayor potencial cárnico y es probablemente una alternativa efectiva para mejorar la calidad de alimentación de un país. Es una especie cosmopolita, se encuentra en todo el mundo y con facilidad se adapta a diferentes medios y sistemas de crianza (Ramos y Córdoba, 2005).

2.2.- RAZAS DE CERDOS

Las razas de mayor importancia según (Ramos y Córdoba, 2005), Son:

- **Landrace:** originarios de Dinamarca. Estos animales son muy demandados en el mercado, por la calidad de su carcasa. Se caracterizan por su color blanco, mostrando en algunos casos manchas oscuras en la piel. A diferencia de otras razas, se caracterizan por ser alargados debido a que presentan 16 a 17 pares de costillas, frente a 14 de las otras razas. Su cara, es alargada y recta, con orejas grandes, dobladas hacia adelante.

- **Yorkshire:** originarios de Inglaterra. Son de color blanco y presentan ocasionalmente manchas en la piel. Destaca en estos animales la aptitud maternal de la marrana y su gran prolificidad. Su cara es de longitud media y sus orejas paradas aunque con una ligera inclinación hacia adelante. Los machos alcanzan un peso de hasta 155 kg; mientras que las hembras 117 kg

- **Hampshire:** originarios de Inglaterra, son de color negro, con una banda blanca que rodea el pecho del animal. Estos animales aprovechan muy bien los pastos, produciendo una carne de excelente calidad. Los machos alcanzan un peso de hasta 180 kg; mientras que las hembras 145 kg

- **Duroc:** originario de Estados Unidos. Presentan dos líneas de color: rojo oscuro y rojo claro, las cuales son similares en su capacidad de producción. Sus orejas son medianas y ligeramente caídas. Su cara casi cóncava. Esta raza, se caracteriza por su rusticidad y buena conversión alimenticia. Los machos alcanzan un peso de 195 kg; y las hembras 150 kg

2.3.- TAXONOMÍA Y CLASIFICACIÓN DEL CERDO

En la tabla 2.1, se muestra la taxonomía y clasificación del cerdo.

Tabla 2.1
Taxonomía y clasificación del cerdo

Clasificación	Nombre	Notas
Reino	Animalia	Animales: Sistemas multicelulares que se nutren por ingestión.
Subreino	Eumetazoa	Animales con cuerpo integrado por lados simétricos
Rama	Bilateria	Cuerpo con simetría bilateral con respecto al plano sagital.
Filo	Chordata	Cordados
Subfilo	Vertebrata	Vertebrados
Superclase	Gnathostomata	Vertebrados con mandíbulas.
Clase	Mammalia	Mamíferos: Poseen pelos en la piel.
Subclase	Eutheria	Mamíferos Placentarios
Orden	Artiodactyla	Artiodáctilos Mamíferos de Pezuñas Pares
Familia	Suidae	Cerdos

Fuente: Araque, 2009

2.4.- ALIMENTACIÓN DEL CERDO

El cerdo se caracteriza por ser un animal omnívoro, a pesar de tener un sistema digestivo simple y limitada capacidad para la utilización de forrajes fibrosos. Consume eficientemente el grano y sus subproductos, tortas de oleaginosas, raíces y tubérculos. Inclusive está en condiciones de aprovechar una serie de nutrientes de productos poco útiles para otras especies domesticas como: desechos de plantas de beneficio animal, suero de quesería, desechos de incubadoras de aves y en general de cualquier desecho de naturaleza biológica, convirtiendo a este animal en un eficiente

transformador de insumos alimenticios de escaso valor económico para el hombre (Ramos y Córdoba, 2005).

2.5.- SANIDAD DEL CERDO

Entre las principales enfermedades que afectan a los porcinos tenemos las siguientes:

A. INFECCIOSAS:

Cólera porcino: Causado por un virus que en condiciones naturales no afecta a otra especie, es decir transmitido por uso de alimentos, agua o equipo contaminado, el animal se encuentra deprimido, con desgano y falta de apetito. Aparente debilidad en el cuarto posterior y los animales se tambalean (Ramos y Córdoba, 2005).

Colienterotoxemia: (enfermedad del destete): producido por toxinas formadas por colibacterias en el intestino y ganglios linfáticos intestinales. Se presenta después del destete, el animal se muestra apático, falta de apetito, marcha vacilante y síntomas nerviosos. Se observa además en los parpados y un tono rojo azulado en la porción inferior del abdomen y de las orejas (Ramos y Córdoba, 2005).

Abcesos: ocasionados por gérmenes, penetran al organismo por heridas o debido a inyecciones mal aplicadas (Ramos y Córdoba, 2005).

Fiebre aftosa: producida por un virus, se aprecia formación de vesículas sobre la pesuña, ubre, hocico, lengua, labios, encías, paladar y los cerdos muestran cojera, babeo, y negativa para alimentarse (Ramos y Córdoba, 2005).

B. PARASITARIAS

Parásitos.- se denomina parásitos a todos aquellos seres vivos que durante toda su vida o parte de ella requieren de otro organismo vivo para poder desarrollarse y nutrirse de forma adecuada (Solís, 2005).

La triquinosis es una enfermedad parasitaria producida por un "gusano" llamado *trichinella spiralis*, el cual se enquistaba en los músculos de aquellos animales domésticos y salvajes que se alimentan con carne cruda infestada, siendo el cerdo el más afectado cuando es alimentado con desechos de comida cruda o en los basurales, también la presencia de ratas en las chacras donde se crían cerdos son transmisoras de la enfermedad (Solís, 2005).

Aunque en el cerdo, las más de las veces, la infestación pasa inadvertida sin ninguna manifestación aparente de enfermedad, inclusive el animal puede tener un estado óptimo para la faena y luego en la inspección Veterinaria de la carne se comprueba una discreta o elevada parasitación muscular. Por tal motivo, un cerdo "gordito" y aparentemente sano no da la seguridad de estar libre de triquina (Solís, 2005).

El hombre padece esta afección al ingerir alimentos de origen porcino como jamones crudos, pancetas ahumadas y embutidos, debe tenerse en cuenta que la salazón y el ahumado son insuficientes para matar al "gusano" de la triquina, por esta razón es importante efectuar el análisis de la carne de cerdo por un profesional Médico Veterinario antes de comenzar con la facturación (Solís, 2005).

Desgraciadamente siempre aparecen casos de triquina, al cual es una enfermedad incurable tanto para los animales como para el hombre, por la presencia de ratas tanto del lugar como los alrededores por lo tanto se deben realizar el análisis correspondiente. Para éste se necesitan tres muestras de músculo donde se encuentran mayor cantidad de larvas en caso que el animal estuviere infestado, el diafragma,

conocido popularmente como "entraña", los maseteros ("quijada") e intercostales (el músculo que se encuentra entre dos costillas), es fundamental extraer las muestras correctamente para que el análisis triquinoscópico sea realizado con efectividad. Aunque en la actualidad, en algunos casos, los análisis son efectuados por personas no preparadas profesionalmente con los riesgos que ello pueda ocasionar a la salud pública. Por esta razón, el productor debe exigir el certificado correspondiente firmado por el profesional actuante (Solís, 2005).

Las más elementales medidas de higiene del suelo, de las instalaciones del criadero y de la comida que se le suministra a los cerdos bastan para eliminar las probabilidades de infestación por triquina, por tal motivo depende de los faenadores privados tomar las medidas necesarias de higiene, alimentación y erradicación de ratas transmisoras, debido a la imposibilidad de las autoridades sanitarias de llegar al control de las faenas en las chacras, donde en la época invernal se elabora toda especie de facturas de cerdo y los casos humanos de triquinosis acontecen por el consumo de chacinados de elaboración casera, que no pasaron por ningún control sanitario (Solís, 2005).

El día que se tome conciencia de la importancia de la inspección de las carnes de la faena privada se habrá terminado el problema de este tipo de enfermedades transmisibles (Solís, 2005).

El *Cysticercus Cellulosae* aparece en la carne de cerdo como un quiste de color blanco lechoso u opalescente, situado en el tejido conjuntivo entre las fibras musculares, en los músculos del corazón, diafragma, lengua, cuello y hombros, así en los músculos intercostales y abdominales. Aproximadamente 20 días después de la eclosión del huevecillo de la tenía en el intestino del cerdo, el cisticerco es casi tan grande como la cabeza de un alfiler; a los 60 días llega al tamaño de un chícharo y el escólex es visible en los 110 días está totalmente desarrollado y tiene ya la forma elíptica midiendo 20 x 10 mm. El escólex en el cisticerco posee las cuatro ventosas y las dos hileras de ganchos característicos del adulto. La presencia de los ganchos

distingue al *C. cellulosae* de la tenía saginata (*Cysticercos Boris*), cuyo escólex carece de ganchos. El *C. cellulosae* vive en los cerdos por varios años, pero finalmente, si no es ingerido por un huésped definitivo muere y se calcifica. Cuando se ingiere carne tal, los gusanitos quedan libres en el estómago y los intestinos, donde, en pocos días, llegan a la madurez y producen gran cantidad de prole. Estos embriones barrenan por los tejidos, son llevados a todas partes del cuerpo y se vuelven enquistados, especialmente en los músculos, en forma de diminutos gusanos enrollados. Los gusanos adultos hallados en el intestino son pequeños, pero visibles si se emplea un vidrio de aumento en el examen de las deposiciones. Después que se ha ingerido carne de cerdo contaminada, tarda de siete a nueve días para alcanzar su pleno desarrollo la cría de jóvenes embriones, los cuales están entonces listos para ser distribuidos por todo el cuerpo de la persona que haya consumido tal carne (Solís, 2005).

Los síntomas de la enfermedad ocurren en el momento de la multiplicación de los gusanos en los intestinos, especialmente mientras que los jóvenes gusanos emigran por el cuerpo. Ocasionalmente, los síntomas son tales que la afección se llama equivocadamente fiebre tifoidea. Muchas veces, son muy graves, y en muchos casos resultan en la muerte. La fiebre, escalofríos, dolores abdominales y musculares, a menudo con diarrea y vómitos, son características prominentes mientras que los gusanos están distribuyendo y alojando en los músculos. Hay mucho dolor y sensibilidad en los músculos, con hinchazón de éstos y de la piel que los cubre. El mejor medio de evitar la enfermedad consiste en suprimir el uso de toda carne de cerdo como alimento. Si se come cerdo, debe cocerse tan cabalmente que queden destruidos los gusanos que pueda contener (Solís, 2005).

La presencia de la enfermedad puede reconocerse definitivamente hallando los parásitos en el contenido intestinal en el debido periodo de la enfermedad, o cortando un pedacito de uno de los músculos para examinarlo bajo el microscopio. Pueden descubrirse los gusanos en el periodo de migración, en la sangre y a veces en el fluido

cerebroespinal. Los gusanitos pueden permanecer vivos en los músculos hasta durante veinte años, pero los síntomas de su presencia desaparecen en gran parte después de las primeras semanas o meses (Solís, 2005).

2.6.- DEFINICIÓN DE CARNE

La carne es el tejido muscular de los animales que se utiliza como alimento humano en forma directa o procesada. La carne consiste en agua, proteína, grasa, sales, e hidratos de carbono, la composición de las diferentes clases de carne es variable; por esto cada clase de carne tiene su propia aplicación en los distintos productos cárnicos y determina la calidad de estos. En la elección de la carne para su elaboración deben tomarse en cuenta las siguientes características: color, estado de maduración y capacidad fijadora de agua (Oyuki, 2011).

2.7.- CARNE DE CERDO

Carne de cerdo, es el corte comestible de los músculos de los animales homeotermos específicamente de cerdos tipo híbrido, y que comprende todos los tejidos blandos que rodean al esqueleto incluyendo su cobertura grasa, tendones, vasos, nervios y huesos propios de cada corte cuando están adheridos a la masa muscular correspondiente (Oyuki, 2011).

La carne de cerdo tiene una consistencia bastante blanda y es de fibra fina, con un color rosa pálido a rosa o bien gris claro (Carvajal, 2001).

2.8.- CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE

Las canales de los animales de carne están formadas por tres tejidos: muscular, adiposo y óseo. El tejido muscular da origen a la carne, bien solo o conformado

parcialmente por tejido adiposo que contribuye a exaltar ciertas cualidades de la carne. Según el color el músculo se clasifican en tres tipos:

- Músculo rojo
- Músculo blanco
- Músculo rosado

Músculo rojo: Rico en mitocondrias y mioglobina, con metabolismo aerobio, oxidativa y que participa en el ciclo de Krebs. Tiene abundante irrigación sanguínea (López y Carballo, 1978).

Músculo blanco: Con poco contenido en mitocondrias y mioglobina, y metabolismo anaerobio mediante glicólisis anaerobia. Tiene poco riego sanguíneo (López y Carballo, 1978).

Una fibra, a su vez, está formada por muchas miofibrillas paralelas, las cuales están sumergidas en el sarcoplasma, que es el fluido intracelular. El sarcoplasma contiene glucógeno, ATP, fosfocreatina y enzimas glucolíticas (López y Carballo, 1978).

Músculos rosadas: Provenientes de animales ricos en materia grasa entre sus fibras musculares, como el cerdo (López y Carballo, 1978).

2.9.- PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA CARNE DE CERDO

Las principales propiedades químicas de la carne de cerdo, se citan a continuación:

2.9.1.- AGUA

El agua es el componente químico más abundante de la carne, pues puede considerarse el nutrimento más esencial para la vida del animal y del ser humano. El contenido de agua de los animales recién nacidos es de 75-80%. En animales adultos

el contenido de agua varía en forma inversa con respecto al contenido de grasa y representa un 75% en base libre de grasa. El tejido graso tiene muy poca o ninguna humedad por lo cual, mientras mayor sea el contenido de grasa en un corte o canal, menor será el contenido de agua (Carvajal, 2001).

Durante el prerigor, cerca del 5% es inmovilizada por la configuración física (grupo hidrofílico) de las proteínas. Durante el establecimiento del rigor la capacidad de retención de agua (CRA) disminuye en la medida en que el glucógeno, se convierte a ácido láctico y se libera mayor agua causando una exudación visible (Carvajal, 2001).

La carne cruda de los mamíferos inmediatamente tras el sacrificio contiene, por término medio, un 75% de agua porcentaje que varía con la especie de procedencia, el músculo y, fundamentalmente, el contenido graso del mismo, disminuyendo la cantidad de agua al aumentar la edad del animal. Tras el sacrificio, parte de esta agua se pierde con la manipulación de la carne: por evaporación durante el enfriamiento de las canales; por goteo, como consecuencia de la sección de los tejidos; las mayores pérdidas de agua, sin embargo, se producen como consecuencia del cocinado de la carne, pérdidas que pueden superar el 40% (Galeán, 2007).

Contenido en agua para el músculo porcino al nacimiento y a las 28 semanas de vida descendió del 83 al 76%, parte de este descenso fue atribuido a la reducción en el porcentaje del tejido conectivo, rico en agua, que se produce con el crecimiento de las fibras musculares (Galeán, 2007).

Las pérdidas de agua por evaporación de la superficie de las canales se producen durante el enfriamiento de éstas, por diferencias de presión de vapor. La evaporación afecta al aspecto de la carne, disminuyendo su aceptabilidad por parte del consumidor. La evaporación se produce fundamentalmente en superficie, siendo prácticamente insignificante más allá de unos milímetros hacia el interior, pero el

contenido de agua de la superficie puede disminuir en un 33%, con el correspondiente incremento en la concentración de sales y proteínas (Galeán, 2007).

2.9.2.- GRASA

Las funciones de los lípidos en el cuerpo humano son, dar soporte y aislar órganos internos de choques térmicos, eléctricos y físicos. La lecitina y otros fosfolípidos son componentes de la membrana celular. El colesterol, es un precursor de hormonas, sales biliares y vitamina D. Las grasas son una fuente importante de energía en la dieta humana pues aportan 2,25 veces más energía por unidad de masa que los carbohidratos y proteínas. El organismo puede almacenar glucosa (el principal combustible metabólico) en el hígado en forma de glucógeno, que es liberada al torrente sanguíneo en caso necesario. Sin embargo, el glucógeno se almacena en forma limitada y una vez gastada, por lo que el organismo debe recibir más energía (alimento) o comenzará a degradar las proteínas para sintetizar glucosa y afectar negativamente el tejido muscular. A diferencia del glucógeno hepático, los triglicéridos son almacenados en tejido adiposo de manera ilimitada y pueden ser oxidados para producir energía cuando sea necesario (Gómez, 1994).

Las grasas animales son totalmente digeribles, proveen el aminoácido esencial ácido linoléico y son vehículos para las vitaminas solubles en grasa (A, D, E, K) (Ferreira, 1999).

Otra ventaja del consumo moderado de grasas, es que reduce el volumen de la dieta (pues tienen poca agua), aumentan el tiempo de digestión y aportan sabor a los alimentos (Ferreira, 1999).

La composición en lípidos de la grasa de cerdo está influida por la cantidad de ácidos grasos presentes en la dieta del animal; ya que la mayor parte de los ácidos grasos

suministrados por los alimentos no se modifican en el curso de la digestión, sino que son absorbidos y depositados en los tejidos adiposos (Carvajal, 2001).

2.9.3.- ÁCIDOS GRASOS

Los ácidos grasos saturados son ácidos monocarboxílicos constituidos de una cadena hidrocarbonada saturada, es decir tienen solamente enlaces simples mientras que los ácidos grasos insaturados tienen dobles enlaces (Carvajal, 2001).

En las grasas animales los ácidos más comunes son el esteárico (18-25%) y el palmítico (20-30) %. Se ha determinado que el ácido graso llamado esteárico tiene un efecto neutral en lo que se refiere a los niveles de colesterol (Carvajal, 2001).

Los ácidos grasos participan además en varios aspectos tecnológicos de calidad de carne. Dado que tienen muy diferentes puntos de fusión, la variación en la composición en ácidos grasos tiene un efecto importante en la firmeza o blandura de la grasa, especialmente en la grasa subcutánea e intermuscular, pero también en la IM (Gómez, 1994).

La edad del animal afecta la composición de los ácidos grasos en sus tejidos. En general el ácido esteárico decrece con el aumento en la edad y aumenta el ácido oleíco junto con el ácido palmitoleíco. También el estado fisiológico del animal influye en el estado de su grasa, por ejemplo, entre más gordo este un animal más insaturada se su grasa (Carvajal, 2001).

La grasa IM en la carne es muy importante en su calidad, al participar en la textura, en la jugosidad y en el flavor. La grasa IM es necesaria para lubricar las fibras musculares y así favorecer la jugosidad y el flavor de producto cocinado. La grasa visible presente en los espacios interfasciculares del músculo se denomina veteado, debe presentarse uniforme y finamente distribuida en el seno del músculo. La

cantidad y la composición de la grasa de la carne es, por tanto, uno de los criterios de aceptabilidad de la misma (Gómez, 1994).

2.9.4.- COLESTEROL

El colesterol, es un lípido presente sólo en los productos de origen animal y el cual sintetizado en el cuerpo. El colesterol, es un componente estructural de las membranas celulares, precursor de esteroides y de vitamina D; y abastece hormonas de las glándulas adrenales y sexuales. También, es utilizado por el hígado en la formación de ácidos biliares, los cuales facilitan la digestión y la absorción de las grasas (Carvajal, 2001).

2.9.5.- PROTEÍNA

Las proteínas son sustancias complejas los aminoácidos son el bloque fundamental de las proteínas. Estas en conjunto con el agua, no sólo son la base de la estructura corporal y tisular, sino también enzimas, hormonas y tienen funciones de agentes transportadores entre otros procesos (Carvajal, 2001).

La carne es sin duda una muy importante fuente de proteínas esenciales. El complejo comestible consiste principalmente de las proteínas actina y miósina juntas con pequeñas cantidades de colágeno, reticulina y elastina (Carvajal, 2001).

Las proteínas son fuente de aminoácidos esenciales para la resistencia corporal ante las enfermedades infecciosas, para la digestión de las sustancias nutritivas, y acción glandular endocrina y como el componente de los anticuerpos, de las enzimas digestivas y de las hormonas (Carvajal, 2001).

Según (López y Carballo, 2001), las proteínas se pueden clasificar de acuerdo a su solubilidad en:

- Sarcoplásmicas: solubles en agua, están disueltas en el líquido que empapa la fibra muscular (sarcoplasma); funcionalmente son enzimas.
- Miofibrilares: fundamentalmente miósina, actina y la troponina. Comprenden aproximadamente el 50 ó 60% de todas las proteínas cárnicas. Son insolubles en agua, pero solubles en las soluciones salinas.
- Conectivas: totalmente insolubles en agua y en soluciones salinas. Son colágeno y elastina y forman las membranas musculares: epimíseo, perimíseo y endomíseo.

Según (López y Carballo, 2001), la clasificación más aceptada es la que atiende simultáneamente a la solubilidad y localización de las proteínas cárnicas. Así, tenemos:

- Proteínas insolubles o del estroma: siendo la más importante el colágeno, Son insolubles en medio neutro y por sus características en contenido de aminoácidos. El colágeno cuando se calienta a 60° C se contrae presentando problemas, ya que provocan una exudación y pérdida de textura. Con calentamiento superior a 60° C, se transforma en gelatina de fácil digestión pero que continúa siendo de bajo valor biológico.
- Proteínas solubles en solución salina concentrada: miofibrilares (áctina, miosina y proteína) son las más abundantes y responsables de la conversión de energía química en mecánica y de la textura de la carne y las más importantes según sus propiedades fundamentales.
- Proteínas solubles en solución salina diluida: sarcoplásmicas. Desde un punto de vista tecnológico la más importante es la mioglobina formada por una

globina y una porfirina: el grupo hemo que lleva un átomo de hierro. El color de la carne depende en gran medida del estado de oxidación del hierro de este grupo hemo. Durante el curado, estas proteínas sufren oxidaciones que dan lugar a aromas y sabores típicos

La miosina. La miosina, es una proteína grande con peso molecular aproximado de 500.000, es la proteína del músculo que mayor capacidad de retención de agua, emulsión y gelificación tiene propiedades funcionales muy importantes en tecnología de alimentos (López y Carballo, 1978).

La actina. Tiene valor biológico alto porque contiene triptófano y cistina. En la actina, se halla un aminoácido, la 3-metil-histidina, que no se encuentra en ninguna otra proteína (López y Carballo, 1978).

La mioglobina. La mioglobina es la principal responsable del color de la carne consta de una proteína compuesta por unos 150 aminoácidos, la globina y un grupo prostético hemo que tiene un átomo de hierro, y un anillo de porfirina (López y Carballo, 1978).

El colágeno, Tiene un 30 % de glicina y un 25 % de prolina e hidroxiprolina. Cuanto más abunden estos aminoácidos, más rígido y resistente es el colágeno. Es la proteína de peores cualidades, no sólo tiene baja capacidad de retención de agua, sino que además al calentarse se encoje dejando escapar el agua, lo que exige que los productos cárnicos sigan una tecnología determinada (López y Carballo, 1978).

2.9.6.- CENIZAS

Las cenizas, se incluyen en las bases de datos de nutrientes como uno de los componentes inmediatos de los alimentos. Proporcionan una estimación del contenido total de minerales de éstos. Los minerales se encuentran en las cenizas en

forma de óxidos, sulfatos, nitratos, fosfatos, cloruros y otros haluros. Por ello, el contenido en cenizas sobreestima, aunque es aproximado, el contenido mineral total en gran medida debido al oxígeno presente en muchos de los aniones (Gómez, 1994).

2.9.7.- MINERALES

El **hierro** es el elemento traza más abundante en el organismo animal, donde aproximadamente el 60% forma parte de la hemoglobina. El hierro es preciso en reacciones bioquímicas tales como el transporte y almacenamiento de oxígeno (hemoglobina y mioglobina), generación de ATP (proteínas ferrosulfuradas y citocromos), síntesis de ADN (ribonucleótido reductasa) y metabolismo general de los nutrientes; todo ello gracias a su capacidad oxidante y reductora y su capacidad para transportar electrones (Gómez, 1994).

El **cobre**, al igual que el hierro, es un elemento de transición y se encuentra en los alimentos en dos estados de oxidación Cu^{1+} y Cu^{2+} . Para la formación del colágeno y el desarrollo armónico de los huesos, la producción de melanina y la integridad del sistema nervioso central y mejora la evolución de las anemias por déficit de hierro (Gómez 1994).

El **calcio** desempeña un papel esencial en numerosos procesos bioquímicos y fisiológicos. Por ejemplo, participa en la coagulación sanguínea, la contracción muscular, la fosforilación oxidativa, la división celular, la transmisión de los impulsos nerviosos, la actividad enzimática, la función de la membrana celular y la secreción hormonal. Las múltiples funciones del calcio dentro de las células vivas se relacionan con su capacidad para formar complejos con proteínas, carbohidratos y lípidos (Gómez, 1994).

Los **fosfatos** participan en una variedad de funciones. Por ejemplo, el trifosfato de adenosina (ATP) es la principal fuente de energía de las células. Las fosfoproteínas

(ferritinas) participan en el almacenamiento del hierro. Los fosfolípidos son componentes principales de las membranas (Gómez, 1994).

Aproximadamente el 70% del **magnesio** en el organismo animal está en el hueso. Este elemento juega un papel principal en la transmisión de estímulos e impulsos, y en la activación de muchas enzimas. El músculo cardíaco, el músculo esquelético y el tejido nervioso dependen de un equilibrio correcto entre los iones de calcio y los de magnesio. El efecto primario del magnesio se debe a una reducción en la estimulación neuromuscular debido a su efecto antagonista sobre el calcio (Gómez, 1994).

El **zinc** es un elemento esencial, cuya deficiencia produce un cuadro clínico caracterizado por retraso del crecimiento, alteraciones en la función sexual (en macho y hembra), dermatitis (paraqueratosis en porcino). Además, influye sobre la regulación del apetito, lo que puede estar relacionado con la expresión de genes; también es un componente funcional de varios sistemas enzimáticos, incluidos la anhidrasa carbónica, la carboxipeptidasa, la fosfatasa alcalina, la deshidrogenasa de ácido láctico y la deshidrogenasa de ácido glutámico; e interviene en muchas funciones del organismo: crecimiento, fertilidad, reproducción, visión nocturna, sentido del gusto, apetito, etc. El Zn se encuentra localizado sobre todo en hígado, páncreas, riñón y músculos, y con una alta concentración en ojos, cabello, piel, uñas y próstata. La carne es una importante fuente de zinc, donde se encuentra formando combinaciones que favorecen su absorción, también se encuentra en los cereales (Gómez, 1994).

El **manganeso** es un componente de varias enzimas, esencial para la formación de tejido óseo, crecimiento, reproducción y para el metabolismo de los hidratos de carbono y lípidos. El Mn está ampliamente distribuido en los tejidos orgánicos pero a concentraciones muy reducidas. Su carencia produce ataxia, deformidades

esqueléticas y deficiencias en el crecimiento, reproducción, formación del cascarón del huevo y coagulación de la sangre (Gómez, 1994).

El **sodio** es un macro elementó que va a tener una gran variedad de funciones, siendo las principales: mantener el equilibrio hídrico y osmótico, regular el ritmo del músculo cardiaco, permitir la transmisión de los impulsos nerviosos, extraer el exceso de acidez de las células, especialmente las del cerebro, prevenir la aparición de calambres musculares, permitir la absorción de los nutrientes en el intestino, mantener el equilibrio ácido/base en el cuerpo, evitar el exceso de salivación, mantener el equilibrio del azúcar (Gómez, 1994).

Las principales funciones del **potasio** son mantener el equilibrio ácido-básico, la regulación de la presión osmótica y el establecimiento de los potenciales de la membrana celular (Gómez, 1994).

2.9.8.- HIDRATOS DE CARBONÓ

El contenido en carbohidratos del tejido muscular es muy pequeño; el glucógeno, que es el carbohidrato del músculo más importante, supone aproximadamente de 0,5 al 1,3% del peso del músculo. El glucógeno que es un polisacárido compuesto de moléculas de glucosa, por intermedio de ciertas enzimas propias de la carne, disminuye el pH del músculo descendiendo hasta llegar, aproximadamente, a 5,5 (López y Carballo, 1978).

2.10.- PROPIEDADES FÍSICAS DE LA CARNE DE CERDO

Las principales propiedades físicas de la carne, se describen a continuación:

2.10.1.- TEXTURA

La ternura de la carne es una propiedad física de ésta que consiste en dejarse cortar fácilmente, penetrar y masticar. El contenido en colágeno del tejido conjuntivo que rodea al músculo, influye sobre la ternura de la carne. En el animal joven, la cantidad de colágeno es aproximadamente igual que en el adulto, pero, sin embargo, al ser éste más soluble en el primero, la carne resulta más tierna (Price, 1976).

2.10.2.- pH

El pH de la carne va a influir sobre las características de color, ternura, sabor, capacidad de retención de agua y conservabilidad, de modo que va a afectar a las propiedades organolépticas de esa carne y, además, a su calidad higiénica y a su aptitud tecnológica para la elaboración de productos cárnicos (Gómez, 1994).

Tras la muerte del animal, cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes al músculo, el cual debe utilizar sus reservas de energía para sintetizar ATP con el fin de mantener su temperatura e integridad estructural. Conforme se reducen los niveles de ATP se genera simultáneamente fosfato inorgánico, que a su vez estimula la degradación de glucógeno a ácido láctico mediante la glucólisis anaerobia (Galeán, 2007).

La formación de ácido láctico y de otros ácidos orgánicos va a provocar un descenso del pH muscular que continúa hasta que se agotan las reservas de glucógeno o hasta que se inactivan los enzimas que rigen el metabolismo muscular (Gómez, 1994).

2.10.3.- COLOR

El color, junto con la ternura, sabor, jugosidad y aroma es uno de los parámetros principales que se utilizan para medir la calidad de la carne, y va a ser uno de los

factores más importantes al determinar la elección y aceptación de esa carne por parte del consumidor, y que, a su vez, va a determinar el valor del producto en el momento de su comercialización. Además, es la primera característica apreciada por el consumidor y el primer atributo que se juzga en el momento de la compra, y de aquí su importancia, al ser relacionado con las cualidades sensoriales del mismo (Gómez, 1994).

La determinación del color de la grasa y del músculo es fundamental para ofrecer un producto tipificado al consumidor. No obstante, en el caso del músculo la medida es mucho más compleja debido a que la apariencia del color varía al estar condicionada por los procesos de oxidación y oxigenación de la mioglobina (Gómez, 1994).

Según (Gómez, 1994).existen tres fuentes de la variación del color en el músculo

- El contenido en pigmentos (mioglobina fundamentalmente), que es el factor intrínseco más importante, y está relacionado con la especie, la edad del animal, la raza, el sexo y el tipo de alimentación.
- Las condiciones del periodo pre-sacrificio, procedimiento de sacrificio y posterior procesado (estrés, temperatura y humedad de la cámara, etc.) afectan al color, al variar la velocidad de caída del pH y de la temperatura.
- El tiempo de almacenamiento y las condiciones de comercialización van a influir en la apariencia del color a través de los procesos de oxigenación y oxidación de la mioglobina.

2.10.4.- AROMA

El aroma de las carnes puede ser considerado como función de cuatro elementos: las fracciones no volátiles y las fracciones volátiles de las carnes crudas y las mismas

correspondientes a las carnes cocidas. Los compuestos de la carne cruda incluyen los precursores del aroma que pueden ser ellos mismos no aromáticos, mientras no sufran la acción del calor en la cocción (Price, 1976).

2.11.- CARACTERÍSTICAS DEL TOCINO DE CERDO

Las principales características del tocino de cerdo, se describen a continuación:

2.11.1.- PANCETA

La panceta beicon, beicor, bacón, tocino o tocineta, es el producto cárnico que comprende la piel y las capas que se encuentran bajo la piel del cerdo o puerco. Está compuesta de la piel, tocino (grasa) entreverado de carne (Wikipedia, 2011).

Las proporciones de los nutrientes de la panceta pueden variar según el tipo y la cantidad de la carne, además de otros factores que puedan intervenir en la modificación de sus nutrientes (Alimentos, 2011). En la tabla 2.2, se muestra los principales nutrientes por 100g de panceta.

Tabla 2.2
Principales nutrientes de la panceta

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
Acido fitico	0 g	Fosfocolina	0 mg
Grasas Saturadas	19,39 g	Grasas monoinsaturadas	21,20 g
Adenina	0 mg	Grasas poliinsaturadas	3,47 g
Agua	40,40 g	Guanina	0 mg
Alcohol	0 g	Licopeno	0 ug
Cafeína	0 mg	Grasa	46,60 g
Calorías	471 Kcal	Luteína	0 ug
Carbohidratos	0,50 g	Proteínas	12,50 g
Colesterol	57 mg	Purinas	0 mg
Fibra Insoluble	0 g	Quercetina	0 mg
Fibra soluble	0 g	Teobromina	0 mg
Fibra	0 g	Zeaxantina	0 ug

Fuente: (Alimentos, 2011)

En la tabla 2.3, se muestra los principales minerales por 100g de panceta.

Tabla 2.3
Composición química de los minerales de la panceta

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
Aluminio	0 ug	Fósforo	70 mg
Azufre	0 mg	Hierro	0,90 mg
Bromo	0 ug	Yodo	11 mg
Calcio	6 mg	Magnesio	13 mg
Zinc	1,50 mg	Manganeso	0,01 mg
Cloro	0 mg	Níquel	0 ug
Cobalto	0 ug	Potasio	230 mg
Cobre	0,04 mg	Selenio	1 ug
Cromo	0 ug	Sodio	1470 mg
Flúor	0 ug		

Fuente: (Alimentos, 2011)

En la tabla 2.4, se muestra las principales vitaminas por 100g de panceta.

Tabla 2.4
Composición química de las vitaminas de la panceta

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
Ácido fólico añadido	0 ug	Vitamina A	0,00 ug
Alfa caroteno	0 ug	Vitamina B1	0,32 mg
Alfatocoferol	0,08 mg	Vitamina B12	0,00 ug
Beta caroteno	0 ug	Vitamina B2	0,12 mg
Beta criptoxantina	0 ug	Vitamina B3	4,20 mg
Betacaroteno	0 ug	Vitamina B5	0,60 ug
Betatocoferol	0 mg	Vitamina B6	0,27 mg
Caroteno	0,00 ug	Vitamina B7	0 ug
Deltatocoferol	0 mg	Vitamina B9	1,50 ug
Folatos alimentarios	1,50 ug	Vitamina C	0 mg
Gammatocoferol	0 mg	Vitamina D	0,00 ug
Niacina preformada	4 mg	Vitamina E	0,08 mg
Retinol	0,00 ug	Vitamina K	46 ug.
Tocoferoles totales	0,08 mg		

Fuente: (Alimentos, 2011)

En la tabla 2.5, se muestra los principales aminoácidos por 100g de panceta.

Tabla 2.5
Composición química de los aminoácidos de la panceta

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
Ácido aspártico	0 mg	Leucina	667 mg
Ácido glutámico	0 mg	Lisina	576 mg
Alanina	0 mg	Metionina	91 mg
Arginina	667 mg	Prolina	0 mg
Cistina	91 mg	Serina	0 mg
Fenilalanina	0 mg	Tirosina	91 mg
Glicina	0 mg	Treonina	242 mg
Hidroxiprolina	0 mg	Triptofano	12 mg
Histidina	61 mg	Valina	303 mg
Isoleucina	182 mg		

Fuente: (Alimentos, 2011)

2.12.- CARACTERÍSTICAS DEL AHUMADO

El ahumado de los productos cárnicos suele ser; simultáneamente al procesado térmico. El humo que se deposita sobre los productos les imparte un aroma característico y los compuestos fenólicos del humo les protegen en cierto grado frente a la oxidación de la grasa. Aparte del efecto bacteriostático de los componentes del humo, durante el ahumado se produce una desecación que contribuye también a inhibir el crecimiento bacteriano de la carne ahumada (Oyuki, 2011).

Normalmente el humo, se produce con aserrín de madera dura. Los ahumaderos abiertos a veces utilizan troncos de madera y aserrín, pero lo más común es que el humo se produzca por combustión controlada de aserrín húmedo o seco en un generador de humo mecánicamente controlado. El aserrín más utilizado es el de roble y nogal, pero cuando se desean aromas especiales se emplean otras maderas duras o blandas. Para ahumar productos cárnicos también se utiliza comercialmente un generador de humo por fricción, en el que el humo se produce por rozamiento del extremo de un tronco de madera dura con un disco o tambor de acero templado (Oyuki, 2011).

Para que el humo se deposite más rápidamente sobre los productos cárnicos procesados, se emplea un método electrostático. Al aplicar comercialmente este proceso se ha comprobado que se necesita elevar la temperatura del producto tanto antes como después de depositarse el humo. La elevación de la temperatura del producto antes del ahumado se requiere porque es esencial que la superficie tenga cierto grado de desecación para que los componentes del humo se depositen satisfactoriamente y el calentamiento final es preciso para «fijar» el humo y para destilar algunos de sus componentes volátiles que imparten aroma desagradable. Para impartir el aroma del ahumado se ha recurrido también al empleo de humos líquidos y aromatizantes, que pueden incorporarse a la salmuera de inyección o aplicarse por pulverización sobre la superficie de los productos (Oyuki, 2011).

Los objetivos principales del ahumado: Según (Dúas Rodas, 1996) son:

- Fijación del color.
- Desarrollo de sabor y aroma.
- Protección contra la oxidación y preservación.
- Durante el proceso de ahumado, el producto desarrolla un brillo en la superficie debido a los fenoles presentes en el humo.
- La presencia de estos fenoles y ácidos confieren al humo propiedades bactericidas, confiriéndole efecto conservante y aumento del tiempo de vida del producto.

2.13.- CARACTERÍSTICAS DE LOS ADITIVOS E INSUMOS

Las principales características de los aditivos e insumos, se describen a continuación:

2.13.1.- SAL COMÚN

El uso de la sal común en la elaboración de embutidos crudos, se considera como ingrediente mejorador de sabor, ya que la carne y el tocino, carentes de sal, son insípidos pero desde el punto de vista tecnológico coadyuva en las reacciones de maduración y desecación, baja el valor de la actividad de agua y controla la proliferación de microorganismos, ayuda a la formación de la emulsión cárnica (Esain, 1971).

La concentración de la sal, es importante para aumentar la capacidad de inhibición de la actina y miosina para solubilizar las diferentes proteínas cárnicas. La actina y miosina no son solubles en agua; solamente son solubles en soluciones salinas (Wirth, 1992).

Las sales influyen sobre la hidratación, o sea, la imbibición de las proteínas. Con el incremento de la concentración de sal, aumento de la intensidad iónica, se produce el denominado salado de las proteínas. Estas proteínas, se inhiben por la adición de agua que retiene, formándose un gel (Wirth, 1992).

2.13.2.- SUSTANCIAS CURANTES

El curado de la carne, se define con la adición de sal y otras sustancias a la carne con el fin de preservarla (Solís, 2005). Las principales características de las sustancias curantes, se describen a continuación:

2.13.2.1.- NITRITOS Y NITRATOS

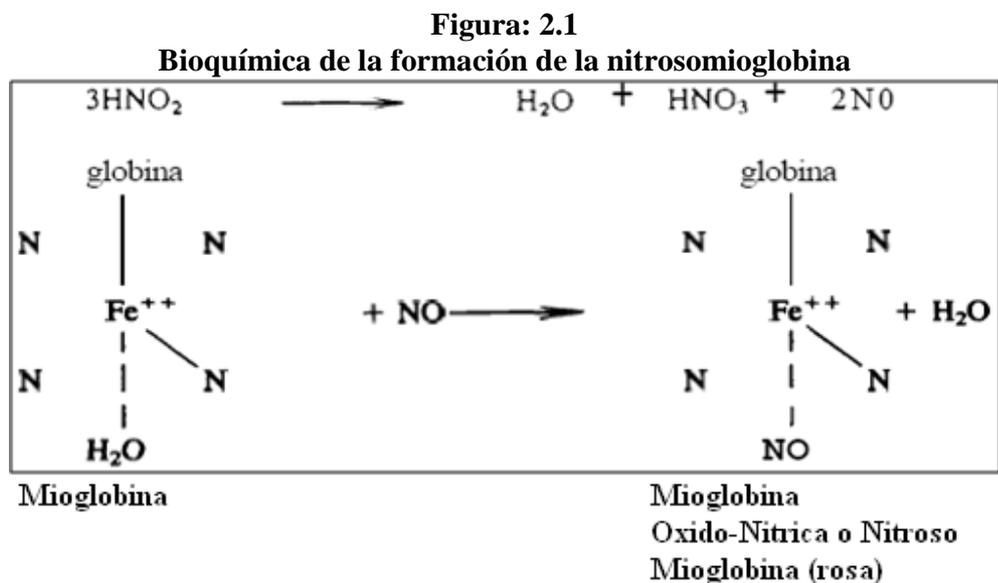
El principal objetivo de la adición de nitratos y nitritos en las carnes curadas, es la inhibición de microorganismos indeseables como **Clostridium botulinum**; pero también contribuye en la formación del color típico de los productos curados (por

formación del complejo nitrosomioglobina), en el desarrollo del aroma a curado (por reacción de varios componentes de la carne con el nitrito o el óxido nítrico) y ejerce un efecto antioxidante actuando contra los productos generados en los procesos oxidativos de los componentes lipídicos (Pulla, 2010).

El mecanismo de la reacción bioquímica de la formación de la nitrosomioglobina, es donde el medio levemente ácido de la carne el nitrito agregado libera ácido nitroso, el cual se descompone en óxido nítrico (NO); esta última forma entonces la nitrosomioglobina de intenso color rojo (Pulla, 2010).

En este caso, la molécula de agua unida en la mioglobina por la sexta ligazón del átomo central de hierro, es reemplazada por el óxido nítrico (NO) formado en la etapa del curado de la carne. La cantidad de óxido nítrico (NO) formada, dependerá de la cantidad inicial de nitrito, del pH del medio y de las condiciones de óxido-reducción, debido a los componentes reductores naturales de la carne (Pulla, 2010).

En la figura 2.7 se muestra la bioquímica de la formación de nitrosomioglobina



Fuente: Pulla, 2010

En la industria cárnica la transformación de nitratos a nitritos en los procesos de maduración larga, se lleva a cabo por acción exclusiva de la flora bacteriana. En los procesos de maduración rápida se incorporan nitritos directamente (Pulla, 2010).

La importancia del uso de los nitritos radica en que este inhibe selectivamente el desarrollo de **Clostridium botulinum**, bacteria que fácilmente aparece en productos cárnicos. Cuando el producto al que se le ha añadido nitritos sufre la acción del calor, el efecto inhibitor sobre el **Clostridium Botulinum**, se multiplica por 10. Los consumidores, además están acostumbrados a los sabores de los productos cárnicos con nitritos y probablemente rechazarían aquellos productos con ausente de nitritos (Pulla, 2010).

2.13.2.2.- ESTABILIZANTES

La textura de los productos varía de suave y succulento a dura, dependiendo de que fueran o no molidos, cocidos, acidificados, fermentados, deshidratados o madurados. La adición de estabilizante aumenta la capacidad de retención de agua y de grasa en el producto, alterando la suavidad y succulencia. También aumenta el rendimiento de la producción, la superficie del producto es más seca y firme y la emulsión mas estable a temperaturas elevadas. Los estabilizantes también aumentan la viscosidad y consistencia de los productos. Para la industria de la carne, los estabilizantes son constituidos básicamente por polifosfatos (orto, meta y pirofosfatos) que son químicamente balanceados y en formulaciones proporcionales, para que cumplan sus principales funciones que son: según: (Dúas Rodas, 1996):

- Regular y estabilizar el pH.
- Hidratación.
- Dispersión y ayuda a la emulsión proteica-grasa-agua.

2.13.2.3.- REALZADOR DE SABOR

Su función principal es potenciar el sabor deseado del producto. Es un producto a base de glutamato monosódico e hidrolizados de proteína. Posee propiedades saborizantes que corrigen las deficiencias en encubrir sabores indeseables, como el de las proteínas vegetales y el almidón de mandioca (Dúas Rodas, 1996).

2.13.2.4.- FIJADOR DE COLOR

Las sales de cura tienen la función de desarrollar el color rojo, transformando los pigmentos en nitrosomioglobina. Este color tiene duración variable, pues fácilmente sufren oxidación por la acción del oxígeno presentes en el medio donde el embutido sea almacenado. Para evitar esta reacción, se usan sustancias reductoras que vayan impidiendo que las reacciones de oxidación ocurran y consecuentemente prolongan el periodo de estabilidad del color producido en el proceso de cura. Además de evitar las oxidaciones, retardan también el proceso de deterioro de los alimentos (Dúas Rodas, 1996).

2.13.2.5.- SORBATOS

El sorbato potásico, es un conservador que mantiene la superficie de los embutidos limpia de bacterias y hongos. Como consecuencia de la elevada humedad ambiental y de la superficie húmeda y consiguiente alto valor del índice de a_w en dicha superficie, puede multiplicarse bien, sobre todo durante los primeros días de maduración, bacterias y hongos indeseables (Wirth, 1992).

2.14.- PROCESO DE ELABORACIÓN DE TOCINO AHUMADO

A continuación, se realiza la descripción del proceso de elaboración de tocino ahumado:

2.14.1.-MATERIA PRIMA

El tocino para la elaboración de productos cárnicos crudos la zona de pH más apropiada está entre 5,5 y 5,8 (cerca al punto isoeléctrico), en la cual la carne posee una “estructura abierta”, es decir, las fibras musculares están ampliamente separadas unas de otras y así, la sal, sustancias curantes y otros aditivos pueden penetrar más fácilmente en el interior de las piezas de carne (Pulla, 2010).

La zona de pH entre 5,3 y 5,8 garantiza, además, ventajas para una buena curación, amplio desarrollo y estabilidad del color y una óptima durabilidad del producto curado, puesto que el pH ácido provoca una suficiente exudación del jugo cárnico. Esta exudación reduce el valor del producto, impidiendo el desarrollo de microorganismos causantes de deterioro (Pulla, 2010).

No usar carnes que contengan antibióticos porque la acidificación y maduración de dicha carne por parte de bacterias puede estar inhibido por los antibióticos lo que implica un defecto en la fabricación del embutido crudo curado (Pulla, 2010).

2.14.2.- CURADO DE LA MATERIA PRIMA

El curado de la carne se define con la adición de sal y otras sustancias a la carne con el fin de preservarla. Originalmente solo se agregaba sal, pero a medida, que esta tecnología se desarrollo comenzaron a añadirse otras sustancias. En general, la mezcla de sales se puede añadir a la carne en forma seca (frotándolas sobre la superficie de la carne que se va a curar) o en forma de solución (Solís, 2005).

PIGMENTOS: Uno de los principales fines del curado es la estabilización del color rojo de la carne, y esto requiere algún entendimiento de los pigmentos de la carne y los cambios que ocurren en ellos. Esto es muy significativo porque el consumidor concede mucha importancia al color de la carne que compra. La química de los

cambios que puedan ocurrir en los colores de la carne es compleja, y sólo se indicarán aquí unos pocos de los principios en que se basa. Estos cambios en los pigmentos, algunos de los cuales se pueden invertir, son afectos por el oxígeno. La acidez de la carne, y la exposición a la luz; la combinación de estos factores determinan cuales pigmentos predominan (Solís, 2005):

Pigmentos musculares.- Hay varios pigmentos musculares en la carne, entre ellos la mioglobina, hemoglobina, los citocromos, la catalasa, las flavitas y otras sustancias coloreadas. Cuantitativamente, los más abundantes son los primeros dos, mioglobina y la hemoglobina. Aunque los otros pigmentos pueden tener funciones clave en el desarrollo y estabilización del color, todo el conocimiento sobre el color de la carne se basa en la mioglobina y la hemoglobina (Solís, 2005).

El óxido nítrico, es el ingrediente activo que se combina con los pigmentos de la carne. La evidencia sugiere que la combinación original de óxido nítrico se lleva a cabo con los pigmentos oxidados metamioglobina. La mejor prueba para esta etapa es el hecho de que los pigmentos en las salchichas adquieren un color café característico después de agregar el curante, pero una vez que se calientan tienen el color rosa característico de la carne curada (Solís, 2005).

MIOGLOBINA: La mioglobina, se encuentra disuelta en el plasma celular y no se conocen partículas conformadas en las que pudiera localizarse. La hemoglobina, en cambio se halla en los glóbulos rojos sanguíneos o eritrocitos. La mioglobina y hemoglobina están estrictamente emparentados, poseyendo el mismo componente coloreado. Diferencias existentes entre mioglobina y hemoglobina (Solís, 2005):

La hemoglobina contiene cistina, cisteína y metionina, mientras que la mioglobina solo contiene metionina. La mioglobina es roja oscura, la oxihemoglobina roja clara y la metamioglobina castaña. La mioglobina tiene la capacidad de unirse débilmente no solo con el oxígeno sino también con el óxido nítrico, lo que ocurre cuando las carnes

como el tocino, jamón la carne de res se curan. La mioglobina con oxido nítrico tiene un color rojo tenue (rosa) mas que el color rojo púrpura de la mioglobina.

Cuando la carne se expone a un color bajo durante el curado, parte de la mioglobina con oxido nítrico cambia a un complejo más estable, con el hierro aun en el estado ferroso. Aunque el calor no perjudica al color de la carne curada, la exposición a la luz cuando la carne está en contacto con el oxígeno, hace que se atenué su color. La luz acelera la disociación del oxido nítrico del pigmento después que se realiza la oxidación (Solís, 2005).

Sin embargo, el nitrito no solo aporta el oxido nitrito que estabiliza el color, sino que también altera el sabor y lo que es más importante desde un punto de vista sanitario, limita el crecimiento del *Clostridium botulinum* y la producción de tocinos en las carnes que no se calentaron bastante para esterilizarse (Solís, 2005).

2.14.3.-CURADO Y SALADO EN SECO

El curado en seco, los ingredientes curantes, se agregan a la carne sin adicionar agua. En este método, los ingredientes de curado extraen suficiente humedad de la carne para formar una salmuera que sirve para transportar los ingredientes dentro de la carne por difusión (Solís, 2005).

Consiste en preparar en seco una mezcla de los aditivos bien pesado según fórmula y se frota todos los lados de la carne, en forma íntegra y pareja, logrando humedecer estas sales con el jugo de la carne, de tal manera que se obtenga una verdadera capa de sales sobre la misma. Refrigerar a 4 a 6 °C (Solís, 2005).

2.14.4.-ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS

Otro factor que puede causar decoloración de los productos cárnicos curados son las bacterias. Las bacterias capaces de producir un enverdecimiento de la superficie de los productos cárnicos son bacterias ácido lácticas, catalasa, capaces de crecer a bajas temperaturas y de producir y acumular peróxido de hidrógeno en condiciones aeróbicas, fuerte agente oxidante que degrada los pigmentos de la carne. Las enzimas catalasas fraccionan la molécula de peróxido en agua y oxígeno (Solís, 2005).

El enverdecimiento bacteriano superficial de los productos cárnicos se produce cuando éstos están contaminados y se mantienen en un ambiente donde la humedad relativa y la temperatura son elevadas. Estas condiciones de almacenamiento producen el crecimiento masivo de microorganismos que dan lugar al cambio de coloración, acompañada por la presencia del limo superficial que se favorece a la temperatura de refrigeración normalmente utilizada en la industria (4-6) ° C. Este problema es consecuencia directa de las malas prácticas higiénicas y de las incorrectas condiciones de almacenamiento de los productos terminados. Se manifiesta al menos a los 5 días de procesados y a veces después de 2 semanas (Solís, 2005).

Si además de las buenas prácticas higiénicas, se controla que las carnes alcancen una temperatura interna de 71 °C en el proceso de cocción, se evitará la aparición de este defecto de los embutidos, ya que algunas de las cepas del microorganismo que se considera responsable, el *Lactobacillus viridiscens*, son resistentes a temperaturas hasta de 67 °C. Es decir, que para que aparezcan estas alteraciones en los productos cárnicos tiene que ocurrir que la emulsión cárnica esté muy contaminada por estas bacterias, el proceso térmico sea insuficiente y la temperatura de almacenamiento permita el crecimiento de las bacterias sobrevivientes (Solís, 2005).

2.14.5.-QUÍMICA DEL CURADO

Cuando se incorpora nitrito a un alimento cárnico se suceden una serie compleja de reacciones cuya naturaleza depende de las características fisicoquímicas del sistema. El nitrito adicionado a la carne se convierte en una mezcla en equilibrio de NO_3^- , NO_2^- y NO , dependiendo del pH y del Eh. El nitrito desaparece como resultado de sus reacciones químicas con los componentes de la carne o de la actividad metabólica de los microorganismos. Parte del nitrito se convierte en nitrato mediante diversas reacciones químicas especialmente en presencia de ascorbato y en curaciones prolongadas, con tal que exista oxígeno o algún otro aceptor adecuado de hidrógeno. La velocidad a que desaparece el nitrito de los productos cárnicos tratados por el calor depende del pH y de la temperatura; a medida que desciende el pH y sube la temperatura se acelera la velocidad a que desaparece (Solís, 2005).

La sal y el hierro aceleran la oxidación y ésta es más rápida en la carne de cerdo que en la de bovino ya que posee más lípidos insaturados que la última. Las especias y el ahumado pueden mejorar la aceptación organoléptica de los productos elaborados sin nitrito. La adición de nitrito a la carne transforma los pigmentos cárnicos, en especial la mioglobina y en menor extensión la hemoglobina, en un pigmento rojo, insoluble en agua, la óxido nítrico mioglobina. El calentamiento transforma este pigmento en otro rosa, el nitrosil-hemocromo que se estabiliza con los ascorbatos. Los pigmentos de carne curada pueden originarse por reacciones químicas, bioquímicas o enzimáticas, dependiendo de que se caliente la mezcla carne-nitrito y del tiempo transcurrido entre la adición de nitrito y el calentamiento (Solís, 2005).

2.14.6.-DEFECTOS DEL CURADO

Los defectos de origen no microbiano son de cuatro tipos: quemadura del nitrito, enverdecimiento superficial, enverdecimiento central y anillos verdes. La quemadura del nitrito, una coloración marrón-verdosa, se debe a un exceso de nitrito, sobre todo

en productos de pH bajo. En los embutidos madurados, que dependen de bacterias ácido sensibles reductoras de los nitratos para reducir el nitrato a nitrito y de las bacterias productoras de ácido para terminar esta actividad reductora, un cese en esta producción puede dar lugar a una excesiva cantidad de nitrito. La fermentación subsiguiente, que reduce el pH a 4.5-5.0, completa las condiciones requeridas para que se produzca la quemadura del nitrito. Para prevenir la quemadura del nitrito favorecida por las bacterias conviene sustituir al nitrato por concentraciones adecuadas pero no excesivas de nitrito. La quemadura del nitrito también puede originarse por la adición directa de un exceso de nitrito; en este caso los microorganismos no están implicados (Solís, 2005).

El enverdecimiento superficial se debe a la oxidación por el peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) del pigmento rojo de la carne curada a restos porfirínicos anillados verdes; este defecto no se presenta en ausencia de oxígeno (Solís, 2005).

3.1.- INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación aplicada “Elaboración de Tocino Ahumado”, se llevó a cabo en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA); dependiente de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias y Tecnología.

3.2.- REQUERIMIENTO DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y MATERIAL DE LABORATORIO

Durante la realización de la parte experimental de la investigación, se utilizó diferentes materiales, equipos e instrumentos, materia prima, insumos y reactivos.

3.2.1.- EQUIPOS

Los equipos utilizados en el trabajo experimental son los siguientes:

- **Freezer horizontal:** Marca Bosch con un volumen de 558 litros, Voltaje de 220V. Frecuencia de 50 Hez. Modelo H860 F con una Potencia de 8W. Industria Brasileira. Utilizada para refrigerar el producto durante el proceso de curado.

- **Ahumador:** Emisión Barcelona, Serie 0,5061239. Voltaje 220V, Potencia 13 KW. Fases 3, temperatura máxima de 100 °C. Utilizada para ahumar el producto a diferentes temperaturas.

- **Balanza Analítica:** Modelo BB 40-214, Capacidad máxima de 12kg. Capacidad mínima 200g, Potencia de 5W. Industria Argentina. Utilizada durante todo el proceso para pesar las diferentes muestras de tocino y aditivos.

- **Envasadora al vacío:** Modelo 430. Industria Española, potencia de 0,75 Kw, Frecuencia 50Hz, Voltaje 220V. Serie VP. Utilizada para envasar las muestras de tocino ahumado.

3.2.2.- INSTRUMENTOS

Los instrumentos utilizados son los siguientes:

- **Termómetro para carne:** Utilizado para controlar la temperatura de curado, temperatura de secado, temperatura de ahumado. Rango de temperatura del termómetro (0-200) °C de industria Suiza.

3.2.3.- MATERIALES DE COCINA

Los materiales utilizados son los siguientes:

- 1 Cuchillo mediano de acero inoxidable, utilizado para cortar la panceta.
- 1 mesa mediana utilizada para el acondicionamiento de la panceta.
- Secadores de tela usados para secar y limpiar los materiales de cocina.
- 1 lavador de plástico mediano utilizado para realizar el proceso de salazonado.
- 18 ganchos de acero inoxidable utilizado para colgar las piezas de panceta durante el proceso de secado.
- 3 bandejas de acero inoxidable utilizadas para reposar las piezas de panceta durante el proceso de maduración.
- Bolsa de polietileno de (10x22) cm utilizadas para envasar el tocino ahumado.

3.3.- REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS

Los requerimientos de materia prima e insumos alimentarios utilizados en el presente trabajo, se detallan a continuación:

3.3.1.- MATERIA PRIMA

La materia prima utilizada en el presente trabajo fue panceta de cerdo adquirida en el Mercado Campesino de la ciudad de Tarija.

3.3.2.- INSUMOS ALIMENTARIOS

En la tabla 3.1, se muestran los insumos utilizados en la elaboración de tocino ahumado.

Tabla 3.1
Insumos utilizados en la elaboración de tocino ahumado

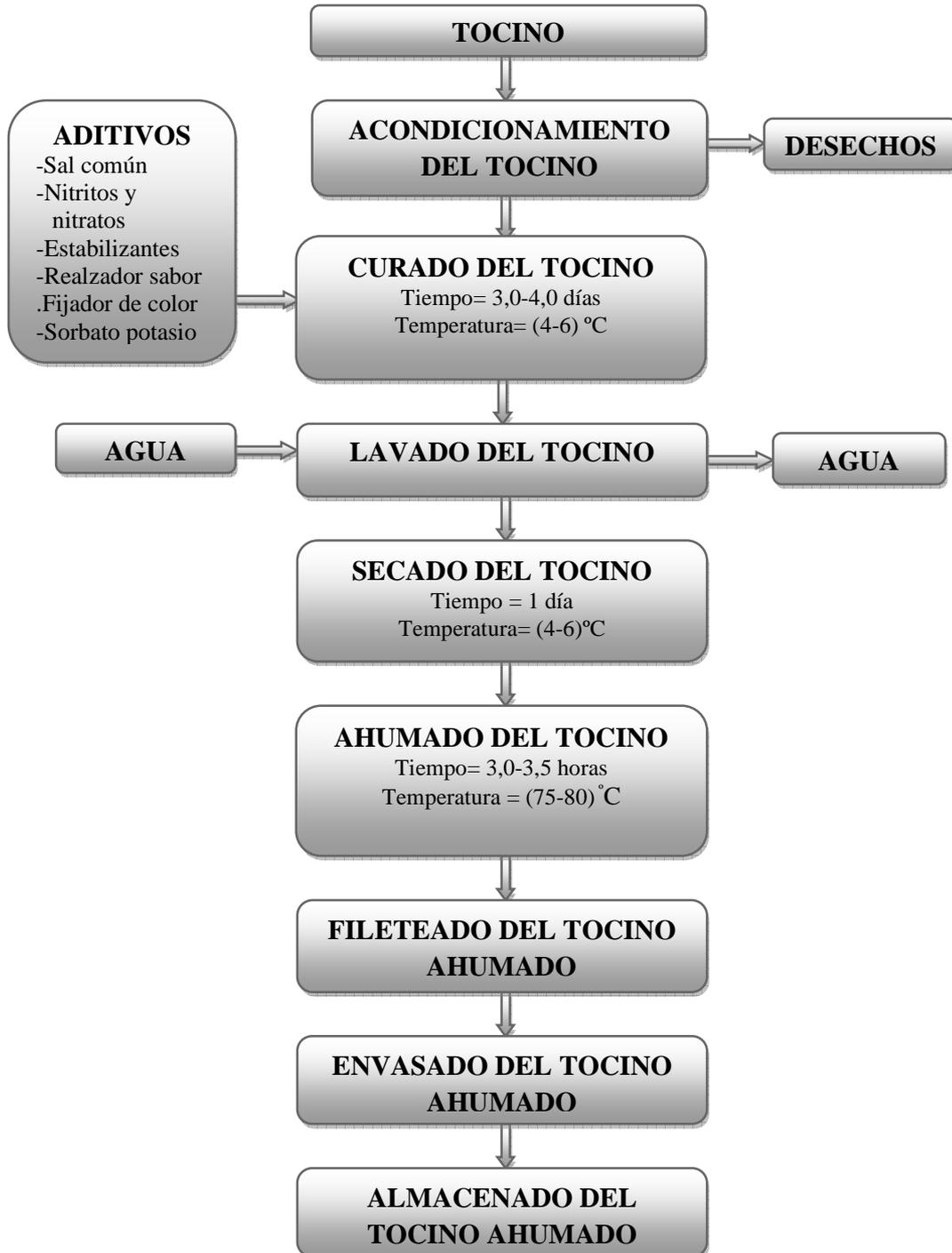
Insumos	Marca	Procedencia
Estabilizante 201/6	Dúas Rodas Industrial	Industria Brasileira
Realzador de color 404/1	Esencial S.R.L.	Tarija
Condimento para jamón 616/1	Dúas Rodas Industrial	Industria Brasileira
Cura 101	Esencial	Tarija
Sorbato de potasio	Esencial	Tarija
Fijador de color 302	Dúas Rodas Industrial	Tarija
Sal común (NaCl)	Rosario	Potosí

Fuente: Elaboración propia

3.4.-PROCESO DE ELABORACIÓN DE TOCINO AHUMADO DE CERDO

En la figura 3.1, se muestra el diagrama de bloques del proceso de elaboración de tocino ahumado modificado de Dúas Rodas, 1996.

Figura 3.1
Diagrama de bloques del proceso de elaboración de tocino ahumado



Fuente: Elaboración propia

3.4.1.- TOCINO

Se utilizó tocino de cerdo adquirirá en el Mercado Campesino de la ciudad de Tarija, proveniente de cerdos producido en granjas instaladas en Monte Agudo del departamento de Chuquisaca. Para tal efecto, se procedió a evaluar la calidad organoléptica de la panceta de cerdo, como ser color, olor y textura.

3.4.2.- ACONDICIONAMIENTO DEL TOCINO

La limpieza del tocino, consistió a lavar (con agua potable) y cortado con un cuchillo de acero inoxidable para eliminar impurezas como ser restos de sangre, venas, tejido conectivo, etc.

Una vez acondicionado el tocino, se coloca en un recipiente de plástico o de acero inoxidable (mediano); ya que el pH desciende notablemente en la carne y puede reaccionar con los metales (ollas de aluminio, cobre, etc.).

3.4.3.- CURADO DEL TOCINO

Para realizar el curado en seco, se tomó en cuenta (Solís, 2005) que se refiere a modificar el tocino de tal manera que afecta su conservación de sabor, color y blandura; debido a los ingredientes de curado que se añaden pueden modificar estos aspectos. Para realizar el proceso de curado de la panceta de cerdo a nivel experimental, se procedió a realizar la dosificación (Dúas Rodas, 1996) para la elaboración de 904g de tocino, se utiliza la siguiente cantidad de aditivos:

- 1) Tocino de cerdo = 904g
- 2) Sal común = 36,16g
- 3) Nitrato y nitrito de sodio = 0,26g
- 4) Estabilizantes = 1,16g
- 5) Saborizante de Jamón + realzador de sabor = 2.02g

6) Fijador de color = 1,80g

7) Sorbato potasio = 0,62g

Los ingredientes para el curado, se agregan a la carne sin adicionar agua (seco). Este método, consiste en que los ingredientes de curado extraen suficiente humedad de la panceta para formar una salmuera que sirve para transportar los ingredientes dentro de la carne por difusión (Solís, 2005). A nivel experimental, se procedió a mezclar los aditivos en un recipiente de plástico mediano en forma manual y frotando en todos los lados de la panceta (tocino de cerdo) de manera homogénea, con el fin de obtener una capa de sales de curado sobre el tocino para luego ser llevada al freezer a temperatura de refrigeración entre (4 a 6) °C por un tiempo de 3 a 4 días de curado.

3.4.4.- LAVADO DEL TOCINO

Se colocó el tocino de cerdo curado en una bandeja metálica mediana con el fin de eliminar el excedente de aditivos en la superficie de la panceta; utilizando agua potable en forma rápida para evitar un incremento del contenido de humedad de la panceta de cerdo y la posibilidad de desarrollo de microorganismos.

3.4.5.- SECADO DEL TOCINO

Una vez lavadas las piezas de tocino son llevadas al proceso de secado en frío; utilizando un freezer horizontal eléctrico, cuidando la temperatura entre (4-6) °C y por un tiempo de 1 día aproximadamente. Para (Solís, 2005), este periodo de secado favorece la fusión natural de las grasas de su protección adiposa, consiguiendo una distribución uniforme de las grasas y donde empieza a adquirir su sabor y aroma característico del tocino ahumado.

3.4.6.- AHUMADO DEL TOCINO

El proceso de ahumado del tocino, consistió en colocar el tocino curado en los ganchos de acero inoxidable y llevarlos al ahumador eléctrico; donde fueron colgados de manera vertical en las varillas dispuestas en el equipo. Posteriormente, se cierran las puertas de manera hermética y se procede al proceso de ahumado; introduciendo humo de madera de pino por un tiempo de 25 minutos a temperatura máxima de 100°C. Este humo, es generado por la incompleta combustión de viruta de la madera y llegando a una temperatura en el interior del equipo de 85°C, conjuntamente con el tocino cargado en el ahumador.

Este proceso, consistió en controlar que las piezas de tocino en el ahumador sean al interior de la panceta de 75°C, para un tiempo entre (3,0-3,5) horas que dura el proceso. Logrando que el humo, se deposite en la superficie del producto para lograr la acción conservante que garantice su sabor, color y textura característica de la madera.

3.4.7.- FILETEADO DEL TOCINO AHUMADO

El fileteado del tocino consistió, primeramente en desinfectar la cortadora de embutidos, mesa de trabajo y las pinzas para el envasado con alcohol etílico. Así mismo, utilizando guantes y barbijos desechables. Luego, se procedió a ajustar la abertura de la cuchilla de la cortadora eléctrica a 1mm de abertura. Luego, se procedió a filetear en forma manual el tocino ahumado en lonjas en forma longitudinal.

3.4.8.- ENVASADO DEL TOCINO AHUMADO

Para realizar el envasado del tocino ahumado (producto) se utilizó envases de polietileno de baja densidad, previamente preparadas en bolsas de tamaños de

(10x22) cm. Luego se procede a introducir manualmente las lonjas de tocino ahumado en los envases preparados, para luego ser cerrados en una envasadora al vacío eléctrica; con el fin garantizar la presencia de oxígeno y coadyuvar en la conservación del producto.

3.4.9.- ALMACENADO DEL PRODUCTO

Una vez envasado el tocino ahumado, se procedió a almacenar en una heladera eléctrica a temperatura entre (4-7) °C; con el propósito de conservar el producto.

3.5.- METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Para la metodológica de obtención del presente trabajo de investigación, se tomó en cuenta los aspectos: propiedades fisicoquímicas de la panceta de cerdo, propiedades fisicoquímicas del tocino ahumado, propiedades microbiológicas del tocino ahumado, propiedades organolépticas del tocino ahumado y el diseño factorial para el proceso de elaboración de tocino ahumado.

3.5.1.- PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA PANCETA DE CERDO Y DEL PRODUCTO TERMINADO

En la tabla 3.2, se muestran los análisis fisicoquímicos de la panceta de cerdo y del producto terminado; realizado en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo CEANID; dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Juan Misael Saracho.

Tabla 3.2
Análisis fisicoquímico de la panceta y producto terminado

Parámetros	Unidad de medida
Proteína total	%
Carbohidratos	%
Humedad	%
Cenizas	%
Fibra	%
Grasa	%
Valor energético	%

Fuente: CEANID, 2011

3.5.1.1.-NORMAS Y MÉTODOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

En la tabla 3.3 se muestran las normas y métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas.

Tabla 3.3
Normas y métodos para las propiedades fisicoquímicas

Componentes	Norma	Método
Proteína total	NB 466-81	Volumétrico
Carbohidratos	Cálculo	Cálculo
Humedad	NB 028-88	Gravimétrico
Cenizas	NB 075-74	Gravimétrico
Fibra	Manual CEANID	Gravimétrico
Grasa	NB 103-75	Gravimétrico
Valor energético	Cálculo	Cálculo

Fuente: CEANID, 2011

3.5.2.- PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DEL TOCINO AHUMADO

En la 3.4, se muestra los parámetros microbiológicos del producto terminado; los cuales fueron realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo CEANID.

Tabla 3.4
Propiedades microbiológicas del producto terminado

Parámetros	Norma	Unidades	Método
Coliformes totales	NB 32005	NMP/g	Tubos múltiples
Coliformes fecales	NB 32005	NMP/g	Tubos múltiples
Salmonella	NB 32007	p/a/25g	Recuento de placa fluidas

Fuente: CEANID, 2011

3.5.3.- PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LOS ALIMENTOS

La evaluación sensorial de los alimentos, se constituye en la actualidad como una de las más importantes herramientas para el logro del desenvolvimiento de actividades de la industria alimentaria. Así pues, por su aplicación en el control de calidad y de procesos, en el diseño y desarrollo de nuevos productos y en la estrategia de lanzamientos de los mismos al mercado, la hace, sin duda alguna, el copartícipe del desarrollo y avance mundial de la alimentación (Ureña, D'arrigo, 1999).

El análisis sensorial puede ser definido como el método experimental mediante el cual los jueces perciben y califican, caracterizando las propiedades sensoriales de muestras adecuadamente presentadas, bajo condiciones preestablecidas y bajo un patrón de evolución acorde al posterior análisis estadístico (Ureña, D'arrigo, 1999).

3.5.3.1.- EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR EL PROCESO DE TOCINO AHUMADO

En la etapa del proceso de tocino ahumado de cerdo, se laboraron ocho muestras para determinar el proceso de elaboración de tocino ahumado. Para tal efecto, se utilizaron diecinueve jueces no entrenados a través de un test (Anexo C.1) de escala hedónica para evaluar el atributo de color, aroma, sabor y textura.

3.5.3.2.-EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

Para realizar evaluación sensorial de producto terminado (tocino ahumado) se laboró una muestra de tocino ahumado. Para tal efecto, se utilizaron doce jueces no entrenados a través de un test (Anexo C.2) de escala hedónica para evaluar el atributo de color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad.

3.6.- DISEÑO FACTORIAL

El diseño experimental, es la planificación nacional sistemática y metodología de las experiencias a realizar de manera que se pueda obtener los resultados, el máximo de información con el número mínimo de experimentos (Montgomery, 1991).

El diseño factorial aplicada al proceso, nos permite manejar las variables en el tiempo; además de minimizar los costos durante el elaboración (Montgomery, 1991).

Para realizar el siguiente trabajo de investigación aplicada, se utilizó un diseño factorial según (Ramírez, 2007).

$$2^k \qquad \text{Ecuación (3.1)}$$

Donde:

2 = Número de niveles de la variables

K = Número de variables

Código de niveles:

- Nivel alto (+)
- Nivel bajo (-)

3.6.1.- DISEÑO FACTORIAL PARA EL PROCESO DE TOCINO AHUMADO

En el proceso de elaboración de tocino ahumado, se utilizó un diseño factorial; según la ecuación (3.1) con los siguientes factores y niveles de variación:

- 2 niveles de tiempo de curado (C)
- 2 niveles de tiempo de ahumado (A)
- 2 niveles de temperatura de ahumado (T)

Para tal efecto, se tiene que la ecuación (3.1) desarrollada (ecuación 3.2) del diseño factorial en el proceso de elaboración de tocino ahumado.

$$2^k = 2 \times 2 \times 2 = 2^3 = \text{Tratamientos o ensayos} \quad \text{Ecuación (3.2)}$$

En la tabla 3.5, se muestran los niveles de variación de los factores del proceso de elaboración de tocino ahumado a nivel experimental.

Tabla: 3.5
Niveles de las variables de los factores del proceso de tocino ahumado

Factores	Nivel inferior	Nivel superior
C	3,0 días	4,0 días
A	3,0 horas	3,5 horas
T	75 °C	80 °C

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.6, se muestra el diseño factorial para el proceso de elaboración de tocino ahumado.

Tabla: 3.6
Diseño factorial para el proceso de tocino ahumado

Corridas	Combinaciones tratamientos	Factores			Interacción de los efectos				Y _i
		C	A	T	C*A	C*T	A*T	C*A*T	
1	(1)	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	y ₁
2	C	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	y ₂
3	A	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	y ₃
4	C*A	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	y ₄
5	T	-1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	y ₅
6	C*T	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	y ₆
7	A*T	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	y ₇
8	C*A*T	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	y ₈

Fuente: Elaboración propia

Donde: Y_i contenido de humedad en porcentaje (%).

4.1.- PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA PANCETA DE CERDO

Los análisis de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima, se realizó en el laboratorio CEANID perteneciente del Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

En la tabla 4.1, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos de la panceta de cerdo, realizado en el CEANID, que son detallados en el (Anexo E).

Tabla 4.1
Composición fisicoquímica de la panceta de cerdo

Parámetros	Unidad	Valores
Ceniza	%	0,68
Fibra	%	0,0
Hidratos de carbonó	%	2,69
Materia grasa	%	44,49
Humedad	%	45,37
Proteína total (N+6.25)	%	6,77
Valor energético	Kcal/100g	438,25

Fuente: CEANID, 2011

Como se puede observar en la tabla 4.1, los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la panceta de cerdo, se tiene un contenido de ceniza del 0,68%, fibra 0,0%, hidratos de carbono 2,69%, materia grasa 44,49%, humedad 45,37%, proteína total 6,77% y valor energético de 438,25 Kcal/100g

4.2.- CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE TOCINO AHUMADO

Para caracterizar las variables de tocino ahumado, se procedió a tomar en cuenta la metodología, seguida por (Dúas Rodas, 1996); ya que no existe en el mercado local este tipo de producto disponible como muestra patrón. Para tal efecto, se tomó en cuenta la elaboración de ocho muestras del proceso de elaboración de tocino ahumado hasta producto terminado. La descripción de las variables de las muestras elaboradas, se detallan a continuación:

- M1:** (3,0 días de curado, 3,0 horas de ahumado a 75°C de temperatura)
- M2:** (3,0 días de curado, 3,0 horas de ahumado a 80°C de temperatura)
- M3:** (3,0 días de curado, 3,5 horas de ahumado a 75°C de temperatura)
- M4:** (3,0 días de curado, 3,5 horas de ahumado a 80°C de temperatura)
- M5:** (4,0 días de curado, 3,0 horas de ahumado a 75°C de temperatura)
- M6:** (4,0 días de curado, 3,0 horas de ahumado a 80°C de temperatura)
- M7:** (4,0 días de curado, 3,5 horas de ahumado a 75°C de temperatura)
- M8:** (4,0 días de curado, 3,5 horas de ahumado a 80°C de temperatura)

En tal sentido, se realizó un análisis sensorial de las muestras elaboradas de tocino ahumado, con la finalidad de identificar diferencias entre los productos elaborados a través de jueces no entrenados para los atributos de color, aroma, sabor y textura.

4.2.1.- EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR EL PROCESO DE TOCINO AHUMADO

En la tabla 4.2, se muestran los promedios obtenidos en la evaluación sensorial para los atributos de color, aroma, sabor y textura. En base a diecinueve jueces no entrenados, con datos extraídos del (Anexo A.2) para los atributos de color, aroma, sabor y textura para el proceso de tocino ahumado.

Tabla 4.2
Resultados promedio de la evaluación sensorial del proceso de tocino ahumado

Muestras	Atributos sensoriales (escala hedónica)			
	Color	Aroma	Sabor	Textura
M1	7,26	7,21	7,26	7,21
M2	6,89	7,10	6,78	6,73
M3	6,10	6,68	6,73	6,68
M4	6,05	6,89	6,94	7,10
M5	7,15	7,10	7,10	6,78
M6	7,05	6,89	6,89	6,68
M7	7,00	6,78	6,89	6,94
M8	7,05	6,89	7,00	6,89
Promedio	6,81	6,94	6,94	6,87

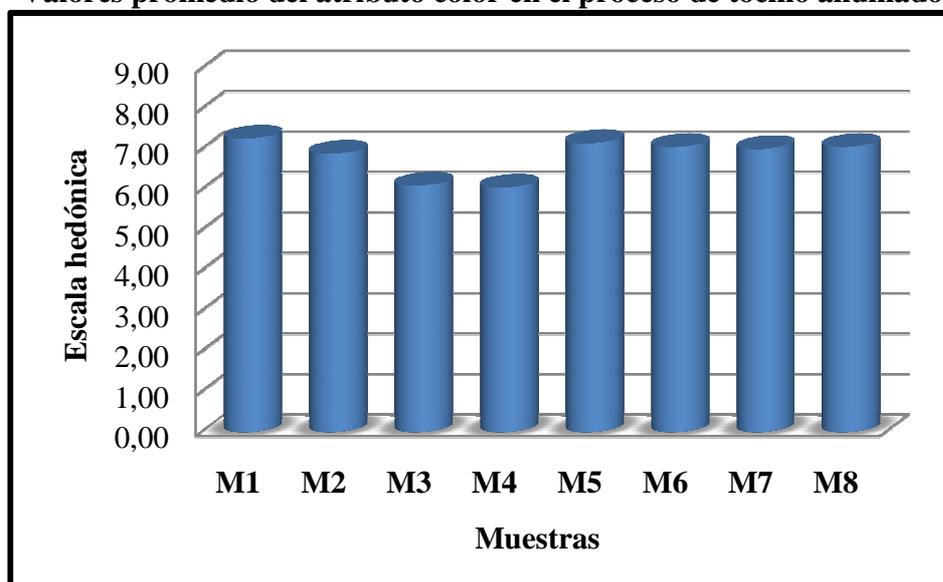
Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos de la tabla 4.2, se procedió a interpretar en forma gráfica y analítica de los diferentes atributos sensoriales analizados.

4.2.2.- EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR EN EL PROCESO DE TOCINO AHUMADO

En la figura 4.1, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo color en el proceso de elaboración de tocino ahumado con datos extraídos de la tabla 4.2.

Figura 4.1
Valores promedio del atributo color en el proceso de tocino ahumado



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.1, se puede observar que las muestras de mayor aceptación por los jueces son M1=7,26; M5=7,15; M8=7,05; M6=7,05; M7=7,00 en escala hedónica; en comparación a las muestras M2=6,89; M3=6,10 y M4=6,05, que son menores.

4.2.2.1.- PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO COLOR PARA EL PROCESO DE TOCINO AHUMADO

En la tabla 4.3, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de datos extraídos (Anexo A.1) para el atributo color.

Tabla 4.3
Prueba de Duncan para el atributo color en el proceso de tocino ahumado

Tratamientos	Análisis de los valores	Significancia
M1-M5	0,11<0,5726	No Significativo
M1-M6	0,21<0,6019	No Significativo
M1-M8	0,21<0,6223	No Significativo
M1-M7	0,26<0,6369	No Significativo
M1-M2	0,37<0,6486	No Significativo
M1-M3	1,16>0,6583	Significativo
M1-M4	1,21>0,6664	Significativo
M5-M6	0,10<0,5726	No Significativo
M5-M8	0,10<0,6019	No Significativo
M5-M7	0,15<0,6223	No Significativo
M5-M2	0,26<0,6369	No Significativo
M5-M3	1,05>0,6486	Significativo
M5-M4	1,10>0,6583	Significativo
M6-M8	0,00<0,6664	No Significativo
M6-M7	0,05<0,5726	No Significativo
M6-M2	0,16<0,6019	No Significativo
M6-M3	0,95>0,6223	Significativo
M6-M4	1,00>0,6369	Significativo
M8-M7	0,05<0,6486	No Significativo
M8-M2	0,16<0,6583	No Significativo
M8-M3	0,95>0,6664	Significativo
M8-M4	1,00>0,5726	Significativo
M7-M2	0,11<0,6019	No Significativo
M7-M3	0,90>0,6223	Significativo
M7-M4	0,50<0,6369	No Significativo
M2-M3	0,79>0,6486	Significativo
M2-M4	0,84>0,6583	Significativo
M3-M4	0,05<0,6664	No Significativo

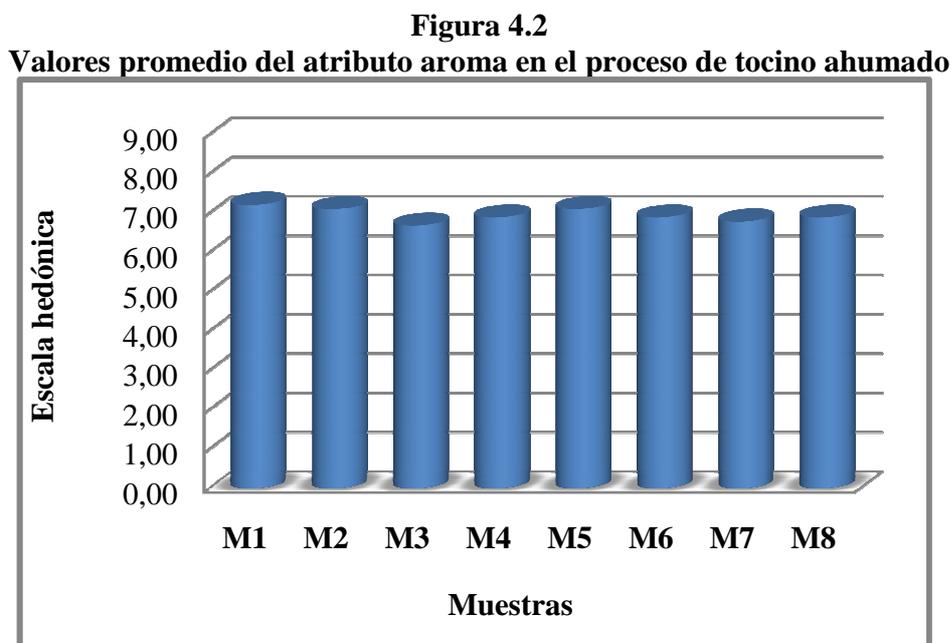
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.3, se observa que si existe evidencia estadística entre los tratamientos (M1-M3, M1-M4, M5-M3, M5-M4, M6-M3, M6-M4, M8-M3, M8-M4, M7-M3, M2-M3, M2-M4) que son significativos en comparación a las muestras (M1-M5, M1-M6, M1-M8, M1-M7, M1-M2, M5-M6, M5-M8, M5-M8, M5-M7, M5-M2, M6-M8, M6-M7, M6-M2, M8-M7, M8-M2, M7-M2, M7-M4, M3-M4) que no son significativos para un límite de confianza del 95%. Pero

analizando la preferencia de los jueces por la muestra M1 (3,0 días de curado, 3,0 horas de ahumado a 75°C de temperatura) con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó como la mejor opción en cuanto se refiere al atributo color en el proceso de tocino ahumado.

4.2.3.- EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA EN EL PROCESO DE TOCINO AHUMADO

En la figura 4.2, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo aroma en el proceso de elaboración de tocino ahumado con datos extraídos de la tabla 4.2.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.2, se puede observar que las muestras de mayor aceptación por los jueces son M1=7,21; M2=7,10; M5=7,10; en escala hedónica; en comparación a las muestras M4= 6,89; M6= 6,89; M8= 6,89, M7= 6,78 y M3= 6,68, que son menores.

4.2.3.1.- ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO AROMA PARA EL PROCESO DE TOCINO AHUMADO

En la tabla 4.4, se observa el análisis de varianza del atributo aroma para el proceso de tocino ahumado; extraído del (Anexo: A.4).

Tabla 4.4
Análisis de varianza del atributo aroma para determinar el proceso de tocino ahumado

Fuente de variación (FV)	SC	GL	CM	F _{CAL}	F _{TAB}
Entre muestras	4,21	7	0,601	0,870	2,0796
Entre jueces	48,3289	18	2,6849	3,886	1,6826
Error	87,0311	126	0,6907		
Total	139,57	151			

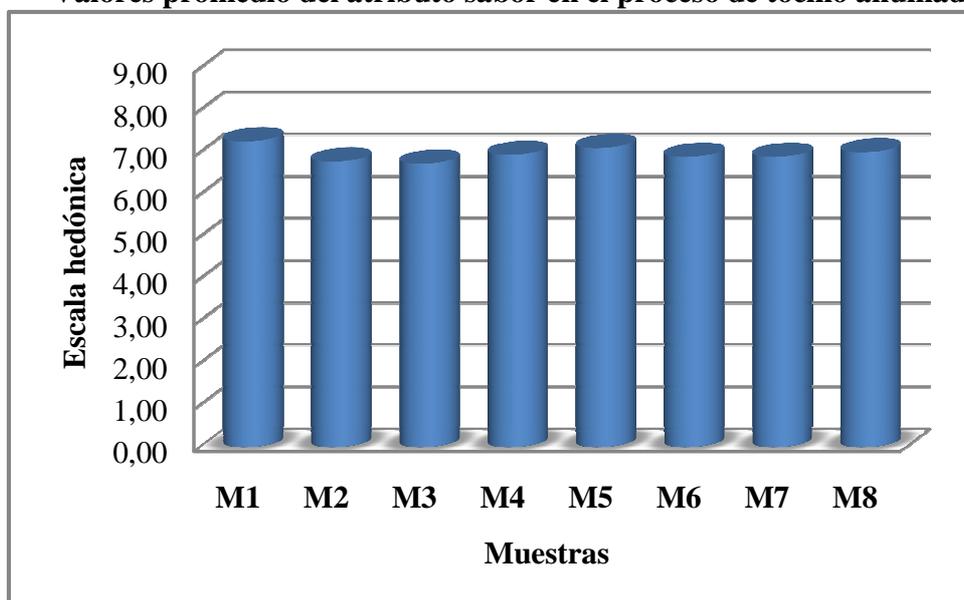
Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4.4, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,870 < 2,0796$) para los tratamientos se acepta la hipótesis planteada. Por lo que demuestra que no existen diferencias significativas entre muestras del atributo aroma para un nivel de significancia $p < 0,05$. Pero tomando en cuenta los resultados del análisis sensorial, realizado por los jueces con mayor preferencia por la muestra M_1 (3,0 días de curado, 3,0 horas de ahumado a $75^{\circ}C$ de temperatura), con mayor aceptación en escala hedónica para el atributo aroma, como la mejor opción.

4.2.4.- EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR EN EL PROCESO DE TOCINO AHUMADO

En la figura 4.3, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo sabor en el proceso de elaboración de tocino ahumado con datos extraídos de la tabla 4.2.

Figura 4.3
Valores promedio del atributo sabor en el proceso de tocino ahumado



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.3, se puede observar que las muestras de mayor aceptación por los jueces son M1 = 7,26; M5 = 7,10; M8 = 7,00 y M4 = 6,94, en escala hedónica; en comparación a las muestras M6 = 6,89; M7 = 6,89; M2 = 6,78 y M3 = 6,73, que son menores

4.2.4.1.- ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR PARA EL PROCESO DE TOCINO AHUMADO

En la tabla 4.4, se observa el análisis de varianza del atributo sabor para el proceso de tocino ahumado; extraído del (Anexo: A.5).

Tabla 4.5
Análisis de varianza del atributo sabor para determinar el proceso de ahumado

Fuente de variación	SC	GL	CM	F _{CAL}	F _{TAB}
Entre muestras	3,835	7	0,547	0,7159	2,0796
Entre jueces	103,552	18	5,752	7,528	1,6826
Error	96,283	126	0,764		
Total	203,67	151			

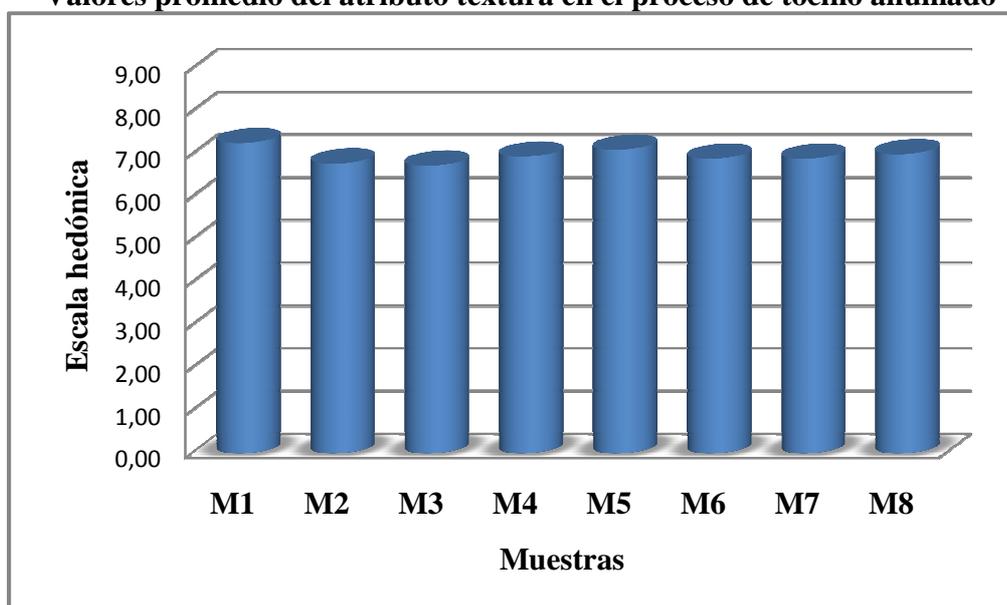
Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4.5, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,7159 < 2,0796$) para los tratamientos se acepta la hipótesis planteada. Por lo que demuestra que no existen diferencias significativas entre muestras del atributo sabor para un nivel de significancia $p < 0,05$. Pero tomando en cuenta los resultados del análisis sensorial, realizado por los jueces con mayor preferencia por la muestra M_1 (3,0 días de curado, 3,0 horas de ahumado a 75°C de temperatura) con mayor aceptación en escala hedónica para el atributo sabor, como la mejor opción.

4.2.5.- EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA EN EL PROCESO DE TOCINO AHUMADO

En la figura 4.4, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo textura en el proceso de elaboración de tocino ahumado con datos extraídos de la tabla 4.2.

Figura 4.4
Valores promedio del atributo textura en el proceso de tocino ahumado



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.3, se puede observar que las muestras de mayor aceptación por los jueces son $M_1 = 7,26$; $M_5 = 7,10$; $M_8 = 7,00$ y $M_4 = 6,94$, en escala hedónica; en

comparación a las muestras M6 = 6,89; M7 = 6,89; M2 = 6,78 y M3 = 6,73, que son menores.

4.2.5.1.- ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA EL PROCESO DE TOCINO AHUMADO

En la tabla 4.6, se observa el análisis de varianza del atributo textura para el proceso de tocino ahumado; extraído del (Anexo: A.6).

Tabla 4.6
Análisis de varianza del atributo textura para determinar el proceso de ahumado

Fuente de variación	SC	GL	CM	F _{CAL}	F _{TAB}
Entre muestras	5,1315	7	0,733	0,967	2,0796
Entre jueces	69,118	18	3.839	5,064	1,6826
Error	95,61	126	0,758		
Total	169,86	151			

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4.6, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,967 < 2,0796$) para los tratamientos se acepta la hipótesis planteada. Por lo que demuestra que no existen diferencias significativas entre muestras del atributo textura para un nivel de significancia $p < 0,05$. Pero tomando en cuenta los resultados del análisis sensorial, realizado por los jueces con mayor preferencia por la muestra M₁ (3,0 días de curado, 3,0 horas de ahumado a 75°C de temperatura) con mayor aceptación en escala hedónica para el atributo textura, como la mejor opción.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación sensorial, la muestra M1 obtuvo mayor puntuación por los jueces en los atributos de color (7,26), aroma (7,21), sabor (7,26) y textura (7,21). Por lo tanto, el mejor proceso de ahumado consistió en 3,0 días de curado, 3,0 horas de ahumado y temperatura de ahumado de 75 °C para la muestra M1.

4.3.- DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE TOCINO AHUMADO

Para determinar la humedad del producto en el proceso de elaboración de tocino ahumado, se realizó tomando en cuenta el diseño factorial (tabla 3.6) con los niveles de variación (tabla 3.5); donde la variable media fue el contenido de humedad y los resultados se muestran en la tabla 4.7.

Tabla 4.7
Diseño factorial en función del contenido de humedad

Corridas	Combinación	Factores			Réplica I	Réplica II	Respuestas Yi
		C	A	T			
1	1	-1	-1	-1	40,51	58,10	98,61
2	C	+1	-1	-1	52,10	40,15	92,25
3	A	-1	+1	-1	36,53	39,23	75,76
4	C*A	+1	+1	+1	34,90	40,22	75,12
5	T	-1	-1	-1	30,81	37,30	68,11
6	C*T	+1	-1	+1	38,24	46,21	84,45
7	A*T	-1	+1	+1	28,93	28,43	57,36
8	C*A*T	+1	+1	+1	35,27	35,12	70,39
Total							622,05

Fuente. Elaboración propia

En base a los resultados de la tabla 4.7, se procedió a realizar el análisis de varianza de los valores del contenido de humedad (tabla 4.8) para un diseño experimental de 2^3 ; extraídos de la tabla B.2.3 y (Anexo B.1).

Tabla 4.8
Análisis de varianza para las variables del proceso de tocino ahumado

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
Total	928,862	15			
Factor C	31,276	1	31,276	0,8428	5,32
Factor A	262,359	1	262,359	7,0700	5,32
Interacción C.A	0,3630	1	0,3630	0,0097	5,32
Factor T	235,852	1	235,852	6,3550	5,32
Interacción C.T	82,673	1	82,673	2,2279	5,32
Interacción A.T	14,3830	1	14,3830	0,3876	5,32
Interacción C.A.T	5,096	1	5,096	0,1373	5,32
Error experimental	296, 860	8	37,107		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.8, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,8428 < 5,32$) para el factor (tiempo de curado); lo cual se acepta la H_p y no existe evidencia estadística de variación de este factor en el proceso de tocino ahumado ($p < 0,05$).

Como se puede observar en la tabla 4.8, $F_{cal} > F_{tab}$, para los factores A (tiempo de ahumado) y T (temperatura de ahumado); lo cual se rechaza la H_p evidenciando que existe diferencia significativa entre los factores analizados para $p < 0,05$.

En la interacción de los factores CA (tiempo de curado-tiempo de ahumado), en la interacción de los factores CT (tiempo de curado-temperatura de ahumado); interacción AT (tiempo de ahumado-temperatura de ahumado) e interacción CAT (tiempo de curado-tiempo de ahumado-temperatura de curado); lo cual se acepta la H_p ; ya que ($F_{cal} < F_{tab}$) y no existe evidencia estadística para ($p < 0,05$).

En tal sentido, se puede decir que los factores tiempo de ahumado y temperatura de ahumado son importantes en el proceso de elaboración de tocino ahumado y no así el factor tiempo de curado; en relación al contenido de humedad.

4.4.- CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO

Para caracterizar el producto terminado, se tomó en cuenta los siguientes aspectos: Análisis fisicoquímico, análisis microbiológico y análisis sensorial.

4.4.1.- ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL PRODUCTO TERMINADO

En la tabla 4.9, se muestran los resultados del análisis fisicoquímico del producto terminado; realizado en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.9
Composición fisicoquímica del producto terminado

Parámetros	Unidad	Valores
Ceniza	%	5,05
Fibra	%	0,0
Hidratos de carbonó	%	0,67
Materia grasa	%	25,16
Humedad	%	51,92
Proteína total (N+6.25)	%	17,20
Valor energético	Kcal/100g	297,92

Fuente: CEANID, 2011

Como se puede observar en la tabla 4.9, los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del producto terminado, tiene un contenido de ceniza del 5,05%, fibra 0,0%, hidratos de carbono 0,69%, materia grasa 25,16%, humedad 51,92%, proteína total 17,20% y valor energético de 297,92kcal/100g.

4.4.2.- ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO TERMINADO

La tabla 4.10, se muestra los resultados de los análisis microbiológicos del producto terminado realizados en el Centro de análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.10
Resultado del análisis microbiológico del producto terminado

Tipo	Unidad	Valores
Coliformes fecales	NMP/g	0
Coliformes totales	NMP/g	0
Salmonella	p/a/25g	ausencia

Fuente: CEANID 2011

Como se puede observar en la tabla 4.10, los resultados obtenidos del análisis microbiológico del producto terminado presenta: coliformes fecales (0 NMP/g), coliformes totales (0 NMP/g) y ausencia de salmonella (p/a/25g); lo que demuestra que es un producto seguro para ser consumido.

4.4.3.- EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

En la tabla 4.11, se muestra la evaluación sensorial del producto terminado que se realizó con un panel de degustación compuesto de doce jueces no entrenados, los cuales calificaron los atributos: color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad de los resultados obtenidos del (Anexo A.7).

Tabla 4.11
Evaluación sensorial promedio de los atributos para el producto terminado

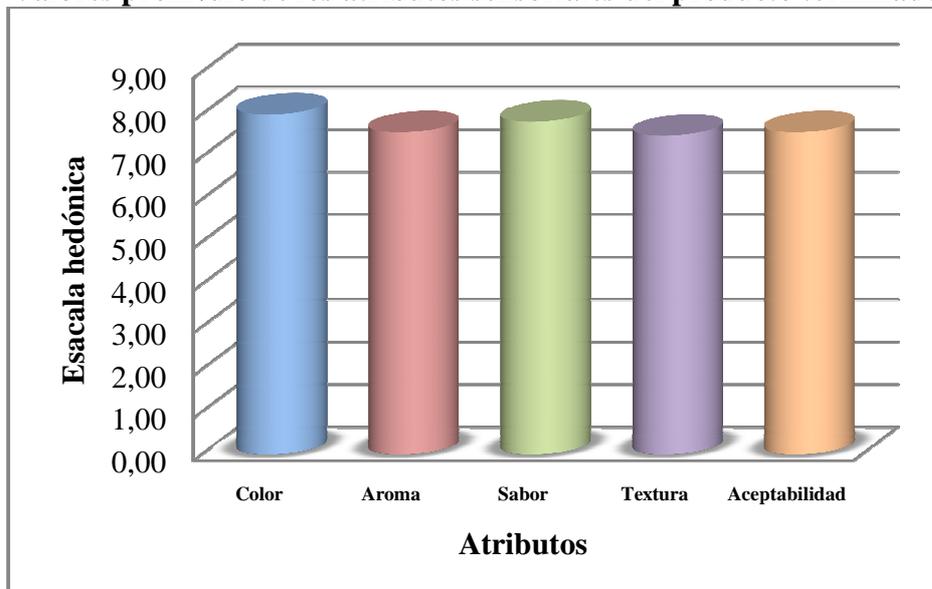
Producto terminado	Atributos sensoriales				
	Color	Aroma	Sabor	Textura	Aceptabilidad
PT	8,00	7,58	7,83	7,50	7,58

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos de la tabla 4.11, se procedió a interpretar en forma gráfica y analítica los diferentes atributos sensoriales del producto terminado.

En la figura 4.5, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial de los atributos del producto terminado con los datos extraídos de la tabla 4.11.

Figura 4.5
Valores promedio de los atributos sensoriales del producto terminado



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.5, se puede observar que los atributos con mayor aceptación por los jueces fueron color (8,00) y sabor (7,83) en escala hedónica; en comparación con el aroma (7,58), aceptabilidad (7,58) y textura (7,50), que son menores. Por lo que el producto presenta una importante aceptación organoléptica.

4.4.3.1.- ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS ATRIBUTOS PARA EL PROCESO DE TOCINO AHUMADO

En la tabla 4.12, se observa el análisis de varianza de los atributos para el proceso de tocino ahumado; extraído del (Anexo: A.7).

Tabla 4.12
Análisis de varianza de los atributos del producto terminado

Fuente de variación	SC	GL	CM	F _{CAL}	F _{TAB}
Entre muestras	2,10	4	0,525	1,875	2,055
Entre jueces	9,80	11	0,89	3,17	2,055
Error	12,70	44	0,28		
Total	24,60	59			

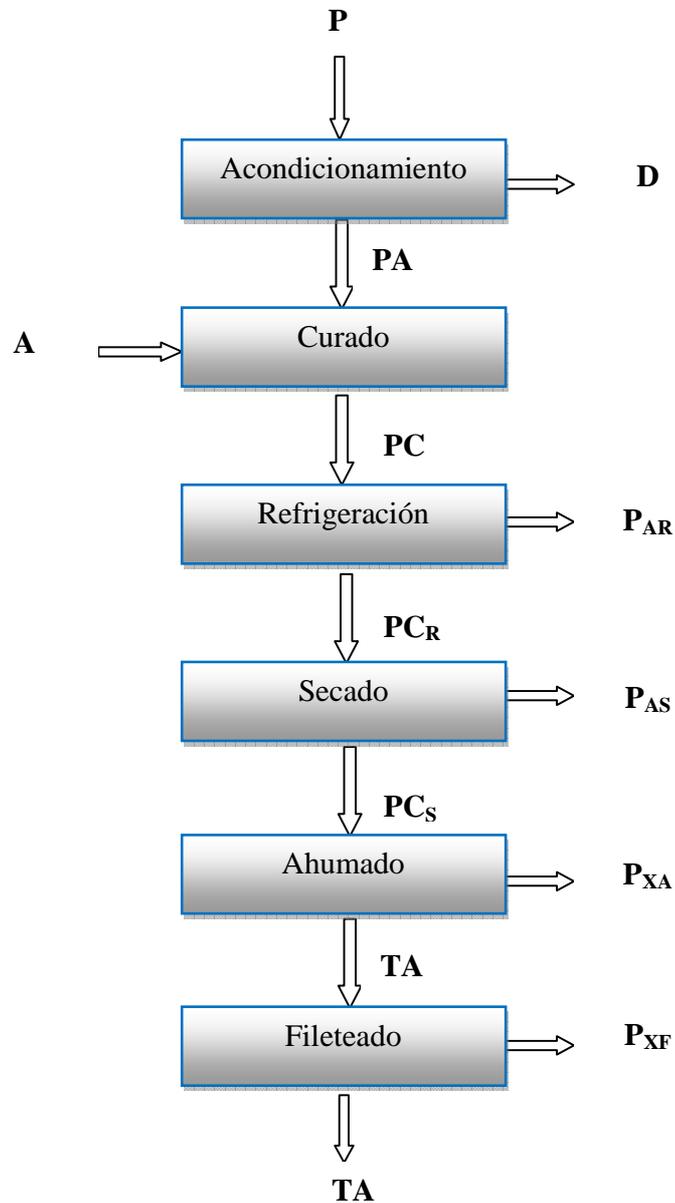
Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4.12, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,875 < 2,055$) para los atributos se acepta la hipótesis planteada. Por lo que demuestra que no existen diferencias significativas entre los atributos de color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad para un nivel de significancia $p < 0,05$.

4.5.- BALANCE DE MATERIA EN LA ELABORACIÓN DE TOCINO AHUMADO

En la figura 4.6, se muestra el diagrama de bloques general del balance de materia para el proceso de elaboración de tocino ahumado.

Figura 4.6
Diagrama de bloques general del balance de materia para el proceso de elaboración de tocino ahumado



Donde:

- P = Cantidad de panceta de cerdo (950g)
- D = Cantidad de despojos (g)
- PA =Cantidad de panceta acondicionada (g)
- A = Cantidad aditivos (g)
- PC = Cantidad de panceta curada (g)

- P_{AR} = Cantidad de pérdida de agua por refrigeración (g)
- PC_R = Cantidad de panceta curada refrigerada (g)
- P_{AS} = Cantidad de pérdida de agua durante el secado (g)
- PC_S = Cantidad de panceta curada y secada (g)
- P_{XA} = Cantidad de pérdida de agua durante el ahumado (g)
- P_{XF} = Cantidad de pérdida de tocino durante el fileteado (g)
- TA = Cantidad de tocino ahumado (g)

Datos:

$$P = 950g$$

$$D = 46g$$

$$A = 43,36g$$

$$P_{AR} = 8g$$

$$P_{AS} = 4,36g$$

$$P_{XA} = 140,25g$$

$$P_{XF} = 0,76g$$

Realizando el balance general de materia en el proceso de elaboración de tocino ahumado.

$$P+A = D + P_{AR} + P_{AS} + P_{XA} + P_{XF} + TA \quad \text{Ecuación (4.1)}$$

Reordenado la ecuación (4.1)

$$TA = (P+A) - (D + P_{AR} + P_{AS} + P_{XA} + P_{XF}) \quad \text{Ecuación (4.2)}$$

$$TA = (950 + 43,36) - (46 + 8 + 4,36 + 140,25 + 0,76)$$

$$TA = (993,36) - (199,37)$$

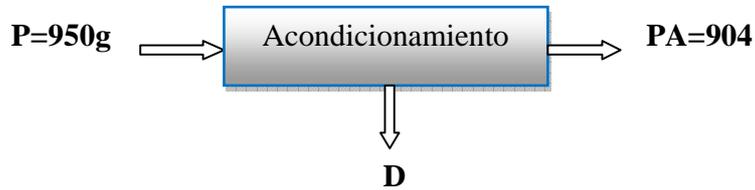
$$TA = 793,99g \text{ cantidad de tocino ahumado}$$

4.5.1.-BALANCE DE MATERIA EN EL ACONDICIONAMIENTO DE LA PANCETA DE CERDO

En la figura 4.7, se observa el proceso de acondicionamiento de la materia prima, para realizar el balance de materia con los siguientes datos obtenidos.

Figura 4.7

Balance de materia en el proceso de acondicionamiento de la panceta de cerdo



Donde:

- **P** = Cantidad de panceta de cerdo (g)
- **PA** = Cantidad de panceta acondicionada (g)
- **D** = Cantidad de despojos (g)

Datos:

$$P = 950g$$

$$PA = 904g$$

$$D = ?$$

- Balance de materia en el proceso de acondicionamiento

$$P = PA + D \quad \text{Ecuación (4.3)}$$

Reordenando la ecuación (4.3):

$$D = P - PA \quad \text{Ecuación (4.4)}$$

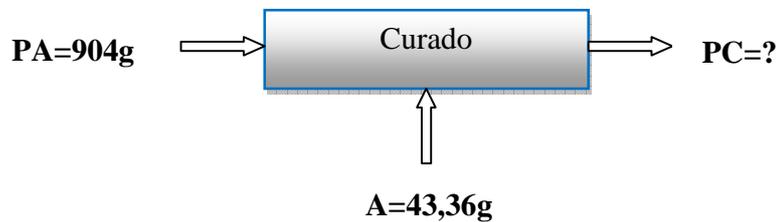
$$D = (950 - 904) g$$

$$D = 46g \text{ de pérdida de despojos durante el acondicionamiento}$$

4.5.2.-BALANCE DE MATERIA EN EL CURADO DE LA PANCETA DE CERDO

En la figura 4.8, se observa el proceso de curado de la materia prima, para realizar el balance de materia con los siguientes datos obtenidos.

Figura 4.8
Balance de materia en el proceso de curado



Donde:

- **PA** = Cantidad de panceta acondicionada (g)
- **PC** = Cantidad de panceta curada (g)
- **A** = Cantidad de aditivos (g)

Datos:

PA = 904g

PC = ?

A = 43,36g

- Balance de materia en el proceso de curado:

$$PA + A = PC \quad \text{Ecuación (4.5)}$$

Reordenando la ecuación (4.5):

$$PC = PA + A \quad \text{Ecuación (4.6)}$$

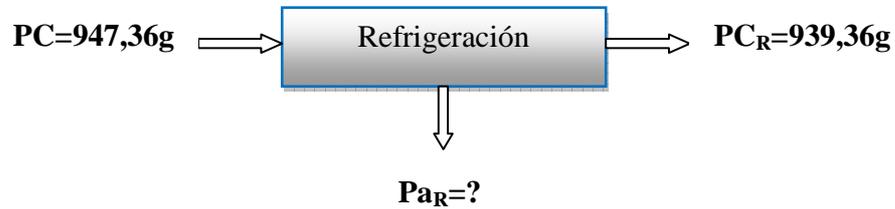
$$PC = (904 + 43,36) \text{ g}$$

PC = 947,36g cantidad de panceta curada

4.5.3.-BALANCE DE MATERIA EN LA REFRIGERACIÓN DE LA PANCETA DE CERDO

En la figura 4.9, se observa el proceso de refrigeración de la materia prima, para realizar el balance de materia con los siguientes datos obtenidos.

Figura 4.9
Balance de materia en el proceso de refrigeración



Donde:

- **PC** = Cantidad de panceta curada (g)
- **PC_R** = Cantidad de panceta curada y refrigerada (g)
- **Pa_R** = Cantidad de pérdida de agua en la refrigeración (g)

Datos:

$$PC = 947,36g$$

$$PC_R = 939,36g$$

$$Pa_R = ?$$

- Balance de materia en el proceso de refrigeración:

$$PC = PC_R + Pa_R \quad \text{Ecuación (4.7)}$$

Reordenando la ecuación (4.7):

$$Pa_R = PC - PC_R \quad \text{Ecuación (4.8)}$$

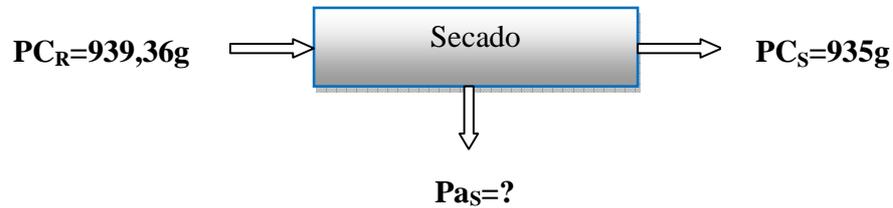
$$Pa_R = (947,36 - 939,36) g$$

$$Pa_R = 8,00g \text{ de pérdida de agua en la refrigeración}$$

4.5.4.-BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE SECADO DE LA PANCETA DE CERDO

En la figura 4.10, se observa el proceso de secado de la materia prima, para realizar el balance de materia con los siguientes datos obtenidos.

Figura 4.10
Balance de materia en el proceso de secado



Donde:

- PC_R = Cantidad de panceta curada y refrigerada (g)
- PC_S = Cantidad de panceta curada y secada (g)
- Pa_S = Cantidad de pérdida de agua durante el secado (g)

Datos:

$$PC_R = 939,36g$$

$$PC_S = 935g$$

$$Pa_S = ?$$

- Balance de materia en el proceso de secado:

$$PC_R = PC_S + Pa_S \quad \text{Ecuación (4.9)}$$

Reordenando la ecuación (4.9):

$$Pa_S = PC_R - PC_S \quad \text{Ecuación (4.10)}$$

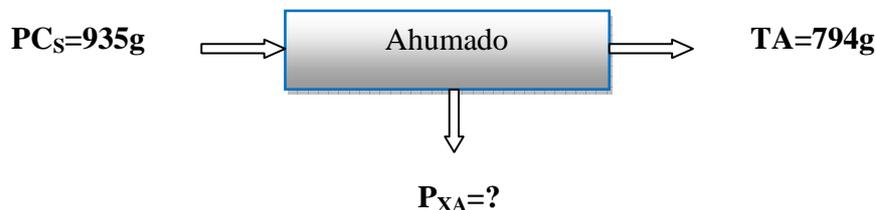
$$Pa_S = (939,36 - 935) g$$

$$Pa_S = 4,36g \text{ de pérdida de agua durante el secado}$$

4.5.5.-BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE AHUMADO DE LA PANCETA DE CERDO

En la figura 4.11, se observa el proceso de ahumado de la materia prima para realizar el balance de materia con los siguientes datos obtenidos.

Figura 4.11
Balance de materia en el proceso de ahumado



Donde:

- **PC_S** = Cantidad de panceta curada y secada
- **TA** = Cantidad de tocino ahumado
- **P_{XA}** = Cantidad de pérdida de agua durante el ahumado

Datos:

$$PC_S = 935g$$

$$TA = 794g$$

$$P_{XA} = ?$$

- Balance de materia en el proceso de ahumado:

$$PC_S = TA + P_{XA} \quad \text{Ecuación (4.11)}$$

Reordenando la ecuación (4.11):

$$P_{XA} = PC_S - TA \quad \text{Ecuación (4.12)}$$

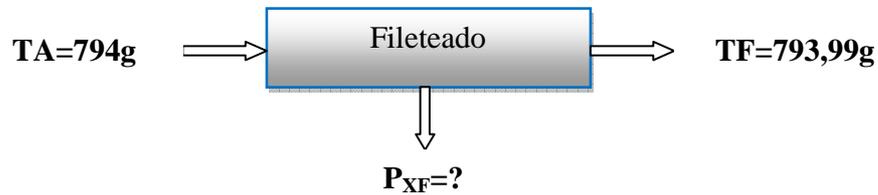
$$P_{XA} = (935 - 794) g$$

$$P_{XA} = 140,25g \text{ de pérdida de agua durante el ahumado}$$

4.5.6.-BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE FILETEADO DEL TOCINO AHUMADO

En la figura 4.12, se observa el proceso de fileteado de la materia prima para realizar el balance de materia con los siguientes datos obtenidos.

Figura 4.12
Balance de materia en el proceso de fileteado



Donde:

- **TA** = Cantidad de tocino ahumado (g)
- **TF** = Cantidad de tocino fileteado (g)
- **P_{XF}** = Cantidad de pérdida de tocino ahumado en el fileteado (g)

Datos:

$$\mathbf{TA} = 794\text{g}$$

$$\mathbf{TF} = 793,99\text{g}$$

$$\mathbf{P_{XF} = ?}$$

- Balance de materia en el proceso de fileteado:

$$\mathbf{TA} = \mathbf{TF} + \mathbf{P_{XF}} \quad \text{Ecuación (4.13)}$$

Reordenando la ecuación (4.13):

$$\mathbf{P_{XF}} = \mathbf{TA} - \mathbf{TF} \quad \text{Ecuación (4.14)}$$

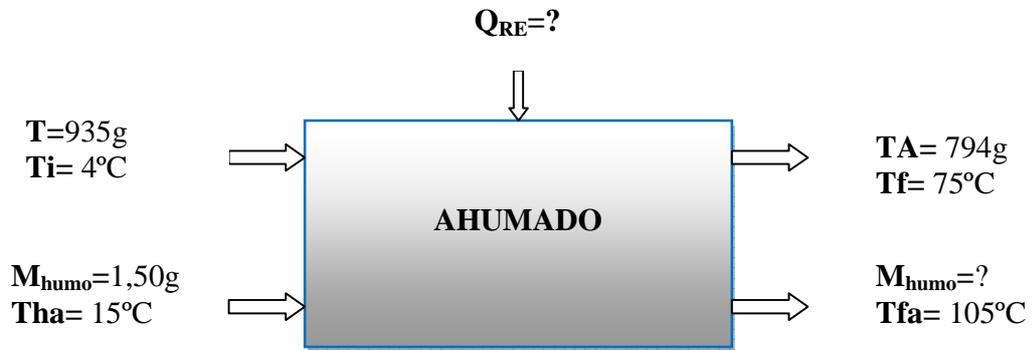
$$\mathbf{P_{XF}} = (794 - 793,99) \text{ g}$$

$$\mathbf{P_{XF}} = \mathbf{0,76\text{g de pérdida de tocino ahumado durante el fileteado}}$$

4.5.7.- BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE AHUMADO DE LA PANCETA DE CERDO

En la figura 4.13, se observa el proceso de ahumado de la panceta curada para realizar el balance de energía con los siguientes datos obtenidos.

Figura 4.13
Balance de energía en el proceso de ahumado



Donde:

- **T**= Tocino (g)
- **TA**=Tocino ahumado (g)
- **T_i**=Temperatura inicial del tocino (°C)
- **T_f**=Temperatura final del tocino °C
- **M_{humo}**= Cantidad de masa del humo (g)
- **T_{ha}**=Temperatura inicial del humo (°C)
- **T_{fa}**=Temperatura final del humo (°C)
- **Q_{RE}**=?

Para determinar la cantidad de calor que cede durante el proceso de ahumado, se utilizó la ecuación (4.15), y ecuación (4-16); citada por (Valiente, 1994).

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T \quad \text{Ecuación (4-15)}$$

$$Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{ganado}} \quad \text{Ecuación (4-16)}$$

Q = Cantidad de calor (Kcal)

m = Cantidad de masa del humo (Kg)

C_p = Capacidad calorífica del humo (Kcal/Kg°C)

ΔT = Temperatura del humo (°C)

Para calcular el volumen del ahumador se midió las dimensiones del equipo:

Altura= 1,90m; Ancho= 1,95m; Largo= 0,93m

Según (Kurt, 1995), para calcular el volumen:

$$V = a * b * c$$

Ecuación (4-17)

$$V = (1,90 * 1,95 * 0,93) \text{ m}$$

$$\text{Volumen del ahumador} = 4,78 \text{ m}^3$$

Para calcular la densidad del humo se tomó en cuenta la composición porcentual del aserrín del pino (Barreiro, 2011), como se muestra en la tabla 4.13.

Tabla 4.13
Composición porcentual del humo de aserrín de pino

Componente	Porcentaje %
Carbonó	50,31
Hidrógeno	6,2
Nitrógeno	0,04
Oxígeno	43,08
H ₂ O	0,37

Fuente: Barreiro, 2011

Según (Valiente, 1994), la ecuación (4.18), para calcular la densidad:

$$\rho = \text{masa/volumen}$$

Ecuación (4-18)

Calculando la densidad porcentual para el carbonó

$$\rho_C = 1,50 \text{ kg} * 0,5031 / 4,78 \text{ m}^3 = 0,1578 \text{ kg/m}^3$$

Calculando la densidad porcentual para el hidrógeno

$$\rho_H = 1,50 \text{ kg} * 0,062 / 4,78 \text{ m}^3 = 0,0194 \text{ kg/m}^3$$

Calculando la densidad porcentual para el nitrógeno

$$\rho_N = 1,50 \text{ kg} * 0,0004 / 4,78 \text{ m}^3 = 0,000125 \text{ kg/m}^3$$

Calculando la densidad porcentual para el oxígeno

$$\rho_O = 1,50 \text{ kg} * 0,4308 / 4,78 \text{ m}^3 = 0,1351 \text{ kg/m}^3$$

Calculando la densidad porcentual para el H₂O

$$\rho_{H_2O} = 1,50 \text{ kg} * 0,0037 / 4,78 \text{ m}^3 = 0,00116 \text{ kg/m}^3$$

Calculando la densidad total del humo

$$\rho_{\text{total}} = 0,1578 \text{ kg/m}^3 + 0,0194 \text{ kg/m}^3 + 0,000125 \text{ kg/m}^3 + 0,1351 \text{ kg/m}^3 + 0,00116 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{total}} = 0,3138 \text{ kg/m}^3$$

Para determinar la masa del humo, se reordeno la ecuación (4.18), la masa del humo

$$\text{➤ } m = \rho V \quad \text{Ecuación (4-19)}$$

$$m = (0,3138 * 4,78)$$

$$\mathbf{m = 1,49 \text{ kg de humo}}$$

Calculando el calor específico de gases y vapores en función de la ecuación (4.20) según (Lewis, 1993).

$$\text{➤ } C_p = a + bT + cT^2 + dT^3 \quad \text{Ecuación (4-20)}$$

Donde: a, b y c son constantes características de los gases y la temperatura (T) absoluta.

En la tabla 4.14, se muestra los valores para las constantes para algunos gases más comunes y permiten la determinación del calor específico, para un amplio rango de temperaturas.

Tabla 4.14
Valor de las constantes a, b y c para determinar el Cp de los gases

Gas	a	10 ² b	10 ³ c	10 ⁵ d	10 ⁹ e	Rango de temperatura °K
Hidrógeno	29,09	-0,1916	-	0,40	-0,870	273-1,8000
Nitrógeno	27,32	0,6226	-	0,0950	-	273-3,800
Oxígeno	25,46	1,519	-	-0,7150	1,311	273-1800
Carbonó	1,1771	-	0,771	-0,867	-	273-Tmáxima
Agua	32,22	0,1920	-	1,054	-3,594	273-1,8000

Fuente: Lewis, 1993

Remplazando datos a la ecuación (4.20), y remplazando el Cp para el carbono (C).

$$C_{pC} = 1,1771 + 0,771 \times 10^{-3}(378) - 0,867 \times 10^{-5}(378)^2$$

$$C_{pC} = 1,771 + 0,2914 - 1,2388$$

$$C_{pC} = 0,8236/24$$

$$C_{pC} = 0,034 \text{ kJoule/kg}^\circ\text{K}$$

En la tabla 4.15, se muestra los resultados del calor específico para los componentes del aserrín de pino.

Tabla.4.15
Calor específico de los componentes del humo

Componente	Cp (KJ/kg°K)
Carbonó	0,034
Hidrógeno	1,445
Nitrógeno	1,064
Oxígeno	0,945
Agua	1,903

Fuente: Elaboración propia

Calculando la capacidad calorífica molar de la mezcla del humo según (Smith et al, 1997)

$$\text{Cp}_{\text{mezcla}} = y_A \text{Cp}_A + y_B \text{Cp}_B + y_C \text{Cp}_C \quad \text{Ecuación (4.21)}$$

Donde: Cp_A , Cp_B , y Cp_C son las capacidades caloríficas molares de A, B y C puras en estado de gas ideal.

Remplazando los componentes en la ecuación (4.21), tenemos:

$$\text{Cp}_{\text{humo}} = y_C \text{Cp}_C + y_H \text{Cp}_H + y_N \text{Cp}_N + y_O \text{Cp}_O + y_{\text{H}_2\text{O}} \text{Cp}_{\text{H}_2\text{O}} \quad \text{Ecuación (4.22)}$$

Remplazando los datos a la ecuación (4.22), se tiene:

$$\text{Cp}_{\text{humo}} = 0,5031 * 0,034 + 0,062 * 1,445 + 0,0004 * 1,064 + 0,4308 * 0,945 + 0,037 * 1,903$$

$$\text{Cp}_{\text{humo}} = 0,5846 \text{ kJoule/kg}^\circ\text{K}$$

Calculo del Cp del tocino:

Relación entre el calor específico y la composición; según (Lewis, 1993).

$$C = m_a c_a + m_c c_c + m_p c_p + m_g c_g + m_z c_z \quad \text{Ecuación (4.23)}$$

Donde: m_a , m_c , m_p , m_g y m_z son las fracciones de masa de los respectivos componentes y c_a , c_c , c_p , c_g y c_z los calores específicos.

En la tabla 4.16, se muestran los valores para los calores específicos de los componentes del alimento.

Tabla 4.16
Calores específicos de componentes alimentarios

Compuestos	Cp (KJ/kg°K)
Agua	4,18
Carbohidratos	1,4
Proteína	1,6
Grasa	1,7
Ceniza	0,8

Fuente: Lewis, 1993

Remplazando datos a la ecuación (4.23), se tiene:

$$C = 0,5192(4,18) + 0,0067(1,4) + 0,1720(1,6) + 0,2516(1,7) + 0,0505(0,6)$$

$$C = 2,9229 \text{ KJoule/Kg}^\circ\text{C del tocino ahumado}$$

Remplazando los datos en la ecuación (4-15), tenemos:

$$\text{➤ } Q_{RE} = m_h * C_{p_h} * \Delta T_h + m_t * C_{p_t} * \Delta T_t \quad \text{Ecuación (4.24)}$$

Remplazando los datos a la ecuación (4.24) tenemos:

$$Q_{RE} = (1,499)\text{kg} * (0,5846)\text{Kjul/Kg}^\circ\text{C} * (105-15)^\circ\text{C} + (0,935)\text{Kg} * (2,9229)\text{Kjul/Kg}^\circ\text{C} * (75-4)^\circ\text{C}$$

$$Q_{RE} = (78,868 + 194,036) \text{ KJoule}$$

$$Q_{RE} = 272,904 \text{ K Joule} = 65,179 \text{ Kcal}$$

5.1.- CONCLUSIONES

En cuanto a la composición fisicoquímica de la panceta de cerdo, se tiene un contenido de cenizas 0,68%, fibra 0,0%, hidratos de carbono 2,69%, materia grasa 44,49%, humedad 45,37%, proteína total 6,77% y el valor energético de 438,25 Kcal/100g.

De acuerdo a la evaluación sensorial en el proceso de elaboración de tocino ahumado, se puede observar que los factores tiempo de curado (3,0-4,0) días, tiempo de ahumado (3,0-3,5) horas y temperatura de ahumado (75-80)°C, no existe evidencia estadística de variación en el proceso de elaboración de tocino ahumado para una $p < 0,05$; en tal forma se puede decir que la variación de los factores no influyen en el proceso de tocino ahumado para determinar la cantidad de humedad.

En el proceso de elaboración de tocino ahumado, se pudo constatar que la muestra de mayor aceptación por los diecinueve jueces no entrenados; para evaluar los atributos de color (7,26), aroma (7,21), sabor (7,26) y textura (7,21), resultando que la M1 (3,0 días de curado, 3,0 horas de ahumado a 75 °C de ahumado), obtuvo mayor aceptación en escala hedónica como el mejor proceso de elaboración de tocino ahumado. Tomando en cuenta los resultados del análisis de varianza y Duncan para los atributos con un límite de confianza del 99%.

Así mismo en el proceso de elaboración de tocino ahumado, se utilizó un diseño factorial de 2^3 donde se estableció las variables de tiempo de curado (3,0-4,0) días, tiempo de ahumado (3,0-3,5) horas y temperatura de ahumado (75-80) °C; en función del contenido de humedad. Estadísticamente, se observó para el factor C (tiempo de curado), se tiene $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,8428 < 5,32$), aceptando la hipótesis planteada; mientras que los factores A (tiempo de ahumado) y T (temperatura de ahumado), se tiene $F_{cal} > F_{tab}$ lo cual se rechaza la hipótesis evidenciando que existe diferencia significativa entre los factores analizados para $p < 0,05$. En los factores CA (tiempo de

curado-tiempo de ahumado), $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,0097 < 5,32$) para la interacción de los factores (tiempo de curado-tiempo de ahumado); lo cual se acepta la H_0 y no existe evidencia estadística de variación entre los factores temperatura-tiempo en el proceso de elaboración de tocino para una ($p < 0,05$).

En el proceso de elaboración del producto terminado se tuvo una evaluación sensorial en base a 12 jueces no entrenados para evaluar los atributos de color (8,00), aroma (7,58), sabor (7,83), textura (7,50) y aceptabilidad (7,58) en escala hedónica; por lo que el producto presenta una importante aceptación organoléptica, estadísticamente se observó que $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,875 < 2,055$) para los atributos se acepta la hipótesis planteada. Lo que demuestra que las muestras pueden ser elegidas entre los atributos de color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad para un nivel de significancia $p < 0,05$.

De acuerdo a la composición fisicoquímica del tocino ahumado realizada, se tiene cenizas 5,05%, fibra 0,0%, hidratos de carbono 0,67%, materia grasa 25,16%, humedad 51,92%, proteína total 17,20%, valor energético 297,92 Kcal /100g,

De acuerdo al análisis microbiológico del tocino ahumado realizado, se tiene coliformes totales 0 NMP/g, coliformes fecales 0NMP/g y ausencia de salmonella (p/a/25g), por lo demuestra que es un producto seguro para ser consumido.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda usar maderas blancas y blandas como ser el nogal; debido que estas en su composición química contienen menos sustancias tóxicas para la elaboración del tocino ahumado, ya que este producto adquiere sabor y olor característico de la madera durante el proceso de ahumado.

Se recomienda realizar la elaboración de tocino ahumado por el proceso de curado en seco por el motivo que hay menos cantidad de humedad en el tocino ahumado, y no

en solución debido a existe mayor proliferación de los microorganismos lo cual reduce la vida útil del producto.

Se recomienda diseñar un equipo de ahumado que funcione a gas natural (GNC), con la finalidad de abaratar los costos del proceso de ahumado; ya que los mismos inciden directamente en el consumo de energía eléctrica.