

I. INTRODUCCION

La producción mundial de pato se acercará a 4.4 millones de toneladas en 2013 y a 4.6 millones de toneladas en 2015. Durante la década del 2000 al 2010 la producción creció a una tasa promedio anual de 3.4%, desarrollándose a partir de 2.9 millones de toneladas hasta superar las 4 millones toneladas. El total de 2010 significó algo del 4% de la producción mundial de carne de aves (FAO, 2013).

Al analizar el desglose de la producción nacional de carne de ave en la de pollo, pavo y pato, se puede ver fácilmente que la carne de pollo, con una contribución del 88%, domina la producción con 1'009,599 t., seguida por la carne de pavo con 5,265 t. representando el 7%, y la de pato con 3,008 t. que representa el 4% (MINAG, 2011).

El pato criollo (*Cairina moschata*) es considerado una de las especies nativas de las culturas andinas, la cual fue domesticada junto a otras pocas especies y actualmente, además de formar parte de la biodiversidad del Perú en cuanto al aporte de alimentos, es considerado como una parte importante de la producción nacional en cuanto a recursos genéticos nativos se refiere, ya que su producción representa el 27 % después de la de alcapa, llama y vicuña (Brack, 2004).

El pato está en la mesa desde tiempos prehispánicos y, actualmente, más de mil años después se elaboran gran variedad de productos a base de pato con sabores especiales como: prosciutto (pechuga de pato ahumada), musciame (pechuga de pato ahumado envasada con aceite de oliva), magret (pechuga de

pato curada y ahumada), salame (mezcla de pato, cerco y grasa) y otros (Affumicato Gourmet, 2011).

Se han realizado investigaciones de caracterización bioquímica en patos; además se ha trabajado en la formación y caracterización de más de 4 líneas de patos destinándolas para su consumo como carne y para materia prima base de productos procesados las cuales están en proceso de validación (INIA, 2006).

El ahumado es una técnica culinaria que consiste en someter alimentos a humo proveniente de fuegos realizados de maderas de poco nivel de resina. Durante el proceso de ahumado, el humo que proviene de la madera quemada, tales como algarrobo, eucalipto, caoba, abedul, fresno y mangle, contienen compuestos químicos que inhiben las bacterias, mientras el calor del fuego produce el secado y cocción de la carne, previniendo el crecimiento de bacterias y la acción de enzimas. El ahumado además, da el color y sabor específicos de la carne, que es el objetivo principal de dicho proceso (Rehbronn y Rutkowski, 1989).

El ahumado da como resultado carnes muy sabrosas. El uso de un ahumador es un modo de impregnar un sabor natural de humo a los cortes grandes de carnes, aves enteras y filetes. Esta técnica de cocción lenta permite también que la carne se mantenga suave (USDA, 2011).

Dada la importancia que está tomando la carne de pato y productos ahumados en la alimentación humana a nivel mundial y nacional, la presente tesis tiene la finalidad de estudiar los combustibles vegetales y tiempos para el ahumado de carne de pato criollo

(*Cairina moschata*) y su influencia sobre sus características de calidad.

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto de tres tipos de combustible vegetal (coronta de maíz, roble y algarrobo) y tres tiempos de ahumado (3, 4 y 5 horas) sobre la aceptabilidad general y recuento de mesófilos aerobios en carne de pato criollo (*Cairina Moschata*) ahumada?

Los objetivos propuestos fueron:

- Evaluar el efecto del tipo de combustible vegetal y tiempo de ahumado sobre la aceptabilidad general y recuento de mesófilos aerobios sobre carne de pato criollo (*Cairina Moschata*) ahumada.
- Determinar el tipo de combustible vegetal y el tiempo de ahumado más adecuado para lograr una mayor aceptabilidad general y un menor recuento de mesófilos aerobios sobre carne de pato criollo (*Cairina Moschata*) ahumada.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Pato criollo

El pato pertenece al orden Anseriformes, familia Anatidae, en la que también se incluyen los cisnes y los gansos. Es un animal rústico, excepcionalmente resistente a las condiciones climáticas. Los objetivos de su producción son múltiples, incluyendo la carne, el paté, los huevos y las plumas. Desde un punto de vista económico, la producción de carne es la principal producción en patos (FIA, 2008).

El pato posee un pico aplanado y pies palmeados que indican que se trata de un ave acuática. Es un ave polígama, como la gallina o el pavo. A diferencia de otras aves de granja, el pato doméstico conserva muchas de las características heredadas de su ancestro salvaje, el ánade real. Ello le hace ser un animal muy resistente capaz de vivir al aire libre, sin embargo, necesita del ser humano para alimentarse (Vergara, 2010).

Entre sus características generales se mencionan: presenta carúnculas en la cabeza y cara y un acusado dimorfismo sexual; el macho pesa entre un 30 y un 50% más que la hembra. Las diferencias en crecimiento entre sexos se inician a las 3 semanas de vida, por lo que deben criarse separadamente. Este tipo de pato tolera las altas temperaturas mejor que el pato común y el periodo de incubación de los huevos está en torno a los 35 días. Pato criollo se utiliza para la producción de carne y los ciclos de producción son más largos que para el Pekín (9 a 10 semanas para las hembras y 11 a 12 semanas para los machos). El crecimiento de la pechuga es más tardío que el crecimiento de los muslos, de forma que en los machos la pechuga sigue creciendo hasta las 10-11 semanas (Lázaro y otros, 2004).

2.1.1. Origen

La mayor parte de razas de pato doméstico provienen directamente del pato salvaje o también llamada ánade real cuya domesticación se remonta más de 3000 años atrás. De hecho, en la época de los romanos, el pato ya se criaba con fines alimenticios, para aprovechar su carne.

El actual pato doméstico peruano o denominado pato criollo es de origen peruano, incaico, mochica, de Lambayeque (Ferreñafe). La

utilidad del pato criollo como animal doméstico se basa en su gran resistencia (Vergara, 2010).

2.1.2. Composición

La carne de pato puede ser una de las carnes de aves más calóricas si se come con piel, porque en ella se acumula gran cantidad de grasa. Si se retira la piel, su aporte de grasas es mucho menor, en torno al 6 por ciento, muy similar al de las carnes magras. La grasa de los patos es fundamentalmente de naturaleza subcutánea, actuando como aislante térmico. Sin embargo, el porcentaje de grasa intramuscular es bajo. Al momento del sacrificio la grasa representa en torno al 30% de la canal en fresco (superior al 60% sobre materia seca), mientras que en pollos sólo llega al 15%. Sin embargo, la grasa abdominal representa tan sólo el 2% del peso del pato, valor similar al del pollo. Estos datos confirman que en el pato el principal problema relacionado con la grasa son los depósitos subcutáneos, que no pueden ser eliminados durante el procesado si el pato va destinado a mercado de canales enteras (FEDNA, 2004).

La carne de pato destaca por su contenido de proteínas de buena calidad y su aporte vitamínico. En la carne de pato sobresalen las vitaminas hidrosolubles, sobre todo tiamina, riboflavina, niacina y vitamina B12. En cuanto a minerales, esta carne supone una buena fuente de hierro de fácil absorción, fósforo y zinc, todos los componentes antes mencionados se muestran en el Cuadro 1 (FIA, 2008).

**Cuadro 1. Composición de la carne de pato
(por 100 gramos de porción comestible)**

Componente	Carne de pato
Energía (cal)	326.00
Agua (g)	54.30
Proteína (g)	16.00
Grasa (g)	28.60
Calcio (mg)	15.00
Fosforo (mg)	188.00
Hierro (mg)	1.80
Vit. B ₁ Tiamina (mg)	0.10
Vit. B ₂ Riboflavina (mg)	0.24
Niacina (mg)	5.60

Fuente: Collazos y otros (1993).

2.2. Curado de carnes

2.2.1. Curado seco

En la primera etapa del curado seco, la carne no disfruta aún de la protección de los ingredientes curantes contra el deterioro causado por los microorganismos, sobre todo en el centro de las piezas, a donde los ingredientes del curado llegan por un proceso de difusión. Para limitar, en especial durante esa primera etapa del proceso, el crecimiento microbiano y, consecuentemente, el deterioro de la carne, ésta debe mantenerse a baja temperatura. Cuanto más alta

sea la temperatura, más rápida será la difusión de las sales hacia el interior de las piezas, pero más rápido será también el crecimiento microbiano (Andújar, 2009).

De hecho, si la temperatura de la carne se mantiene por encima de 4°-5°C, casi seguramente ocurrirá deterioro antes de que la concentración de los ingredientes en el interior de las piezas sea suficientemente alta para brindar una protección efectiva. Por otra parte, si se baja mucho la temperatura, el crecimiento de los microorganismos se hará mucho más lento, pero la difusión se producirá también con gran lentitud (Andújar, 2009).

Así mismo el riesgo de deterioro microbiano de la carne es demasiado grande y serio, especialmente en el curado seco, en el que el proceso de penetración de las sales de cura es más lento (18 días para la elaboración de jamones), las piezas de carne se mantienen a temperaturas de 2°-4°C durante las primeras etapas del proceso. Debe considerarse que la carne sometida a curado llega al proceso después de haber recibido una preparación primaria: despique de las canales, recorte y conformación de las piezas. Todo esto conlleva una manipulación considerable, con el correspondientemente alto grado de contaminación microbiana. La mezcla de frotación empleada en el curado seco, generalmente, contiene sal, nitrato y azúcar. Aunque se puede usar nitrito, se considera que hay tiempo de sobra durante el largo proceso de curado, para la reducción del nitrato a nitrito. No se recomiendan los ascorbatos ni los fosfatos (Andújar, 2009).

Aunque el curado seco se usó originalmente, y se usa preferentemente ahora, para elaborar jamones secos o

crudos, del tipo del jamón serrano español o el prosciutto italiano, a veces se usa conjuntamente con la inyección de salmuera. La tecnología llamada en “cura seca” para la producción de jamones, no se orienta a la obtención de un jamón seco o crudo, sino de un jamón jugoso, ahumado en caliente hasta alcanzar cocción completa (Andújar, 2009).

2.2.2. Curado húmedo

Al procedimiento del curado seco le siguió la introducción de la inmersión en salmuera, un método que se usó comercialmente durante muchos años, aunque por razones obvias es mucho más útil en el caso de piezas pequeñas, como lenguas y lacones, que en el de piernas o paletas, en las que la limitada velocidad de penetración de la cura impone restricciones de orden microbiológico (Andújar, 2009).

Una tendencia natural que acompaña al uso de salmueras de curado es la de reutilizar éstas. Si sólo una pequeña parte de la sal presente en la salmuera penetra en definitiva al producto, se percibe una buena posibilidad de disminuir los costos de elaboración evitando desperdiciar las sales sobrantes al descartar la salmuera. Aunque el reúso de las salmueras plantea numerosos inconvenientes higiénicos, mucho mejor evitarlo. Vale la pena, pues, asegurar la calidad de los productos, lo cual garantiza un buen empleo de la materia prima cárnica, aunque esto represente invertir algo más en aditivos e ingredientes (Andújar, 2009).

En el empeño por acortar los procesos, acelerando la penetración de la cura en las piezas y mejorando su distribución, la introducción de la inyección representó

probablemente el mayor salto tecnológico hacia los procedimientos de curado rápido, base de las tecnologías actuales de elaboración de este tipo de productos (Andújar, 2009).

La fórmula porcentual de una salmuera típica de inyección para este proceso se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición de salmuera para curado

Componente	Porcentaje (%)
Sal	10,0
Azúcar	3,0
Agua	87,0

Fuente: Andújar, 2009

Para Andújar (2009) los principales efectos del curado son:

a. Efecto de la sal

El cloruro de sodio o sal común es uno de los ingredientes básicos y esenciales en toda mezcla curante. Su efecto es doble: por una parte, reduce la actividad de agua del medio, para lo cual es sumamente eficaz, comparada con otros solutos, pero además tiene un efecto inhibitor por sí.

Algunas de las relaciones más interesantes del agua se ponen de manifiesto en el curado por inmersión de la carne en una salmuera, un proceso que ha sido estudiado con atención desde hace muchos años: al comienzo del curado por inmersión, parte del agua de la carne es extraída hacia la salmuera, debido a la mayor presión osmótica de la

salmuera, arrastrando consigo proteínas solubles de la carne. Más tarde, el flujo invierte su sentido, ya que el cloruro que difunde desde la salmuera hacia el interior de la carne forma un complejo con las proteínas cárnicas, que provoca un aumento de la presión osmótica en el interior del producto, por encima del nivel en la salmuera. Por otra parte, el aumento de la concentración de cloruro de sodio en el interior de la carne, causa una reducción en la actividad de agua de la misma. Es por eso que, a una concentración suficientemente alta de sal, se inhibe el crecimiento microbiano y el posterior deterioro de la carne curada. Como otra consecuencia, también de gran trascendencia tecnológica, de la asociación de iones cloruro a las moléculas de proteína, se experimenta un aumento de la capacidad de retención de agua de la carne, que se debe al desplazamiento del punto isoeléctrico de las proteínas a valores inferiores al normal (pH aproximadamente igual a 5,4).

b. Nitrito y nitrato

Para suplir estas deficiencias, se complementa el efecto de la sal en el proceso de curado con la adición de nitrito y/o nitrato sódico. Originalmente se usaba nitrato de potasio (salitre) en el curado de la carne, pero desde finales del siglo pasado se descubrió que el efecto deseado era producido no por el nitrato, sino por el nitrito que se formaba a partir de él.

Cuando se usa el nitrato (NO_3), las enzimas microbianas (nitrorreductasas) reducen el nitrato a nitrito, por lo que el empleo del nitrito implica una vía más directa de obtención del ingrediente activo que reacciona con los pigmentos de la

carne. El nitrito tiene varias funciones en el curado de la carne:

- 1) estabilizar el color del tejido magro;
- 2) contribuir a las características de sabor de la carne curada
- 3) inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos, y en particular del temido *Clostridium botulinum*

El propósito original de la adición de nitrito parece haber sido la estabilización del color, debido al atractivo color rosáceo, estable al tratamiento térmico importante para la aceptabilidad de los productos cárnicos curados.

2.3. Ahumado

El ahumado puede considerarse como una fase del tratamiento térmico de la carne que persigue su desecación y madurado o como un proceso que imparte un aroma característico. Otros efectos deseables logrados con el ahumado son: mejorar el color de la masa de la carne, obtener brillo en la parte externa y ablandar ligeramente la carne (Jiménez, 2001).

En el ahumado el producto alimenticio es sometido a la acción de los productos gaseosos que se desprenden de la combustión de ciertos vegetales, logrando el desarrollo de olor y aromas característicos. Busca aumentar el tiempo de vida del producto tratado, presentación de nuevas cualidades gustativas y un medio de presentación del producto (Paltrinieri y Meyer, 2000).

2.3.1. Características generales del ahumado

La producción del color en las carnes ahumadas depende del grado de humedad de su superficie. Los mejores resultados se dan trabajando con humo a humedad relativa de 65-70% que corresponde a un 12-15% de humedad en las capas exteriores de las carnes. La superficie lustrosa atrae al consumidor. Este brillo se produce en las carnes grasas como consecuencia de una delgada capa oleosa a nivel superficial (Mafart, 1994).

El aroma formado en los productos ahumados es el resultado de la acción conjunta de los constituyentes del humo, calor y sal; puesto que todos inducen a cambios físicos y químicos en el alimento. En la actualidad se ha comprobado que los compuestos del humo que desempeñan un papel principal en su aroma son los compuestos fenólicos como el siringol, guayacol y sus derivados (Andújar, 2009).

El ahumado favorece la conservación de los alimentos, por impregnación de sustancias químicas conservadoras del humo mediante una acción combinada de estos conservadores y el calor durante el proceso del ahumado y por la acción deshidratadora ejercida en su superficie (Jiménez, 2001).

2.3.2. El proceso de ahumado

Preparación: se emplea carne fresca o congelada de buena calidad la cual debe ser limpiada con cuidado eliminando excesos de grasa, nervios y sangre.

Curado: puede ser con sal seca o salmuera. En la sal seca se puede agregar otros ingredientes para obtener sabores deseables. En la operación de curado se pueden agregar colorantes aprobados.

Oreado: se coloca la carne en las bandejas o colgadas para orear al aire libre o con ventilador hasta que la superficie esté semiseca.

Ahumado: puede ser en frío si es para conservación y en caliente si es para consumo en plazo de 1 a 2 semanas.

Empacado: existe la posibilidad de envasar el producto al vacío o en aceite, para el envasado al vacío se utilizan bolsa de polietileno y para el envasado en aceite se utilizan frascos de PVC cristal. En el empacado se pueden agregar hierbas o especias aromáticas que realcen el sabor del producto.

Almacenado: el producto ahumado ya sea en frío o caliente puede estar al ambiente y si se requiere una mayor duración el producto puede refrigerarse o congelarse (Salas, 1997).

2.3.3. Finalidad del ahumado en la tecnología moderna de la carne.

El empleo del calor para cocinar los alimentos ricos en proteínas y para su deshidratación es un procedimiento sencillo que no exige trabajo ni gastos adicionales con el auxilio del humo. Este tipo de desecación se produce casi

siempre de forma moderada. La combustión de la madera origina una cantidad considerable de vapor de agua. El humo no es seco por regla general. Su humedad relativa es solamente algo inferior a la que aparece sobre la superficie del producto ahumado. La regulación del calor y la humedad no representa ningún problema (Mohler, 1990).

La situación cambia en lo referente a las repercusiones químicas, las cuales tienen un carácter preferente a la hora de ahumar. En primer término destacan los caracteres que perciben los sentidos, esto es, el aroma, el color y el sabor. Los efectos relacionados con la conservación no suelen estimarse tanto. El consumidor prefiere con toda seguridad el color moreno de la carne ahumada. Muchos productos adquieren un aspecto atractivo gracias al ahumado y para algunos es característico el color oscuro o negro que origina el humo. También se ha tenido presente el uso de colorantes naturales. Aparte de la apreciación legal que merezca la coloración, habría que tener en cuenta también los aspectos higiénicos, si los productos cárnicos coloreados se van a someter además al ahumado (Mohler, 1990).

La discusión sobre el efecto conservador del humo puede simplificarse teniendo en cuenta que el proceso afecta sólo a la superficie en lo esencial. El perfeccionamiento de la higiene ha supuesto grandes cambios en tal sentido. Sin embargo, con respecto al ahumado habría que atender preferentemente a la acción sobre los microorganismos, a cuyo fin es preciso pensar, sobre todo, en la posible contribución del nitrito al efecto de la inhibición. La conservación en sentido extenso implica también el mantenimiento de las propiedades organolépticas de los

componentes grasos. La acción antioxidante del ahumado no ofrece la menor duda. Para convencerse de ello, no hay más que comparar un embutido desecado al aire con otro sometido a la acción del humo (Mohler, 1990).

Diversos componentes del humo, sobre todo el formaldehído, reaccionan con el colágeno de la tripa. La reticulación de las proteínas, equivalente a un aderezo, reduce mucho la disolución del colágeno en agua caliente, la tripa resiste mejor el escaldado. De este modo es posible tratar los embutidos escaldados con temperaturas más altas y durante más tiempo. A este efecto debe atribuirse en una parte no despreciable, la mayor capacidad de conservación de los embutidos escaldados ahumados (Mohler, 1990).

2.3.4. Composición de los productos ahumados

La variada composición de los alimentos que pueden someterse a la acción del humo, motiva los múltiples efectos que cabe esperar como consecuencia de la precipitación de las sustancias del humo y de sus reacciones con el sustrato. Sólo la carne y los productos cárnicos muestran ya grandes diferencias en sus componentes activos, como indica el Cuadro 3.

La proporción de agua de la superficie conduce ya a una capacidad muy diversa para absorber el humo. Así, la proporción de fenoles en una superficie húmeda puede ser diez veces mayor que en otra seca al actuar el humo sobre ellas. Desde el punto de vista físico, los procesos de absorción y disolución son decisivos para la admisión de humo. Posteriormente se producen reacciones químicas que afectan con preferencia a las proteínas (Mohler, 1990).

Cuadro 3. Componentes de la carne y los productos cárnicos que se relacionan de diversa forma con el humo.

Producto cárnico	Composición porcentual media (%)		
	Agua	Proteínas	Grasas
Carne	75	22	3
Tocino	8	2	90
Corteza de tocino	62	19	19
Tripas	84	14	2

Fuente: Mohler (1990).

La intensificación de la acción del calor que lleva consigo el ahumado, causa modificaciones en el sustrato, las cuales suelen ser irreversibles y ejercen una influencia considerable sobre la absorción de las sustancias del humo y sobre las reacciones consecutivas.

La influencia decisiva para el ahumado consiste en una modificación de la capacidad de absorción. Por otro lado, la movilización del agua, causada por la coagulación, puede modificar la película de humedad sobre la superficie de la carne y aumentar, con ello, la solubilidad de los componentes hidrófilos del humo. Este proceso debe ser importante para la formación del color (Mohler, 1990).

El calor desnaturaliza también el tejido conjuntivo. Pero, contrariamente a las proteínas musculares, que pierden poco a poco su solubilidad, sobreviene una disolución lenta que en último término, conduce a la formación de cola a partir del colágeno (Mohler, 1990).

2.3.5. Composición del humo

Características físicas del humo

Los componentes del humo pueden presentar todos los estados de agregación, desde el gaseoso al sólido pasando por el líquido. El humo puede definirse como una mezcla de aire y gas en la que hay partículas dispersas de diverso tamaño. Se estima la proporción de la fase gaseosa invisible en el 10 % de los componentes del humo y la de las partículas dispersas, que son las que confieren al mismo sus propiedades ópticas por dispersión de la luz, en el 90 %. El carbono de la madera, al quemarse, se convierte el 50 % en el dióxido correspondiente y en algo de monóxido. En el humo se establece un equilibrio entre las fases, que depende de la temperatura de combustión de la leña, de la cámara y de la mezcla eventual de otros gases, como el aire o el vapor de agua. Pero, según Simpson y Campbell (citados por Mohler, 1990), el vapor y las partículas del humo contienen en general los mismos componentes en distintas proporciones. Así, en la fase de vapor del humo frío encontramos casi todos los homólogos del guayacol, pero casi ningún pirogalol o pirocatequina. La fase sólida contenía muy pocos derivados del cresol (guayacol), pero mucho pirogalol y derivados de la pirocatequina (Mohler, 1990).

Características químicas del humo

Del humo de la madera se han aislado cientos de compuestos químicos diversos, entre ellos fenoles, ácidos orgánicos, alcoholes, compuestos carbonílicos e hidrocarburos (Andújar, 2009).

La composición es extremadamente variable y depende, entre otros factores, de la naturaleza de la madera y de las condiciones de combustión, especialmente del tipo de ahumadero y de la temperatura de calentamiento (Debuchy y Noe, 2002).

La combustión completa de la madera, como la que se logra en presencia de abundante oxígeno, no produce humo, sino dióxido de carbono y agua. La producción de humo se debe, por tanto, no a la combustión, sino a la pirólisis (del griego: descomposición por el calor) de la madera. La madera está formada por tres fracciones sólidas fundamentales: la celulosa, la hemicelulosa y la lignina. De ellas, la celulosa, que es un carbohidrato que por hidrólisis produce glucosa, cuando se deshidrata produce β -glucosano y, por pirólisis, da ácido acético y sus derivados, pero muy pocos furanos y fenoles, que son los componentes más interesantes del humo. Las hemicelulosas son poco estables: enseguida se descomponen para dar furano y sus derivados, y ácidos carboxílicos alifáticos. Su composición varía según la madera de origen: las de maderas más duras son más ricas en pentosanos que las de las blandas, y producen mayor cantidad de ácidos. La lignina, como puede apreciarse en el inserto, tiene una estructura compleja, rica en anillos aromáticos. Su pirólisis produce abundantes fenoles y éteres fenólicos, sobre todo guayacol y siringol, así como sus homólogos y derivados. La fracción fenólica procedente de la pirólisis de la lignina puede ser más o menos rica en compuestos oxigenados, del tipo de la vainillina y el ácido vainillínico, en dependencia de la mayor o menor presencia de oxígeno durante la pirolisis (Andújar, 2009).

A la fracción fenólica corresponde el mayor impacto sobre la calidad de los productos, pues su contribución tiene un marcado efecto antioxidante, aporta una nota característica de ahumado al aroma de los productos sobre los que se depositan y muestra un definido efecto bacteriostático, que contribuye a extender la durabilidad de los productos tratados. Entre tanto, la fracción carbonílica aporta aroma y color de ahumado y la alcohólica es probablemente la de menor importancia práctica por su escaso efecto sobre la calidad de los productos (Andújar, 2009).

La fracción ácida no parece contribuir notablemente al aroma, ni su poder preservante parece ir más allá de un débil efecto debido a la acidez que aporta a la superficie de los productos. Su efecto más notable está aparentemente relacionado con la coagulación superficial de las proteínas de las piezas de carne ahumadas, un resultado de relativamente poca trascendencia en la elaboración de piezas curadas ahumadas. El mayor interés de la fracción de hidrocarburos es la posible presencia en el humo de hidrocarburos policíclicos, del tipo del benzo-a-pireno, un reconocido carcinógeno (Andújar, 2009).

A los constituyentes conocidos del humo se los puede agrupar en las siguientes familias:

1. Fenoles (aproximadamente 50 identificados)
2. Carbonilos: cetonas y aldehídos (aproximadamente 70)
3. Ácidos (una veintena)
4. Alcoholes y ésteres
5. Lactosas (una decena)

6. Hidrocarburos policíclicos aromáticos. Se han identificado 24 de los cuales 10 son cancerígenos) (Debuchy y Noe, 2002).

2.4. Tecnología del ahumado

2.4.1. Ahumado en caliente

Su construcción es sencilla, se trata de una caja de metal, donde hay una rejilla y una bandeja ambas elevadas unos centímetros del fondo. La idea es poner un par de puñados de aserrín en el fondo de la caja. Este aserrín se puede aromatizar con un poco de enebro o anís si se quiere. Sobre el aserrín se pone la bandeja de metal (para que las carnes, no goteen sobre el aserrín) y sobre ésta, la rejilla sobre la que se coloca el alimento a ahumar, al que anteriormente se le habrá puesto sal. Se cierra la caja y se pone sobre un fuego no demasiado grande para que el aserrín se encienda y a la vez que el alimento se va cocinando con el calor, va tomando el sabor del humo dentro de la caja. Las temperaturas de este proceso oscilan entre 75-80 °C (Debuchy y Noe, 2002).

2.4.2. Efectos y acción del proceso de ahumado

2.4.2.1. Efecto sobre el color

El color conferido por el humo es debido primeramente a la sedimentación de sustancias colorantes. Se trata principalmente de productos volátiles del grupo de los fenoles, los cuales experimentan además unos oscurecimientos por polimerización u oxidación. La superficie absorbe también sustancias en forma de

partículas procedentes de los carbohidratos. Las más importantes son el furfurool y sus derivados.

Sin embargo, la causa principal de la coloración reside en las reacciones químicas de la superficie de los aumentos con sustancias pertenecientes al grupo de los carbonilos. Estas reacciones se conocen en la química con el nombre de pardeamiento no enzimático de Maillard (Mohler, 1990).

La intensidad y conservación del color dependen de muchos factores, es decir, de la proporción acuosa de la superficie, del pH del sustrato y del grado y duración del calentamiento. En este sentido debe corresponder un papel importante a los ácidos del humo y de ahí su función determinante para la fijación del color (Mohler, 1990).

2.4.2.2. Efecto sobre el aroma

La imitación o sustitución de sabores complejos, mezclando sustancias determinadas, es uno de los grandes problemas de la tecnología de los alimentos. Todavía no ha sido posible lograr la producción satisfactoria del aroma del ahumado a partir de distintas sustancias, de la misma forma que tampoco se ha conseguido lo propio con el aroma del café tostado. Una de las causas reside en el hecho de que tanto el aroma como el sabor no dependen solamente de los componentes del humo, sino también de sus reacciones con el sustrato (Mohler, 1990).

Las proteínas son las sustancias que participan en primer término en esas reacciones, como ocurre en la coloración. De los componentes del humo, los que reaccionan primeramente son los carbonilos (metil-glioxal, dioxiacetona, diacetilo, furfurool e hidroximetilfurfurool). Después lo hacen los

fenoles, particularmente la hidroquinona, el pirogalol y las catequinas. Las funciones ácido se fijan fácilmente a las proteínas. Por eso deben participar en el aroma los ácidos carboxílicos de cadena mediana e igualmente los hidroxicarboxílicos, oxocarboxílicos y dicarboxílicos. Hay que tener en cuenta también las reacciones con los pigmentos de la salmuera, de los cuales se sabe todavía poco (Mohler, 1990).

2.4.2.3. Efecto sobre el sabor

Si bien los compuestos fenólicos son de primera importancia, parece que no pueden conferir por ellos mismos un sabor satisfactorio al producto y que la presencia de compuestos carbonílicos, de lactonas y de furanos lo completa. Nunca se ha podido reproducir el gusto a ahumado por incorporación de compuestos aislados, ni aun cuando se utilizan mezclas, dado que los componentes del humo no son más que precursores de los aromas (Debuchy y Noe, 2002).

2.4.2.4. Acción antioxidante

La acción antioxidante de los componentes del humo, especialmente de los fenoles. Se producen preferentemente en la fase de partículas del humo. Por eso la acción antioxidante depende casi exclusivamente de ellas. Si se separan, por ejemplo, por filtración electrostática, la fase gaseosa no ejerce apenas acción antioxidante. La temperatura de combustión no tiene ninguna influencia sobre la capacidad antioxidante del humo. En cambio, se origina una reducción cuando la temperatura sube entre la zona de

combustión y el producto ahumado. En este caso es probable que se oxiden en gran parte los mismos fenoles, sobre todo los muy activos con grupos adicionales carbonilos o carboxilos (Tilgner y Daun, 1990).

2.4.2.5. Acción bacteriostática

Si el producto está muy contaminado, puede haber un desarrollo microbiano muy importante, que no se va a detener con el ahumado. Esto significa que se deben tomar todas las precauciones de higiene que sean posibles, aún cuando se trate de productos que se van a ahumar. A las temperaturas de procesamiento, los microorganismos pueden desarrollarse a una velocidad superior a la de los componentes del humo (Debuchy y Noe, 2002).

En los productos ahumados lentamente en frío, la flora mesófila por lo general es poco afectada, mientras que casi siempre se destruye en el ahumado caliente. Las bacterias y hongos esporulados son, por el contrario, mucho más resistentes y pueden acarrear accidentes de fabricación. Por otro lado, hay que considerar cierta influencia bacteriostática del formaldehído, de fracciones fenólicas y de ciertos ácidos (Rehbronn y Rutkowski, 1989).

2.4.2.6. Otras reacciones químicas

La reacción de los carbonilos, especialmente del formaldehído, es una de las más importantes en relación con la acción del humo sobre las proteínas. La liberación de agua entre el formaldehído, por un lado, y dos grupos NH,

por otro, convierte las pequeñas moléculas en otras mayores (Mohler, 1990).

Entre otras reacciones, cabe citar la posibilidad de tratar los componentes del humo con nitrito. Como es sabido, los productos cárnicos sometidos a la acción de la salmuera contienen un resto de nitrito cifrado en 25 mg de $\text{NO}_2\text{Na/Kg}$. Los fenoles tratados con nitrito podrían originar, por ejemplo, nitrosfenoles, que son peligrosos para la salud. Es de esperar que estas reacciones sean comprobables analíticamente por su relevancia bioquímica. Lo mismo puede decirse de las posibles reacciones con los aditivos, especias, etc. cuando entren en la composición de los productos cárnicos (Mohler, 1990).

En el Cuadro 4 se puede observar los efectos del ahumado y los compuestos implicados para cada caso.

2.4.3. Defectos de fabricación

Al ahumado se le atribuyen muchos defectos de fabricación, pero el número de éstos, imputables en exclusiva a dicha operación, es relativamente escaso en realidad. En esencia cabe diferenciar los defectos de coloración, aroma y consistencia. Los verdaderos defectos de color son debidos al ahumado irregular y es más una cuestión de estética.

Las alteraciones del aroma son más graves, porque suelen inutilizar el producto para su consumo o perjudican mucho su comercialización. El olor a medicina y el sabor a carbon son atribuibles a la fracción fenólica del humo. Según se sabe por experiencia, la responsabilidad de estas alteraciones recae siempre sobre la madera (Debuchy y Noe, 2002).

Cuadro 4. Efectos deseables e indeseables de los productos

EFFECTOS	INDICADORES	COMPUESTOS IMPLICADOS
EFFECTOS DESEABLES Calidad de los productos	Sabor	Fenoles Carbonilos
	Color	Carbonilos Fenoles (guayacol y siríngol) Compuestos carbonilos Lactonas
	Aroma	Aldehídos (formaldehído)
	Acción antimicrobiana	Ácidos (acético y fórmico) Fenoles
	Acción antioxidante	Fenoles, fenoaldehídos y ácidos
	Conservabilidad	Difenoles (antioxidante) Fenoles Formol Ácidos
	Textura	Formol
EFFECTOS INDESEABLES	Deterioro de las calidades higiénicas	HPA Formaldehído
	Degradación de los ácidos aminados de las proteínas y vitaminas	Carbonilos

Fuente: Debuchy y Noe (2002)

Los defectos de consistencia debidos al ahumado afectan casi exclusivamente a la superficie o a la tripa. Además de la desecación excesiva de la superficie, causada en lo esencial por factores físicos, la acción curtiente del formaldehído puede sobrepasar la medida deseada (Mohler, 1990).

Hidrocarburos aromáticos policíclicos

Los problemas higiénicos relacionados con el ahumado de los alimentos se concentran actualmente en la presencia de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). Las

discusiones comenzaron cuando se observó que las personas expuestas a un contacto permanente con el alquitrán y el hollín enfermaban preferentemente de tumores malignos. Al buscar la causa específica, se descubrió que el 3,4-benzopireno es capaz de atravesar la piel del organismo animal y que origina tumores en el punto de aplicación. La generalización de este principio fue la causa de que el 3,4-benzopireno se considerara como sustancia carcinógena. La investigación demostró también la acción carcinógena del humo del tabaco aspirado. Sin embargo, la inducción del carcinoma gástrico como consecuencia de la ingestión oral pertenece todavía al terreno especulativo y no ha sido probada hasta ahora mediante la experimentación con animales (Mohler, 1990).

Los alimentos ahumados no son la única fuente de HAP ni la más importante de los mismos en nuestra alimentación. Hay que tener en cuenta además que los embutidos ahumados se consumen frecuentemente sin tripa, de tal forma que el producto ingerido contiene tan sólo una fracción de los HAP aportados por el humo (Mohler, 1990).

2.4.4. Productos cárnicos ahumados

La escala abarca desde los productos en los que apenas ha influido la acción del humo hasta aquellos otros que ofrecen un color y un aroma destacados. Las diferencias estriban en las formas de aplicación ya descritas del ahumado frío y del caliente. Las especialidades son consecuencia de las costumbres locales y suelen estar basadas en un ahumado intenso y muy prolongado (Mohler, 1990).

Las carnes que son más utilizadas para ahumar son la carne de cerdo y del tocino, también se ahúma la de vacuno salazonada, aunque en menos cantidades. Hay muchas especialidades ahumadas derivadas de la carne de aves. La pechuga de ganso salada y ahumada cuenta entre los manjares exquisitos. En cambio, los pollos ahumados no han logrado todavía conquistar el mercado. En mejor situación se encuentra la carne de pavo, ya que de ella existen varias especialidades ahumadas (Mohler, 1990).

El proceso de ahumado para carnes se puede aplicar en:

- ✓ Carnes en trozos
- ✓ Carnes procesadas
- ✓ Carnes fileteadas
- ✓ Carnes Crudas
- ✓ Carnes de relleno
- ✓ Carnes saladas

2.4.5. Determinación de la vida útil de un alimento

La vida útil (VU) es un período en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil (Singh, 2000).

Este período depende de muchas variables en donde se incluyen tanto el producto como las condiciones ambientales y el empaque. Dentro de las que ejercen mayor peso se

encuentran la temperatura, pH, actividad del agua, humedad relativa, radiación (luz), concentración de gases, potencial redox, presión y presencia de iones (Brody, 2003)

La VU se determina al someter a estrés el producto, siempre y cuando las condiciones de almacenamiento sean controladas. Se pueden realizar las predicciones de VU mediante utilización de modelos matemáticos (útil para evaluación de crecimiento y muerte microbiana), pruebas en tiempo real (para alimentos frescos de corta vida útil) y pruebas aceleradas (para alimentos con mucha estabilidad) en donde el deterioro es acelerado y posteriormente estos valores son utilizados para realizar predicciones bajo condiciones menos severas (Charm, 2007).

Para predecir la VU de un producto es necesario en primer lugar identificar y/o seleccionar la variable cuyo cambio es el que primero identifica el consumidor meta como una baja en la calidad del producto (Brody, 2003), por ejemplo, en algunos casos esta variable puede ser la rancidez, cambios en el color, sabor o textura, pérdida de vitamina C o inclusive la aparición de poblaciones inaceptables de microorganismos.

Posteriormente es necesario analizar la cinética de la reacción asociada a la variable seleccionada, que depende en gran medida de las condiciones ambientales. Es importante recalcar que la VU no es función del tiempo en sí, sino de las condiciones de almacenamiento del producto y los límites de calidad establecidos tanto por el consumidor como por las normas que rigen propiamente los alimentos (Restrepo, 2010).

Para comprender como se realiza la conservación de alimentos es imprescindible conocer como éstos se deterioran y de que factores depende este deterioro. La alteración progresiva de los alimentos hace que en cierto momento sean rechazados por los consumidores y no sean aptos para consumo humano. La velocidad de este proceso de degradación en función de un atributo de calidad es estudiada por la cinética de deterioro, que empleando situaciones adversas o pruebas aceleradas permite determinar el tiempo de vida útil de los alimentos en un corto tiempo y a un menor costo (Casp y Abril, 1999).

La velocidad de pérdida (-) o ganancia (+) de un atributo de calidad (dQ/dt) como es en este caso el recuento de mesófilos aerobios, el indicador de deterioro es proporcional al contenido presente en el alimento.

Donde n representa el orden de la reacción cuyo valor puede ser 0, 1 y 2. Entonces se tiene:

$$\frac{dQ}{dt} = KQ^n \left\{ \begin{array}{l} n = 0 \quad \int_{Q_0}^{Q_f} dQ = K \int_{t=0}^{t=t} dt \rightarrow Q_f - Q_0 = Kt \rightarrow Q_f = Q_0 - Kt \\ n = 1 \quad \int_{Q_0}^{Q_f} \frac{dQ}{Q} = K \int_{t=0}^{t=t} dt \rightarrow \ln \frac{Q_f}{Q_0} = Kt \rightarrow \ln Q_f = \ln Q_0 - Kt \\ n = 2 \quad \int_{Q_0}^{Q_f} \frac{dQ}{Q^2} = K \int_{t=0}^{t=t} dt \rightarrow 1/Q_f - 1/Q_0 = Kt \rightarrow 1/Q_f = 1/Q_0 - Kt \end{array} \right.$$

Determinación de la vida útil mediante pruebas aceleradas

Requiere del modelaje matemático de la cinética de pérdida de calidad. Emplea condiciones de prueba extremas, examinando el producto periódicamente hasta el final de la vida útil. Los resultados permiten proyectar la vida útil bajo condiciones verdaderas de distribución. Algunas compañías cuentan con un factor histórico, basado en la experiencia, para estimar la vida útil a partir de resultados obtenidos en condiciones extremas (Labuza, 1999).

Las pruebas aceleradas isotérmicas han sido usadas extensivamente en la industria. Los alimentos son almacenados a 37 y 51 °C, y se establecen correlaciones basadas en la ecuación de Arrhenius que permiten extrapolar los resultados a otra temperatura de almacenamiento. La precisión de las estimaciones de Q_{10} o de la energía de activación, es mayor si se emplean 5 a 6 temperaturas, dado que se reduce al mínimo el límite del intervalo de confianza. Para alimentos secos y de humedad intermedia, puede emplearse 0 (control), 23, 35, y 45°C; los térmicamente procesados 5 (control), 20, 30 y 40°C y los congelados -40(control), -15, -10 y -5°C.

En pruebas aceleradas de alimentos sensibles a la humedad, se ha empleado condiciones de temperatura y humedad relativa como factores de aceleración (Labuza, 1999).

La dependencia de la pérdida de los atributos de calidad con respecto a la temperatura se relaciona según el modelo de Arrhenius:

A. Ecuación de Arrhenius

Linealizando:

$$k = k_0 e^{\frac{-E_a}{R} \frac{1}{T_{abs}}}$$
$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E_a}{R} \frac{1}{T_{abs}}$$

k_0 : constante pre-exponencial (1/tiempo)

E_a : energía de activación (J/mol ó Cal/mol)

R : constante de los gases ideales (8.314 J/mol.°K ó 1.987 Cal/mol.°K)

T : temperatura absoluta (°K)

k : constante de velocidad de reacción para cada temperatura (1/tiempo).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales y equipos

3.1.1 Lugar de ejecución

Laboratorio de Ciencias de los Alimentos de la planta piloto de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.1.2 Materiales

- **Materia prima**

Pato criollo (*Cairina moschata*) adquirido del mercado La Hermelinda de Trujillo procedente de criaderos ubicados en la ciudad de Chiclayo.

- **Materiales de generación de humo**

Combustible vegetal:

- Coronta de maíz
- Roble
- Algarrobo

- **Material para la degustación**

- Galletas de agua
- Agua
- Menaje

- **Insumos**

- Sal (NaCl) (Pureza: 95%) Marca EMSAL.
- Azúcar (Pureza: 98%) Marca LAREDO.

- **Medio de cultivo**

- Agar Nutritivo de recuento (PCA):

Triptona	5 g
Extracto de levadura	2.5 g
Dextrosa	1 g
Agar	12 g
Agua destilada	1.000 ml

- **Reactivos y otros**

- Ácido sulfúrico concentrado. Proveedor: Merck Peruana.
- Sulfato de sodio. Proveedor: Merck Peruana.
- Solución de hidróxido de sodio al 15%. Proveedor: Merck Peruana.
- Agua destilada. Proveedor: P'QuiAgro.
- Solución de hidróxido de sodio al 30%. Merck Peruana.
- Ácido bórico al 3%. Proveedor: Mallinckrodt.
- Solución indicadora de rojo de metilo. Proveedor: Merck Peruana.
- Solución de ácido clorhídrico 0.1 N. Proveedor: Merck Peruana.
- Éter de petróleo 35 °C. Merck Peruana

3.1.3 Equipos, materiales e instrumentos

- Ahumador artesanal
- Baño de agua termorregulado a $47^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Marca MEMMERT.
- Estufa de incubación regulada. Marca MEMMERT.

- Balanza semianalítica. Marca SARTORIUS
- Termómetro.
- Cronómetro. Marca CASIO
- pH metro. Marca METTLER TOLEDO
- Placas petri
- Pipetas. Marca PYREX
- Cuchillos de acero inoxidable

3.2. Métodos

3.2.1. Esquema experimental para la obtención de carne ahumada de pato criollo

En la Figura 1, se presenta el esquema experimental de la investigación para el ahumado de carne de pato el cual tuvo como variables independientes el combustible vegetal y tiempo de ahumado, y como variables dependientes la aceptabilidad general y el recuento de mesófilos aerobios.

3.2.2. Diagrama de flujo del proceso experimental

En la Figura 2, se presenta el diagrama de flujo utilizado para la elaboración de carne de pato criollo (*Cairina moschata*) ahumada (Miano y otros, 2002).

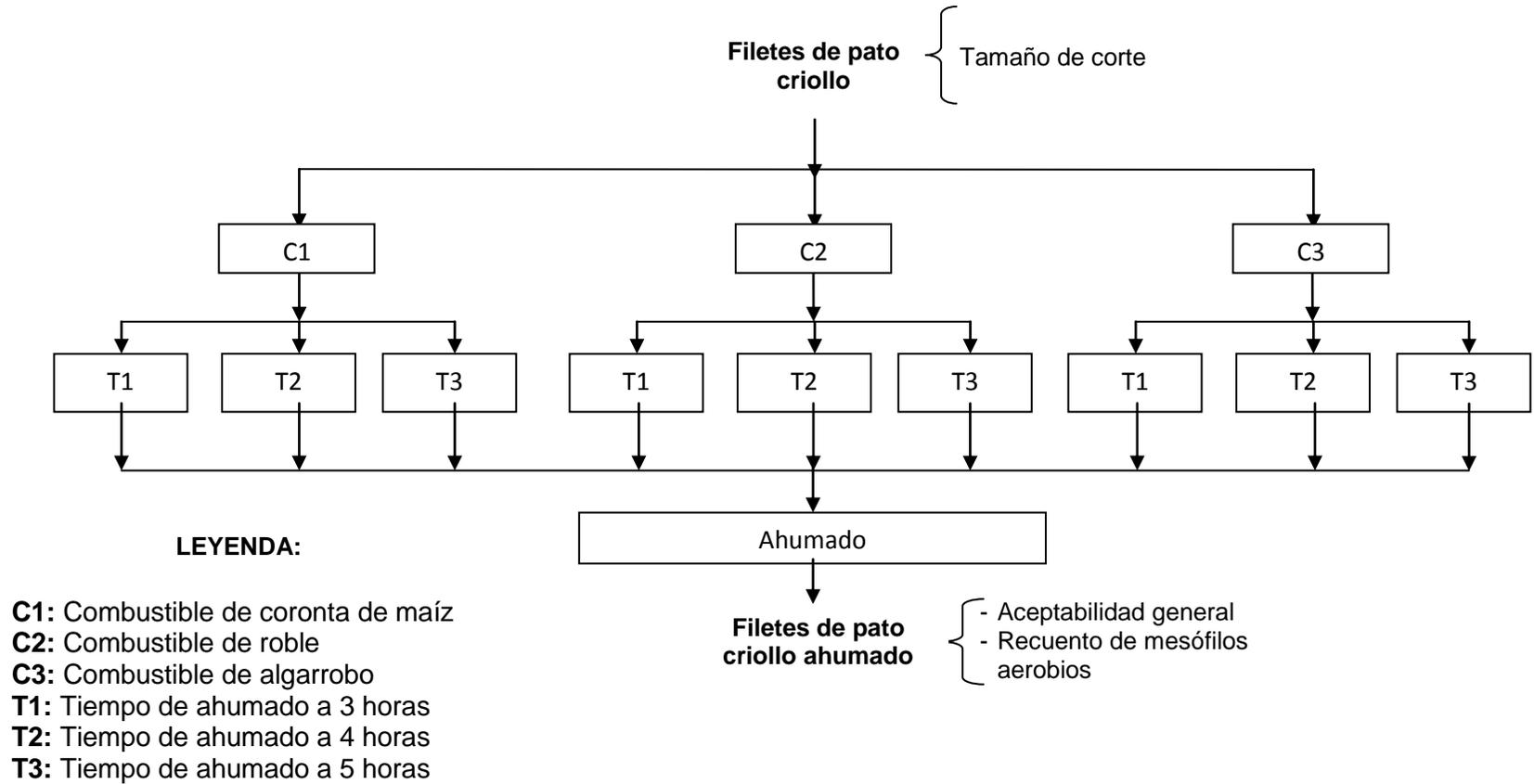


Figura 1. Esquema Experimental para la investigación sobre ahumado de filetes de Pato Criollo

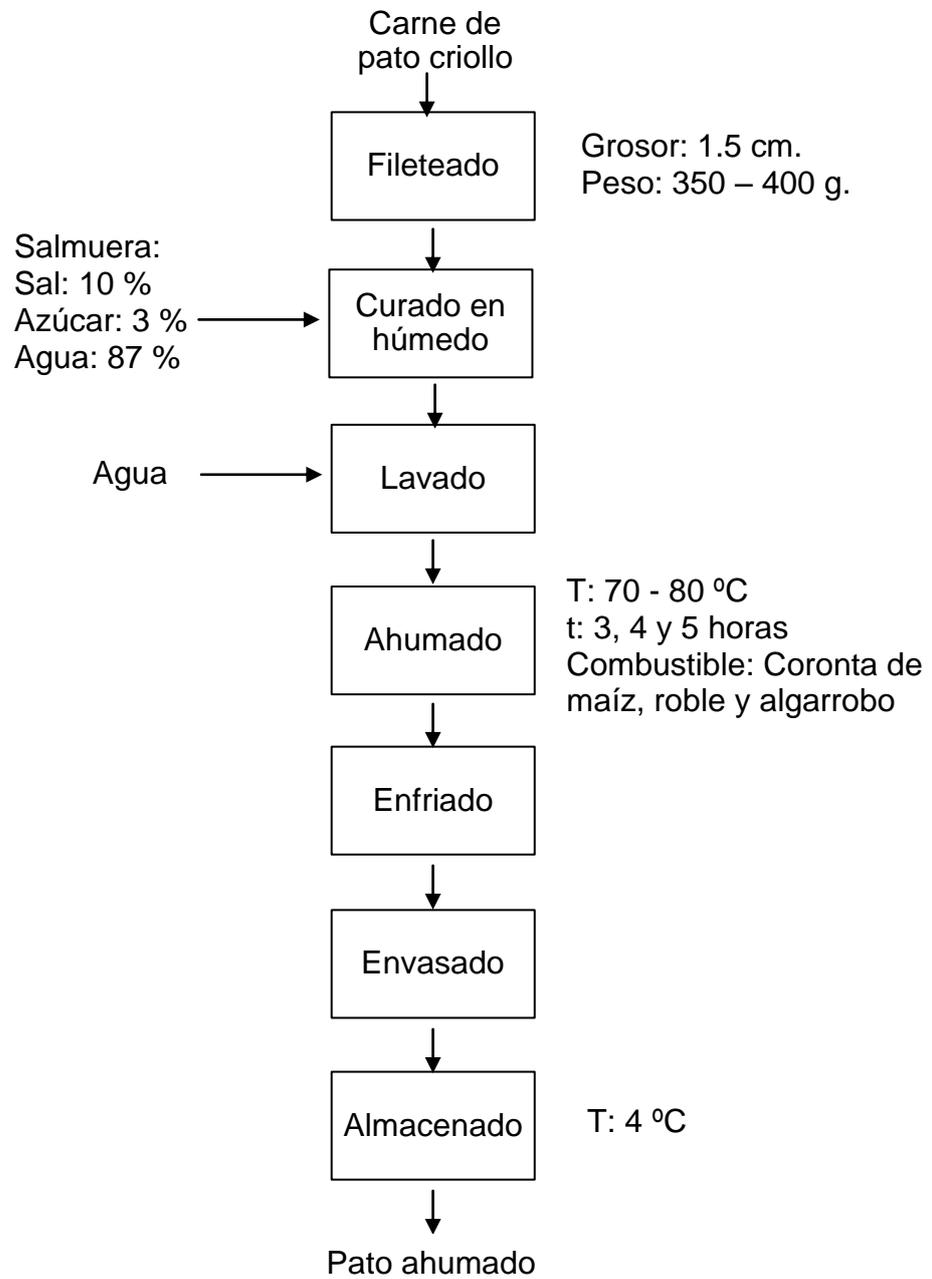


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de filetes de pato criollo ahumado

A continuación se describe de forma clara y precisa cada operación realizada para la elaboración de carne ahumada de pato.

Se utilizaron carcasas de pato de buena calidad, bien carnosas (pulposas), perfectamente limpias y con buena cubierta de grasa.

Fileteado: En esta etapa se cortaron los filetes de la pechuga de un grosor de aproximadamente 1.5 cm con un peso aproximado entre 350 – 400 g para de esta manera tener una materia prima homogénea y lograr el ahumado total de la carne.

Curado en húmedo: Se preparó una solución con 300 g. de cloruro de sodio, 90 g. de azúcar y 2610 mL. de agua; en la cual se sumergieron todos los filetes por un tiempo de seis horas a temperatura ambiente para que la sal penetre en la carne mediante ósmosis.

Lavado: Se dejaron escurrir los filetes y luego se les lavaron con agua potable para retirar el exceso de sal en la superficie.

Ahumado: Se colocaron los filetes en el interior del ahumador colgándolos de la parte superior con el fin de que los filetes se ahúmen de forma pareja. Luego se dejaron por un tiempo de 3, 4 y 5 horas, según el tratamiento, a una temperatura de aproximadamente 70 – 80 °C. Las mismas condiciones fueron realizadas por cada combustible vegetal coronta de maíz, roble y algarrobo.

Enfriado: Esta etapa duro 1 hora aproximadamente a temperatura ambiente hasta que los filetes estén a una temperatura de 20° C aproximadamente.

Envasado: Los filetes ahumados fueron envasados en bolsas de polietileno con una capacidad de 500 g.

Almacenado: En esta etapa se almacenaron todos los filetes a 4°C por 2 días para finalmente evaluar la aceptabilidad general y realizar el recuento de mesófilos aerobios (Miano y otros, 2002).

3.2.3. Métodos de análisis

3.2.3.1 Determinación de pH

Se realizó por el método potenciométrico (AOAC, 981.12, 2000). Se empleó un potenciómetro para muestras sólidas previamente calibrado para la determinación del pH.

3.2.3.2 Determinación de humedad

Se realizó por el método de estufa (AOAC, 4.1.06, 2000). Se utilizaron placas petri. Las placas se manejaron con pinzas, y se llevaron a una estufa a una temperatura de 100 °C, manipulándolo con pinzas todo el tiempo, hasta obtener un peso constante.

3.2.3.3 Determinación de cenizas

Se realizó por incineración en mufla por el método directo (AOAC, 923.03, 1990). Se pesó la cantidad de alimento adecuado en una cápsula de porcelana de unos 6 cm de diámetro, previamente tarada. Se incineró con mechero sobre tela metálica hasta carbonización, luego se calcinó en

mufla a 500^o-550^oC hasta obtener cenizas blancas o de color gris claro y peso constante. Se enfrió en desecador y pesó tan pronto alcanzó la temperatura ambiente (aproximadamente 45 minutos). El resultado se expresó en % de muestra.

3.2.3.4 Determinación de proteínas

Se realizó utilizando el método micro Kjeldahl (AOAC, 960.52, 2000). Se introdujo 5 g de muestra un tubo de mineralización con 3 g de catalizador (constituido por una mezcla de sales de cobre, óxido de titanio).

Se adicionó 10 mL de H₂SO₄ concentrado y 5 mL de H₂O₂. Se procedió a digerir a 420 °C. Se sabe que la digestión ha terminado porque la disolución adquiere un color verde esmeralda característico. El nitrógeno proteico es transformado en sulfato de amonio por acción del ácido sulfúrico en caliente.

Después de enfriar se adicionó al tubo de digestión 50 mL de agua destilada, se pone en el soporte del destilador y se adiciona una cantidad suficiente de hidróxido sódico 10 N, en cantidad suficiente (50 mL aprox.) para alcalinizar fuertemente el medio y así desplazar el amoniaco de las sales amónicas. El amoniaco liberado es arrastrado por el vapor de agua inyectado en el contenido del tubo durante la destilación, y se recoge sobre una disolución de ácido bórico. La destilación termina cuando ya no pasa más amoniaco y hay viraje del indicador, luego se procede a titulación con HCl valorado a 0.1 N.

Se anota el gasto, para luego aplicar todos los datos sobre la siguiente fórmula.

$$\% \text{ nitrógeno} = \frac{\text{mL HCl} \times \text{N ácido} \times \text{miliequivalentes de nitrógeno}}{\text{Peso muestra}} \times 100$$

Para obtener la cantidad de proteína total se multiplica por el factor 5.95

$$\% \text{ proteína total} = \% \text{ nitrógeno} \times 5.95$$

3.2.3.5 Determinación de grasas

Se realizó por el método de extracción Soxhlet (AOAC, 936.15, 2000). Para este método se utilizó éter de petróleo con un punto de ebullición de 35 °C, que fue el reactivo que extrajo el extracto entero.

Inicialmente se homogenizó la muestra secándola en la estufa a 100 °C, posteriormente se pesaron 2 g. de muestra preparada (m) en el papel filtro que fue previamente pesado. Posteriormente se pesó el matraz de extracción (m_1), luego se colocó el matraz de extracción en el sistema soxhlet, el dedal en el tubo de extracción y se adicionó el solvente al matraz. Se extrajo la muestra con el solvente por 6 horas, una vez terminada la extracción se eliminó el solvente por evaporación y luego se secó el matraz con la grasa en la estufa a 100 °C por 10 min, se dejó enfriar y se pesó (m_2).

$$\% \text{ masa cruda} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

3.2.3.6 Determinación de carbohidratos

Se realizó por diferencia con respecto a los demás componentes principales (humedad, cenizas, proteínas y grasa).

3.2.3.7 Análisis sensorial

La evaluación sensorial fue usada para discriminar mediante la aceptabilidad general. El grupo de evaluación fue constituido por 25 panelistas no entrenados. La evaluación sensorial fue realizada en base a una escala hedónica de 9 puntos, donde el valor 0 correspondió a me disgusta extremadamente y 9 a me agrada extremadamente. La tarjeta de evaluación con la escala hedónica utilizada para el análisis sensorial se presenta en la Figura 3.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INDUSTRIAL ALIMENTARIAS									
Para la muestra de pato ahumado que usted va a evaluar, marque con una aspa el grado de satisfacción que le genera cada muestra.									
	569	849	376	785	459	254	856	985	645
Me gusta extremadamente	<input type="checkbox"/>								
Me gusta mucho	<input type="checkbox"/>								
Me gusta moderadamente	<input type="checkbox"/>								
Me gusta ligeramente	<input type="checkbox"/>								
Ni me gusta ni me disgusta	<input type="checkbox"/>								
Me disgusta ligeramente	<input type="checkbox"/>								
Me disgusta moderadamente	<input type="checkbox"/>								
Me disgusta mucho	<input type="checkbox"/>								
Me disgusta extremadamente	<input type="checkbox"/>								
Comentarios: _____ _____									

Figura 3. Tarjeta de calificaciones para los diferentes tratamientos

3.2.3.8 Método recuento de mesófilos aerobios (ISO 4833. 2003)

Se preparó una muestra del filete de carne ahumada, esto se realizó pesando 10 gramos, luego se trituró y se disolvió en 90 mL de agua destilada y se agitó para homogenizar.

Luego se prepararon las diluciones correspondientes, se prepararon 3 diluciones seriadas (de 10^{-2} a 10^{-4}), de cada una de esas diluciones se transfirió 0.1 mL a las placas con agar PCA diseminando el inóculo por toda la superficie del agar con ayuda de un asa de vidrio.

El recuento de mesófilos aerobios se realizó cada 7 días por un periodo de 3 semanas hasta la aparición de mesófilos aerobios en niveles que excedieron lo permitido, el cual es de 10^5 UFC/g según DIGESA (2003), el recuento se realizó colocando las placas en la estufa a 30°C por un periodo de incubación de 72 horas; este número de colonias multiplicado por el factor de dilución dio como resultado el recuento total de mesófilos en 0.1 g del productos analizado.

3.2.3.9 Método estadístico para la investigación

Para esta investigación se consideró un diseño de bloque completo al azar con arreglo factorial de 3 variedades de combustible vegetal x 3 tiempos de ahumado.

Para el recuento de mesófilos aerobios se realizó un Análisis de Varianza para determinar si hay diferencia entre todos los tratamientos; posteriormente realizado el Análisis de Varianza se empleó la prueba Duncan para determinar si hay diferencia entre tratamientos.

Para el análisis sensorial se utilizó tanto el test de Kruskal-Wallis para decidir si k muestras independientes son de poblaciones diferentes así como el test de Mann-Whitney para probar si dos grupos (A y B) independientes han sido tomados de la misma población, ambas pruebas con un nivel de confianza del 95%. Se utilizó el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) version 17.

3.2.3.10 Determinación de la vida útil

Luego de realizarse el análisis de aceptabilidad general, se procedió a determinar la vida útil del tratamiento con mayor aceptabilidad mediante la aplicación de pruebas aceleradas. El factor de calidad a analizar en filetes de pato ahumado fue el crecimiento de mesófilos aerobios.

Para este análisis se establecieron las temperaturas de T_1 (20°C), T_2 (30°C) y T_3 (40°C). Las temperaturas de almacenamiento 20 °C, 30°C y 40°C se escogieron para establecer una diferencia de 10 °C y poder calcular el valor de Q_{10} que representa la razón de las constantes de velocidad de reacción a las temperaturas mencionadas. Para mantener estas temperaturas constantes se emplearon estufas programadas a dichas temperaturas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Composición proximal de la carne de pato

En el Cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos del análisis de la composición química proximal de la carne de pato (*Cairina moschata*).

Cuadro 5. Composición proximal de la carne de pato (*Cairina moschata*) en estado fresco

Componente	Cantidad (g)
Agua	61.52
Grasa	16.00
Proteína	18.28
Ceniza	0.90
Carbohidratos	3.33

Como muestra el Cuadro 5, la materia prima presentó resultados similares a los reportados por Collazos y otros (1993) en la caracterización fisicoquímica de la carne de pato (*Cairina moschata*).

La carne tuvo un pH de 5.76 presentando color rojo claro de apariencia brillante la cual fue totalmente lisa y firme, es decir sus fibras estuvieron estables, indicando que es una carne tipo dura, firme y oscura, la cual es apta para preparar productos cárnicos

La grasa se observó de color blanco, medianamente blanda al tacto, lo cual es normal. Fue lisa al tacto, con pequeñas grumosidades.

4.2. Aceptabilidad general

La aceptabilidad general de la carne de pato ahumada se evaluó mediante un panel conformado por 25 personas, en donde los panelistas evaluaron el grado de satisfacción total usando pruebas de escala hedónica de nueve puntos, el cual se muestra en el Anexo 1.

Cabe mencionar que la carne estuvo almacenada en refrigeración por 2 días la misma que se horneó por 45 min. para su posterior evaluación.

En el Cuadro 6 se indican los resultados de la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, para la aceptabilidad general de la carne de pato ahumada para los nueve tratamientos. Se observó la existencia de diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos (nivel de confianza 95%).

Cuadro 6. Prueba de Kruskal-Wallis para la evaluación de la aceptabilidad general en filetes de pato ahumado

Tratamiento	Media	Moda	Rango promedio	Chi-cuadrado	p
C ₁ t ₁	5	6	92,38	26,554	0,001
C ₁ t ₂	7	7	166,26		
C ₁ t ₃	6	6	116,60		
C ₂ t ₁	5	6	104,80		
C ₂ t ₂	5	6	101,72		
C ₂ t ₃	5	7	111,40		
C ₃ t ₁	6	6	129,60		
C ₃ t ₂	6	6	104,52		
C ₃ t ₃	5	4	89,72		

La moda es el valor con una mayor frecuencia en una distribución de datos (Montgomery, 2004). En el Cuadro 6, se observa que el mejor tratamiento en base a esta definición fue el tratamiento C_{1t_2} (combustible coronta de maíz y tiempo 4 horas) con un valor de 7 en la escala hedónica de nueve puntos al cual le corresponde una percepción de “me gusta moderadamente”.

Por otro lado, el menor valor correspondiente a la moda fue para el tratamiento C_{3t_3} (combustible coronta de maíz y tiempo 5 horas), siendo para este un puntaje de 4, que corresponde a una percepción de “me disgusta ligeramente” en la escala hedónica de 9 puntos.

En el Cuadro 7, se presenta la prueba de Mann-Whitney para la aceptabilidad general de la carne de pato ahumada en la cual se indicó que el tratamiento C_{1t_2} (combustible coronta de maíz y tiempo 4 horas) presentó diferencias significativas con los demás tratamientos. Entonces se puede considerar a este tratamiento como el mejor en cuanto a la percepción de aceptabilidad general, pues obtuvo el mayor valor promedio de aceptación.

Cabe resaltar que los filetes no tuvieron una cocción completa en el ahumado por lo cual necesitaron de un horneado previo de 45 min. para su degustación, al igual que las carcasas de pato ahumadas por Muñoz (1993), lo cual afectó al producto, tornándolo un poco más duro (debido a la deshidratación sufrida por la temperatura del horneado), y un tanto más oscuro en su color y perdiendo un poco el aroma característico del ahumado.

Cuadro 7. Prueba de Mann-Whitney para la evaluación de la aceptabilidad general de filetes de pato ahumado

Tratamientos comparados		Mann-Whitney	z	p
C ₁ t ₁	C ₁ t ₂	112,000	-3,958	0,000
	C ₁ t ₃	240,500	-1,422	0,155
	C ₂ t ₁	280,000	-0,640	0,522
	C ₂ t ₂	286,500	-0,513	0,608
	C ₂ t ₃	257,500	-1,088	0,277
	C ₃ t ₁	208,000	-2,066	0,039
	C ₃ t ₂	276,000	-0,721	0,471
	C ₃ t ₃	301,000	-0,227	0,821
C ₁ t ₂	C ₁ t ₃	161,500	-2,997	0,003
	C ₂ t ₁	151,000	-3,197	0,001
	C ₂ t ₂	132,500	-3,561	0,000
	C ₂ t ₃	153,500	-3,178	0,001
	C ₃ t ₁	205,500	-2,125	0,034
	C ₃ t ₂	136,000	-3,485	0,000
	C ₃ t ₃	116,500	-3,862	0,000
C ₁ t ₃	C ₂ t ₁	277,500	-0,691	0,490
	C ₂ t ₂	271,000	-0,820	0,412
	C ₂ t ₃	300,000	-0,248	0,804
	C ₃ t ₁	273,000	-0,783	0,434
	C ₃ t ₂	274,500	-0,751	0,452
	C ₃ t ₃	231,000	-1,605	0,109
C ₂ t ₁	C ₂ t ₂	303,500	-0,178	0,859
	C ₂ t ₃	295,500	-0,336	0,737
	C ₃ t ₁	247,500	-1,287	0,198
	C ₃ t ₂	307,500	-0,099	0,922
	C ₃ t ₃	275,500	-0,727	0,467
C ₂ t ₂	C ₂ t ₃	282,500	-0,593	0,553
	C ₃ t ₁	234,500	-1,545	0,122
	C ₃ t ₂	307,000	-0,109	0,913
	C ₃ t ₃	276,500	-0,708	0,479
C ₂ t ₃	C ₃ t ₁	264,000	-0,961	0,337
	C ₃ t ₂	291,500	-0,415	0,678
	C ₃ t ₃	255,500	-1,125	0,261
C ₃ t ₁	C ₃ t ₂	237,500	-1,484	0,138
	C ₃ t ₃	201,000	-2,194	0,028
C ₃ t ₂	C ₃ t ₃	261,000	-1,015	0,310

En general, de acuerdo con los valores obtenidos para los nueve tratamientos evaluados, se puede considerar al pato ahumado como un producto de muy buena calidad. Estos resultados, concuerdan con las evaluaciones sensoriales de carcasas de pato realizadas por Muñoz (1993), quien afirma que este producto es más apetecible que los jamones ahumados, debido a la fina textura y delicado sabor de la carne.

4.3. Recuento de mesófilos aerobios

El recuento de mesófilos aerobios se realizó para los 9 tratamientos, siguiendo el mismo procedimiento y manejo para todos.

Debido a la carga microbiana propia de su beneficio señalada por Nickerson (1998), se consideró un recuento inicial de microorganismos mesófilos aerobios en la muestra sin tratamiento, para ser comparada con los recuentos en las muestra después del ahumado.

Cuadro 8. Recuento de mesófilos aerobios en filetes de pato ahumado

Tratamiento	Recuento mesófilos aerobios (UFC/g)	
	Carne fresca	Carne ahumada
C1T1	4.6×10^2	0.6×10^2
C1T2	4.6×10^2	0.4×10^2
C1T3	4.6×10^2	0.3×10^2
C2T1	4.6×10^2	0.9×10^2
C2T2	4.6×10^2	0.8×10^2
C2T3	4.6×10^2	0.5×10^2
C3T1	4.6×10^2	0.7×10^2
C3T2	4.6×10^2	0.6×10^2
C3T3	4.6×10^2	0.4×10^2

Nickerson (1998), señala que la carne de pato como la de cualquier otro animal que se procese, siempre cuenta con una carga microbiana propia de su beneficio para carne de pato el recuento aproximado es de 4.6×10^2 (UFC/g) con los cual se puede deducir que efectivamente el proceso de ahumado reduce los microorganismos aerobios totales dado que el recuento de mesófilos aerobios totales para todos los tratamientos disminuyo considerablemente como se observa en el Cuadro 8.

Según los resultados del recuento de mesófilos, podemos decir que el combustible vegetal coronta de maíz tiene una mayor acción antimicrobiana en comparación a los otros combustibles vegetales, esto debido a los compuestos fenólicos propios del maíz.

Según Price (1996), normalmente la acción combinada del calor y del humo reduce eficazmente la población bacteriana de la superficie del producto. Además la superficie del producto ahumado se convierte en una buena barrera química y física bastante eficaz frente al crecimiento y la penetración de microorganismos, debido a que se deshidrata, a que se coagulan las proteínas y a que se depositan en ella un material resinoso por la condensación del formaldehído y del fenol.

No habiendo normas microbiológicas específicas para este tipo de productos ahumados, se recurrió a normas microbiológicas dadas por DIGESA (2003) para otros tipos de embutidos, las cuales establecen que para embutidos cocidos el recuento de aerobios mesófilos no debe ser mayor de 10^5 UFC/g. Por lo que todos los tratamientos estuvieron muy por debajo de ese límite.

4.4. Efecto combinado del tipo de combustible vegetal y tiempo de ahumado sobre el recuento de mesófilos aerobios.

En el Cuadro 9 se presenta el análisis de varianza de los recuentos de mesófilos aerobios en la carne de pato (*Cairina moschata*) ahumada.

Cuadro 9. Análisis de varianza del recuento de mesófilos aerobios.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	p
Combustible (A)	2408,444	2	1204,222	130,578	0,000
Tiempo (B)	3764,111	2	1882,056	204,078	0,000
A*B	382,889	4	95,722	10,380	0,002
Error	83,000	9	9,222		
TOTAL	6638,444	17			

El análisis de varianza muestra que las variables combustible vegetal y tiempo de ahumado, así como sus interacciones, tuvieron un efecto significativo a un nivel de confianza del 95% sobre el recuento de aerobios mesófilos viables en la carne de pato ahumada.

La Prueba de Duncan para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos en la carne de pato ahumada (Anexo 2) demostró que existió efecto significativo denotado por la

formación de subgrupos. A partir de esta prueba de rango múltiple, podemos determinar los tratamientos que dieron lugar a un menor recuento de aerobios mesófilos, esto se puede observar en el subgrupo 1, donde puede indicarse como el mejor el tratamiento C1T3 con un recuento de 0.3×10^2 UFC/g.

4.5. Estimación del tiempo de vida útil de la carne de pato (*Cairina moschata*) ahumada.

La estimación del tiempo de vida útil se realizó para el tratamiento C1T2 (Combustible coronta de maíz y tiempo 4 horas), el cual fue considerado con una mayor aceptabilidad general.

Labuza (1985) y Nester (1983) indican que la cantidad mínima de temperaturas para conducir un estudio de vida útil son tres. Para este estudio se establecieron las temperaturas de 20 °C, 30 °C y 40 °C. Las temperaturas se escogieron para establecer una diferencia de 10 °C y poder calcular el valor de Q_{10} que representa la razón de las constantes de velocidad de reacción en las temperaturas mencionadas.

En el Cuadro 10 se muestran los resultados obtenidos a las temperaturas mencionadas anteriormente, la toma de muestras se realizó semanalmente y el muestreo se extendió hasta 3 semanas en donde el recuento sobrepasó el límite máximo permitido para mesófilos aerobios.

Cuadro 10. Recuento de mesófilos aerobios en filetes de pato ahumado a diferentes temperaturas

T (días)	Q (ufc/g)		
	T = 20° C	T = 30° C	T = 40° C
1	0.4×10^2	0.5×10^2	0.5×10^2
7	0.2×10^3	0.1×10^4	0.1×10^4
14	0.5×10^4	0.6×10^5	0.1×10^6
21	0.3×10^6	0.6×10^6	0.8×10^6

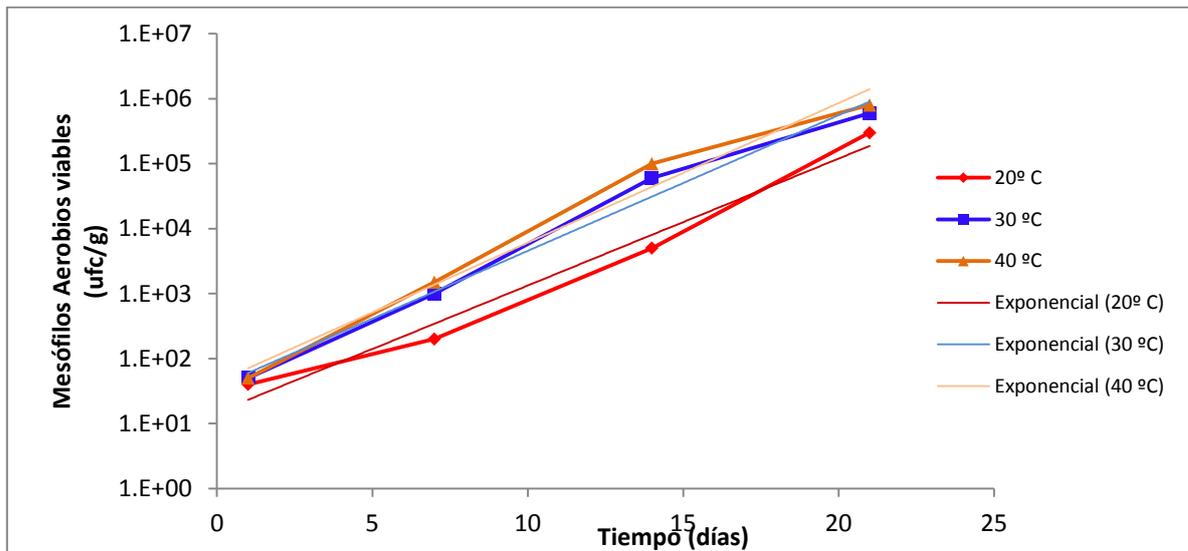


Figura 4. Recuento de mesófilos aerobios viables en función del tiempo a una temperatura de 20, 30 y 40 °C

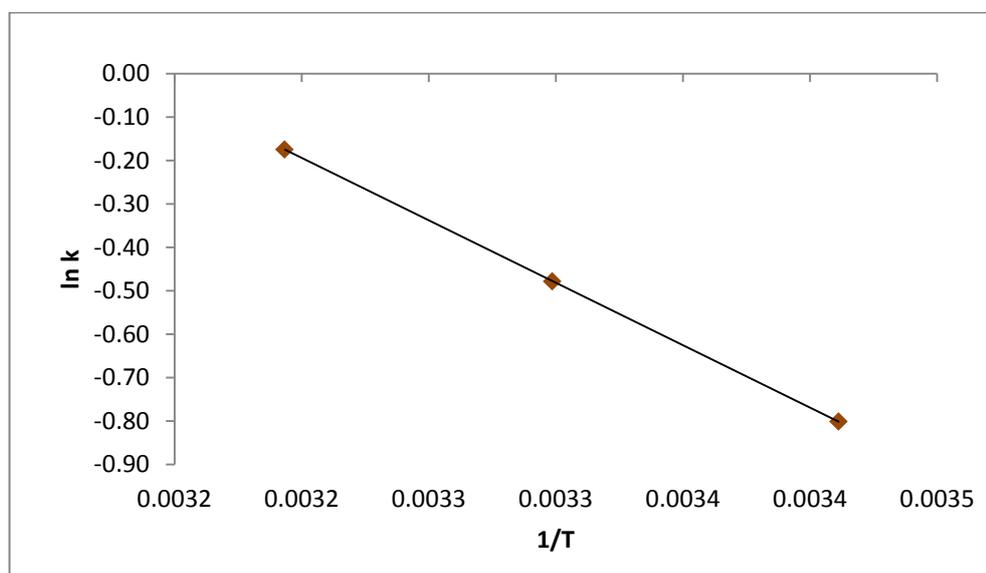


Figura 5. Gráfico del $\ln k$ en función de $1/T$.

Los resultados del recuento de mesófilos aerobios en función del tiempo para cada temperatura se muestran en la Figura 4.

Se puede observar en la Figura 4 que el desarrollo de mesófilos aerobios viables en la carne de pato ahumada aumenta respecto al tiempo y su comportamiento es lineal. Las regresiones lineales obtenidas en la Figura 5 se presentan en las ecuaciones (1), (2) y (3).

$$Q (20 \text{ }^\circ\text{C}) = 2.692 + 0.449 \cdot t \quad (1)$$

$$Q (30 \text{ }^\circ\text{C}) = 3.611 + 0.620 \cdot t \quad (2)$$

$$Q (40 \text{ }^\circ\text{C}) = 3.765 + 0.840 \cdot t \quad (3)$$

Con las tres constantes obtenidas, representadas por las pendientes de las ecuaciones (1), (2) y (3), para las tres temperaturas estudiadas, se aplicó el modelo de Arrhenius, en la forma como se expresa en la ecuación (4) (figura del $\ln k$ en función de $1/T$).

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T} \quad (4)$$

La ecuación que se obtiene de esta regresión lineal es la ecuación (5).

$$\ln k = -2875 \cdot \frac{1}{T} + 9.006 \quad (5)$$

Según las normas microbiológicas consultadas de DIGESA (2003) para embutidos cocidos, un valor de mesófilos aerobios viables superiores a 10^5 es considerado como un producto que ya no reúne con las cualidades necesarias para el consumo. Con este valor y la ecuación (5) se estimaron los valores puntuales de vida útil de la carne de pato ahumada, para las temperaturas de almacenamiento de (20, 30 y 40) °C los cuales se muestran en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Valores de vida útil para carne de pato ahumada

Temperatura (°C)	Vida útil (días)
20	19
30	15
40	11

Se estimó un periodo de vida útil de 19 días a 20 °C, periodo que está por encima al obtenido por Muñoz (1993) quien estimó una vida útil de 15 días a 20 °C.

V. CONCLUSIONES

- El tipo de combustible y tiempo de ahumado, así como, su interacción, tuvieron efecto significativo sobre la aceptabilidad general y recuento de mesófilos aerobios. La carne de pato ahumada con combustible coronta de maíz y un tiempo de ahumado de 4 horas fue la que obtuvo un mayor puntaje con respecto a la aceptabilidad general.
- El tipo de combustible general y el tiempo de ahumado, así como, su interacción, tuvieron efecto significativo sobre el recuento de mesófilos aerobios. El tratamiento que obtuvo un menor recuento fue el C1T3, sugiriendo que la coronta de maíz tiene mayor acción antimicrobiana.
- Se estimó la vida útil mediante pruebas aceleradas para el tratamiento C1T2, la cual fue de 19 días almacenado a 20 °C.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar ensayos con adición de agentes conservantes y antioxidantes, que permitan extender la vida útil y mantener la calidad microbiológica de la carne de pato ahumada.
- Efectuar en lo posible, productos ahumados en caliente ya que este método requiere un menor tiempo de exposición al humo, hasta que se estudie con exactitud los efectos de los diferentes componentes del humo en el organismo humano.
- Obtener filetes de menor grosor a fin de que el ahumado sea suficiente para una cocción completa y así evitar una cocción adicional que afecte al producto final.
- Realizar ensayos con otros tipos de materia prima, combustibles y tiempos, con el motivo de obtener mejores resultados con respecto a sus efectos cualitativos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Affumicato Gourmet. 2011. Empresa dedicada a la elaboración de productos a base de pato.

Disponible en: <http://www.affumicatogourmet.com>

Consultado en noviembre de 2011

Andújar, G. 2009. El curado de la carne y la elaboración tradicional de piezas curadas ahumadas. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, Editorial Universitaria. Cuba

Anzaldúa – Morales, A. 1996. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza – España.

Brack, A. 2004. Biodiversidad y alimentación en el Perú. Seminario del PNUMA en el Perú. Parlamento Latinoamericano.

Disponible en: <http://www.parlatino.org>

Consultado en noviembre de 2011

Brody, A. 2003. Predicting Packaged Food Shelf Life. Food Technology. Nº 54, Pag. 100 – 102.

Caballero, A., Abarca, M., Aguilar, L. y Antequera, F. 2011. Producción de pavo y pato. Departamento de producción animal, Universidad de Castilla-La Mancha. España.

Disponible en: <http://www.uclm.es>

Consultado en febrero de 2012

Casp, A. y Abril, J. 1999. Proceso de Conservación de Alimentos. Editorial A.M.V – Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España.

Charm, S. 2007. Food engineering applied to accommodate food regulations, quality and testing. Alimentos Ciencia e Ingeniería.

Collazos, C., White, P., White, H., Viñas, E., Alvistur, E., Urquieta, E., Vásquez, J., Días, C., Quiroz, A., Roca, A., Hegsted, M., Bradfield, R., Herrera, N., Faching, A., Robles, N., Hernandez, E. y Arias, M. 1993. La Composición de alimentos de mayor consumo en el Perú, 6ta Edición. Ministerio de salud, Instituto nacional de nutrición, Lima - Perú

De Ocaña, G. 2004. La técnica del ahumado, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid – España

Disponible en: <http://www.magrama.gob.es>

Consultado en noviembre de 2011

Debuchy, A y Noe, A. 2002. Tecnología del ahumado de pescados. InvenioVol. 5, número 009, Universidad del centro educativo latinoamericano. Rosario – Argentina.

Fernández, S., Pollak, A. y Vitancurt, J. 2005. Pescado ahumado artesanalmente – Ensayos tecnológicos. Instituto de Investigaciones Pesquera. Montevideo – Uruguay.

Disponible en: <http://www.probides.org.uy>

Consultado en febrero de 2012

Figuroa, N., Téllez, S., Ramírez, J. y Oliva, M. 2007. Desarrollo de un proceso de ahumado de filete de croca (*Micropogonias undulatus*). Universidad Autónoma de Tamaulipas. México

Disponible en: <http://www.cicataqro.ipn.mx>

Consultado en febrero de 2012

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA) 2004. Curso de Especialización, Barcelona, 22 y 23 de noviembre de 2004.

Fundación para la innovación Agraria (FIA) 2008. Producción de pato para carne .Ministerio de Agricultura de Chile.

Disponible en: <http://www.indap.gob.cl>

Consultado en noviembre de 2011

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). 2006. Boletín de información.

Disponible en: <http://www.inia.gob.pe>

Consultado en febrero de 2012

Jiménez, E. 2001. Preparación, conservación e industrialización de alimentos cárnicos. Curso de aprovechamiento agroindustrial de la carne de cerdo y oveja. Nicaragua.

Labuza, T. 1982. Shelf-life dating of foods. Connecticut, Food & Nutrition Press, INC.

Labuza, T. 1999. The search for shelf life. Food Testing and Analysis. Pag. 36 -36

Lázaro, R., Vicente, B. y Capdevila, J. 2004. Nutrición y alimentación de avicultura complementaria: patos. Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid.

Disponible en: <http://www.wpsa-aeca.es>

Consultado en noviembre de 2011

Mafart, P.1994. Ingeniería Industrial Alimentaria. (Procesos físicos de conservación) Vol. I, Zaragoza. Acribia

Miano, A., Ramírez, C. y Villena, M. 2002. Determinación de los tiempos de ahumado y tipos de combustible vegetal más adecuados para obtener una mayor aceptación de jurel (*Trachurus picturatus murphyi*) ahumado. Tesis de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Trujillo – Perú

Ministerio de agricultura (MINAG). 2011. Boletín de información. Disponible en: [http:// www.minag.gob.pe](http://www.minag.gob.pe)
Consultado en septiembre de 2013

Mohler, K. 1990. El ahumado. Editorial Acribia. Zaragoza – España

Morfín, L. 2008. Proyecto para explotación de carne de pato. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC) de la UNAM, México.

Muñoz, A. 1993. Evaluación tecnológica del ahumado de carcasas de pato mediante el ahumado en frío y caliente. Tesis de la facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú

Nickerson, J. 1990. Microbiología de alimentos y sus procesos de elaboración. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Oduor, P. 2010. Organoleptic effect of using different plant materials on smoking of marine and freshwater catfish. African journal of food agricultura, Vol. 10, N^o.6 Pag. 658 – 677.

Paltrinieri, G. y Meyer M.2000. "Elaboración de Productos Cárnicos". Editorial Trillas. México.

Price, J. 1991. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Zaragoza, España.

Rehbronn E. y Rutkowski F. 1989. *Ahumado* de Pescados. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

Restreto, A. 2010. Implementación y diseño de procedimiento para determinación de vida útil de quesos frescos, chorizos frescos y aguas en bolsa. Facultad de Tecnología de la Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira – Colombia.

Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co>

Consultado en febrero de 2012

Singh, R. 2000. Shelf-life Evaluation of Foods. Edit. Aspen Publishers Inc. Estados Unidos

Sèrot, T., Baron, R., Cardinal, M., Cataneo, C., Knockaert, C., Le Bizec, B., Prost, C.,Monteau, F. y Varlet, V. 2009. Assessment of the effects of the smoke generation processes and of smoking parameters on the organoleptic perception, the levels of the most odorant compounds and pah content of smoked salmon fillets. National School of Engineers of the techniques of the agricultural and food industries. Francia.

Disponible en: <http://www.fao.org>

Consultado en noviembre de 2011

Tilgner, D. y Daun, H. 1990. Antioxidative and sensory properties of curing smokes obtained by three basic smoke generation methods. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologies*. Vol.7, Nº 3, Pag. 77. Zurich, Suiza.

Ureña, M. y D'Arrigo, M. 1999. *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Editorial Agraria. Lima, Perú

Vergara, J. 2010. *Producción y comercialización de patos*. Facultad de Producción Agropecuaria. Centro de formación INETADOTA. Córdoba – Argentina

Wasserman, A. y Fiddler, W. 1989. Natural smoke: composition and properties. *Proceedin*

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Evaluación sensorial de la carne de pato ahumada.

Jueces	Tratamientos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	569	645	254	849	785	985	376	459	856
1	6	6	3	6	4	2	6	6	2
2	2	2	6	2	1	7	2	3	7
3	6	7	6	3	6	7	8	8	7
4	7	7	8	6	7	7	8	9	7
5	4	6	4	5	8	2	6	6	2
6	6	9	9	7	5	6	6	7	6
7	6	6	5	7	6	4	7	6	4
8	5	7	7	8	6	6	6	4	6
9	5	6	6	4	8	7	8	5	7
10	5	7	3	6	1	6	5	7	8
11	8	9	6	8	8	8	9	8	8
12	7	8	5	8	6	4	8	6	4
13	4	8	7	6	5	6	5	6	6
14	2	6	5	7	6	6	5	5	6
15	4	7	4	5	2	7	6	7	5
16	5	9	4	6	6	7	7	4	4
17	5	8	6	3	7	6	6	4	3
18	8	7	6	2	5	4	5	5	2
19	7	8	7	2	5	2	9	6	4
20	4	9	8	3	7	7	8	4	3
21	2	6	7	4	4	7	6	5	5
22	6	6	7	8	4	6	6	5	4
23	6	8	6	6	3	5	2	5	4
24	4	7	5	6	5	5	4	4	5
25	2	7	5	5	6	3	5	3	5
Total	126	176	145	133	131	137	153	138	124
Promedios	5,04	7,04	5,8	5,32	5,24	5,48	6,12	5,52	4,96

Leyenda	
569	C ₁ t ₁
645	C ₁ t ₂
254	C ₁ t ₃
849	C ₂ t ₁
785	C ₂ t ₂
985	C ₂ t ₃
376	C ₃ t ₁
459	C ₃ t ₂
856	C ₃ t ₃

Anexo 2. Prueba Duncan para el recuento de mesófilos aerobios en filetes de pato ahumado.

Interacción	Subgrupo					
	1	2	3	4	5	6
C1T3	30					
C1T2		39				
C2T3		43				
C3T3		45				
C3T2			60			
C1T1			61			
C2T2				71		
C3T1					78	
C2T1						92