

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE HUMO LÍQUIDO EN LA
ESTABILIDAD Y ACEPTABILIDAD DE CHORIZO ESPECIAL
AHUMADO**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
AGROINDUSTRIAL**

ALBA PAOLA MALDONADO CHÁVEZ
(paolamaldonado2485@hotmail.com)

DIRECTOR: ING. MIGUEL MIRA VÁSQUEZ
(jmmira_18@hotmail.com)

CO-DIRECTOR: ING. PABLO PÓLIT CORRAL
(pablo.polit@epn.edu.ec)

Quito, junio, 2010

© Escuela Politécnica Nacional (2010)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Alba Paola Maldonado Chávez, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Alba Paola Maldonado Chávez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Alba Paola Maldonado Chávez, bajo nuestra supervisión.

Ing. Miguel Mira Vásquez.

DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Pablo Pólit Corral.

CO-DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos por todo su apoyo y cariño en cada momento de mi vida y por ser mi fortaleza en todo este tiempo de estudios lejos de casa.

A Carmita, Gonzalito, Susy, y mis primos por toda su ayuda.

A Xavier por ser mi compañero en estos años.

Al Ingeniero Miguel Mira e Ingeniero Pablo Pólit por todos los conocimientos adquiridos y su guía durante este tiempo de trabajo.

A mis queridos amigos Dani, Tefa, Carito, Jorge y Cachito por brindarme su amistad y por todos los momentos que compartimos juntos.

Al todo el personal del Centro de Producción de Cárnicos de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por su ayuda y colaboración en el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mi abuelito Pedro Chávez, sé que pronto estarás en casa.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN	XII
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 La carne.	1
1.1.2 Química de la carne	1
1.1.3. Características organolépticas de la carne	3
1.2. Los embutidos tipo chorizo.	6
1.2.1 Clasificación de los embutidos	6
1.2.2 El chorizo.	7
1.2.3 Materias primas para la elaboración de chorizo.	9
1.2.4 Métodos de almacenamiento y conservación	12
1.3. El ahumado.	13
1.3.1 El humo	13
1.3.2 Tratamientos con condensados de humo (humo líquido)	15
1.3.3 Tipos de ahumado	18
1.4. Vida útil de los alimentos procesados	19
1.4.1 Principales factores de deterioro	20
1.4.2 Determinación de la cinética de deterioro	22
2 MATERIALES Y MÉTODOS	24
2.1 Materiales, equipos e instalaciones	24
2.1.1 Localización e instalaciones	24
2.1.2 Materiales	24
2.1.2.1 Materia prima	24
2.1.2.2 Aditivos	25
2.1.2.3 Condimentos	25
2.1.3 Equipos	27
2.2 Elaboración de chorizo ahumado	27
2.3 Caracterización del producto	30
2.4 Evaluación organoléptica	30
2.4.1 Metodología para realizar el estudio de aceptabilidad y evaluación Organoléptica	30
2.4.2 Metodología para el análisis de datos	31
2.5 Análisis de estabilidad del producto	32
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
3.1 Control del producto terminado	37

3.1.1	Control microbiológico	37
3.1.2	Control bromatológico	39
3.1.3	Aceptabilidad de las características organolépticas	41
3.2	Estudio de estabilidad	43
3.2.1	Características organolépticas	43
3.2.1.1	Apariencia	44
3.2.1.2	Color	45
3.2.1.3	Sabor	48
3.2.1.4	Textura	49
3.2.1.5	Cálculo de la vida útil	51
3.2.2	Características microbiológicas	56
3.2.2.2	Escherichia coli	57
3.2.2.1	Coliformes totales	58
3.2.2.3	Mohos y levaduras	59
3.2.2.4	Cálculo de la vida útil	61
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
4.1.	Conclusiones	68
4.2.	Recomendaciones	69
	BIBLIOGRAFÍA	70
	ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla 1:	Composición química del músculo	1
Tabla 2:	Denominaciones de chorizo de acuerdo al calibre de embutido	8
Tabla 3:	Materia prima utilizada	24
Tabla 4:	Esquema del experimento	27
Tabla 5:	Esquema de las mediciones experimentales	29
Tabla 6:	Condiciones para el estudio de estabilidad	33
Tabla 7:	Valores críticos de los parámetros microbiológicos y sensoriales	35
Tabla 8:	Valores promedios, ponderación y valor total, para T ₀	36
Tabla 9:	Valores totales para T ₀	36
Tabla 10:	Resultados microbiológicos del producto terminado	38
Tabla 11:	Presencia de microorganismos como respuesta a la aplicación de humo líquido en el chorizo ahumado	39
Tabla 12:	Puntajes promedios obtenidos de la determinación de aceptabilidad de los productos	42
Tabla 13:	Evolución de las características organolépticas del chorizo en los días de evaluación	43
Tabla 14:	Tiempo de vida útil del producto determinado por las características organolépticas	55
Tabla 15:	Evolución de microorganismos como respuesta a la aplicación de humo líquido en el chorizo ahumado durante los días de evaluación	56
Tabla 16:	Porcentaje de crecimiento de hongos (UPC/g) del tratamiento 0 (0.0% humo líquido) comparado con los otros tratamientos	60
Tabla 17:	Porcentaje de crecimiento microbiano del tratamiento 0 (0.0% humo líquido) comparado con los otros tratamientos	66
Tabla 18:	Valores de K y tiempo de vida útil para los diferentes tratamientos	66
Tabla 19:	Estimación de la vida útil del chorizo especial ahumado con humo líquido para los diferentes tratamientos	67
Tabla 20:	Vida útil de diferentes productos tipo chorizo en el mercado ecuatoriano.	67

INDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
Figura 1:	Color de la carne por reacción del hierro del grupo hemo	4
Figura 2:	Características del estado humo en relación con los compuestos presentes en el mismo	14
Figura 3:	Diagrama de bloques del proceso de elaboración de chorizo especial ahumado con humo líquido	28
Figura 4:	Prueba de aceptabilidad de las propiedades organolépticas	31
Figura 5:	Fotografía de la diferencia de apariencia del producto entre el día 0 y día 30	44
Figura 6:	Evolución de la apariencia en los días de almacenamiento del chorizo ahumado	45
Figura 7:	Fotografía de la diferencia de color del producto entre el día 0 y día 30	46
Figura 8:	Evolución del color en los días de almacenamiento del chorizo ahumado	47
Figura 9:	Evolución del sabor en los días de almacenamiento del chorizo ahumado	49
Figura 10:	Fotografía de la diferencia de textura del producto entre el tratamiento 1 y el tratamiento 3	50
Figura 11:	Evolución de la textura en los días de almacenamiento del chorizo ahumado	51
Figura 12:	Estabilidad de las características organolépticas	52
Figura 13:	Valores de la aceptación tomados para el cálculo de vida útil	54
Figura 14:	Contante de velocidad (k) para cada tratamiento	55
Figura 15:	Evolución de los coliformes totales en los días de almacenamiento del Chorizo Ahumado	59
Figura 16:	Evolución de hongos en los días de almacenamiento del chorizo ahumado	60
Figura 17:	Estabilidad microbiológica del chorizo ahumado	62
Figura 18:	Constante de velocidad (k) para cada tratamiento	65

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I	
Formulario de aceptación del producto	73
ANEXO II	
Formulario para la evaluación sensorial	74
ANEXO III	
Producto final	75
ANEXO IV	
Especificaciones microbiológicas por grupo de alimentos	76
ANEXO V	
Ficha técnica del humo líquido	77
ANEXO VI	
Coliformes fecales inicial UFC/g	78
ANEXO VII	
Coliformes fecales a los 10 días UFC/g	79
ANEXO VIII	
Coliformes fecales a los 20 días UFC/g	80
ANEXO IX	
Coliformes fecales a los 30 días UFC/g	81
ANEXO X	
Escherichia coli inicial UFC/G	82
ANEXO XI	
Escherichia coli a los 10 días UFC/g	83
ANEXO XII	
Escherichia coli a los 20 días UFC/g	84
ANEXO XIII	
Escherichia coli a los 30 días UFC/g	85
ANEXO XIV	
Hongos inicial	86
ANEXO XV	
Hongos a los 10 días NMP/g	87
ANEXO XVI	
Hongos a los 20 días NMP/g	88
ANEXO XVII	
Hongos a los 30 días NMP/g	89
ANEXO XVIII	
Proteína %	90
ANEXO XIX	
Grasa %	91
ANEXO XX	
Humedad %	92

RESUMEN

El siguiente trabajo es una investigación acerca de la influencia de humo líquido, en la estabilidad y aceptabilidad del chorizo especial ahumado. Éste fue realizado en la Centro de Producción de Cárnicos de la Escuela Politécnica de Chimborazo en la ciudad de Riobamba. El producto se trabajó en base a una fórmula establecida de los ingrediente y con tres niveles de humo líquido (0.3, 0.6 y 0.9%), más un tratamiento control o testigo (0%), el humo líquido fue añadido a la pasta al momento de su procesamiento. Se realizaron cuatro repeticiones del proceso. El producto elaborado se lo almacenó en bandejas y cubierto de papel film, y conservado en refrigeración (4°C) por 30 días.

Se realizó la caracterización del producto, para determinar el contenido de proteína, grasa, humedad y cenizas. También se realizó un estudio de aceptabilidad donde se evaluó los siguientes parámetros organolépticos: sabor y aroma, color, textura y apariencia; con la participación de un panel de 15 personas Y finalmente, se realizó un estudio de estabilidad en condiciones ambientales (4° C, 60 % HR), donde se evaluaron los parámetros microbiológicos (Escherichia coli, coliformes totales y hongos) a más de los parámetros organolépticos analizados en el estudio de aceptabilidad, se aplicó una fórmula de cinética de orden cero lo que permitió calcular el tiempo de vida útil de cada uno de los tratamientos. Estos análisis se realizaron los días: 0, 10, 20 y 30. Para el análisis de resultados, de cada uno de los análisis se realizó un estudio estadístico, el cual, permitió establecer la existencia o no de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos

Finalmente, se determinó que el humo líquido es un buen conservante de los alimentos, ya que a mayor concentración del mismo en el producto fue menor su contaminación microbiana. Por otra parte, se concluyó también que, el tratamiento 2 (0.6% humo líquido), es el mejor organolépticamente y de mejor aceptación por el consumidor, y además su vida útil es de 43 días, lo cual le atribuye una ventaja en relación con otros productos existentes en el mercado, donde su vida útil es aproximadamente 38 días.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la carne ha sido uno de los principales alimentos que ha consumido el hombre. Actualmente debido, a sus bondades nutritivas y al desarrollo de la industria alimenticia, ha permitido a la carne ser uno de los alimentos más consumidos.

En el Ecuador se calcula que el negocio de los embutidos mueve unos \$120 millones al año, que el consumo anual es de 3 kg por persona y que la demanda crece a una tasa del 5%. De todos los embutidos existentes, los más apetecidos son las mortadelas y las salchichas. Juntas representan el 75% de la producción nacional. Le siguen los chorizos con 14%, jamones con 5% y el 6% restante pertenece a otras presentaciones. (PROCHILE, 2007)

Se han desarrollado ciertas técnicas de conservación de los alimentos como el ahumado. Su consumo se remonta a épocas prehistóricas. Las propiedades inhibidoras del humo son bastante reconocidas desde entonces, y han sido objeto de innumerables estudios a través de la historia. Con la llegada del humo líquido preparado a partir de madera, desde fines del siglo 19, se estableció una forma más práctica y versátil de aplicación del humo tradicional, hoy su uso está bastante difundido en el mercado. De los muchos componentes naturales del humo, la presencia de fenoles y ácidos orgánicos son los principales responsables de los efectos bactericidas y bacteriostáticos del humo líquido. (GIRARD, 1980)

El presente trabajo estudia la influencia de la adición del humo líquido en la estabilidad y en la aceptabilidad de chorizo especial ahumado, con características organolépticas, bromatológicas y microbiológicas requeridas en el mercado ecuatoriano y la vida de anaquel.

Con esto se pretende dar a la industria cárnica una alternativa en el proceso de fabricación de este tipo de embutidos.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 LA CARNE

Se entiende como Carne a la parte comestible de los músculos de los animales de abasto como bovinos, ovinos, porcinos, equinos, caprinos, camélidos, y de otras especies aptas para el consumo humano. (RANKEN, 2003).

La carne comprende todos los tejidos blandos que rodean el esqueleto, incluyendo su cobertura grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis, huesos propios de cada corte cuando éstos se encuentren adheridos a la masa muscular correspondiente y todos los tejidos no separados durante la faena, excepto los músculos de sostén del aparato hioideo y el esófago. (ORDÓÑEZ, 1998)

1.1.1. QUÍMICA DE LA CARNE

Si se analiza la composición del músculo estriado en las principales especies productoras de carne se comprueba que la mayor proporción corresponde al agua. El resto de los componentes se muestra en la tabla 1:

Tabla 1. Composición Química del músculo estriado

Componente	Vacuno (%)	Ovino (%)	Porcino (%)	Aviar (%)
Agua	70 – 75	70 – 75	68-72	70 -75
Proteínas	20 – 25	20 -22	18-20	20 – 25
Grasa	4-8	5-10	8-12	4-6
Sustancias nitrogenadas no proteicas		1.5	1.5	
Carbohidratos y sustancias no nitrogenadas		1	1	
Cenizas		1	1	

FUENTE: LÓPEZ, 2001

El tejido muscular está constituido aproximadamente del 76% de agua, es el medio en donde se desarrollan la mayoría de las reacciones químicas y de los procesos metabólicos; es el medio de transporte de nutrientes, metabolitos, hormonas y productos de desecho.

Las proteínas al cambiar el pH, cambian las cargas eléctricas con lo que se modifican la capacidad de ligar agua y la solubilidad; al calentar la proteína, se rompen los puentes hidrógeno y cambia la ordenación de las estructuras proteicas; al añadir sales, se modifican las cargas eléctricas y la solubilidad y a la acción mecánica enérgica cambia la estructura. (ORDÓÑEZ, 1998).

Dentro de las propiedades que presentan las proteínas están: capacidad de gelificación, capacidad de emulsión, capacidad de formación de espuma, capacidad de retención de agua y viscosidad.

De todas ellas, la propiedad más estudiada es la Capacidad de Retención de Agua (CRA), ya que de ésta dependen otras propiedades como color, ternura y jugosidad de los productos cárnicos (LÓPEZ, 2001), por otra parte determina dos factores económicos: la pérdida de peso en los procesos de transformación y la calidad de los productos obtenidos.

Los lípidos, después de las proteínas, son los componentes mayoritarios en la carne y además son importantes por las transformaciones bioquímicas que sufren en la elaboración de productos cárnicos.

La composición de la grasa depende de la especie animal, es así que la grasa de cerdo es siempre más blanda que la de bovino, la grasa intercelular y la depositada sobre la superficie del músculo (grasa muscular) tiene una composición en ácidos grasos claramente diversa de aquella de las grasas de depósito. (MIRA, 1998).

Las enzimas son las encargadas acelerar las reacciones bioquímicas que transcurren en el músculo.

Existen enzimas de tipo mitocondrial, lisosómicas peroxisómicas y otras. Las primeras se emplean para determinar la congelación de las carnes, ya que las

mitocondrias se rompen y las enzimas se vierten al líquido sarcoplásmico. Las enzimas lisosómicas también se encuentran en el líquido sarcoplásmico y se encargan de degradar los componentes celulares, por lo que sirven de referencia en la pasteurización de las carnes; por ejemplo en este grupo se encuentra la enzima fosfatasa que se destruye a 70°C. Las enzimas peroxisómicas se cree que intervienen en el metabolismo de purinas, aminoácidos, alcoholes y en la respiración celular, pueden fusionarse con los lisosomas o verter sus enzimas al exterior (LÓPEZ, 2001).

El contenido vitamínico de la carne es muy limitado en relación a otros órganos y de los vegetales. Las vitaminas liposolubles A y D y en parte la E, se encuentran solo en la carne grasa, mas no en aquella magra. La vitamina C se encuentra en la carne de manera insignificante. La carne contiene a la vez, una notable cantidad de vitaminas del complejo B. (MIRA, 1998).

Las cenizas del músculo constituyen poco menos del 1% del contenido, los elementos más importantes son Azufre, potasio, fósforo, sodio, cloro, magnesio, calcio, hierro y zinc (GRACEY, 1984).

1.1.2. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA CARNE

Las características más sobresalientes de la carne son: el color, la capacidad de retención del agua o jugosidad, textura, olor y sabor.

1.1.2.1 Color de la Carne

Es uno de los factores más importantes, para determinar la calidad de la carne y por lo tanto el valor comercial de la misma, ya que al presentarse la carne o productos cárnicos con una coloración anormal es motivo de rechazo. El color de la carne se debe a la mioglobina que es una proteína que corresponde al 90 – 95% del pigmento, y de la hemoglobina que es el pigmento sanguíneo como en todos los animales, corresponde al 5 -10% del total del pigmento. (FORREST *et al.*, 1975).

Mientras que si el pigmento reacciona con agua, como en el caso de la carne sin despiezar, la carne se torna de color púrpura, a esto se denomina mioglobina reducida. Al despiezar y cortar la carne, el pigmento por lo general se oxida, y sobre todo si existen pequeña cantidad de oxígeno, en este caso la carne se torna de color marrón, el pigmento en este estado se denomina metamioglobina, esto no es agradable para el consumo. Por lo general evitar la formación de metamioglobina es el objetivo en la venta de carnes.

Cuando se deja la carne en completo contacto de los pigmentos con el aire, reaccionan y forman un pigmento relativamente estable llamado oximioglobina, este es el pigmento responsable del color rojo brillante que los consumidores esperan de la carne fresca. (FORREST *et al.*, 1975). A continuación una representación de las reacciones del hierro y las respectivas coloraciones del pigmento:

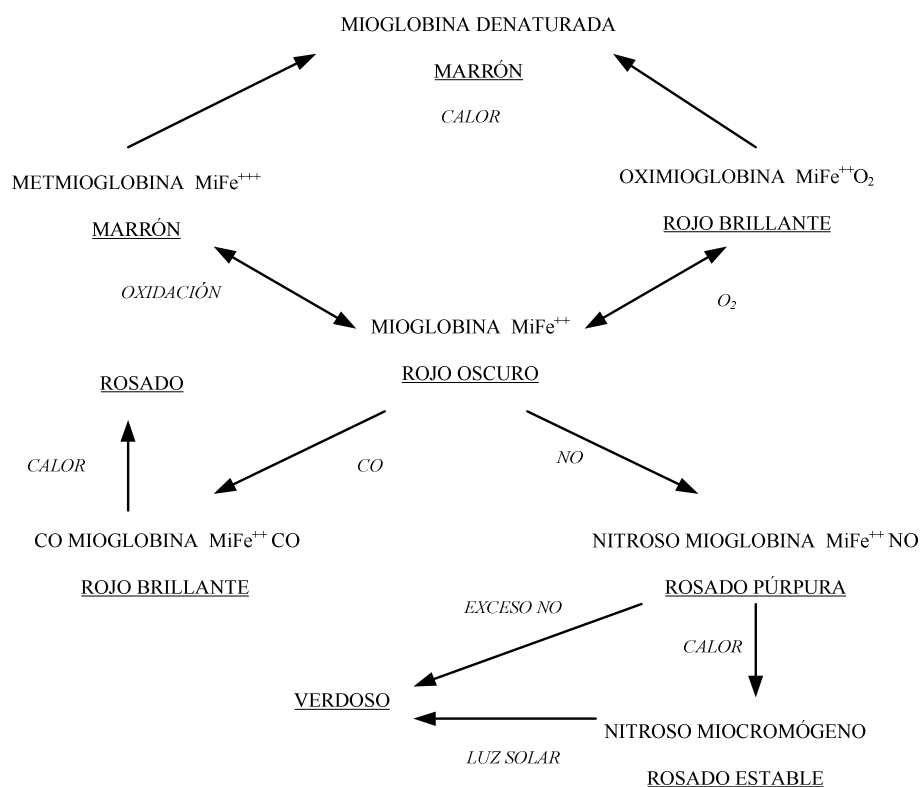


Figura 1. Color de la carne por reacción del hierro del grupo hemo. (POLIT, 2004).

1.1.2.2 Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua se define como la capacidad de la carne de retener su agua durante la aplicación de fuerzas externas, tales como cortes, calentamiento, trituración, prensado. Sin embargo, durante una aplicación más suave de cualquiera de estos tratamientos, hay una cierta pérdida de humedad, debido a que una parte del agua presente en la carne se encuentra en forma libre. (FORREST *et al.*, 1975).

Muchas de las propiedades físicas de la carne dependen en gran parte de esta propiedad, cuando se pierde gran cantidad de agua también se pierden algunas de sus proteínas solubles, vitaminas y minerales.

Químicamente, el agua es una molécula polar, por lo tanto puede unirse a los grupos reactivos de las proteínas, la mayoría de esta pérdida de agua se debe al agua libre que se encuentra movilizada por la configuración física de las mismas proteínas, sin ligarse a éstas.

Esta propiedad está ligada al pH, es así que si el descenso de éste es rápido las proteínas miofibrilares aumentan su concentración por lo que se pierde gran cantidad de líquido; mientras que cuando es más elevado el pH, la capacidad de retención de agua es mayor. (MIRA, 1998).

Para aumentar la capacidad de retención de agua se debe crear las siguientes condiciones: pH elevado, glucólisis post mortem lenta, refrigeración rápida antes de la descomposición, embodegado a temperatura cerca a 0°C, además se debe cortar la carne acuerdo a la longitud de las fibras.

1.1.2.3 Firmeza y textura

La sensación de firmeza o dureza se debe en primer lugar a la facilidad con que los dientes penetran en la carne, en segundo lugar a la facilidad con que la carne se divide en fragmentos y en tercer lugar a la cantidad de residuos que queda después de la masticación (MIRA, 1998).

1.1.2.4 Sabor y olor

Estas características son de difícil medición, en los últimos años se ha utilizado cromatografía de gases para determinar los componentes volátiles que componen la carne, pero por lo general se mide esta característica usando un panel de degustadores, que de igual manera dificulta la exactitud, ya que cada persona difiere en los resultados.

Además, desempeñan un importante papel en la alimentación, dado que estimulan la secreción de las glándulas salivales y del jugo gástrico, aumentando el apetito y favoreciendo la digestión (ORDÓÑEZ, 1998).

1.2 LOS EMBUTIDOS TIPO CHORIZO

Definición de Productos Cárnicos: Se consideran productos y derivados cárnicos aquellos productos alimenticios preparados total o parcialmente con carnes, despojos o grasas y subproductos comestibles procedentes de los animales de abasto u otras especies y en su caso, ingredientes de origen vegetal o animal, así como condimentos, especias y aditivos autorizados.(ORDÓÑEZ, 1998)

Definición de Embutido: Los embutidos son productos cárnicos que se obtiene de la mezcla de la carne molida, grasa, sal, agentes de curado, azúcar, especias y otros aditivos, que se introducen en tripas naturales o artificiales y son sometidos a un proceso de curado, ahumado o cocción (BARCO, 2008)

1.2.1. CLASIFICACIÓN DE EMBUTIDOS

Los embutidos pueden clasificarse, de acuerdo a su elaboración en tres grupos principales, que se detallan a continuación:

Embutidos Crudos: son aquellos elaborados con carnes y grasa crudas, sometidas a un ahumado o maduración. Por ejemplo: chorizo, salchicha y salames.

Embutidos Escaldados: son aquellos cuya pasta es incorporada cruda, sufriendo el tratamiento térmico (cocción) y ahumado (opcional), luego de ser embutido. Por ejemplo: mortadela, salchicha tipo Frankfurt, jamón cocido. La temperatura externa del agua o de los hornos de cocimiento no debe pasar de 75 – 80 °C.

Embutidos cocidos: son aquellos en los que la totalidad de la pasta o parte de ella se cuece antes de incorporarla a la masa. Por ejemplo: morcilla, paté, queso de cerdo. La temperatura externa del agua o vapor debe estar entre 80 y 90 °C, con una temperatura interna del producto de 80 a 83 °C. (LÓPEZ, 2001)

1.2.2. EL CHORIZO

Existe una gran variedad de embutidos tipo chorizo entre los ejemplares más sobresalientes se tiene chorizo español, chorizo fino mexicano, chorizo ahumado, salchichón cervecero, salame, salchicha y morcilla. (BARCOS, 2008, TRICOLI, 2000)

Chorizo. Es el embutido elaborado a base de carne molida mezclada o no de: bovino, porcino, pollo, pavo y otros tejidos comestibles de estas especies; con aditivos y condimentos permitidos; y puede ser ahumado o no, crudo, madurado o escaldado.

Chorizo escaldado. Es el embutido cuya materia prima es cruda y el producto terminado es sometido a tratamiento térmico adecuado. (NORMA INEN 1344:96)

El proceso tradicional de fabricación del chorizo típico ecuatoriano incluye las siguientes fases: Picado de las carnes y grasa, mezcla con el resto de los

ingredientes y reposo de la masa en sitio fresco durante una noche; seguidamente se introduce la masa en tripa de cerdo, se atan y se exponen al aire en ambiente natural, eligiéndose lugares idóneos en base a sus características de temperatura y humedad. Durante el tiempo de maduración hay unos procesos de desecación y adquisición de firmeza en la textura, a la vez que se desarrolla el aroma, fruto de la suma de los aromas naturales y los resultantes de la actividad microbiana sobre los componentes de la masa del embutido. (BARCO, 2008)

El chorizo tiene norma de calidad propia, que indica determinaciones exigidas para este producto y sitúa a los productos dentro de una determinada categoría:

Tabla 2. Denominaciones del chorizo de acuerdo al calibre de embutido

Nombre	Calibre (mm)
Chorizo	< 22
Chorizo o Longaniza	22 – 40
Longaniza	>40

FUENTE: BARCOS, (2008)

1.2.2.1 Procedimiento de Elaboración de Chorizo Típico Ecuatoriano

El procedimiento de elaboración de chorizo ahumado es el siguiente:

Deshuesado: consiste en separar la carne magra del hueso, para lo cual se utilizan cuchillos deshuesadores.

Trozado: para facilitar el ingreso de las carnes al molino, previamente se debe realizar trozos mas uniformes, permitiendo una adecuada manipulación y evitando de cierta manera contratiempos durante el procesamiento del producto.

Molida: las carnes magras se pasan en el molino con el disco cuyos orificios tiene 8 mm de diámetro, mientras que la grasa dorsal con el disco de 10 mm.

Mezcla: tanto las carnes como la grasa son mezcladas por el tiempo de 15 minutos, a la vez que se añaden los aditivos y condimentos hasta obtener una masa homogénea y pastosa, la cual debe pegarse a la mano como indicador de una textura adecuada.

Embutido: una vez obtenida la mezcla, se procede a embutir en tripa natural de porcino de aproximadamente 40 mm de diámetro, luego se ata en porciones de 10 a 12 cm.

Ahumado: es un proceso que coadyuva a la calidad de los productos a variar el sabor o como un agente antiséptico, antioxidante y colorante. Para el caso particular del chorizo se lo realiza por el lapso de una hora a temperatura de 65°C, almacenándolo posteriormente en cámaras de refrigeración o en cámaras de maduración o ambientes secos, para su posterior comercialización. (MIRA, 1998).

1.2.3. MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE CHORIZO

Las materias primas en algunos casos varía de acuerdo a las diferentes formulaciones que existen para elaborar chorizo, sin embargo hay materias primas comunes que se van a detallar a continuación. (MIRA, 1998).

1.2.3.1 Carne y grasa

Respecto a la carne, no se utilizan los cortes de calidad, sino mas bien los recorte que quedan de éstos, sin embargo, esto no quiere decir que no se utiliza buena carne, ya que se expone a un bajo rendimiento y rápido deterioro del producto. (MIRA, 1998).

La Grasa es un componente esencial de los embutidos, ya que les aporta determinadas características que influyen de forma positiva en su calidad sensorial. Es importante la elección del tipo de grasa, ya que una grasa demasiado blanda contiene ácidos grasos insaturados que aceleran el

enranciamiento y con ello la presentación de alteraciones de sabor y color, motivando además una menor capacidad de conservación, por lo que es recomendado usar grasa dura.

1.2.3.2 Aditivos y conservantes

Se clasifica a los aditivos y conservantes en 5 grupos: sustancias de acción antimicrobiana, sustancias antioxidantes, sustancias emulsionantes, sustancias aromatizantes y sustancias gelificantes o ligantes. (MIRA, 1998).

La sal es una sustancia antimicrobiana que tiene por objeto dar el gusto y sabor a los preparados alimenticios y conservar por más tiempo a la carne. Una vez absorbida la sal, forma con las proteínas de las células una combinación proteico – salina la cual mientras favorece la penetración y la fijación de la sal, constituye un medio desfavorable para el desarrollo de los gérmenes de la putrefacción, mientras que las especies de bacterias que tienen gran importancia en el proceso de maduración de los embutidos y de productos salados encuentran las mejores condiciones de desarrollo.

Los nitratos y nitritos son sales que se derivan de la combinación de los metales y de las bases, en general con el ácido nítrico. Es una sustancia antimicrobiana. Los nitratos más usados en las industrias cárnicas son el nitrato de potasio, el nitrato de sodio conocido como sal nitro y el nitrito de sodio y potasio.

Los fosfatos cumplen con una importante función en las masas de los productos escaldados y cocinados, actúan sobre el enlace actina – miosina, el cual parece debilitarse por la acción de estos compuestos. La Incorporación del fosfato da lugar al aumento de la fuerza iónica, la estabilización del pH y sobretodo una acción directa sobre la proteína, lo que da lugar a una ostensible mejora de la fijación de agua y de la capacidad emulsionante de las proteínas miofibrilares. (MIRA, 1998).

Los aditivos son sustancias aromatizantes que también conservan los productos cárnicos, no porque nuestro organismo las necesite, sino porque posee una acción agradable sobre el olfato y el gusto, promoviendo reflejos útiles para la

digestión. Dentro de estas sustancias están: pimienta, ajo, comino, orégano, condimentos preparados para chorizo, achiote, etc.

1.2.3.3 Tripas naturales o artificiales

Es donde se embute la masa del producto, éstas pueden ser naturales o artificiales

Tripas animales o naturales:

Las tripas naturales son aquellas que se obtienen de las vísceras de los animales de abasto, estas vísceras pueden ser el intestino y vejiga del cerdo o de la res.

Han sido los envases tradicionales para los productos embutidos. Este tipo de tripas antes de su uso deben ser escrupulosamente limpiadas y secadas ya que pueden ser vehículo de contaminación microbiana. Las tripas naturales pueden ser grasas, semigrasas o magras. (MIRA, 1998).

Tripas artificiales:

- Tripas de colágeno: Son una alternativa lógica a las tripas naturales ya que están fabricadas con el mismo compuesto químico.
- Tripas de celulosa: se emplean principalmente en salchichas y productos similares que se comercializan sin tripas.
- Tripas de plástico: Se usan en embutidos cocidos. (MIRA, 1998).

1.2.4. METODOS DE ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN

Los métodos de conservación de la carne son de dos tipos: físicos y químicos; dentro de los primeros están: la refrigeración y congelación, esterilización y pasteurización, desecación, acción de radiación ultravioleta e infrarrojas.

Y en los métodos químicos se encuentra la salazón, curado, ahumado, inmersión en líquidos conservadores, azucarado, acidificación y adición de sustancias

comestibles conservadoras o agentes conservadores químicos. (FORREST *et al.*, 1975).

1.2.4.1 Curado

El curado consiste en prolongar la capacidad de conservación de la carne adicionando a la misma sal común, nitrato sódico o sal curante con nitrito y sustancias coadyuvantes para el curado como el azúcar o el jarabe desecado. (WEILING, 1973)

Con esto se conserva además el color de la carne, mejora su olor y sabor, se modifica la estructura de la carne y se genera el aroma especial a curado.

Cada una de las sustancias añadidas cumple una función determinada. La sal común al 8% inhibe el crecimiento bacteriano, modifica la estructura de la carne y participa en la generación del aroma de curado. (WEILING, 1973)

Con la agregación del nitrato sódico, se refuerza la acción inhibidora de la sal sobre los microorganismos de putrefacción y enzimas proteolíticas. Las enzimas microbianas (nitrorreductasas) reducen los nitratos a nitritos y éstos a monóxidos de nitrógeno, que con la mioglobina produce nitrosomioglobina. Este pigmento termorresistente se conoce con el nombre de rojo de curado, y el proceso se denomina enrojecimiento. (WEILING, 1973).

1.3. EL AHUMADO

El ahumado es, por definición, la operación que consiste principalmente en someter un producto alimenticio a la acción de los productos gaseosos que se desprende de la combustión de ciertos vegetales. (USDA, 2007)

Durante miles de años, el hombre ha utilizado el humo para preservar y dar sabor a sus alimentos. El humo originado por la quema de la madera tiene propiedades bactericidas y antioxidantes. En el pasado, estas cualidades le permitieron al

hombre prolongar la vida útil de los alimentos perecederos, especialmente de la carne, contribuyendo de esa forma a asegurar su supervivencia.

La finalidad del ahumado es por lo tanto, una mejor calidad de conservación y dar al producto sabor y olor característico debido a la reducción del contenido de humedad y a la acción conservadora y antioxidante de algunos componentes del humo como los fenoles.

Tiempo atrás, los productos cárnicos se ahumaban para preservarlos durante periodos más largos. Contaban con dispositivos de ahumado muy tradicionales, se tenía una solera y la chimenea, donde el producto a ahumar estaba junto al sitio de producción de humo. Actualmente uno de los avances del ahumado, es la separación de las dos etapas, lo que permite que en la zona de producción de humo se eliminen alquitranes que son perjudiciales para la salud del consumidor. (ERLANDSON, 1977)

Debido a la búsqueda, principalmente de nuevas cualidades gustativas y, accesoriamente como un medio de presentación del producto, es por lo que el ahumado ha prevalecido. (GIRARD, 1980)

1.3.1. EL HUMO

El humo se define como una suspensión de partículas sólidas y líquidas, en un medio gaseoso (GIRARD, 1980)

Los principales compuestos químicos del humo son: fenoles, carbonilos, cetonas, aldehídos, ácidos, furanos, alcoholes, ésteres, lactonas, hidrocarburos alifáticos e hidrocarburos policíclicos aromáticos (H.P.A.). Cada uno de los compuestos mencionados, son los encargados de ciertas características deseables o indeseables en el proceso de ahumado. Esto se explica en la figura 2:

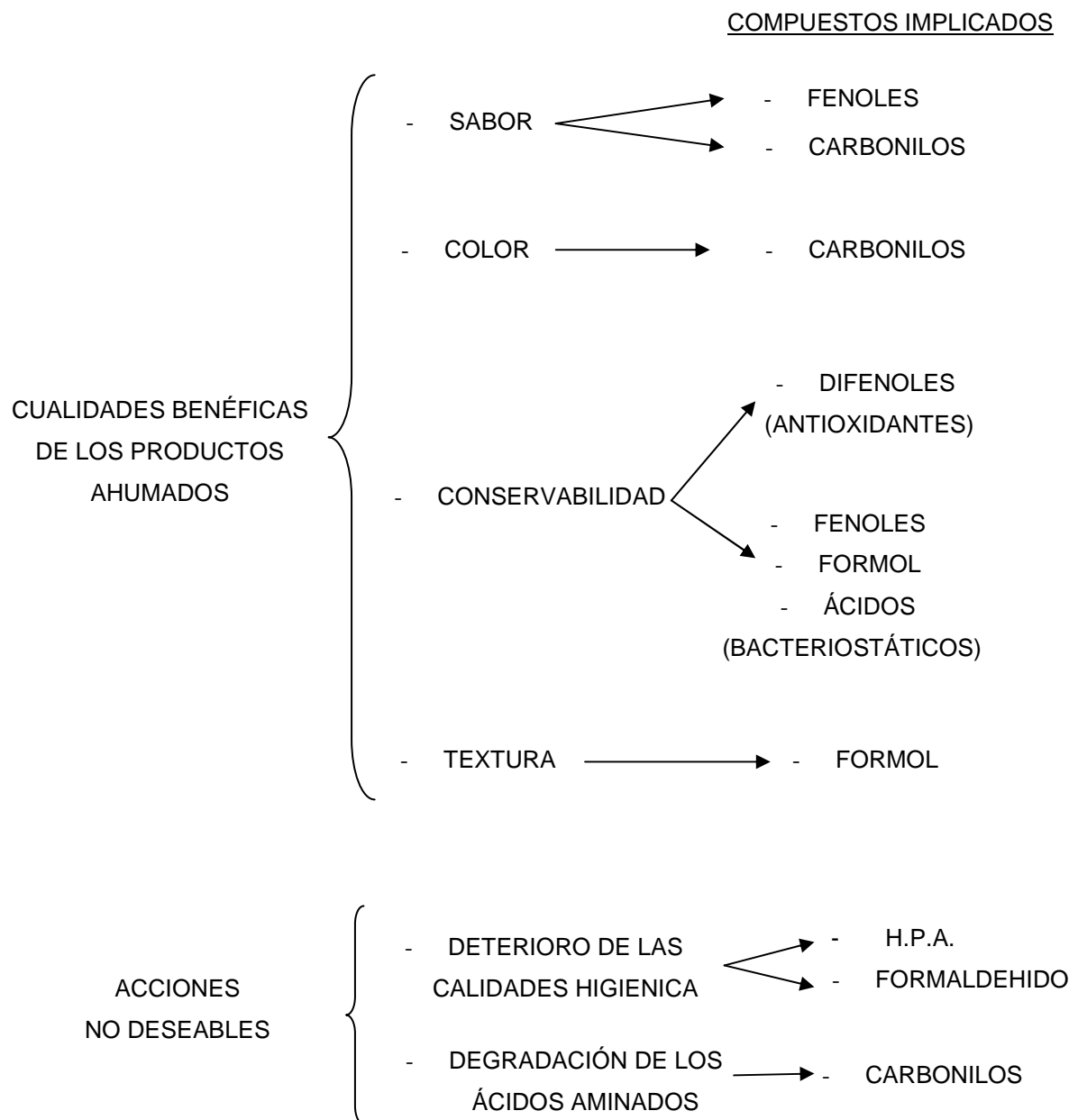


Figura 2. Características del estado del humo en relación con los compuestos presentes en el mismo (GIRARD, 1980)

El humo natural se obtiene de la madera (haya, roble, nogal, etc.). La combustión completa de la madera, produce por una parte, agua y gas carbónico y de otra un residuo material que son las cenizas. La producción de humo es una reacción no completa, ocasionando dos sucesos:

- Descomposición por la acción del calor de los polímeros de la madera (celulosa, hemicelulosa y lignina), en moléculas de bajo peso molecular; esta fase es la pirolisis
- Y reacciones de oxidación, polimerización y condensación del humo. (GIRARD, 1980)

1.3.2. TRATAMIENTOS CON CONDENSADOS DE HUMO (HUMO LÍQUIDO)

Los sistemas de ahumado cuentan con otras opciones para hacer humo aparte de la madera. El humo líquido ya ha estado disponible por años, y se consigue al quemar madera y capturar la esencia eliminando los componentes no deseados. De esta manera, se obtienen el sabor, el olor y las propiedades conservantes del humo, pero sin los inconvenientes del hollín y la suciedad. El humo líquido se puede utilizar como ingrediente en el proceso o de forma similar al humo natural. (CID, 2008)

En la actualidad se trabaja con aromas de humos o condensados, llamado humo líquido, en estos preparados se han eliminado los hidrocarburos policíclicos aromáticos (H.P.A.) que resultan de la pirolisis de la lignina, estos compuestos no son deseados ya que se los considera mutagénicos y cancerígenos.

Los condensados de humo más utilizados en los productos cárnicos se presentan en diferentes formas:

- Líquidas: disueltos en agua, aceite o disolventes orgánicos
- Sólidas: en polvo absorbido el humo en sal, especias, glucosa y gomas.

El uso del humo líquido en embutidos puede ser de las siguientes formas:

Incorporación directa a la mezcla de los ingredientes, como en productos picados (salchicha, salami)

Inmersión de los productos a ahumar en una solución de aromas de humo. Deja un gusto a ahumado muy ligero y se usa básicamente para piezas pequeñas (salchichas, paletillas).

Pulverización o atomización sobre la superficie del producto cárnico. El sabor aparece también de forma superficial. Se usa en salchichas y jamones.

Mezcla con la salmuera en dosis variables (0,25 – 1%) e inyección en el producto. Confiere un sabor homogéneo y repetitivo. Se usa mucho en jamones.

Utilización de tripas con recubrimiento de humo líquido, para lo cual la tripa se recubre por su interior con humo líquido y luego se procede al llenado. Se utiliza para productos de gran calibre. (ORDÓÑEZ, 1998).

Cualquiera de estas formas necesita al final un proceso térmico para que se desarrollen las reacciones químicas necesarias para la formación del color.

1.3.2.1 Ventajas del humo líquido.

Con el uso de saborizantes de humo natural, los procesadores pueden obtener diversas ventajas sobre el método tradicional de ahumado: (ESSIEN, 2003).

- *Uniformidad de sabor y color:* La uniformidad de productos sazonados con humo es generalmente mucho mejor una vez que se han establecido el método y el nivel de uso del humo líquido. En otras palabras, es mucho más fácil establecer y normalizar la adición de un condimento líquido conocido que reproducir el proceso de ahumado vaporoso tradicional. En varios informes científicos, los investigadores han demostrado que cuando se aplica saborizante de humo líquido o ahumado tradicional a un producto alimenticio, en niveles comparables de composición, se obtienen colores, sabores y calidades equivalentes. (PICO, 2008)

- *Operación más limpia:* Se reconoce generalmente que el uso de humo líquido resulta más simple e higiénico, al no tener que ocuparse de la manipulación de aserrín, limpieza del lugar donde se realiza el ahumado y problemas correspondientes. (PICO, 2008)

- *Control de emisiones:* El uso de humo líquido ha proporcionado una solución al problema de las emisiones relativas al ahumado tradicional. Elimina las emisiones de partículas y de olor desagradable de la mayoría de las operaciones de ahumado de carne, a fin de satisfacer las reglas industriales de contaminación de aire. (PICO, 2008)

- *Remoción de sustancias peligrosas:* Una importante ventaja resultante del uso de condensados de humo natural en vez del humo vaporoso para la saborización de carnes y otros alimentos, consiste en la remoción de alquitranes y resinas relativas a los hidrocarburos aromáticos policíclicos durante el proceso de fabricación del humo. Los resultados de varios estudios de alimentos ahumados de acuerdo al método tradicional en los Estados Unidos y en el extranjero mostraron la presencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos de humo. Las cantidades reportadas de benzopireno variaron de menos 0,4 ppb. En algunos productos de salchichas a 30ppb. En algunos pescados ahumados, jamones fuertemente ahumados y sal ahumada de acuerdo al método tradicional.

Con condensados de humo líquido, el benzopireno y las nitrosaminas no se encuentran presentes a un nivel detectable. Esto ha llevado a muchos investigadores a recomendar el uso de saborizantes de humo líquido de madera natural como forma de eliminar cualquier agente carcinógeno potencial en los alimentos con saborizante ahumado. (PICO, 2008)

1.3.3. TIPOS DE AHUMADO

El ahumado de los productos cárnicos puede realizarse de las siguientes formas:

- Ahumado Tradicional
- Tratamientos con condensados de Humo (Humo líquido)

1.3.3.1 Ahumado tradicional

Este tipo de ahumado se caracteriza por tener una exposición directa del producto al humo procedente de la instalación donde se quema la madera, ésta puede ser aparte o en el mismo sitio de ahumado.

En este tipo de proceso se usan sistemas de filtración como cortinas de agua, filtros electrostáticos, para evitar los alquitranes y los hidrocarburos policíclicos.

Este a su vez, puede hacerse de dos formas en frío y caliente. (MIRA, 1998)

Ahumado en frío

La temperatura para este tipo de ahumado va de 20 a 25°C, el grado higrométrico comprende de 70 a 80%, la duración del tratamiento puede variar desde algunas horas hasta varios días, ya que este ahumado se utiliza para conservar productos cárnicos a largo plazo. (MIRA, 1998, ESSIEN, 2003)

Ahumado en caliente

La temperatura para este tipo de ahumado comienza a los 30 – 35°C, para terminar en algunos casos a los 50 – 55°C e incluso a los 75 – 80°C, se debe inyectar vapor de agua para evitar la desecación del producto, se utiliza en sobretodo en productos de pasta fina, ya que el calor permite la coagulación de las proteínas, y por lo tanto, estabiliza la emulsión cárnica. (MIRA, 1998, ESSIEN, 2003).

1.4 VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS PROCESADOS

La Vida Útil puede definirse como el tiempo que un producto alimenticio permanece inocuo y aceptable luego de su fabricación, a condiciones definidas de almacenamiento. (PÓLIT, 2008)

Todo producto alimenticio se deteriora con el tiempo hasta un punto en el que su calidad llega a un límite que lo hace no apto para consumo, ya sea porque sufre algún tipo de contaminación microbiológica o química, o porque pierde ciertas características buscadas o exigidas por el consumidor, ya sean éstas sensoriales ó físicas. (SANCHO, 2002)

Para ello es necesario conocer los principales factores de deterioro, que son: intrínsecos y extrínsecos. 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 rédox, presión y presencia de iones. (MORALES, 2007)

De acuerdo a lo que establece el Reglamento de Registro y Control Sanitario (Decreto Ejecutivo 1583 2001), para la obtención del Registro Sanitario, indispensable para la comercialización de alimentos procesados, el fabricante debe anexar una ficha de estabilidad que acredite el tiempo máximo de consumo. Por otro lado, la norma INEN 1334-1 que regula el etiquetado de los productos alimenticios obliga a declarar en forma explícita la fecha límite de consumo o fecha de caducidad, la que puede expresarse de diverso modo.

La evaluación de la calidad de los alimentos es una práctica compleja en la que se evalúa una gran variedad de parámetros que caracterizan a los alimentos. Los criterios que se pueden aplicar a esta evaluación son de diferente naturaleza; y se los agrupa de la siguiente manera:

- Propiedades organolépticas: son las características que se pueden percibir mediante los sentidos.

- Propiedades de salubridad: se valora la ausencia de acciones tóxicas, ya sea por la presencia de microorganismos patógenos, de microorganismos toxicogénicos o simplemente un exceso de microorganismos.
- Propiedades nutricionales: Estas propiedades se refieren a la composición del alimento en términos de contenido calórico, principios inmediatos, elementos esenciales, oligoelementos.
- Propiedades funcionales y estabilidad: se consideran los aspectos que pueden influir en el deterioro del alimento, sobretodo, durante su transporte y almacenamiento; este aspecto tiene un especial interés industrial. (CARBALLO, LARRAÑAGA, 1998)

1.4.1. PRINCIPALES FACTORES DE DETERIORO

A continuación se numeran algunos de los factores que causan el deterioro de los alimentos:

- Factores Microbiológicos: Los valores límites de contaminación aceptables en los alimentos pueden tomarse de tablas definidas por el Codex Alimentarius u otros organismos nacionales o internacionales que en general se basan en las recomendaciones del ICMSF (International Commission on Microbiological Specification for Foods).

Los microorganismos pueden causar deterioro de la calidad de los productos (cambios de aspecto, textura, sabor) antes de poner en riesgo su inocuidad. (CARBALLO, LARRAÑAGA, 1998, PÓLIT, 2006).

- Temperatura: El principal efecto de la temperatura en el deterioro de los productos tiene relación con la velocidad a la que se producen las reacciones de oxidación de grasas, migración de volátiles, cambios de color, cambios de sabor. La variación de temperatura puede también generar cambios de fase (fusión, solidificación de componentes) modificando su comportamiento.

La temperatura, por otro lado, puede afectar las características de barrera de los empaques, modificando su permeabilidad.

- Cambios de humedad: Los intercambios de humedad del producto con el medio ambiente, pueden causar alteraciones físicas (textura, aglomeración), alterar el sabor de los productos o permitir el desarrollo de hongos y bacterias. Esto es especialmente crítico en productos horneados, vegetales de hoja, productos de cereales, confites. (CARBALLO, LARRAÑAGA, 1998, PÓLIT, 2006)

- Condiciones de materias primas y procesamiento: Una falta de control adecuado en todos los procesos de fabricación afectará necesariamente la estabilidad y por lo tanto la vida útil de un producto. (CARBALLO, LARRAÑAGA, 1998, PÓLIT, 2006)

La Vida Útil se determina al someter a estrés el producto, siempre y cuando las condiciones de almacenamiento sean controladas. Se pueden realizar las predicciones de vida útil 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.

Según bibliografía para producto refrigerados la temperatura que se maneja en las diferentes condiciones son las siguientes: (PÓLIT, 2006)

- Condiciones de control: -18°C
- Condiciones normales: $0-5^{\circ}\text{C}$
- Condiciones extremas 8°C

Para predecir la vida útil 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, 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. (CARBALLO, LARRAÑAGA, 1998, PÓLIT, 2006).

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 vida útil 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.

1.4.2. DETERMINACIÓN DE LA CINÉTICA DE DETERIORO

Según investigaciones planteadas por diferentes autores es difícil realizar una estimación del tiempo aceptable de almacenamiento. El modelo que generalmente se utiliza para este tipo de estudios es el de Arrhenius, asumiendo que las reacciones siguen cinéticas de primer orden. También se puede aplicar un modelo lineal de reacción de orden cero. (DOMÍNGUEZ, 2007).

Diversas investigaciones han sugerido que las reacciones que ocurren en alimentos, como degradación enzimática, oxidación lipídica (responsable de la rancidez en productos altamente grasosos) y pardeamiento no enzimático (encargada del oscurecimiento de alimentos ricos en carbohidratos) se comportan de orden cero, lo que significa que la tasa de cambio de la variable de interés permanece constante siempre que la temperatura y el actividad de agua lo sean, así:

$$-\frac{dA}{dt} = k$$

Integrando para el valor inicial de la variable de estudio se tiene:

$$A_f = A_0 - kt$$

Donde:

A_f = concentración final del factor al tiempo t .

A_0 = concentración inicial del factor al tiempo 0.

t = tiempo de estabilidad (días).

k = constante de velocidad a la temperatura estudiada.

Para una reacción de orden cero al graficar la concentración de cierto factor versus el tiempo, se tiene que la pendiente de este gráfico es el valor de la constante k . en otras palabras, la pérdida de la calidad por día es constante cuando todos los factores extrínsecos se mantienen constantes. (DOMÍNGUEZ, 2007).

Pese a que muchas reacciones de importancia alimentaria son de orden cero, cada caso debe ser estudiado cuidadosamente, puesto que, si la reacción de interés no es de orden cero pero se considera como tal, el sesgo asociado puede ser muy significativo. (DOMÍNGUEZ, 2007).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

2.1.1 LOCALIZACIÓN E INSTALACIONES

La investigación se realizó en el Centro de Producción de Cárnicos de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicado en la ciudad de Riobamba, en la Panamericana Sur, kilómetro uno y medio. A una altura de 2.754 msnm y una temperatura promedio de 16 °C.

Los análisis de las muestras fueron realizadas en los laboratorios:

- Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESSTA).
- Laboratorio de Análisis Técnicos de la Facultad de Ciencias. ESPOCH.

2.1.2 MATERIALES

2.1.2.1 Materia Prima

Las materias primas utilizadas fueron: carne de cerdo, carne de res, grasa de cerdo y tripa natural de cerdo. Las carnes y grasa fueron adquiridas en el Camal Frigorífico de la ciudad de Riobamba, se adquirió la materia prima de animales recién faenados o almacenados máximo 1 día en congelación. Mientras que la tripa fue comprada a un persona que se comercializa este producto conservado en sal. Después de comprado las carnes y grasa, estas fueron almacenadas en congelación por un día, previo a la elaboración del chorizo.

La carne de cerdo utilizada fue proveniente de la pierna del animal, la misma que fue adquirida, ya retirado el cuero, en la planta esta fue previamente lavada al igual que la carne de res y se realizó el proceso de deshuesado que se detalla más adelante.

La carne de res utilizada fue proveniente de la pulpa del animal, como se trataba de un corte de primera, la remoción de venas fue mínima.

La tripa de cerdo, fue hidratada el día anterior en agua con vinagre para eliminar la sal, además de olores y sabores característicos de este producto, ya en la planta se realizó un lavado previo a su uso con la misma solución ya mencionada.

2.1.2.2 Aditivos

La sal que se utilizó fue sal común, se la utilizó como conservador, además que añade y acentúa sabor a los embutidos

Nitrito de sodio: Se utilizó esta sustancia química con los siguientes propósitos: estabilizar el color del chorizo, contribuye a las características de sabor del producto y lograr la inhibición del crecimiento de microorganismos patógenos, y en particular del *Clostridium botulinum*. Se utilizó la marca Alitecno.

Tripolifosfato de sodio:

Eritorbato de Sodio: Se utilizó este compuesto porque reaccionan químicamente con el nitrito, aumentando la producción de óxido nítrico a partir del ácido nitroso, y actúan como antioxidantes en el producto, contribuyendo a la estabilización del color y el sabor. Se utilizó la marca Alitecno

2.1.2.3 Condimentos

Los condimentos utilizados en la elaboración del chorizo se las estableció de esa manera ya que son sustancias aromatizantes que también conservan los productos cárnicos, poseen una acción agradable sobre el olfato y el gusto, promoviendo reflejos útiles para la digestión. Además el comino fue elegido ya que se trata de una especie que forma parte de la Gastronomía Ecuatoriana. El

resto de sustancias utilizadas fueron: pimienta, ajo, comino, orégano, condimentos preparados para chorizo, achiote.

El condimento de chorizo es una preparación en base concentrado de especies que acentúan el sabor de este embutido, se utilizó la marca Alitecno

El humo líquido utilizado es de marca Alitecno. La ficha técnica de este producto se puede observar en el **Anexo V**.

Para la elaboración del chorizo especial ahumado, se utilizó la formulación que se presenta en la tabla 3, a cada formulación se adicionó al momento de la mezcla la cantidad de humo líquido establecida para cada tratamiento (0.3, 0.6, y 0.9%). La formulación establecida para la elaboración del producto fue recomendada por el Ingeniero Miguel Mira.

Tabla 3. Materia Prima utilizada

MATERIA PRIMA	CANTIDAD
Carne de cerdo	1500 g
Carne de res	900 g
Grasa de cerdo	600 g
Sal	60 g
Nitrito de sodio	1 g
Tripolifosfato	9 g
Eritorbato de sodio	2 g
Pimienta negra	9 g
Ajo en polvo	6 g
Comino	6 g
Orégano en polvo	5 g
Condimento de chorizo	15 g
Achiote en polvo	15 g
Tripa de cerdo	1 unidad

2.1.3 EQUIPOS

- Balanza de cocina PCE BSH 6000 con una precisión de 0.1 g, capacidad de pesado hasta 680 g.
- Molino (disco de 8 mm), marca OIZZELLI, capacidad 100kg/h
- Maquina embutidora manual, horizontal , marca IOZZELLI, capacidad 30 kg
- Horno Ahumador de armario, marca CHERRI GINO, capacidad 100kg, empleado para cocción.
- Bandeja de plástico, marca Pica, capacidad 8.5 litros, utilizada para mezcla manual.

2.2 ELABORACIÓN DE CHORIZO AHUMADO

A fin de establecer la influencia del humo líquido en la aceptabilidad y estabilidad del chorizo especial ahumado se trabajó con tres tratamientos de humo líquido (0.3, 0.6, 0.9%) más el testigo o tratamiento control, con cuatro repeticiones por cada tratamiento. La unidad experimental constó de 3 kg de producto, obteniéndose 12 kg de chorizo por tratamiento. Esto se detalla en la tabla 3.

Tabla 4. Esquema del Experimento

CODIGO	TRATAMIENTOS
T0	CONTROL
T1	0.3 % HL
T2	0.6 % HL
T3	0.9 % HL

El diagrama de bloques del proceso de producción del chorizo especial ahumado se puede apreciar en la figura 3.

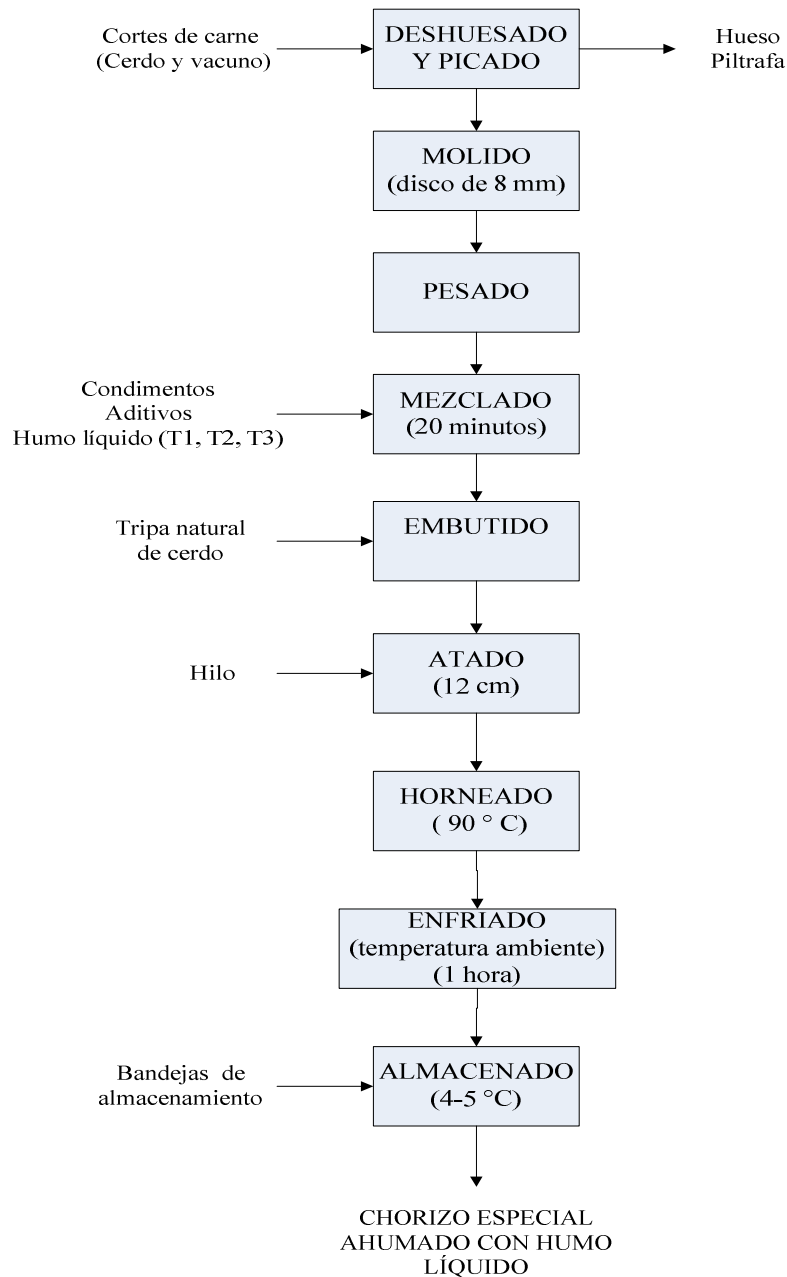


Figura 3. Diagrama de bloques del proceso de elaboración de chorizo especial ahumado con humo líquido.

Para la elaboración del producto, se realizó el siguiente proceso:

Deshuesado y Picado: se separó la carne pura del hueso, se eliminaron partes de la carne que no son utilizables en el proceso como tendones y se la picó en trozos de aproximadamente 4 cm.

Molido: de la carne y de la grasa de cerdo en el molino con disco de 8 mm.

Pesado: de la cantidad de carne, grasa de cerdo, aditivos y condimentos para cada uno de los tratamientos.

Mezclado: primero, de las carnes con la grasa de cerdo, luego se añadió los aditivos, y condimentos, y en el caso de los tratamientos T1, T2 y T3 finalmente se añadió la cantidad correspondiente de humo líquido. El tiempo de mezcla fue de aproximadamente 20 minutos por tratamiento.

Embutido: de la masa de cada uno de los tratamientos en la tripa natural.

Atado: del producto final en porciones de 12 cm.

Horneado: hasta que el producto alcanzó una temperatura interna de 68 °C por 30 minutos. Del horno fue calentado previamente por 30 minutos hasta que llegue a una temperatura de 130 °C.

Enfriado: del producto a temperatura ambiente, para lo cual se dejó el producto colgado en rieles, alrededor una hora.

Almacenado: del producto en bandejas, cubiertas con papel film, a una temperatura de 4 °C. La fotografía del producto final se puede observar en la en el **anexo II**.

El esquema general del experimento se explica en la tabla 5.

Tabla 5. Esquema de las mediciones experimentales

MEDICIONES EXPERIMENTALES	DÍA 0	DÍA 10	DÍA 20	DÍA 30
Caracterización del Producto	X			
Estudio de Aceptabilidad	X			
Valoración Organoléptica	X			
Estudio de Estabilidad	X	X	X	X

2.3 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO

Las mediciones experimentales consideradas para la caracterización del producto fueron las siguientes:

- Contenido de humedad, %, Métodos AOAC Volumétrico.
- Contenido de Grasa, %, Método AOAC Gravimétrico.
- Contenido de proteína, %, Método AOAC Gravimétrico.
- Contenido de cenizas, %, Método AOAC Gravimétrico.

Se tomaron muestras de 200 g aproximadamente, se rotuló con los datos necesarios para cada uno de los tratamientos y se enviaron al Laboratorio CESSTA.

Esta evaluación se realizó únicamente después de terminado el producto en cada repetición.

2.4 EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA

El estudio de aceptabilidad y evaluación organoléptica se realizó el día 0, es decir, terminado el producto, aunque esta última evaluación se repite los días 10, 20 y 30 para el estudio de estabilidad, sin embargo, esto se detallará a más adelante.

La metodología para realizar estas dos evaluaciones es la descrita a continuación, la diferencia fue los formularios de evaluación. Los formularios para el estudio de aceptabilidad y el formulario para la evaluación organoléptica se pueden observar en los **Anexos I y II** respectivamente.

Las mediciones experimentales consideradas para evaluación organoléptica del producto fueron las siguientes:

- Apariencia. Método de comparación múltiple de diferencias.
- Color. Método de comparación múltiple de diferencias.
- Sabor. Método de comparación múltiple de diferencias.
- Aroma. Método de comparación múltiple de diferencias.
- Textura. Método de comparación múltiple de diferencias.

2.4.1. METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE ACEPTABILIDAD Y EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA

Para este estudio, el panel fue conformado por personas que conocen de la elaboración de este tipo de productos e incluso con posibles consumidores del mismo como fue el dueño de un reconocido restaurante de parrilladas de la ciudad de Riobamba. Las edades de los participantes oscilaban entre los 20 y 65 años de edad. La hora escogida fue alrededor de las 11h30 a 12h00.

El ensayo se llevó a cabo en el Centro de Producción de Cárnicos de la ESPOCH. La invitación se hizo en forma verbal, además se hicieron carteles indicándoles el lugar, hora y fecha en que se llevó a cabo la actividad.

Se acondicionó el mobiliario de la planta para comodidad de los participantes, para que éste reuniera las características necesarias para realizar el análisis sensorial. Las preparaciones se distribuyeron en forma grupal para cada uno de los tratamientos, es decir, se colocó bandejas con muestras de chorizo por cada uno de los tratamientos. Esto se puede observar en la figura 4.

Se explicó a los participantes como debían llenar la ficha de evaluación de aceptabilidad y la ficha de evaluación de las características organolépticas y además se dio ayuda individual a quien lo necesitó para evitar confusión en los participantes.

Para evaluar cada una de las fórmulas los panelistas debieron observar, oler, tocar y saborear el chorizo. La distribución de los tratamientos fue al azar, cambiando el orden en cada repetición.

Para neutralizar el sabor después de pasar cada una de las pruebas se les proporcionó galletas de soda y agua pura a cada uno de los participantes.



Figura 4. Prueba de aceptabilidad de las propiedades organolépticas.

2.4.2 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

Con los datos obtenidos de la prueba organoléptica, se aplicó un diseño completamente al azar el mismo que se ajusta al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Parámetro a evaluar

μ : Media general

α_i : Efecto de los diferentes niveles de humo líquido en el chorizo

ϵ_{ij} : Efecto del error experimental.

Los datos se procesaron con el programa estadístico SAS® “Statistical Analysis System”, versión 9.1. A través de los resultados se evaluó el grado de aceptabilidad de los diferentes tratamientos.

Se realizaron los siguientes análisis:

- Análisis de varianza para las diferencias
- Separación de medias según Tukey al 5 %
- Coeficiente de variación %

Con este análisis se buscó establecer como influyó la adición de humo líquido (en sus distintas concentraciones) en las características organolépticas. Los cálculos realizados se pueden observar en el **anexo VI a XXI**

2.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL PRODUCTO

Para el análisis de estabilidad se almacenó el chorizo en bandejas cubiertas de papel film, a temperatura de almacenamiento de 4 °C. Las condiciones se detallan en la tabla 6.

Tabla 6. Condiciones para el estudio de estabilidad

CONDICIONES	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	NÚMERO DE PANELISTAS	PERIODOS DE CONTROL (días)
Ambientales	4	60	15	10

Las mediciones experimentales consideradas para la caracterización del producto fueron las siguientes:

Microbiológicos:

- Escherichia coli, UFC/g. Técnica de siembra en profundidad.
- Coliformes totales, UFC/g. Técnica de siembra en profundidad.
- Hongos, UPC/g. técnica de siembra en extensión.

Sin embargo, por considerarse que, los hongos no son un factor determinante de estabilidad del producto, según las normas Oficiales del Códex Alimentarius, CODEX STAN 98-1981 (Rev. 1. - 1991) y la norma INEN NTE 1346-96 para chorizo, éste no fue tomado en cuenta, pero, si fue necesario para comprobar la acción antimicrobiana del humo líquido.

Organolépticos: fueron los parámetros ya mencionados en la evaluación organoléptica.

Este estudio se realizó los días 0, 10, 20 y 30, para la medición organoléptica, se aplicó la metodología ya mencionada.

Para el análisis de la calidad microbiológica, se tomó muestras de 200 g y se enviaron al laboratorio de Análisis Técnicos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, para que se realicen los exámenes correspondientes de identificación y recuento de bacterias en el producto, observando los parámetros referenciales que exigen las normas de la calidad INEN.

Los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos, también fueron analizados estadísticamente de la misma manera como se menciona en la evaluación organoléptica; esto se realizó con el objeto de analizar la influencia de los diferentes niveles de humo líquido, en la calidad microbiológica del producto.

El cálculo del tiempo de vida útil del chorizo ahumado, para cada uno de los tratamientos, se realizó aplicando una cinética de orden cero.

$$A = A_0 + kt$$

Se considera como valores críticos los detallados en la tabla 7, bajo los cuales la calidad del producto no es aceptable.

Tabla 7. Valores críticos de los parámetros microbiológicos y sensoriales

PARÁMETRO	VALOR LÍMITE
Coliformes Totales	> 10
Apariencia	< 3
Sabor y Aroma	< 3
Color	< 3
Textura	< 3

Para el cálculo de la vida útil del producto, se trabajó con los valores promedios obtenidos luego del análisis estadístico, con los mismos, se graficó y se obtuvo la línea de la recta con sus respectivas constantes de velocidad y R^2 , para cada uno de los tratamientos.

Sin embargo, los resultados de las mediciones organolépticas, primero, se realizó una ponderación acorde a la siguiente escala, la misma que fue establecida luego de una deliberación con el panel de catadores.

- Apariencia: 30 %.
- Sabor y Aroma: 30 %.
- Color: 25 %.
- Textura: 15 %.

A continuación un ejemplo de cálculo de la vida útil para el tratamiento control (T_0), de las mediciones organolépticas:

En la tabla 8 se indica los valores promedios obtenidos del panel, la ponderación y el valor total del tratamiento 0, de la evaluación de los parámetros organolépticos.

Tabla 8. Valores promedios, ponderación y valor total, para T₀.

PARÁMETRO	VALOR PROMEDIO*	PONDERACIÓN (%)	CALIFICACIÓN
	A	B	(AxB)
Apariencia	4.2500	30	1.2750
Color	4.0000	25	1.0000
Sabor / Aroma	4.0000	30	1.2000
Textura	3.7500	15	0.5625
		TOTAL	4.0400

(*) Valores promedios obtenidos de las evaluaciones del panel.

De esta manera, se procedió para el resto de días de evaluación (10, 20 y 30 días), así se obtuvo los totales de cada uno de ellos, como se indica en la tabla 9.

Tabla 9. Valores totales para T₀.

DIAS	TOTAL
0	4.040
10	4.300
20	4.480
30	3.600

Obtenidos estos resultados se procedió a graficar. Sin embargo, la gráfica de la aceptación del producto tiene dos fases, esto se puede observar en el siguiente capítulo, dando como resultado un R² muy bajo, por lo cual no se trabajó con todos los datos para establecer la fórmula, sino que se trabajó con los últimos valores (4.48 y 3.60), de donde se obtuvo otra fórmula de la recta:

$$y = -0.0875x + 6.225$$

Al reemplazar el valor crítico en la fórmula:

$$3 = 0.0875x + 6.225$$

Se despeja x

$$x = \frac{6.225 - 3}{0.0875} = 37 \text{ días}$$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CONTROL DEL PRODUCTO TERMINADO

3.1.1 CONTROL MICROBIOLÓGICO

Según, ANMAT, 2003, la evaluación de la inocuidad de los alimentos no debe realizarse basándose en el análisis de los microorganismos indicadores meramente, sino que, es en el contexto de una evaluación integral de los procesos desde el campo hasta la mesa, que se obtienen las herramientas necesarias para asegurar que se ha alcanzado la inocuidad del producto deseada.

El análisis de la carga de microorganismos se puede utilizar como indicadores de la calidad y éstos son muy frecuentes. El análisis microbiológico de alimentos se utilizan para definir la adecuación de medidas higiénicas, la presencia de nichos microbianos en los equipos o la aceptabilidad del producto terminado, por tal motivo, se escogió los microorganismos (*Escherichia coli*, *Coliformes totales*, *Hongos* y *Levaduras*), ya que cada uno de ellos permite controlar los siguientes factores:

- Potencial contaminación fecal o posible presencia de patógenos (*Escherichia coli*)
- Contaminación post tratamiento térmico (coliformes totales)
- Añejamientos del producto (Hongos y Levaduras)

Además existen otros microorganismos que controlan los siguientes factores:

- Calidad de la materia prima, problemas de almacenamiento, abuso de temperatura, vida útil (Recuento de aerobios mesófilos)
- Contaminación por manipulación humana (*Staphylococcus aureus coagulasa positiva*-)
- Productos metabólicos de patógenos que indican un peligro para la salud (termonucleasa)

Por lo que se recomienda, en futuras investigaciones, relacionadas con el chorizo ahumado, realizar el análisis de estos microorganismos, para obtener un estudio completo del mismo, y tomar las decisiones correctas cuando el límite microbiológico establecido en el criterio designado para el alimento en cuestión, es excedido.

En la tabla 10 se muestra los resultados microbiológicos del producto terminado, de los diferentes tratamientos y con las variables de control respectivas.

Tabla 10. Resultados microbiológicos del producto terminado

VARIABLES	NIVELES DE HUMO LÍQUIDO (%)				CV	SIGN
	0.00	0.30	0.60	0.90		
Coliformes Totales (UFC/g)	0	0	0	0		
Escherichia Coli (UFC/g)	0	0	0	0		
Hongos (UPC/g)	45 a	20 b	15 b	10 b	4.26	*

Letras iguales: los resultados no son estadísticamente significativos según Tukey al 5 %

ns: No existe diferencias significativas ($P > 0.05$)

*: Diferencia significativa ($P < 0.05$)

** : Diferencia altamente significativas ($P < 0.05$)

CV %: Coeficiente de variación en porcentaje

SIGN: Significancia

Como se observa en la tabla 10, terminado el producto, este no presenta Coliformes totales, lo que demuestra que no existió contaminación post-tratamiento térmico, además que la cocción del producto fue la adecuada, la misma que fue de 68°C (temperatura interna).

Además no existe contaminación de *Escherichia Coli*, lo que garantiza la ausencia de materia fecal, que por lo general contamina a la materia prima, al momento de la faena del animal.

Sin embargo, hay la presencia de Hongos, y entre los diferentes tratamientos existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Con estos resultados se puede evidenciar, que a mayor cantidad de humo líquido presente en el chorizo ahumado, la cantidad de hongos es menor, esto es notorio, comparando los resultados del tratamiento control (0.0% humo líquido), que contiene una concentración de microorganismos casi cuatro veces mayor al tratamiento 3 (0.9% humo líquido). Como se esperaba, el humo líquido, conservó el crecimiento microbiológico en el producto.

Por lo tanto, con estos resultados se puede concluir que las operaciones de manufactura fueron cuidadosas durante el proceso de elaboración.

3.1.2 CONTROL BROMATOLÓGICO

Realizado el producto, se puede observar en la tabla 11, el contenido físico-químico del chorizo ahumado con humo líquido.

Tabla 11. Características físico químicas del chorizo como respuesta a la aplicación de humo líquido

VARIABLES	NIVELES DE HUMO LÍQUIDO %				SIGN
	0.00	0.30	0.60	0.90	
Proteína %	21.39 a	20.95 a	21.06 a	21.06 a	ns
Grasa %	24.17 a	22.73 a	24.86 a	22.79 a	ns
Humedad %	49.66 a	50.91 a	50.47 a	51.13 a	ns
Cenizas %	3.47 a	3.78 a	3.43 a	3.77 a	ns

Letras iguales: los resultados no son estadísticamente significativos según Tukey al 5 %

ns: No existe diferencias significativas ($P > 0.05$)

*: Diferencia significativa ($P < 0.05$)

** : Diferencia altamente significativas ($P < 0.05$)

SIGN: Significancia

Los distintos tratamientos presentan contenidos de 21.39, 20.95, 21.06 y 21.06 % de proteína, entre los cuales, como se esperaba, no se registran diferencias estadísticas significativas, los mismos son superiores a los mínimos reportados por las norma INEN NTE 1346-96, que manifiestan que, el chorizo maduro debe tener 14 % de proteína, y el chorizo crudo y escaldado 12 %, según el método de ensayo INEN NTE 781, este porcentaje más alto puede deberse a que, existe deshidratación del producto durante el horneado, con lo que se pierde humedad y se incrementa el porcentaje de proteínas, además de la utilización de carne magra, para la elaboración del presente producto, la cual tiene un alto contenido de proteína.

En lo referente a humedad, el chorizo elaborado con los tratamientos: control, 0.3, 0.6 y 0.9 % de humo líquido presentaron valores de: 49.66, 50.91, 50.47 y 51.13% de humedad, entre los cuales, no se registra diferencias estadísticas significativas y se encuentran dentro de los rangos permitidos por la norma INEN NTE 1346-96 para chorizo, que recomienda una humedad de alrededor del 40%.

El porcentaje de grasa que se registró al utilizar humo líquido en el chorizo no registran diferencias estadísticas significativas y al compararlos con la norma INEN 1346-96 para Chorizo, los valores registrados en la presente investigación están dentro del porcentaje permitido por dicha norma para chorizo escaldado, este valor es de 25% como máximo.

La aplicación de humo líquido en el chorizo ahumado presentó porcentajes de ceniza los cuales no difieren significativamente, y al compararlos con las Normas Oficiales del Códex Alimentarius, CODEX STAN 98-1981 (Rev. 1. - 1991) que señalan que como cenizas se encuentran en un valor máximo permitido: las sales sódicas (500 mg/kg), nitrito de sodio (200 mg/kg) y polifosfatos (3000 mg/kg); se comprueba que el producto elaborado se encuentra en el rango permitido de estos componentes.

Por lo tanto, se puede determinar que al día 0 de evaluación, al comparar los atributos sensoriales, con los microbiológicos, se establece que el tratamiento 2 (0.6% humo líquido) es el mejor aceptado, el mismo que cuenta con una composición bromatológica aceptable según la norma INEN NTE 1346-96 para chorizo.

3.1.3 ACEPTABILIDAD DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

La aceptabilidad de un producto se evalúa a través del método de la Escala Hedónica con pautas no estructuradas de 0 a 15 centímetros, en donde se miden las condiciones psicológicas de agrado, desagrado o la indiferencia de cada una de las muestras de producto a evaluar (ARAYA, 2003). De esta forma, se puede determinar el éxito o fracaso en la aceptación de un producto por parte de los consumidores. En esta evaluación los puntajes se establecieron sobre 5 puntos.

La aceptabilidad del producto se vio influenciada por una serie de factores entre los cuales están los factores fisiológicos internos que regulan el hambre, por ello se escogió el horario del estudio de aceptabilidad y evaluación organoléptica alrededor de las 11h30 y 12h00 ya que en esa hora del día los panelistas, están con un estado de hambre normal y tampoco llenos porque ya habían pasado algunas horas desde el desayuno, por lo que se encontraban dispuestos a realizar la degustación del producto.

Así, el sabor fue una parte muy importante sobre todas las sensaciones que son percibidas durante la degustación del producto, ya que ésta sensación es una estimulación simultánea de sensaciones químicas gusto y olor por un complejo mixto de moléculas densas y volátiles como lo menciona Ohloff.

La textura, es otra característica organoléptica que fue un importante atributo del efecto de aceptación del producto y que en algunas ocasiones es mucho más

importante que el sabor, ya que mediante este atributo se puede evaluar otros parámetros como, verificar si el tiempo de mezcla y la cantidad de tripolifosfato fueron los adecuados, ya que estos permiten que se emulsionen las proteínas, por lo tanto se forma la masa, la cual no debe deshacerse con facilidad.

La apariencia también jugó un papel importante en la aceptación y percepción del producto ya que la psicología también interviene en los estímulos visuales (MOSWITZ, 1983).

A continuación en la tabla 12, se muestran los promedios obtenidos en la determinación de aceptabilidad según los Factores ensayados.

Tabla 12. Puntajes promedios obtenidos en la determinación de Aceptabilidad de los productos.

	NIVELES DE HUMO LÍQUIDO (%)			
	0.00	0.30	0.60	0.90
ACEPTABILIDAD	4.40 a	4.60 a	4.80 a	4.20 a
% ACEPTABILIDAD	88.54	90.62	92.70	86.45
% INDIFERENCIA	2.08	2.08	3.12	1.04
% RECHAZO	9.37	7.29	4.16	12.50

Letras iguales: no existe diferencias estadísticamente significativas según Tukey al 5 %

A escala general, todos los tratamientos estudiados son aceptados y no se observa diferencia estadística significativa ($p > 0,05$) entre los tratamientos realizados. Sin embargo, si se observa que el tratamiento 2 (0.6% humo líquido) es el mejor aceptado por los degustadores, y el tratamiento 3 (0.9% humo líquido) el de menor aceptación, esto puede deberse a que en ésta concentración se siente mucho mas fuerte el humo líquido dentro del producto.

Por otra parte, se aprecia también que los tratamientos 0 (0.0% humo líquido) y tratamiento 1 (0.3 humo líquido), tienen una aceptación muy buena.

3.2 ESTUDIO DE ESTABILIDAD

3.2.1 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO

En la tabla 13 se puede apreciar los resultados de la evaluación organoléptica por parte de los catadores tanto del tratamiento control como a los que se aplicó humo líquido en las diferentes concentraciones, para la elaboración de chorizo ahumado, en los diferentes días de evaluación.

Tabla 13. Evolución de las características organolépticas del chorizo en los días de evaluación

VARIABLES	TIEMPO (días)	NIVELES DE HUMO LÍQUIDO (%)				CV	SIGN
		0.00	0.30	0.60	0.90		
Apariencia	10	4.75 a	4.00 a	4.25 a	3.50 b	5.62	*
	20	4.75 a	4.00 a	4.50 a	3.50 b	1.43	*
	30	3.50 a	3.50 a	3.25 a	3.75 a	9.42	ns
Color	10	4.00 a	4.00 a	4.00 a	3.50 a	7.45	ns
	20	4.25 a	4.00 a	3.75 a	3.75 a	9.18	ns
	30	4.00 a	4.00 a	3.75 a	3.75 a	10.21	ns
Sabor y Aroma	10	4.25 a	4.50 a	4.75 a	4.00 a	7.19	ns
	20	4.50 a	4.75 a	4.50 a	4.00 a	6.30	ns
	30	3.25 a	3.50 a	3.75 a	3.50 a	9.68	ns
Textura	10	4.00 a	4.00 a	4.25 a	3.25 a	8.71	ns
	20	4.25 a	4.25 a	4.00 a	3.50 a	5.70	ns
	30	4.25 a	4.00 a	4.00 a	3.50 a	5.70	ns

Letras iguales: no existe diferencias estadísticamente significativas según Tukey al 5 %

ns: No existe diferencias significativas ($P > 0.05$)

*: Diferencia significativa ($P < 0.05$)

** : Diferencia altamente significativas ($P < 0.05$)

CV %: Coeficiente de variación en porcentaje

SIGN: Significancia

3.2.1.1 Apariencia

La apariencia del chorizo tuvo una calificación muy buena en todos los tratamientos y no existieron diferencias estadísticamente significativas, el mismo mejoró a los 10 días sobre todo en los niveles 0.0, 0.3 y 0.6% manteniéndose así hasta el día 20, pero esta característica disminuye a los 30 días, en todos los tratamientos, esto se debió al cambio mismo del producto durante los días de almacenamiento, ya que los primeros días el producto tiene una apariencia propia de un producto fresco, mientras que con el paso del tiempo, la tripa del producto, se va secando e incluso tiende a romperse, por lo que a la vista de los degustadores, este atributo disminuye. Esto se observa en la figura 5.

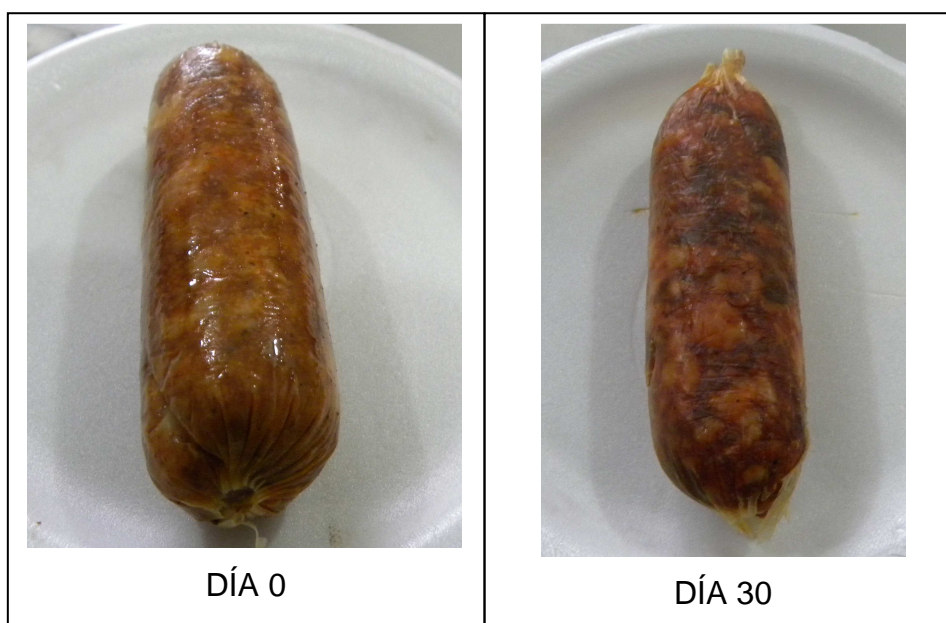


Figura 5. Fotografía de la diferencia de apariencia del producto entre el día 0 y día 30.

Por lo que es importante en futuras investigaciones, realizar el empaque del producto al vacío, el cual, además de conservar otras cualidades del producto, también evita el desgaste de la tripa del chorizo, también se recomienda utilizar tripas de colágeno ya que éstas son más resistentes que la tripa natural.

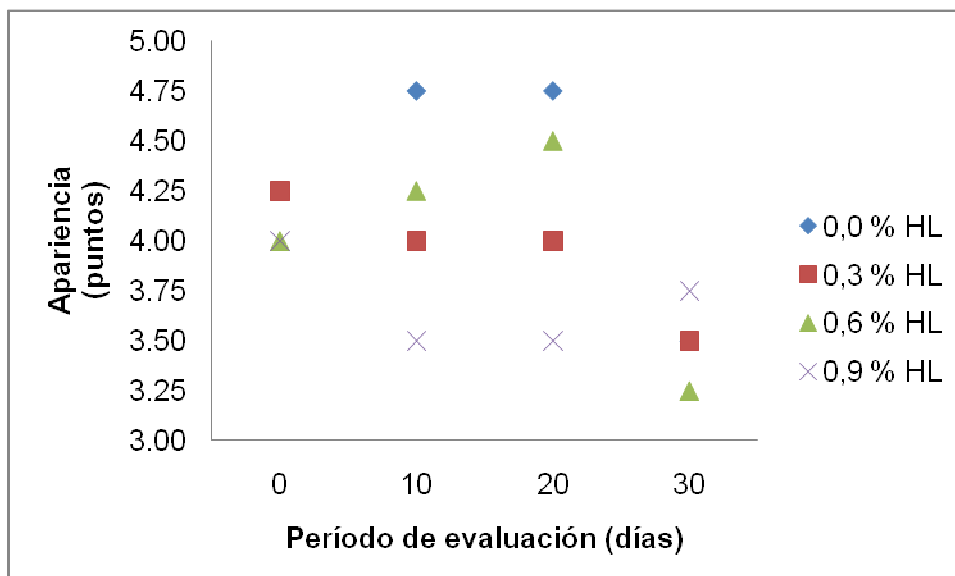


Figura 6. Evolución de la Apariencia en los días de almacenamiento del chorizo ahumado

En la figura 6, se observan los datos obtenidos de la evolución de la apariencia, donde el tratamiento de menor calificación referente a este atributo es el tratamiento 3 (0.9% humo líquido). Y el tratamiento de mejor calificación para este parámetro es el tratamiento control (0.0% humo líquido).

3.2.1.2 Color

Los valores obtenidos de los distintos niveles de aplicación de humo líquido no difieren significativamente, esto se debe a que el producto (humo líquido) a pesar de que actúa sobre el color, quizá las concentraciones utilizadas no difieren entre ellas de manera significativa, lo que no permitió un cambio de color más notorio.

Sin embargo, al analizar los datos de los tratamientos (0.0% y 0.3%), se observa que obtienen mejor calificación, esto se puede deber a que, tienen un color ligeramente más claro, y no en el caso del los tratamientos con mayor concentración de humo líquido (0.6% y 0.9%) porque el aumento en la adición de humo líquido en el producto produce un cambio de color, ya que hace que el chorizo se torne más oscuro, como se esperaba, y por lo tanto; este ligero

oscurecimiento en el color, no fue del agrado de los degustadores. Esto se observa en la figura 7.

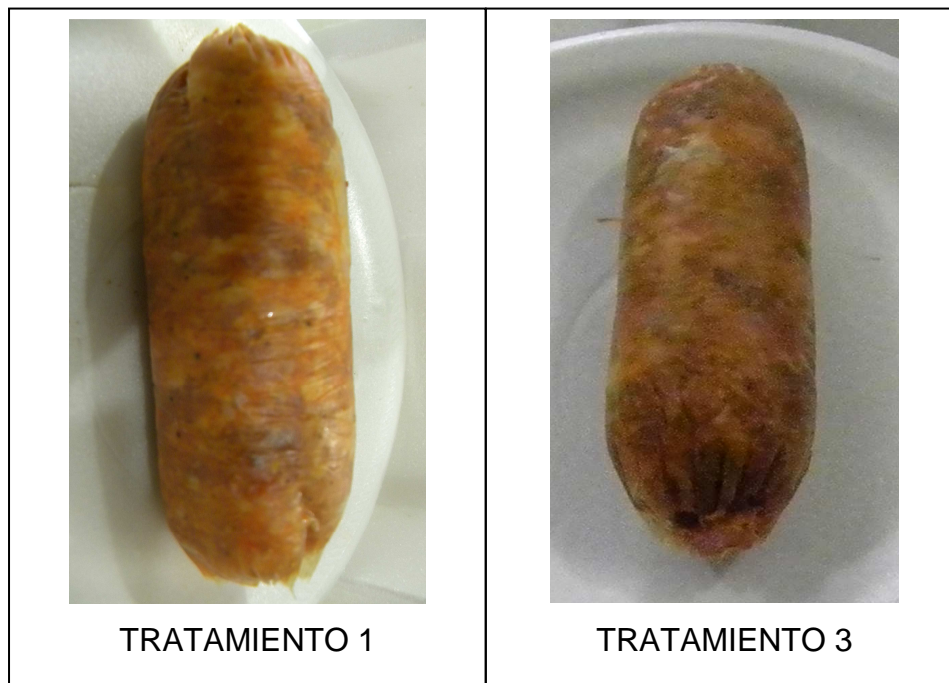


Figura 7. Fotografía de la diferencia de color del producto entre el tratamiento 1 y tratamiento 3.

Al día 20, el chorizo elaborado en los diferentes tratamientos registraron valores que corresponden a una calificación de muy buena, éstos no difieren significativamente, pero de igual manera se puede observar que en los tratamientos con mayor concentración de humo líquido la calificación es menor, por lo tanto se puede concluir que, el exceso de este producto en el chorizo, no es de mucha aceptación, en lo que se refiere al atributo color. Esta tendencia se mantiene hasta el día 30 de analizado el producto, lo cual se puede observar en el Figura 8.

Este efecto es propio del humo líquido, debido a la interacción de los compuestos fenólicos y carbonilos del humo líquido con las proteínas de la carne. Como lo menciona Castillo, M, al aumentar la cantidad de humo líquido en camarón ahumado, éste se torna más oscuro. Y de igual manera, este efecto influye en la

calificación de los consumidores, dándole una menor calificación al camarón ahumado con mayor concentración de humo líquido. Por lo que sería recomendable, que en futuras investigaciones, se trabaje con concentraciones significativamente diferentes de humo líquido, para que el atributo color sea más notorio y perceptible a los degustadores.

Por otra parte, este atributo nos permitió verificar si la cantidad de nitrito de sodio fue adecuada, ya que este compuesto químico al reducirse y unirse a la mioglobina forma un pigmento termorresistente llamado nitrosomioglonina, que es el encargado de darle el color propio de curado a los embutidos. Y por lo resultados obtenidos de color en el producto, se cree que fue correcto, y que lo que más influyó en este parámetro fue la adicción de humo líquido.

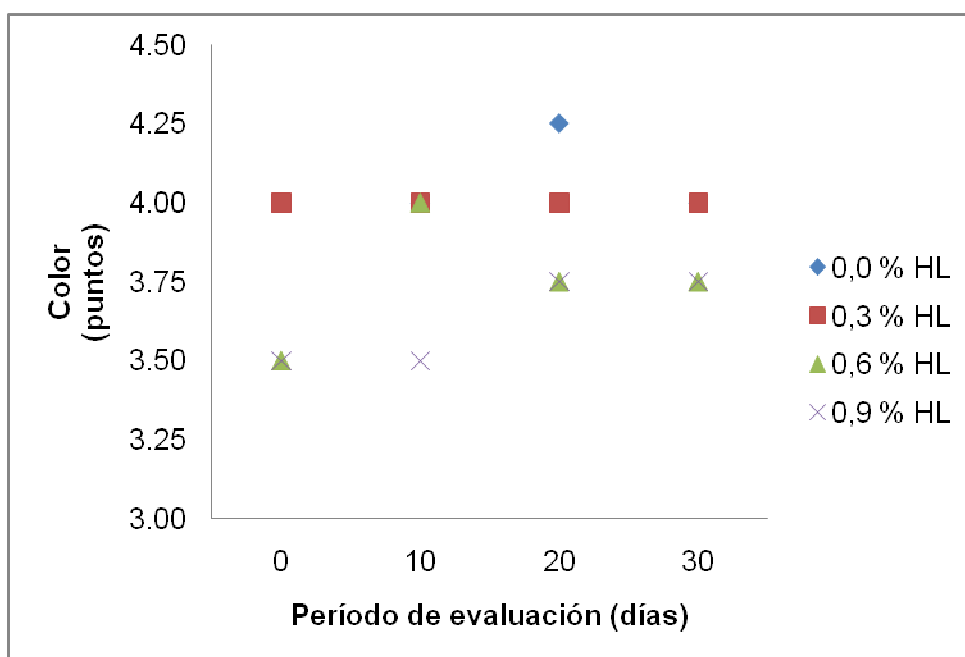


Figura 8. Evolución del Color en los días de almacenamiento del chorizo ahumado

3.2.1.3 Sabor y Aroma

Al inicio de la investigación, el chorizo ahumado utilizando sus distintos niveles de humo líquido presentaron valores estadísticamente no significativos, esto se debe a que el producto (humo líquido) actúa inmediatamente en el sabor, sin embargo numéricamente se puede manifestar que a medida que se incluye el humo líquido en el chorizo fresco, la aceptación es menor según registran los catadores.

A los 10 días los valores obtenidos no difieren significativamente entre ellos. Pero en relación al día inicial existe un ascenso, por lo tanto, podemos manifestar que los sabores han mejorado, esto se debe a que el producto madurado a este tiempo es más agradable y por lo tanto obtienen un mejor puntaje.

Esto es un proceso que se esperaba suceda en la investigación, porque como parte del proceso de curado del producto su sabor es mejor a medida que pasan los días, ya que se modifica la estructura de la carne y se genera un sabor y aroma especial a curado, propio de este tipo de embutidos.

Transcurrido 20 días de almacenamiento, los niveles 0.0, 0.3 y 0.6 % no registraron diferencias estadísticas, sin embargo el nivel 0.9 % difiere de los anteriores con un puntaje menor. Ya que, de igual manera, como ocurre con el atributo color, a mayor cantidad de humo líquido la aceptación es menor, esto quizá se deba a que en nuestro país, no existe un gran consumo y preferencia por los alimentos ahumados, lo que hace que, el tratamiento con 0.9% de humo líquido, no sea de la preferencia de los panelistas.

Además como menciona Castillo, 1998, en su investigación, Diseño y Elaboración de Camarón Ahumado y Evaluación de su Textura, los camarones con menor aceptación en lo referente a sabor, son los ahumados con humo líquido, ya que éste compuesto le dio un sabor amargo al producto. Por lo que también puede ser una causa de la poca preferencia del tratamiento con 0.9% humo líquido, en esta investigación.

Finalmente a los 30 días, el sabor del chorizo presentó valores, que no son estadísticamente significativos, pero se observa un descenso en la aceptación del producto por parte de los catadores, esto se debe a que las grasa a partir del día 30 puede comenzar un proceso enzimático de enranciamiento. Esta tendencia se puede observar en el Figura 9.

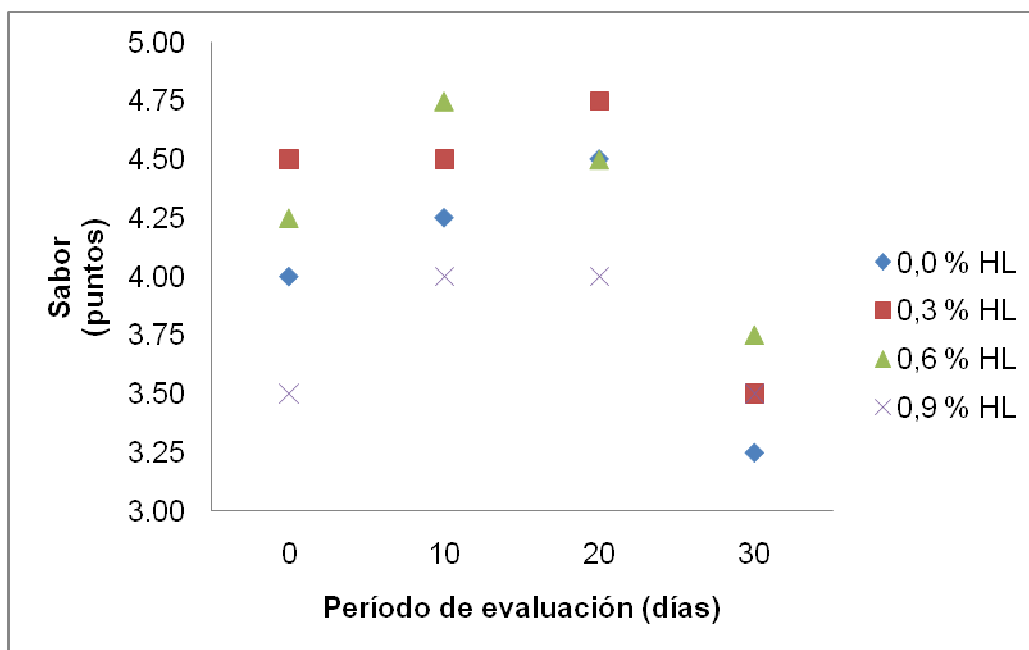


Figura 9. Evolución del Sabor en los días de almacenamiento del chorizo ahumado

3.2.1.4 Textura

Al inicio de la investigación, el chorizo ahumado presentó valores entre los cuales no difieren significativamente, esto quizá se deba a que el producto (humo líquido) no es un insumo que determina la textura del producto. Sin embargo, pueden existir otros factores que determinan este atributo, uno de ellos puede ser la tripa que se utilizó lo cual le puede brindar una textura adecuada, ya que la tripa natural es muy fina.

A los 10 días, el chorizo registra valores que no difieren significativamente y podemos manifestar que a los 10 días la textura ha mejorado, esto se debe a que el producto madurado ha mejorado este parámetro, únicamente en el caso de los 3 primero tratamientos.

En el caso del tratamiento con 0.9 % de humo líquido en el día 10, la textura se ve afectada y disminuye su puntaje, porque la masa del producto perdió firmeza, una causa de ello, es que éste tratamiento es el que posee mayor cantidad de humedad, esto se puede observar en la figura 10, u otra causa de ello puede ser que el proceso de mezclado en este tratamiento no fue bien realizado o el tiempo no fue el óptimo; sin embargo vuelve a tener un ligero repunte para los días 20 y 30, ya que para esos días el producto perdió humedad y tienden las grasa a compactarse mejor.

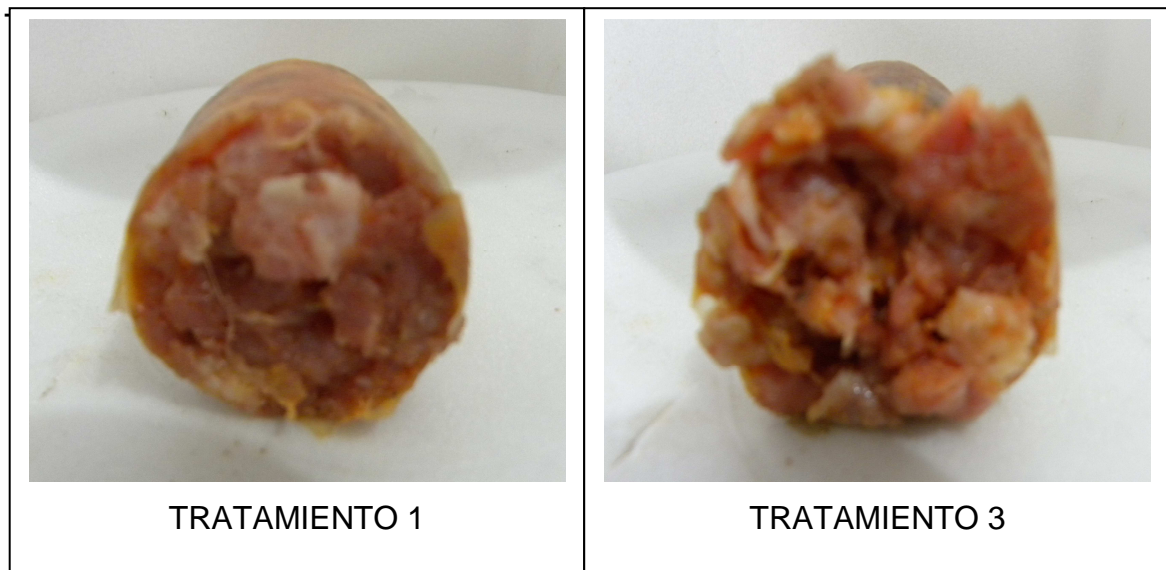


Figura 10. Fotografía de la diferencia de textura del producto entre el tratamiento 1 y el tratamiento 3.

Para el resto de tratamientos la textura se estabiliza a partir del día 10 hasta el día 30. Esto se puede observar el Figura 11.

Con los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del parámetro textura, se recomienda en futuras investigaciones realizar además la medición de la textura mediante métodos instrumentales que miden atributos extras como es el esfuerzo y el trabajo, para poder comparar los datos de textura obtenidos tanto instrumental como sensorialmente y así tener un mejor resultado de este parámetro un poco difícil de medir únicamente con un panel de degustadores.

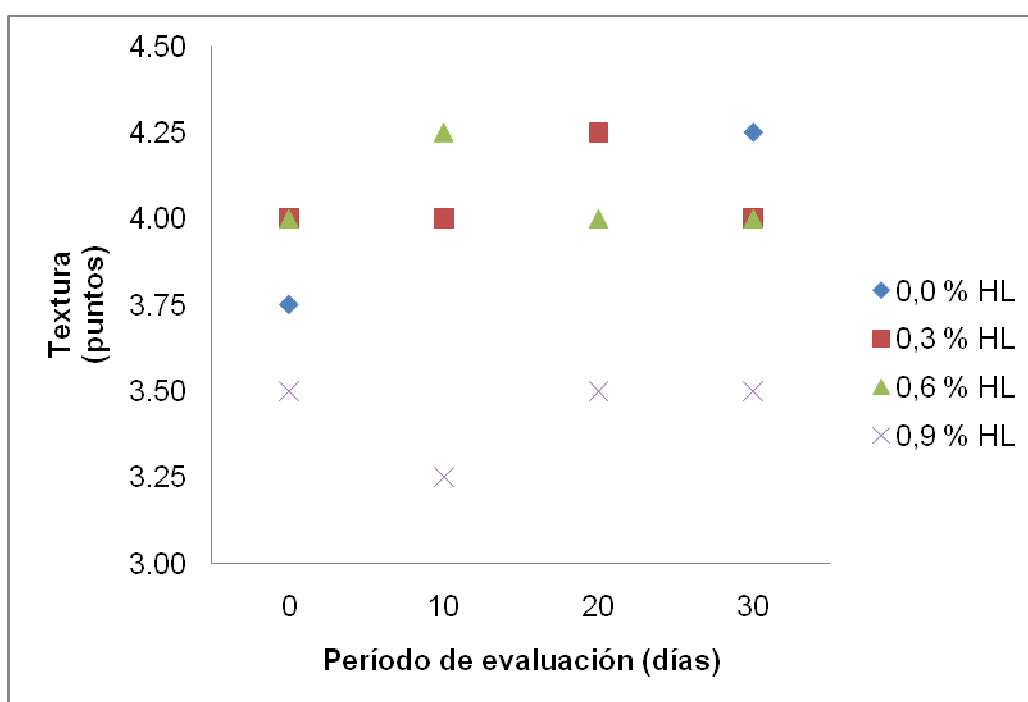


Figura 11. Evolución de la Textura en los días de almacenamiento del chorizo ahumado

3.2.1.5 Cálculo de la vida útil

Al combinar los resultados de cada parámetro acorde a la ponderación establecida y que se menciona anteriormente, se tiene en la figura 12 la evolución de las características organolépticas o sensoriales del producto durante los días de evaluación, la línea de tendencia y la ecuación de la recta, respectivos, para cada uno de los tratamientos, en los diferentes días de evaluación.

Con esta ponderación se determinó cuál fue el tratamiento con mejor calificación, agrupando todos los atributos anteriormente analizados.

De manera general, en cada uno de los tratamientos, desde el día 0 hasta el día 20 aproximadamente la aceptación del producto aumenta, pero a partir del día 21 aproximadamente, decrece y para el día 30 se va acercando a los valores críticos de aceptabilidad.

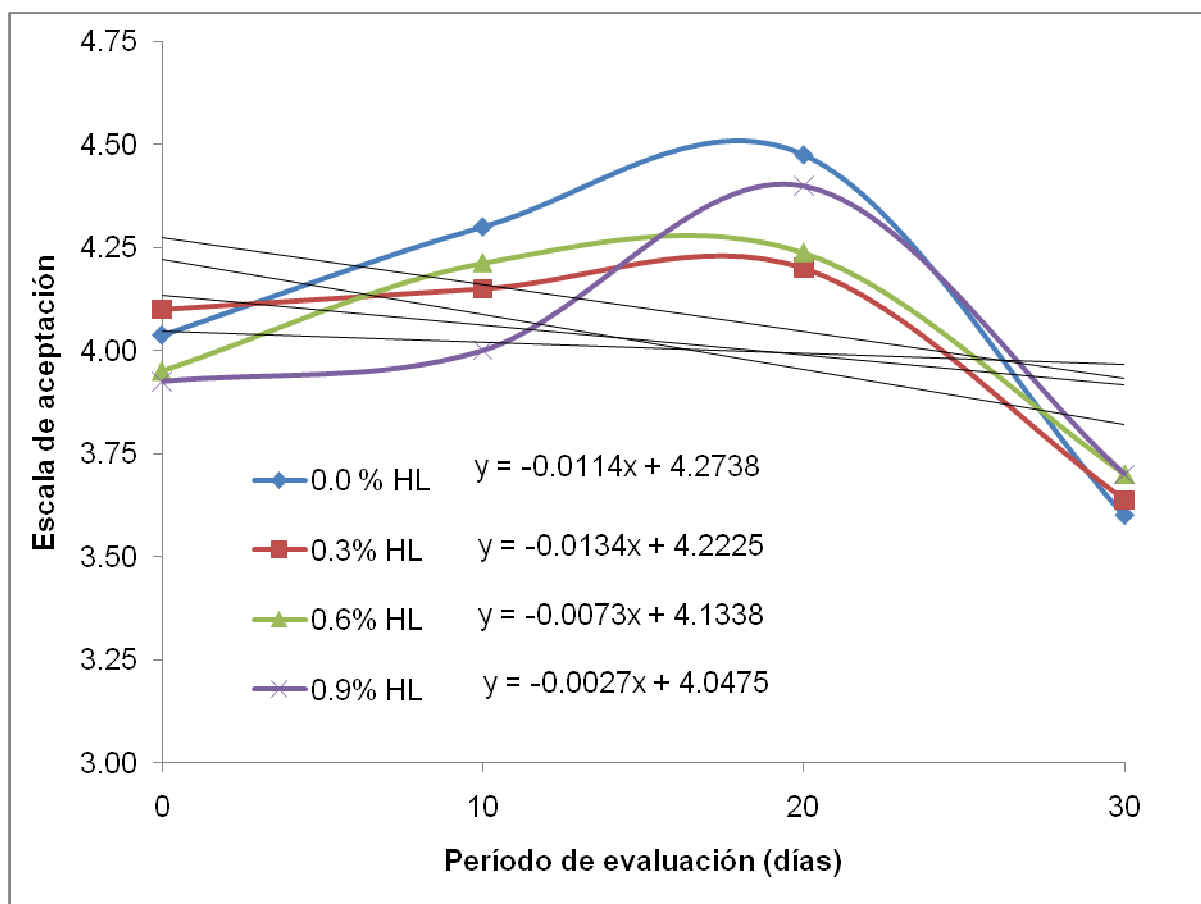


Figura 12. Estabilidad de las características organolépticas.

En el caso de los tratamientos control (0% humo líquido) y 0.9 % humo líquido, la aceptabilidad del producto, es drásticamente cambiante, en el día inicial los

valores de estos tratamientos no difieren estadísticamente de los otros dos tratamientos restantes, pero aumenta bruscamente hasta el día 20, y exactamente es en este día es donde llegan a los valores más altos de los otros tratamientos e inmediatamente hacia el día 30, éstas se encuentran por debajo de los valores iniciales e incluso son menores a los valores inferiores de los otros tratamientos.

Esto quizá se deba a que el tratamiento control desmejoró su aceptabilidad porque su enranciamiento comenzó más rápido que los otros tratamientos. Mientras que el caso del tratamiento 0.9% la concentración sobretodo en el sabor del humo líquido se marcó altamente hacia el día 30, y como se mencionó anteriormente, nuestro medio de consumidores no tiene una preferencia por productos ahumados muy concentrados.

En los tratamientos 0.3% y 0.6% de humo líquido, la tendencia es parecida pero no tan drástica, el aumento de la aceptabilidad va progresivamente hasta el día 20, aunque también decrece para el día 30, pero sus valores no son tan bajos como los otros tratamientos.

Por lo que, se puede decir que los tratamientos con una cantidad intermedia de humo líquido son mas aceptados por los degustadores, y no existe un cambio muy radical de calificación de los mismos

También, es importante mencionar que, al ser un proceso de evaluación organoléptico en dos etapas los valores de R^2 son muy bajos por lo que la aceptabilidad no puede ser aceptada como un modelo matemático, ya que las graficas son inestables. Sin embargo, como se indicó anteriormente, para calcular el tiempo de vida útil, se trabajó con los dos últimos valores para cada uno de los tratamientos, con lo que se determinó una nueva línea de la recta, esto se puede observar en la figura 13.

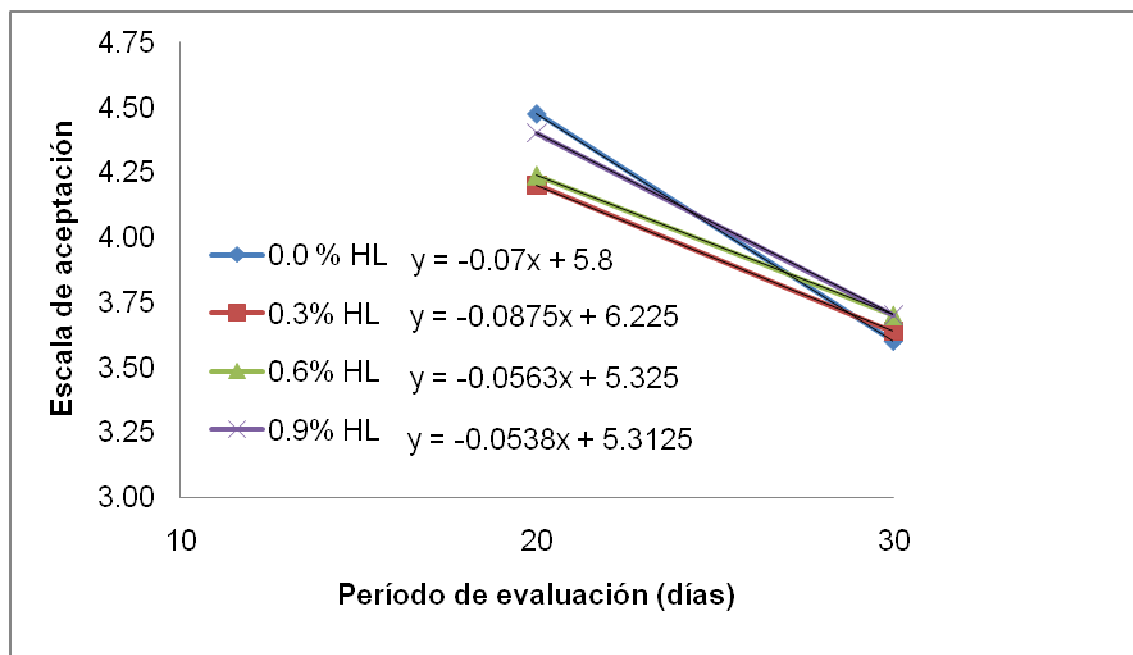


Figura 13. Valores de aceptación tomados para el cálculo de vida útil.

Como se observa en la figura 13, tomando los dos últimos puntos de las gráficas anteriores se aplica la fórmula de cinética de orden cero para calcular el tiempo de vida útil, según los parámetros organolépticos, para ellos se muestra las ecuaciones de la recta respectivas ya que esta se ajusta al modelo de cinética establecido.

Utilizando esta ecuación, se determinó en qué tiempo llegan los atributos sensoriales al valor tres (3), para cuando el producto no es aceptable, como se mencionó anteriormente, este es el valor crítico para estos parámetros.

En la gráfica 14 se observa las constantes de velocidad de todos los tratamientos, donde el tratamiento 2 (0.6% humo líquido) tiene la menor constante de velocidad, por ello tiene tiempo de vida del producto más alto que los otros tratamientos.

Mientras que el tratamiento 3 (0.9% humo líquido) tiene la constante de velocidad más alta, por lo tanto el tiempo de vida del producto es menor. Como se puede observar en la tabla 12.

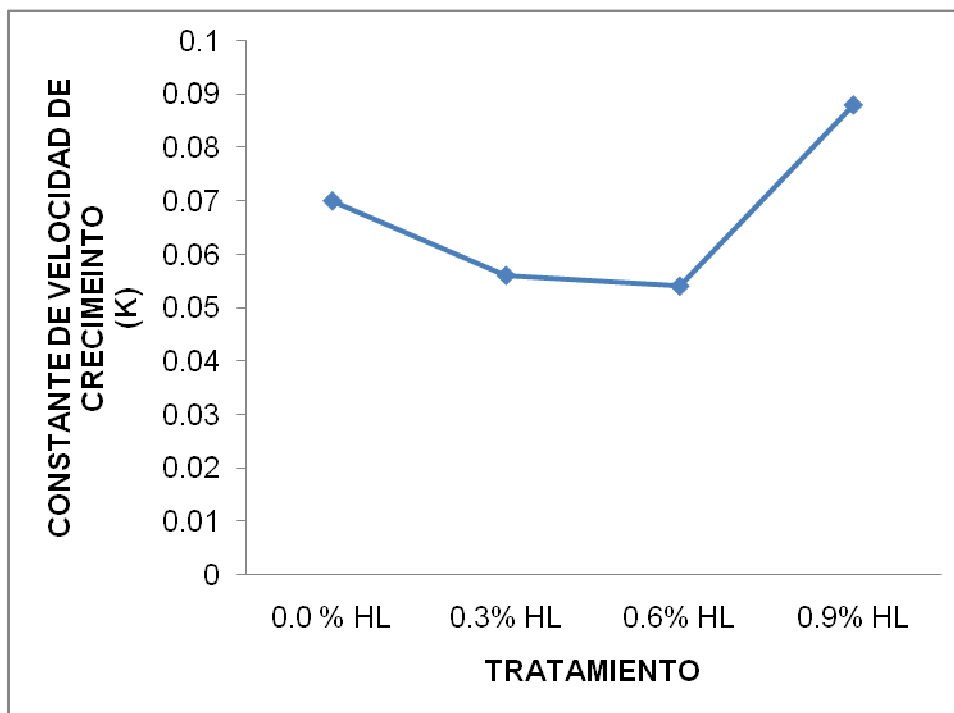


Figura 14. Pendiente (k) para cada tratamiento

De esta manera se determinó que el tratamientos 2 (0.6% humo líquido), es el más estable en relación a las características organolépticas y que de igual manera tiene mayor tiempo de vida útil. En la tabla 14 se indica los valores de vida útil del producto, determinadas por las características organolépticas del producto.

Tabla 14. Tiempo de vida útil del producto determinado por las características organolépticas

TRATAMIENTO	VIDA ÚTIL (días)
0.0 % humo líquido (control)	40
0.3% humo líquido	41
0.6% humo líquido	43
0.9% humo líquido	37

Sin embargo, la investigación no se basa únicamente en parámetros sensoriales, sino que también analiza la estabilidad y vida útil del producto por medio de parámetros microbiológicos que se analizan a continuación.

3.2.2 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

A continuación en la tabla 15, se puede encontrar los resultados del análisis microbiológico del chorizo ahumado con humo líquido, en sus diferentes niveles de concentración, donde se muestra los microorganismos analizados en la investigación durante los días de investigación.

Tabla 15. Evolución de microorganismos como respuesta a la aplicación de humo líquido en el chorizo ahumado, durante los días de evaluación.

VARIABLES	TIEMPO (días)	NIVELES DE HUMO LÍQUIDO (%)				CV	SIGN
		0.00	0.30	0.60	0.90		
Escherichia Coli (UFC/g)	10	0.00	0.00	0.00	0.00		
	20	0.00	0.00	0.00	0.00		
	30	0.00	0.00	0.00	0.00		
Coliformes Totales (UFC/g)	10	5.00 a	2.50 a	3.00 a	0.00 a	13.27	ns
	20	7.50 a	5.50 b	5.00 b	2.50 c	9.85	*
	30	9.00 a	8.00 a	5.00 a	3.50 c	6.60	*
Hongos (UPC/g)	10	51.50 a	59.00 a	44.50 a	20.00 a	11.42	**
	20	100.00 a	110.00 a	87.50 a	29.50 a	7.98	**
	30	225.00 a	170.00 a	109.75 a	45.00 a	5.76	**

Letras iguales: no existe diferencias estadísticamente significativas según Tukey al 5 %

ns: No existe diferencias significativas ($P > 0.05$)

*: Diferencia significativa ($P < 0.05$)

**: Diferencia altamente significativas ($P < 0.05$)

CV %: Coeficiente de variación en porcentajes

SIGN: Significancia

Es evidente que, al comparar el Tratamiento control (0.0% HL) con los otros tratamientos; siempre es mayor la cantidad de microorganismos, y mucho más a medida que pasan los días de almacenamiento, aunque en los otros tratamientos que contienen humo líquido también hay crecimiento microbiano, pero éste es siempre menor en relación al tratamiento control.

3.2.2.1 *Escherichia coli*

Según ANMAT, 2003, menciona como criterio obligatorio en la Interpretación de resultados microbiológicos en carne picada y alimentos a base de carne picada vacuna, porcina y de aves listos y no listos para su consumo según Criterio Microbiológico en CAA, en este grupo se incluye al chorizo fresco para el consumo, que: los alimentos que se incluyen en este criterio deben hallarse libres de *Salmonella spp* y de *Escherichia coli*. La determinación es ausencia o presencia en la cantidad indicada en el producto porque ambas bacterias, especialmente *Escherichia coli*, puede ocasionar enfermedad en pequeñas dosis.

Sin embargo, la ausencia de *Escherichia coli* no asegura la ausencia de patógenos entéricos, por lo que se recomienda que en futuras investigaciones, relacionadas al producto realizado, se analice la presencia de *Salmonella spp*.

En muchos productos crudos de origen animal, los bajos recuentos de *Escherichia coli* pueden ser esperados dada la asociación cercana de estos alimentos con el ambiente animal y por la probabilidad de la contaminación de las de la carne y partes del animal con materia fecal del mismo durante la faena.

Sin embargo, *Escherichia. coli* se puede eliminar fácilmente mediante procesos térmicos; como se pudo observar en la tabla 11, durante toda la investigación no existió presencia de este microorganismo, con lo que también se concluye que la temperatura de cocción fue adecuada, pero la investigación también controló la contaminación post tratamiento térmico, por lo que, se seleccionó otro microorganismo que indica este factor, como son las bacterias coliformes.

De esta manera, las muestras que se analizaron en el laboratorio en los días 0, 10, 20 y 30, la presencia de *Escherichia coli* en todos los tratamientos fue nula, por lo que se puede manifestar que el producto fue elaborado con todas las normas de seguridad. Sin embargo de ello, se puede decir que según las normas

INEN (1996-008) la presencia de *Escherichia coli* en el chorizo crudo y maduro es tolerable como máximo de 1×10^4 UFC/g.

3.2.2.2 Coliformes totales

La presencia de bacterias coliformes en los alimentos no significa necesariamente que hubo una contaminación fecal o que hay patógenos entéricos presentes. Las bacterias coliformes son particularmente útiles como componentes de criterios microbiológicos para indicar contaminación post-proceso térmico.

Estos microorganismos se eliminan fácilmente por tratamiento térmico, por lo cual su presencia en alimentos sometidos al calor sugiere una contaminación posterior al tratamiento térmico o que éste ha sido deficiente. Esto debería generar la determinación del punto del proceso donde se produjo la contaminación. Si se obtiene un recuento elevado en alimentos que han sufrido un proceso térmico, debe considerarse que existieron fallas (ausencia o deficiencia) en la refrigeración o post-cocción.

Por lo que se concluye que la contaminación que existió en el producto, se produjo luego de realizado el mismo, quizá durante la toma de muestras para ser enviadas al laboratorio, ya que durante los días de almacenamiento del producto (refrigeración a 4°C) la cantidad de coliformes fue inferior al límite permitido.

Es así que, a medida que avanzaron los días de almacenamiento la cantidad de coliformes totales aumentaron, pero ésta es inversamente proporcional a la cantidad de humo líquido, es decir que a mayor cantidad de esta sustancia, es menor la concentración de coliformes totales. Del mismo modo, hasta el día 30 de almacenamiento la presencia de coliformes totales en cada nivel de humo líquido aplicado, se mantiene por debajo de los límites permitidos según la norma INEN 1344-96 para chorizo.

En la figura 15 se observa la evolución de los coliformes totales en los días de almacenamiento del chorizo especial ahumado, en las diferentes aplicaciones de humo líquido. En la tabla 13 se observa los valores de las constantes de velocidad de crecimiento de microorganismo (K), donde a mayor cantidad de Humo líquido ésta constante disminuye por lo que se concluye que el humo líquido es un inhibidor del crecimiento microbiano.

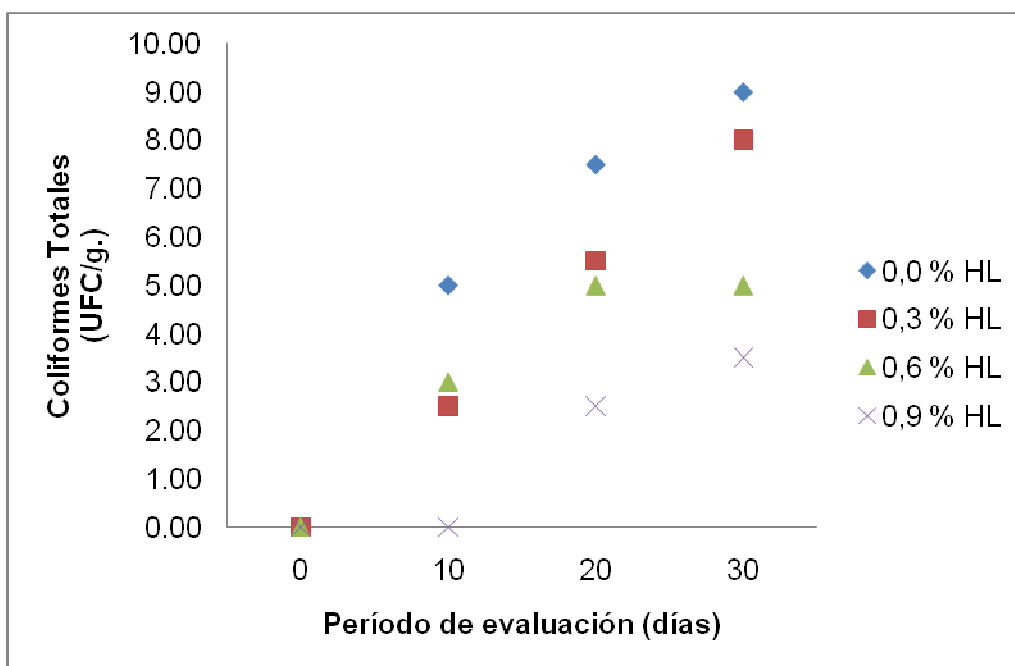


Figura 15. Evolución de los coliformes totales en los días de almacenamiento del chorizo ahumado.

3.2.2.3 Hongos

En la figura 16 se muestra la evolución del crecimiento de hongos en los días de almacenamiento del producto elaborado.

La presencia de hongos en el chorizo ahumado tuvo un comportamiento similar al de coliformes totales, donde a mayor porcentaje de humo líquido, el crecimiento de microorganismos es menor.

Finalmente, hasta el día 30 el producto se mantiene dentro de los rangos de tolerancia microbiológica, según la norma INEN 1346-96 para la elaboración de chorizo, y al Reglamento Sanitario de los alimentos del Ministerio de Salud de la República de Chile, Decreto Supremo n° 977, Título V, De los Criterios Microbiológicos, Grupo 10, Carnes y subproductos Cárneos. **Ver anexo III y IV.**

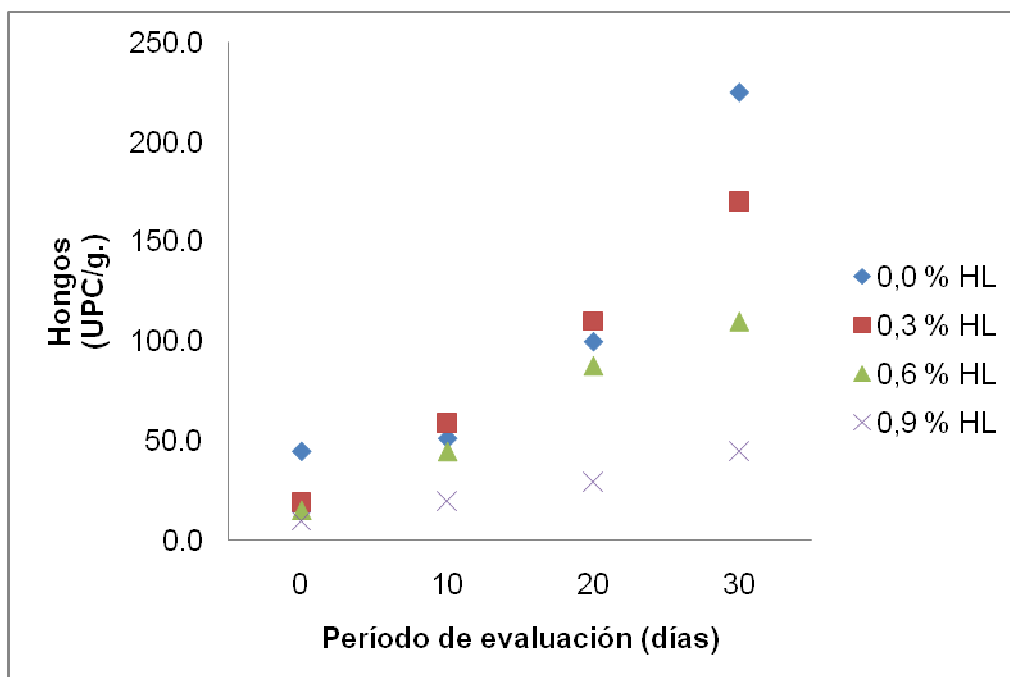


Figura 16. Evolución de hongos en los días de almacenamiento del chorizo ahumado

En la tabla 16 se muestra el porcentaje de crecimiento de hongos entre el tratamiento 0 y el resto de tratamientos.

Tabla 16. Porcentaje de crecimiento de hongos (UPC/g) del tratamiento 0 (0.0% humo líquido) comparado con los otros tratamientos

TRATAMIENTO	% CRECIMIENTO
0.0 % HL - 0.9 % HL	80
0.0 % HL - 0.6 % HL	51
0.0 % HL - 0.3 % HL	24

En la tabla 16 se observa, que entre el tratamiento control 0 y el tratamiento 3 hay un 80 % más de crecimiento de hongos, en relación al tratamiento 2 hay un 51 % más, y con el tratamiento 1 hay un 24% más de crecimiento microbiano.

3.2.2.4 Cálculo de la vida útil

Para el cálculo de la vida útil del producto fue tomado únicamente los resultados de coliformes totales, ya que *Escherichia coli* no tuvo crecimiento en ninguna de las muestras, mientras que hongos se consideraron irrelevantes para el estudio de estabilidad del producto.

Como se evidencia anteriormente, el tratamiento 0 (0.0 % humo líquido), es el que presenta un crecimiento mayor de coliformes totales en relación a los demás tratamientos. En la figura 17 se observa este comportamiento en cada uno de los tratamientos y la línea de tendencia, la cual permitió calcular el tiempo de vida útil del producto, con los diferentes niveles de aplicación de humo líquido.

Además, se puede observar que los valores de R^2 para cada una de las curvas, son valores altos, por lo tanto, es aceptable la estabilidad de la calidad microbiológica como un modelo matemático.

En el caso de los cuatro tratamientos, las líneas de tendencia se ajustan al modelo de cinética utilizado, por lo tanto se realiza la regresión lineal, y se utiliza la fórmula de la recta de cada una de las líneas de tendencia para el cálculo del tiempo de vida útil.

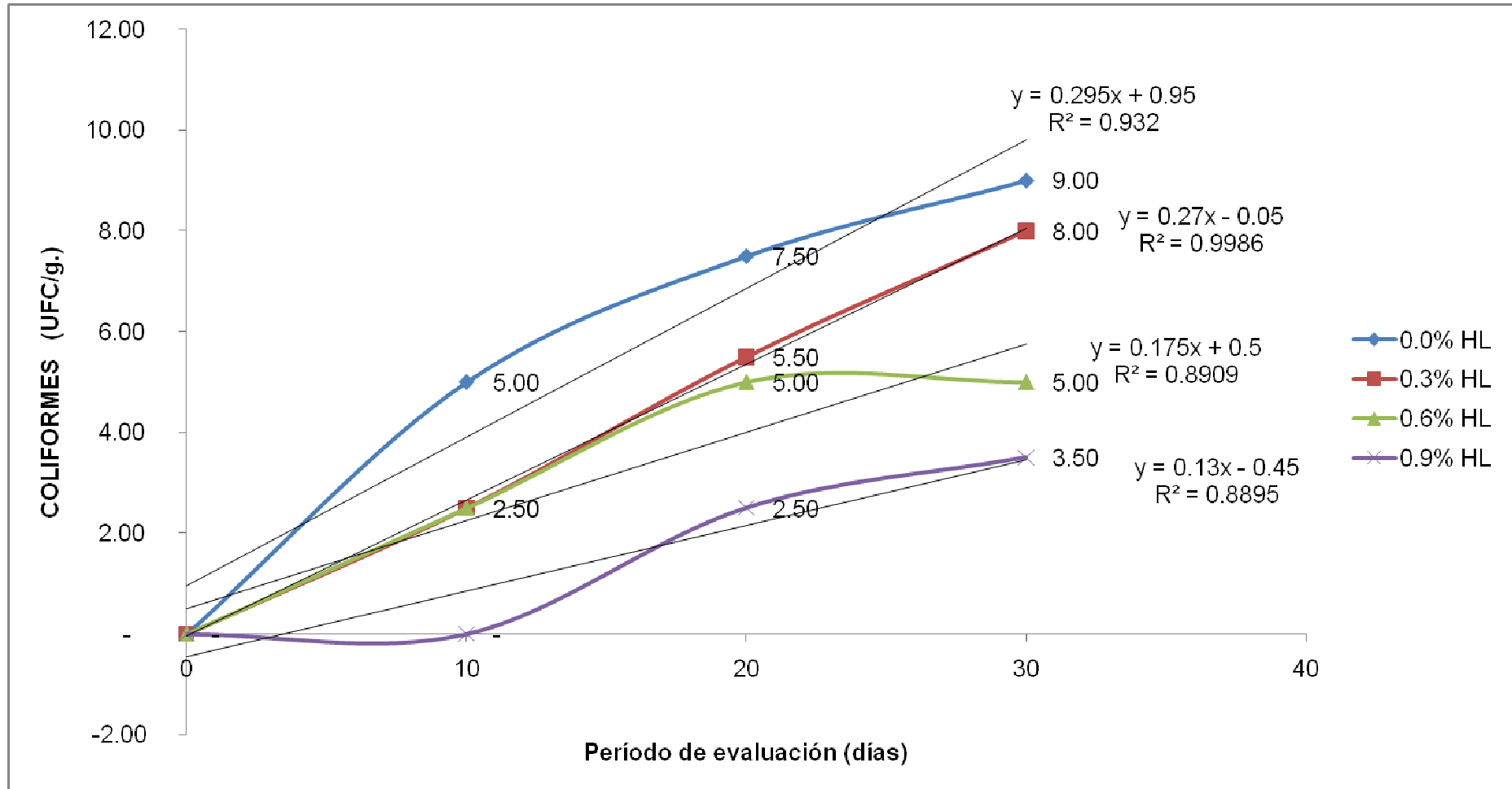


Figura 17. Estabilidad microbiológica en el chorizo especial ahumado

En el tratamiento 0 (0.0% humo líquido), se puede apreciar que el crecimiento en este caso de coliformes totales aumenta, sin embargo este se mantiene por debajo de los límites permitidos, aunque en este tratamiento es el crecimiento de coliformes más elevado en comparación al resto de tratamientos.

Como lo mencionas CID (2005), en estudios realizados se compara embutidos ahumados de forma tradicional con ahumados con humo líquido y al cabo de cuatro semanas la carga microbiana en los ahumados tradicionales es aproximadamente 84% más contaminado que en productos donde se utilizó humo líquido.

A continuación se muestra el porcentaje de crecimiento microbiano que existió, hasta el día 30 de evaluación en todos los tratamientos.

Tabla 17. Porcentaje de crecimiento microbiano del tratamiento 0 (0.0% humo líquido) comparado con los otros tratamientos

TRATAMIENTO	% CRECIMIENTO
0.0 % HL - 0.9 % HL	61
0.0 % HL - 0.6 % HL	44
0.0 % HL - 0.3 % HL	11

En la tabla 17 se observa, que entre el tratamiento control 0 y el tratamiento 3 hay un 61 % más de crecimiento microbiano, en relación al tratamiento 2 hay un 44 % más, y con el tratamiento 1 hay un 11% más de crecimiento microbiano.

En el caso del tratamiento 1 (0.3% humo líquido), se puede observar que el crecimiento de coliformes totales es casi lineal, y esto se puede comprobar al comparar con la línea de tendencia de la misma.

Además y como en todos los tratamientos, el crecimiento microbiano incrementa a medida que pasan los días de evaluación, pero también se mantienen dentro de los rangos permitidos por la normas.

Se puede apreciar que entre los tratamientos 1 y tratamiento 2 (0.6% humo líquido), el crecimiento microbiano hasta el día 20 son exactamente iguales, e incluso el tratamiento 3 se estabiliza alrededor de valores de 5 UFC/g.

Sin embargo a partir de este mismo día el tratamiento 2, en cambio, incrementa de manera lineal su contenido microbiano, esto se debe a que el contenido de humo conserva el crecimiento de los mismos, o también puede ser que en el tratamiento 1 existió algún tipo de contaminación, ya que si hasta el día 20, se mantenía igual el crecimiento, éste tratamiento hasta el día 30 debía incluso estabilizarse.

Finalmente, en el tratamiento 3 (0.9% humo líquido), se observa que hasta el día 10 no existe presencia de coliformes totales, caso que no ocurre en los demás tratamientos, donde a ese tiempo, ya se encuentra colonias de coliformes totales. Para el día 20 y 30, en el tratamiento 3, la contaminación es, muy escasa por lo que se determina la acción antimicrobiana del humo líquido, debido a los fenoles y ácidos orgánicos responsables de este efecto. Además que le brinda al consumidor un producto más seguro para el consumo, debido a la remoción de alquitranes que se ha comprobado su incidencia para el desarrollo del cáncer.

No obstante, se recomienda que en futuras investigaciones se realice el análisis de otros microorganismos, para verificar como influye el humo líquido en el crecimiento microbiano, aunque en la siguiente investigación, también se verifica su poder antimicrobiano al controlar el crecimiento de hongos.

En la figura 9, se presenta la gráfica de la constante de velocidad de cada tratamiento y se puede observar como éstas decrecen a medida que aumenta la cantidad de humo líquido, esto explica de manera más clara y se comprueba que a mayor cantidad de humo líquido, el crecimiento microbiano es menor.

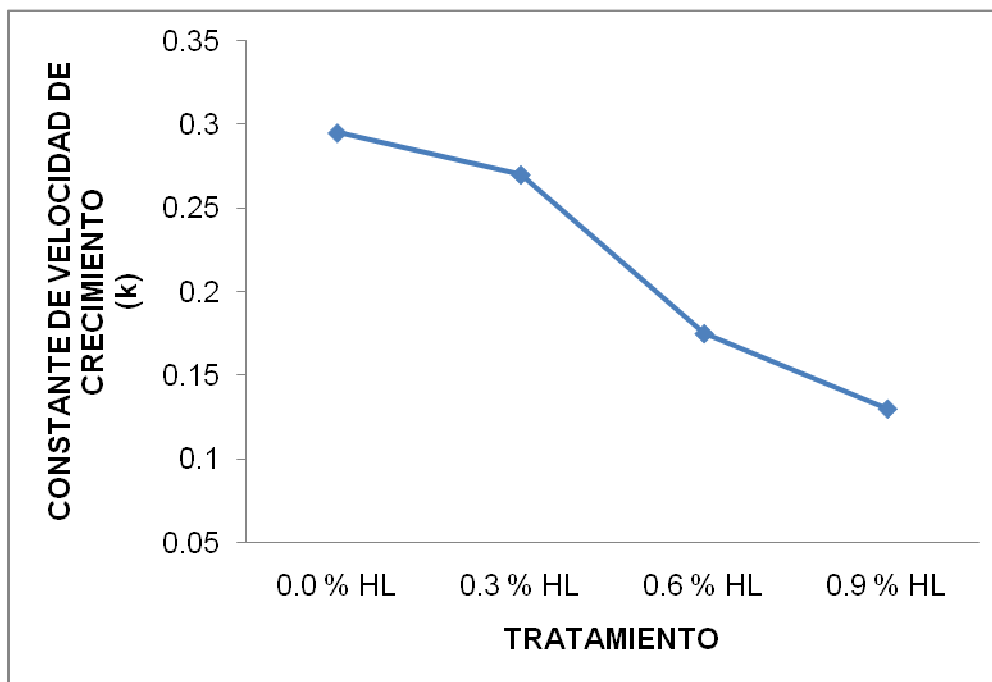


Figura 18. Constante de velocidad de crecimiento (k) para cada tratamiento

En la figura 18 se observa el decrecimiento de la constante de velocidad a medida que se -aumenta la cantidad de humo líquido. En el tratamiento 0 (0.0% humo líquido) este valor es de 0.295 mientras que en el tratamiento 3 (0.9% humo líquido) este valor es de 0.13, siendo casi la mitad del primer valor. Con esto se evidencia la acción del humo líquido como una antimicrobiano.

Finalmente, al aplicar la fórmula de cinética, se determina que cuando los resultados microbiológicos llegan a 10 UFC/g la cantidad de Coliformes totales, el producto no es inocuo, por lo tanto no es aceptable.

En la tabla 18 se observa los diferentes valores de vida útil en relación a los parámetros microbiológico y organoléptico, y se observa que si bien el crecimiento microbiano del producto es lento y por lo tanto prolonga la vida útil del mismo, la aceptabilidad decrece, es decir, la vida útil del producto lo determina el factor organoléptico.

Tabla 18. Valores de k y tiempo de vida útil para los diferentes tratamientos.

PARÁMETROS	TRATAMIENTO	Ao	K	A	VIDA ÚTIL (días)
Coliformes Totales	0.0 % HL	0.475	0.295	10	65
	0.3 % HL	0.025	0.270	10	74
	0.6 % HL	0.350	0.175	10	114
	0.9 % HL	0.225	0.130	10	150
Organolépticos	0.0 % HL	6.225	0.070	3	40
	0.3 % HL	5.325	0.056	3	41
	0.6 % HL	5.313	0.054	3	43
	0.9 % HL	5.800	0.080	3	37

Ao = valor inicial del factor al tiempo 0

A = valor límite del factor al tiempo t

k = constante de velocidad

Finalmente, en la tabla 19 se observa que el tratamiento 2 tiene una vida útil más prolongada en relación a los demás tratamientos, siendo este valor de 43 días.

Tabla 19. Estimación de la vida útil del chorizo especial ahumado con humo líquido, para los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTO	VIDA UTIL (días)
0 (0.0 % humo líquido)	37
1 (0.3 % humo líquido)	41
2 (0.6 % humo líquido)	43
3 (0.9 % humo líquido)	40

A continuación en la tabla 20, se presenta una lista de la vida útil de productos cárnicos tipo chorizo, existentes en el mercado ecuatoriano:

Tabla 20. Vida útil de diferentes productos tipo chorizo en el mercado ecuatoriano.

MARCA	PRODUCTOS	EMPAQUE	PESO (g)	VIDA UTIL (días)
PRONACA (FRITZ)	Chorizo Parrillero	Al vacío	300	39
DON DIEGO	Chorizo Extra	Al vacío	300	39
JURIS	Chorizo Español	Al vacío	300	37
LA IBÉRICA	Chorizo Parrillero	Al vacío	300	37

Al comparar la vida útil del tratamiento 2 (0.6% HL) del producto elaborado en la siguiente investigación con las marcas indicadas en la tabla 15, es evidente que el tratamiento elegido, prolonga su vida útil alrededor de 4 a 6 días más, sin contar que el empaque del chorizo realizado no fue el adecuado; por lo que sería conveniente realizar en próximas investigaciones, el estudio de mejores empaque en este tipo de producto, ya que los productos existentes que se indican se encuentran empacados al vacío, lo cual, además de darle al producto estabilidad, también le da al consumidor mayor facilidad de compra y hace al producto más atractivo para el cliente.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

La mejor formulación del chorizo ahumado se estableció de la siguiente manera: carne de res (0.9 kg), carne de cerdo (1.5 kg), grasa de cerdo (0.6 kg), tripa natural de cerdo (1 unidad), aditivos (72 g), condimentos (56 g) y humo líquido (0.6%).

La evaluación inicial del producto indicó valores aceptables, en relación con la norma INEN NTE 1346-96 para chorizo en lo referente a grasa, proteína, cenizas, humedad y parámetros microbiológicos.

El estudio de aceptabilidad determinó que el tratamiento 2 (0.6 % humo líquido), es el mejor aceptado por el panel de degustación.

En el estudio de estabilidad, microbiológicamente, la adición de 0,9% humo líquido, disminuye el desarrollo de *Escherichia coli* y puede permitir al producto tener mayor vida útil, es decir que a mayor cantidad de humo líquido el crecimiento de microorganismos es menor, con lo cual se puede concluir que el humo líquido es un buen conservante en éste caso del chorizo ahumado.

En la estabilidad organoléptica del producto, existen 2 procesos, desde el día 0 hasta aproximadamente el día 20, las características sensoriales van mejorando con el pasar de los días; mientras que a partir de ese día la aceptación del mismo desciende, ya que comienza un pequeño cambio en el sabor del mismo, sin embargo hasta el día 30 de analizado el producto, todavía se mantiene dentro de los rango de aceptabilidad.

Organolépticamente, el tratamiento con 0.6 % humo líquido provee una mayor vida de anaquel y esta es de 43 días.

Al comparar la cinética de crecimiento de los parámetros microbiológicos y organolépticos, se concluye que el tratamiento 2 (0,6% humo líquido), provee al producto la vida útil más prolongada que es de 43 días, dándole una ventaja frente a otros embutidos tipo chorizo que se encuentran en el mercado ecuatoriano, los cuales poseen una vida de anaquel de 38 días promedio, es decir, el producto elaborado en el presente trabajo extiende aproximadamente su vida útil a una semana más en relación a éstos productos mencionados, lo cual es un punto atractivo para la industria cárnica y consumidores.

4.2 RECOMENDACIONES

Para prolongar la vida útil del chorizo especial ahumado con humo líquido se debe estudiar la utilización de empaques como al vacío, ya que embutidos tipo chorizo en el mercado ecuatoriano se los expende de esta manera.

Se recomienda estudiar la utilización de tripas artificiales de colágeno, para embutir la pasta del chorizo, ya que tiene ventajas tales como: no presenta un mal olor, por lo que el producto es más aséptico, tiene un calibre uniforme, no presenta agujeros en ciertas zonas, además que permite la automatización de los procesos y al momento de ser cocidas presentan más brillo en la superficie dándole una mejor presentación al producto.

BIBLIOGRAFÍA

1. ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE MEDICAMENTOS, ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA MÉDICA (ANMAT), 2003, “Guía de Interpretación de resultados microbiológicos de alimentos”, Instituto Nacional de Alimentos, Buenos Aires, Argentina, pp.7-8, 12-14.
2. A.O.A.C., 1990. Association of Official Analytical Chemist. Official methods on analysis of Association of Official Analytical Chemist. 15 th ed. Virginia.
3. ARAYA, E., 2003, “Evaluación sensorial de los alimentos” Guía de Laboratorio Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, p.70.
4. BARCO, A., 2008, “Embutidos, Procesamiento y Control de Calidad”, Editorial Ripalme, Perú, pp. 205 – 207
5. CARBALLO, J. y LARRAÑAGA, J, “Control e Higiene de los Alimentos”, 1998, Editorial Mc Graw Hill, Madrid, España, pp. 32-37.
6. CARDELLO, A. y MALLER, O, 1982, “ Relationships between preferences and food acceptance ratings”, *Journal of Food Science*, 47 (53)-15.
7. CASTILLO, M, 1998, “Diseño y elaboración de camarón ahumado y evaluación de la textura, Proyecto de Titulación previo a la obtención del título de Maestro en Ciencias con especialidad en recursos alimenticios y producción acuícola, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México, pp. 68-72.
8. CID, S., 2005, “Extensión de la Vida Útil en Salchichas Envasadas al Vacío”, [http:// mastertaste.com](http://mastertaste.com), (Septiembre, 2009).
9. CID, S., 2008, “Humo líquido”, *Industria Alimenticia*, 15 (5),10.
10. CODEX ALIMENTARIUS, Norma del Códex para la carne picada curada cocida, Códex Stan 98-1981 (Rev. 1.-1991).
11. CORETTI, K., 1971, “Embutidos: Elaboración y Defectos”, Editorial Acribia., Zaragoza, España, pp. 47-114.
12. DOMINGUEZ, I., 2007, “Elaboración de barras de granola con frutas deshidratadas”, Proyecto de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, EPN, Quito, Ecuador, pp. 16 -19.

- 13.ERLANDSON, K., 1977, "Home Smoke and Curing", 3ra edición, Editorial Anchor Press, Londres, Gran Bretaña, pp. 9 – 11.
- 14.ESSIEN, E., 2003, "Fabricación de embutidos. Principios y práctica", 1ra edición, Editorial Acribia, Zaragoza, España, pp. 7 -10.
- 15.FORREST, A., ABERTE, H., JUDGE, M., JONH, E.,1975, "Fundamentos de la Ciencia de la Carne", Editorial Acribia., España, pp. 224 – 263.
- 16.GRACEY, J., 2001, "Mataderos Industriales: Tecnología y Funcionamiento", Editorial Acribia, España, pp 130 – 139.
- 17.GIRARD, J., 1980, "Tecnología de la Carne y de los Productos Cárnicos", Editorial Acribia S.A., España, pp. 183 – 220.
- 18.INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1996, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 344-96, Carne y Productos Cárnicos Requisito Chorizo, Primera Edición, Quito – Ecuador.
- 19.JAY, J., 2002, "Microbiología Moderna de los Alimentos", 3ra edición, Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España, pp. 302 - 311
- 20.LÓPEZ, G., 2001, "Tecnología de la Carne y de los Productos Cárnicos", Editorial Mundi Prensa, España, p. 21.
- 21.MIRA, J., 1998, "Compendio de Ciencia y Tecnología de la Carne", Editorial Docucentro ESPOCH, Riobamba, Ecuador, pp. 120-130.
- 22.MORALES, I., 2007, "Vida útil de Alimentos", www.cita.ucr.ac.cr/documentos/Informeannual.pdf, (Abril, 2009).
- 23.MOSWITZ, J. y HOWARD, R., 1983, "Products testing and Sensory evaluation of food", Editorial Inc. Wesport, Connecticut, USA: pp 93-94 - 142-143.
- 24.OHLOFF, G., 1985, "Flavor Chemistry", Food reviews international. Geneva, Switzerland: 1(1); 99-100, 137.
- 25.ORDOÑEZ, J., 1998, "Tecnología de los Alimentos, Alimentos de Origen Animal", Editorial Síntesis S.A., Madrid, España, pp. 173 – 243.
- 26.PICO, P., 2008, www.byrd-multiequip.com.ar, "Nociones Básicas de: Ahumado Artesanal y Profesional. (Enero, 2009).
- 27.PÓLIT, P., 2004, "Notas sobre tecnología de Cárnicos", Información proporcionada en la materia de Tecnología de Cárnicos, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, EPN.

28. PÓLIT, P, 2006, “Determinación de la Vida Útil de Alimentos Procesados”, Primer Congreso Ecuatoriano de Ingeniería de Alimentos, Ambato – Ecuador.
29. PROCHILE, 2008, “Perfil de Mercado Embutidos – Ecuador”, [www..prochile.cl/documentos/pdf/ecuador_embutidos_2008.pdf](http://www.prochile.cl/documentos/pdf/ecuador_embutidos_2008.pdf). (Noviembre 2008).
30. Reglamento Sanitario de los alimentos del Ministerio de Salud de la República de Chile, Decreto Supremo n° 977, Título V, De los Criterios Microbiológicos, Grupo 10, Carnes y subproductos Cárneos.
31. RANKEN, M., 2003, “Manual de Industrias de la Carne”. Editorial Blackwell Science, Londres, pp 13.
32. SANCHO, J., 2002, “Análisis Sensorial de los Alimentos”, Editorial Alfaomega, México, p. 120
33. TROCOLI, F., 2000, “Chorizo de Cerdo Ibérico”, <http://www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/economia/>, (Enero, 2009).
34. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA), 2007, “Información sobre Inocuidad de Alimentos”, http://www.fsis.usda.gov/PDF/Spanish_Smoking_Meat_and_Poultry.pdf. (Enero 2009)
35. WEILING, T., 1973. “Tecnología Práctica de la Carne”. Editorial Acribia. Zaragoza, España, pp. 72 – 75.
36. WEISBERG, S., 1974, “Food acceptance and flavor requirements in the developing world”. Food Technology. USA: 23(11); 48.

ANEXO I

FORMULARIO DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO

INDICACIONES

Se le proporcionará 4 muestras de chorizo especial ahumado, cada una corresponde a un tratamiento diferente

Calificar cada uno de los parámetros de acuerdo a la escala establecida.

Me disgusta mucho: 1

Me disgusta: 2

Es Indiferente: 3

Me agrada: 4

Me agrada mucho: 5

TRATAMIENTO	CALIFICACIÓN
T0 (0.0% humo líquido)	
T1 (0.3% humo líquido)	
T2 (0.6% humo líquido)	
T3 (0.9% humo líquido)	

Comentarios:.....

GRACIAS.

ANEXO II

FORMULARIO PARA LA EVALUACION SENSORIAL

INDICACIONES

Se le proporcionará 4 muestras de chorizo especial ahumado, cada una corresponde a un tratamiento diferente

Calificar cada uno de los parámetros de acuerdo a la escala establecida.

Tratamientos:

T0: 0 % humo líquido

T1: 0,3 % humo líquido

T2: 0,6 % humo líquido

T3: 0,9 % humo líquido

Escala de medición

1: Mala, 2: Regular, 3: Buena, 4: Muy buena 5: Excelente

PARAMETROS	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
Apariencia				
Color				
Sabor y Aroma				
Textura				

GRACIAS.

ANEXO III**PRODUCTO FINAL**

ANEXO IV

ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS POR GRUPO DE ALIMENTOS

10.1- CECINAS COCIDAS

PARÁMETRO	PLAN DE MUESTREO		LÍMITE POR GRAMO			
	CATEGORÍA	CLASES	N	C	M	M
Reto. Aerobios Mesóf.(*)	3	3	5	1	5×10^{44}	3×10^{45}
E. coli	6	3	5	1	10	10^{42}
S. aureus	6	3	5	1	10	10^{42}
CL. perfringens	6	3	5	1	50	10^{42}
Salmonella en 25 g	10	2	5	0	0	-

(*) excepto las con cultivos bacterianos.

ANEXO V

FICHA TÉCNICA DEL HUMO LÍQUIDO

SMOKEZ ENVIRO 24P - RED ARROW

DESCRIPCIÓN

La solución acuosa de sabores naturales del humo, producto de la pirolisis controlada de la mezcla de maderas duras, otorgando un sabor humo vaporoso tradicional.

PROPIEDADES QUÍMICAS

pH: 2.5 – 3.5

Acidez total (como ácido acético): 7.0 – 9.0 %

Compuestos del sabor del humo: 12.0 – 18.0 mg/mL.

Carbonilos: 22.0 – 30.0 %

Densidad (aparente): 1.14 Kg. / L.

PROPIEDADES FÍSICAS

Claro, líquido marrón con el aroma suave de humo de la madera dura.

DOSIFICACIÓN

Adición interna o por disolución en salmuera previa a la inyección, a un nivel de 0.2 hasta 0.5 % del peso del producto final.

ALMACENAJE

Se recomienda un tiempo de vida de dos años, en condiciones de almacenamiento fresco de 7 – 24 0C. El proceso de congelado no daña el producto.

EMPAQUE

Disponible en cubos netos de 21 Kg. y tambores de 237 Kg.

MISCELÁNEO

Para aplicación externa de productos cárnicos provee alto color y un leve aroma a humo.

Contiene Polisorbato 80 para solubilizar los compuestos de sabor a humo, además de inhibidores de precipitación. El Enviro 24P no contiene organismos modificados genéticamente.

ANEXO VI

COLIFORMES FECALES INICIAL UFC/G

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,3 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,6 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,9 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	0,00				
Tratamientos	3	0,00	0,00		3,49	5,95
Error	12	0,00	0,00			
CV %						
Media			0,00			
Sx			0,00			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	0,00	a
0,3 % HL	0,00	a
0,6 % HL	0,00	a
0,9 % HL	0,00	a

ANEXO VII

COLIFORMES FECALES A LOS 10 DÍAS UFC/G

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	5,00	5,00			5,00	0,00
0,3 % HL	2,00	3,00			2,50	0,71
0,6 % HL	1,00	5,00			3,00	2,83
0,9 % HL						

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Tratamientos	3	7,00	2,33	0,55	19,16	99,17
Error	2	8,50	4,25			
CV %			58,90			
Media			3,50			
Sx			1,03			

ADEVA AJUSTADO

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Tratamientos	3	0,55	0,18	0,45	19,16	99,17
Error	2	0,81	0,41			
CV %			13,27			
Media			4,81			
Sx			0,32			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	5,00	a
0,3 % HL	2,50	a
0,6 % HL	3,00	a
0,9 % HL	0,00	a

ANEXO VIII

COLIFORMES FECALES A LOS 20 DÍAS UFC/G

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	7,00	8,00			7,50	0,71
0,3 % HL	5,00	6,00			5,50	0,71
0,6 % HL	4,00	6,00			5,00	1,41
0,9 % HL	2,00	3,00			2,50	0,71

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	7	28,88				
Tratamientos	3	25,38	8,46	9,67	6,59	16,69
Error	4	3,50	0,88			
CV %			18,25			
Media			5,13			
Sx			0,47			

ADEVA AJUSTADO

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	7	1,59				
Tratamientos	3	1,40	0,47	9,79	6,59	16,69
Error	4	0,19	0,05			
CV %			9,85			
Media			2,22			
Sx			0,11			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	7,50	a
0,3 % HL	5,50	b
0,6 % HL	5,00	b
0,9 % HL	2,50	c

ANEXO IX

COLIFORMES FECALES A LOS 30 DÍAS UFC/G

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	8,00	10,00			9,00	1,41
0,3 % HL	8,00	8,00			8,00	0,00
0,6 % HL	10,00	0,00			5,00	7,07
0,9 % HL	3,00	4,00			3,50	0,71

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	7	91,88				
Tratamientos	3	39,38	13,13	1,00	6,59	16,69
Error	4	52,50	13,13			
CV %			56,83			
Media			6,38			
Sx			1,81			

ADEVA AJUSTADO

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	6	1,89				
Tratamientos	3	1,79	0,60	19,58	6,59	16,69
Error	3	0,09	0,03			
CV %			6,60			
Media			2,65			
Sx			0,09			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	9,00	a
0,3 % HL	8,00	a
0,6 % HL	5,00	a
0,9 % HL	3,50	a

ANEXO X

ESCHERICHIA COLI INICIAL

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,3 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,6 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,9 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	0,00				
Tratamientos	3	0,00	0,00	#¡DIV/0!	3,49	5,95
Error	12	0,00	0,00			
CV %			#¡DIV/0!			
Media			0,00			
Sx			0,00			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	0,00	a
0,3 % HL	0,00	a
0,6 % HL	0,00	a
0,9 % HL	0,00	a

ANEXO XI

ESCHERICHIA COLI A LOS 10 DÍAS UFC/G

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,3 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,6 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,9 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	0,00				
Tratamientos	3	0,00	0,00	#¡DIV/0!	3,49	5,95
Error	12	0,00	0,00			
CV %			#¡DIV/0!			
Media			0,00			
Sx			0,00			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	0,00	a
0,3 % HL	0,00	a
0,6 % HL	0,00	a
0,9 % HL	0,00	a

ANEXO XII

ESCHERICHIA COLI A LOS 20 DÍAS UFC/G

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,3 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,6 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,9 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	0,00				
Tratamientos	3	0,00	0,00	#¡DIV/0!	3,49	5,95
Error	12	0,00	0,00			
CV %			#¡DIV/0!			
Media			0,00			
Sx			0,00			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	0,00	a
0,3 % HL	0,00	a
0,6 % HL	0,00	a
0,9 % HL	0,00	a

ANEXO XIII

ESCHERICHIA COLI A LOS 30 DÍAS UFC/G

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,3 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,6 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,9 % HL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	0,00				
Tratamientos	3	0,00	0,00	#¡DIV/0!	3,49	5,95
Error	12	0,00	0,00			
CV %			#¡DIV/0!			
Media			0,00			
Sx			0,00			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	0,00	a
0,3 % HL	0,00	a
0,6 % HL	0,00	a
0,9 % HL	0,00	a

ANEXO XIV

HONGOS INICIALES

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	50,00	40,00			45,00	7,07
0,3 % HL	30,00	20,00	10,00	17,00	19,25	8,30
0,6 % HL			20,00	10,00	15,00	7,07
0,9 % HL				10,00	10,00	10,00

ADEVA

F. Var	Gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	8	1628,00				
Tratamientos	3	1321,25	440,42	7,18	5,41	12,06
Error	5	306,75	61,35			
CV %			34,05			
Media			23,00			
Sx			3,92			

ADEVA AJUSTADO

F. Var	Gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	8	0,56				
Tratamientos	3	0,39	0,13	3,88	5,41	12,06
Error	5	0,17	0,03			
CV %			4,26			
Media			4,29			
Sx			0,09			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	45,00	a
0,3 % HL	19,25	b
0,6 % HL	15,00	b
0,9 % HL	10,00	b

ANEXO XV

HONGOS A LOS 10 DÍAS NMP/G

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	60,00	50,00	50,00	46,00	51,50	5,97
0,3 % HL	60,00	60,00	48,00	68,00	59,00	8,25
0,6 % HL	50,00	48,00	50,00	30,00	44,50	9,71
0,9 % HL	15,00	10,00	25,00	30,00	20,00	9,13

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	4273,00				
Tratamientos	3	3429,00	1143,00	16,25	3,49	5,95
Error	12	844,00	70,33			
CV %			19,17			
Media			43,75			
Sx			4,19			

ADEVA AJUSTADO

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	31,82				
Tratamientos	3	25,29	8,43	15,49	3,49	5,95
Error	12	6,53	0,54			
CV %			11,42			
Media			6,46			
Sx			0,37			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	51,50	A
0,3 % HL	59,00	A
0,6 % HL	44,50	A
0,9 % HL	20,00	B

ANEXO XVI

HONGOS A LOS 20 DÍAS NMP/G

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	100,00	80,00	100,00	120,00	100,00	16,33
0,3 % HL	100,00	100,00	120,00	120,00	110,00	11,55
0,6 % HL	90,00	100,00	80,00	80,00	87,50	9,57
0,9 % HL	30,00	18,00	30,00	40,00	29,50	9,00

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	17295,00				
Tratamientos	3	15577,00	5192,33	36,27	3,49	5,95
Error	12	1718,00	143,17			
CV %			14,64			
Media			81,75			
Sx			5,98			

ADEVA AJUSTADO

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	70,64				
Tratamientos	3	64,73	21,58	43,82	3,49	5,95
Error	12	5,91	0,49			
CV %			7,98			
Media			8,79			
Sx			0,35			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	100,00	a
0,3 % HL	110,00	a
0,6 % HL	87,50	a
0,9 % HL	29,50	b

ANEXO XVII

HONGOS A LOS 30 DÍAS NMP/G

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	200,00	230,00	220,00	250,00	225,00	20,82
0,3 % HL	150,00	150,00	180,00	200,00	170,00	24,49
0,6 % HL	110,00	109,00	120,00	100,00	109,75	8,18
0,9 % HL	40,00	40,00	50,00	50,00	45,00	5,77

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	7555,94				
Tratamientos	3	72155,19	24051,73	84,87	3,49	5,95
Error	12	3400,75	283,40			
CV %			12,25			
Media			137,44			
Sx			8,42			

ADEVA AJUSTADO

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	158,69				
Tratamientos	3	153,62	51,21	121,12	3,49	5,95
Error	12	5,07	0,42			
CV %			5,76			
Media			11,29			
Sx			0,33			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	225,00	a
0,3 % HL	170,00	b
0,6 % HL	109,75	c
0,9 % HL	45,00	d

ANEXO XVIII

PROTEÍNA %

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	21,60	20,84	21,20	21,90	21,39	0,46
0,3 % HL	20,65	21,20	21,30	20,65	20,95	0,35
0,6 % HL	20,12	21,00	21,35	21,75	21,06	0,69
0,9 % HL	20,01	20,86	21,20	22,15	21,06	0,89

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	5,23				
Tratamientos	3	0,43	0,14	0,36	3,49	5,95
Error	12	4,81	0,40			
CV %			3,00			
Media			21,11			
Sx			0,32			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	21,39	a
0,3 % HL	20,95	a
0,6 % HL	21,06	a
0,9 % HL	21,06	a

ANEXO XIX

GRASA %

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	25,31	23,02	24,25	24,11	24,17	0,94
0,3 % HL	23,19	21,95	22,67	23,10	22,73	0,57
0,6 % HL	26,12	23,09	24,56	25,68	24,86	1,35
0,9 % HL	24,82	22,53	21,34	22,45	22,79	1,46

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	28,85				
Tratamientos	3	13,37	4,46	3,45	3,49	5,95
Error	12	15,48	1,29			
CV %			4,81			
Media			23,64			
Sx			0,57			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	24,17	a
0,3 % HL	22,73	a
0,6 % HL	24,86	a
0,9 % HL	22,79	a

ANEXO XX

HUMEDAD %

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	48,61	52,04	49,25	48,75	49,66	1,61
0,3 % HL	51,14	52,28	49,65	50,55	50,91	1,10
0,6 % HL	49,87	51,66	48,85	51,50	50,47	1,35
0,9 % HL	49,68	52,14	50,45	52,25	51,13	1,27

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	26,74				
Tratamientos	3	5,02	1,67	0,93	3,49	5,95
Error	12	21,71	1,81			
CV %			2,66			
Media			50,54			
Sx			0,67			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	49,66	A
0,3 % HL	50,91	A
0,6 % HL	50,47	A
0,9 % HL	51,13	A

ANEXO XXI

CENIZAS %

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Media	Desviación
	I	II	III	IV		
Control	3,78	3,40	3,20	3,50	3,47	0,24
0,3 % HL	4,32	3,87	3,42	3,52	3,78	0,41
0,6 % HL	3,19	3,55	3,34	3,65	3,43	0,21
0,9 % HL	4,79	3,77	3,24	3,27	3,77	0,72

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	2,79				
Tratamientos	3	0,42	0,14	0,71	3,49	5,95
Error	12	2,37	0,20			
CV %			12,30			
Media			3,61			
Sx			0,22			

ADEVA AJUSTADO

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	15	0,18				
Tratamientos	3	0,03	0,01	0,71	3,49	5,95
Error	12	0,15	0,01			
CV %			5,94			
Media			1,90			
Sx			0,06			

SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %

Tratamientos	Media	Rango
Control	3,47	a
0,3 % HL	3,78	a
0,6 % HL	3,43	a
0,9 % HL	3,77	a