

**Efecto del tiempo de secado y ahumado en el
color y características físico-químicas y
sensoriales de una salchicha frankfurter**

Luis Alfonso Vargas López

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2009

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto del tiempo de secado y ahumado en el color y características físico-químicas y sensoriales de una salchicha frankfurter

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Luis Alfonso Vargas López

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2009

Efecto del tiempo de secado y ahumado en el color y características físico-químicas y sensoriales de una salchicha frankfurter

Presentado por:

Luis Alfonso Vargas López

Aprobado:

Adela Acosta Marchetti, D.C.T.A.
Asesora principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera Agroindustria Alimentaria

Edgar E. Ugarte, M.Sc.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Vargas, L. 2009. Efecto del tiempo de secado y ahumado en el color y características físico-químicas y sensoriales de una salchicha frankfurter. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 28p.

La mejora de procesos en planta es necesaria para la optimización al elaborar productos. Con la finalidad de asegurar una mejora del color superficial de la salchicha frankfurter, se evaluó el efecto de dos tiempos de ahumado y dos tiempos de secado sobre sus características sensoriales y físico-químicas. El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar (BCA), con un arreglo factorial de 2 x 2, tres repeticiones y medidas repetidas en el tiempo al día 1, 14 y 28 después de elaboradas las salchichas. Se realizó un análisis de varianza con separación de medias Tukey y LSmeans, una prueba T-Student para el análisis de preferencia, con una probabilidad del 95% ($P < 0.05$). El tratamiento elaborado con 90 minutos de ahumado y 30 de secado presentó, al primer día tonalidades de rojo más altas que los demás tratamientos, aunque al día 14 perdía esta diferencia; este tratamiento estuvo entre los más aceptados en el atributo color. Se determinó que a través del tiempo, el color del frankfurter es igual al ahumarlo 45 y 90 minutos si es secado el mismo tiempo. Un proceso de ahumado de 90 minutos y 30 minutos de secado proporciona un mejor color de salchicha y menos purga en el empaque durante el estudio. Utilizando un proceso de 45 minutos de ahumado y 30 de secado, resulta en el mismo color que ahumar 90 minutos y secar 15. Al utilizar un mayor procesamiento térmico, los valores de TBA se mantienen por debajo de los percibidos por consumidores.

Palabras clave: aceptación, colorimetría, descriptivo, embutido, preferencia.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN LITERARIA.....	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
4. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.....	12
5. CONCLUSIONES.....	25
6. RECOMENDACIONES.....	26
7. BIBLIOGRAFÍA.....	27

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro

1. Formulación del frankfurter.....	6
2. Descripción de tratamientos.....	7
3. Diseño experimental.....	10
4. Análisis de aceptación – color externo.....	14
5. Análisis de aceptación - sabor.....	15
6. Análisis de aceptación-jugosidad.....	15
7. Análisis de aceptación-textura.....	16
8. Análisis de aceptación general.....	17
9. Análisis de color-valor L*.....	17
10. Análisis de color-valor a*.....	18
11. Análisis de color-valor b*.....	19
12. Fuerza de corte (N).....	20
13. Análisis de humedad (%)......	21
14. Pérdida de peso (%)......	22
15. Análisis microbiológicos y rancidez (TBA).....	24
16. Análisis de correlación.....	24

Figura

1. Flujo de proceso de frankfurter.....	8
2. Análisis por factores – valor a* día 1.....	12
3. Análisis por factores – valor a* día 14.....	13
4. Análisis por factores – valor a* día 28.....	13
5. Análisis de color-valor L*.....	18
6. Análisis de color-valor a*.....	19
7. Análisis de color-valor b*.....	20
8. Fuerza de corte (N).....	21
9. Análisis de humedad (%)......	22
10. Pérdida de peso (%)......	23

1. INTRODUCCIÓN

La salchicha frankfurter es un producto emulsificado de origen alemán. El estándar de este producto indica que debe tener un sabor ahumado sin presencia de olores a quemado, rancio, amargo o mohoso. Su superficie interna deberá ser lisa, de textura fina; en cuanto a color indica que este debe tener una tonalidad rosa oscuro con motas distribuidas de color marrón oscuro (IMPS 1992).

El color en productos cárnicos tiene un gran significado en el valor comercial de los mismos, debido a que el consumidor compara el color, de manera subjetiva, con el sabor, aroma, apariencia, textura y frescura de un producto (Cubero y Monferrer 2002).

En nuestra sociedad, se comercializan productos alimenticios que requieren que sus características sensoriales sean de agrado al consumidor y que mantengan estas a través de la vida de anaquel del producto. Para esto se aplican distintos aditivos, entre ellos los colorantes, que darán una apariencia agradable para el consumidor. De igual manera, algunos procesos de elaboración son realizados con el fin de impartirle características específicas a un producto; como es el caso del ahumado. La optimización de los procesos es de gran importancia para la industria cárnica, debido a que se puede encontrar un proceso que haga que el producto sea más aceptado por los consumidores y de igual manera ahorre tiempo y dinero a la industria.

El color de productos ahumados es dado por compuestos fenólicos, los cuales sufren cambios por polimerización u oxidación. De la misma forma compuestos provenientes de los carbohidratos, como el furfural, dan un color característico a los productos ahumados. Los carbonilos, presentes en los componentes del humo, reaccionan con la matriz del producto, produciendo reacciones como el empardeamiento no enzimático de Maillard (Möhler 1980).

La intensidad y conservación del color en productos ahumados depende de factores como el pH del alimento y componentes del humo; además del grado y duración del procesamiento térmico (Möhler 1980).

Este estudio pretende evaluar tiempos de secado y ahumado en el procesamiento térmico, con el fin de mejorar el color actual de la salchicha frankfurter y optimizar el proceso de cocción de la misma.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del tiempo de secado y ahumado en el color y características físico-químicas y sensoriales de una salchicha frankfurter.

1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar sensorialmente los tratamientos para los atributos color externo, sabor, jugosidad, textura y aceptación general; a los días 1, 14 y 28 después de su elaboración.
- Evaluar el efecto de los tiempos de secado y ahumado en la humedad final del producto.
- Evaluar los valores de color de la superficie de la salchicha y la fuerza de corte de los cuatro tratamientos; a los días 1, 14 y 28 después de su elaboración.
- Realizar un análisis de preferencia con los dos mejores tratamientos, basado en el color externo de la salchicha frankfurter.
- Realizar análisis de TBA y conteo de aerobios mesófilos totales y coliformes totales al mejor tratamiento, al día 28 del estudio.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL COLOR Y LOS ALIMENTOS

Los productos alimenticios, especialmente los cárnicos, frutas y vegetales, son evaluados desde el punto de vista de calidad por los consumidores a través de su color y apariencia; y debido a esto se ven afectadas de manera subjetiva el olor, sabor y aceptación del producto (Cubero y Monferrer 2002). La apariencia es el atributo sensorial más importante en los alimentos. La decisión de compra y/o la ingesta de alimentos es determinada en gran parte por su apariencia.

En la industria cárnica se utilizan aditivos con la finalidad de mantener y mejorar el color en los productos, teniendo un uso limitado y regulado; así pues, está prohibido el uso de colorantes para enmascarar defectos en el producto final o que den sensación de calidad que el alimento no posee. Es importante recalcar que la cantidad empleada en cada alimento debe ser correspondiente a la pérdida de color producida durante procesos de fabricación y almacenamiento. Dentro de las tendencias actuales en la mejora de la percepción del color en cárnicos, encontramos la sustitución de colorantes sintéticos por los de origen natural, manteniendo el color original del producto y haciéndolo estable a través del tiempo. Dentro de estos podemos mencionar el uso de extractos de plantas, betacarotenos y carbonilos provenientes del humo líquido (Cubero y Monferrer 2002).

Recientes investigaciones se han realizado para asegurar un color aceptable y de agrado para el consumidor final. Se ha determinado el efecto de los colorantes FD&C Rojo No. 3, FD&C Rojo No. 40 y ácido carmínico sobre el color de una salchicha frankfurter. El color preferido por los consumidores fue el dado por el ácido carmínico en polvo (Marroquín 2008). De igual manera investigaciones han demostrado que al agregar 12% de pasta de tomate a la formulación se obtiene un color agradable a los panelistas y se reduce en 33% la cantidad de nitritos agregados a la mezcla (Dedda 2007).

Se ha determinado que el nivel de NaCl (sal yodada), tiene un efecto significativo en el color de la salchicha frankfurter. Bajar las concentraciones de NaCl, afecta la solubilidad de las proteínas de la carne, reduciendo el área donde la cadena de polipéptidos actuaría durante el procesamiento térmico (Jiménez 2005). El reemplazo de la grasa por aceites vegetales interesterificados y adición de fibra de remolacha se realizó para investigar su efecto en la cantidad de ácido oleico del producto. Se determinó que dicho reemplazo no afectó las características organolépticas del producto, y el color fue igualmente aceptado por los panelistas (Vural 2003).

Al utilizar colorantes naturales como el ácido carmínico (E-120), se obtienen valores de rojo (a^*) mayores y menores en color amarillo (b^*) comparado con el uso de betanina (E-162), sin embargo; el color obtenido con betanina (E-162), fue el más aceptado sensorialmente (Bloukas 1999). Al utilizar curcúmina, caramelo, beta-caroteno y paprika como colorantes, el color no es aceptado sensorialmente por los panelistas (Bloukas 1999).

Al reemplazar la grasa de los frankfurter por aceite de oliva, López-López (2009) reporta que las salchichas tienen un color aceptado sensorialmente por los consumidores y que, a través del tiempo, las salchichas aumentan el valor de a^* ; es decir que las mismas adquieren un color más rojo durante la vida de anaquel. Además, en un estudio donde se comparó el efecto de la carragenina y pectina en el comportamiento en anaquel de salchichas frankfurter bajas en grasa. Se comprobó que las mismas tenían un color más rojo que una frankfurter con mayor porcentaje de grasa, esto debido a una mayor concentración de carne magra (Candogan 2002).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinó trabajar con interacciones entre dos tiempos de secado y dos tiempos de ahumado, siendo cada interacción un tratamiento, para un total de cuatro; y se efectuaron tres repeticiones en diferentes semanas. Se realizaron análisis afectivos para determinar el grado de aceptación de factores como color, sabor, textura, jugosidad y aceptación general. Se realizaron medidas repetidas en el tiempo al día 1, 14 y 28 de la elaboración del frankfurter.

Se realizó un análisis de preferencia a los dos tratamientos que, estadísticamente, tuvieron la mejor aceptación del color externo. Al tratamiento preferido por los panelistas se le realizaron análisis microbiológicos (mesófilos y coliformes totales) y químicos (rancidez; mediante el valor de TBA).

3.1 UBICACIÓN

La elaboración de los tratamientos fue en la Planta de Industrias Cárnicas Zamorano, el análisis afectivo fue realizado en el Laboratorio de Análisis Sensorial, el análisis de color, fuerza de corte, humedad y rancidez en el Laboratorio de Análisis de Alimentos y los análisis microbiológicos en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología. Todos los centros mencionados pertenecen a la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada a 30 km. al este de Tegucigalpa, departamento Francisco Morazán, Honduras.

3.2 INGREDIENTES

- Recortes de res 90/10
- Recortes de res 60/40
- Carne de pollo mecánicamente deshuesada
- Recortes de cerdo 10/90
- Hielo
- Agua
- Sal
- Tripolifosfato de Sodio
- Nitrito de sodio
- Eritorbato de Sodio
- Lactato de Sodio
- Especias
- Funda Coria 21 (Colágeno)

3.3 FORMULACIÓN

Se utilizaron 8 libras para cada tratamiento por repetición. En el análisis de preferencia, se usaron 20 libras para los dos tratamientos que obtuvieron, estadísticamente, la mayor aceptación del color externo. Se usaron 8 libras para el tratamiento con mayor preferencia y se realizaron tres repeticiones. En el cuadro 1 se muestra la formulación para la elaboración del frankfurter para una base de 100 Kg.

Cuadro 1. Formulación del frankfurter marca Zamorano.

Ingredientes	Cantidad (Kg)
Recortes de res 90/10	31.53
Recortes de res 60/40	18.52
Carne de pollo mecánicamente deshuesada	18.52
Recortes de cerdo 50/50	11.24
Hielo	14.99
Especias	0.55
Fosfato	0.49
Eritorbato de sodio	0.04
Nitrito de sodio	0.23
Cloruro de sodio	1.86
Lactato de sodio	2.32

Fuente: Planta de Cárnicos, Zamorano

3.4 EQUIPO

- Balanza de precisión, marca Pelooze, modelo 10B60
- Balanza electrónica, marca Ohaus, modelo LS2000
- Molino de carne, marca Hobart, modelo 4146
- Cortadora silenciosa marca Koch, modelo KS 75
- Embutidora marca Koch, Modelo Frey Konti C120
- Horno ahumador marca Koch
- Colorímetro Colorflex Hunter L*a*b*
- Instron modelo 4444[®]

3.5 TRATAMIENTOS

Los tratamientos corresponden a interacciones entre dos tiempos de ahumado y secado, como se muestra en el cuadro 2. Las unidades experimentales constan de 8 libras de emulsión cárnica, se realizaron 3 repeticiones en distintas semanas y se tomaron medidas repetidas en el tiempo al día 1, 14 y 28 después de su elaboración.

Cuadro 2. Descripción de tratamientos.

Tiempo de secado	Tiempo de ahumado	
	45 minutos	90 minutos
15 minutos	Ah45-Sc15	Ah90-Sc15°
30 minutos	Ah45-Sc30	AH90-Sc30

°Control

Para el análisis de preferencia se utilizaron los dos tratamientos que obtuvieron, estadísticamente, la mayor aceptación del color externo.

3.6 METODOLOGIA

3.6.1 Flujo de proceso

Para la elaboración de los tratamientos se empleó el mismo procedimiento utilizado en la Planta de Industrias Cárnicas Zamorano (figura 1), únicamente cambiando la programación del horno para cada tratamiento.

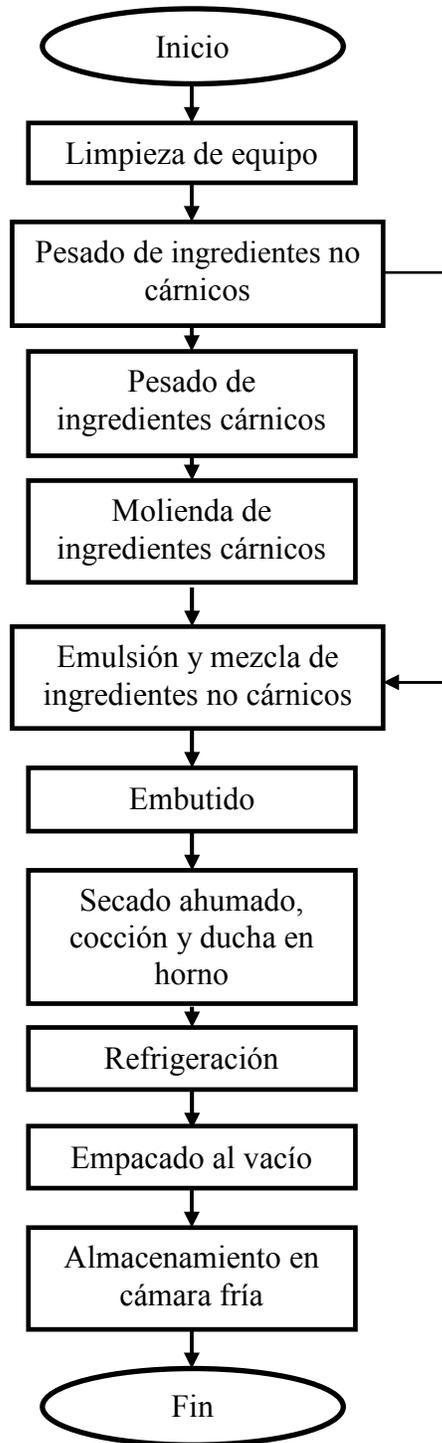


Figura 1. Flujo de proceso de elaboración del frankfurter

3.6.2 Procedimiento

Limpieza del equipo: esta fue realizada según el manual de Practicas Operacionales Estandarizadas de Sanitización de la Planta de Industrias Cárnicas Zamorano.

Pesado de ingredientes cárnicos y no cárnicos: se pesaron los ingredientes con la balanza electrónica, pesando por separado la porción magra (res 1 y 2) de la porción grasa (cerdo 3) e ingredientes no cárnicos.

Molienda de ingredientes cárnicos: se realizó la molienda de las porciones magra y grasa por separado utilizando un disco con agujeros de 0.32 cm de diámetro.

Emulsión y mezcla de ingredientes no cárnicos: se procesó la porción de carne magra, la mitad del hielo, la sal común, fosfato de sodio y el nitrito de sodio en la cortadora silenciosa por 3 minutos. Luego se agregó la porción grasa, el resto de hielo e ingredientes y se continuó procesando en la cortadora silenciosa por 3 minutos más.

Embutido: la emulsión cárnica se embutió en fundas de colágeno.

Tratamiento térmico y enfriado en horno: dentro del horno se dieron cuatro etapas: la de secado con una duración de 15 y 30 minutos a una temperatura de $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, luego ahumado por 45 y 90 minutos a una temperatura de $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$; seguido de cocción hasta alcanzar una temperatura interna de $72^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y terminando con una etapa de enfriamiento con agua durante 30 minutos, hasta alcanzar una temperatura de $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Empacado al vacío: se empacaron al vacío los frankfurter en bolsas con un contenido neto de 454 g.

Almacenamiento de producto terminado: Las bolsas de frankfurter empacadas al vacío se almacenan en un cuarto frío a una temperatura de $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, hasta que son usadas para los análisis sensoriales, físicos, químicos y microbiológicos.

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con un arreglo factorial de dos por dos, donde cada repetición constituyó un bloque y cada interacción constituyó uno de los cuatro tratamientos (cuadro 3). El experimento fue repetido tres veces, generando un total de 12 unidades experimentales. Además se realizaron medidas repetidas en el tiempo al día 1, 14 y 28 después de la elaboración del frankfurter.

Cuadro 3. Diseño experimental.

Tratamientos	Ah45-Sc15	Ah45-Sc30	Ah90-Sc15°	Ah90-Sc30	
Rep.1	Ah45-Sc15	Ah45-Sc30	Ah90-Sc15	Ah90-Sc30	
Bloques	Rep.2	Ah45-Sc15	Ah45-Sc30	Ah90-Sc15	Ah90-Sc30
	Rep.3	Ah45-Sc15	Ah45-Sc30	Ah90-Sc15	Ah90-Sc30

°Control

3.8 ANÁLISIS FÍSICOS

Se realizó el análisis de color del frankfurter con el colorímetro Hunter L*a*b* y se efectuaron 3 lecturas de la parte externa al día 1, 14 y 28 después de elaborado el producto, haciéndose en cada una de las tres repeticiones. Los resultados se presentan en una escala de triple estímulo (L*a*b*), el eje L* mide la claridad de 0 a 100 (0=negro y 100=blanco), el eje a* mide el color verde y rojo tomando valores de -60 a 60 (Negativos= verde y positivos=rojo) y el eje b* mide el color azul y amarillo tomando valores de -60 a 60 (Negativos= azul y positivos=amarillos).

Se analizó la fuerza de corte utilizando el Instron 4444[®] con el acople de guillotina de Warner-Bratzler. Estos análisis se realizaron al día 1, 14 y 28 de elaborado el frankfurter. Los resultados se presentan como fuerza de corte en Newton (N).

3.9 ANÁLISIS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

A cada tratamiento por bloque se le determinó el porcentaje de humedad según el método de la AOAC 950.46 (Horno de convección). Al tratamiento con mayor aceptación en el análisis de preferencia, se le determinó la rancidez de grasas mediante el método AOCS Cd 19-90, valor de TBA (ácido tiobarbitúrico). De igual manera se hicieron conteos microbiológicos de aerobios mesófilos y coliformes totales.

3.10 ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó un análisis afectivo de aceptación, en donde se inquiría sobre el color externo, sabor, jugosidad, textura y aceptación general de cada uno de los tratamientos. Esta prueba fue realizada a 12 panelistas al día 1, 14 y 28 después de elaborados los frankfurter, utilizando una escala hedónica de 5 puntos para determinar el grado de aceptación donde 1 es “muy desagradable”, 2 “desagradable”, 3 “ni agradable ni desagradable”, 4 “agradable” y 5 “muy agradable”.

Se realizó una prueba de preferencia a 100 panelistas, usando los dos tratamientos con mayor aceptación del color al día 1 ($P < 0.05$). Esta prueba se realizó en el día 1 y 28 de elaborados los frankfurter.

3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de los análisis físicos, químicos y afectivos de aceptación, se evaluaron por medio de un análisis de varianza con una separación de medias Tukey y LSmeans, con el fin de determinar si existían diferencias entre los tratamientos y a través del tiempo, para cada variable estudiada; se utilizó un arreglo factorial para determinar el efecto de cada variable por separado y se realizó un análisis de residuales para evaluar la normalidad de los datos. Los valores de purga se corrigieron con la función de arcoseno. Los resultados del análisis de preferencia fueron analizados por medio de la prueba T-student. Para todos los análisis estadísticos se utilizó una probabilidad de 95% ($P < 0.05$).

4. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

4.1 COLOR EXTERNO ANÁLISIS POR FACTORES

4.1.1 Color externo día 1

Individualmente, el tiempo de secado y ahumado jugaron un papel importante en el color rojo (valor a^*) al día 1 ($P < 0.05$). Al día 1 de elaborados los frankfurter, los tratamientos con mayor tiempo de ahumado presentan una coloración más roja. No existe diferencia en secar 15 o 30 minutos si solamente se ahúma durante 45 minutos. Al ahumar durante 90 minutos, si es significativo ($P < 0.05$) secar 15 o 30 minutos. En la figura 2 se muestra el comportamiento del color, según los factores, al día 1.

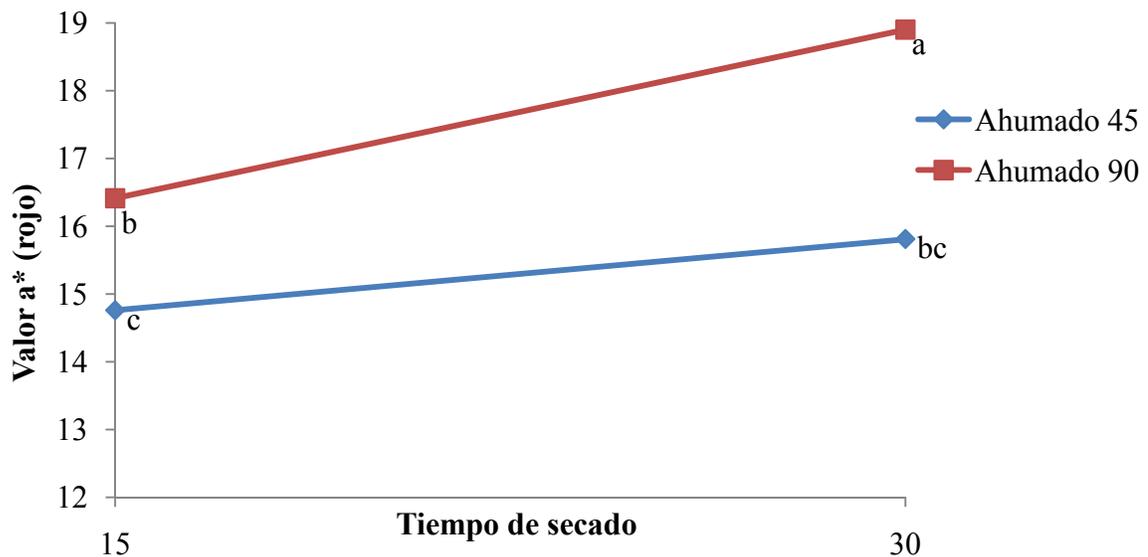


Figura 2. Resultados análisis a^* por factores al día 1

4.1.2 Color externo día 14

Individualmente, el tiempo de secado es significativo ($P < 0.05$) para el color rojo de los frankfurter al día 14. Al ahumar los frankfurter durante 90 minutos se obtiene una coloración más roja si es secado durante 30 minutos. Al ahumar 90 minutos y secar 15 minutos, el color rojo es estadísticamente igual que ahumar 45 minutos y secar 15 o 30 minutos. Esto nos indica que al transcurrir 14 días de vida de anaquel, el nivel de

ahumado será importante si los frankfurter son secados durante 30 minutos. En la figura 3 se muestra el comportamiento del color, según los factores, al día 14.

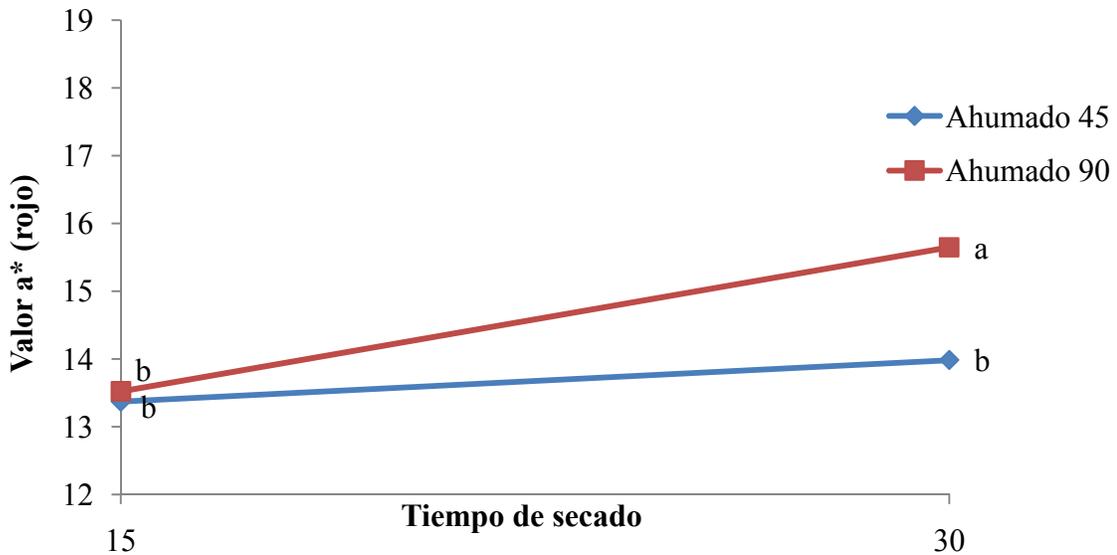


Figura 3. Resultados análisis a* por factores al día 14

4.1.3 Color externo día 28

Al igual que en el día 14, el secado es el factor significativo en la coloración roja del frankfurter. Esto nos dice que el ahumado brinda una coloración roja significativamente más alta sólo al primer día de elaborados los frankfurter. A través del tiempo, el secado de las mismas influye en la estabilidad del color rojo. En la figura 4 se muestra el comportamiento del color, según los factores, al día 28.

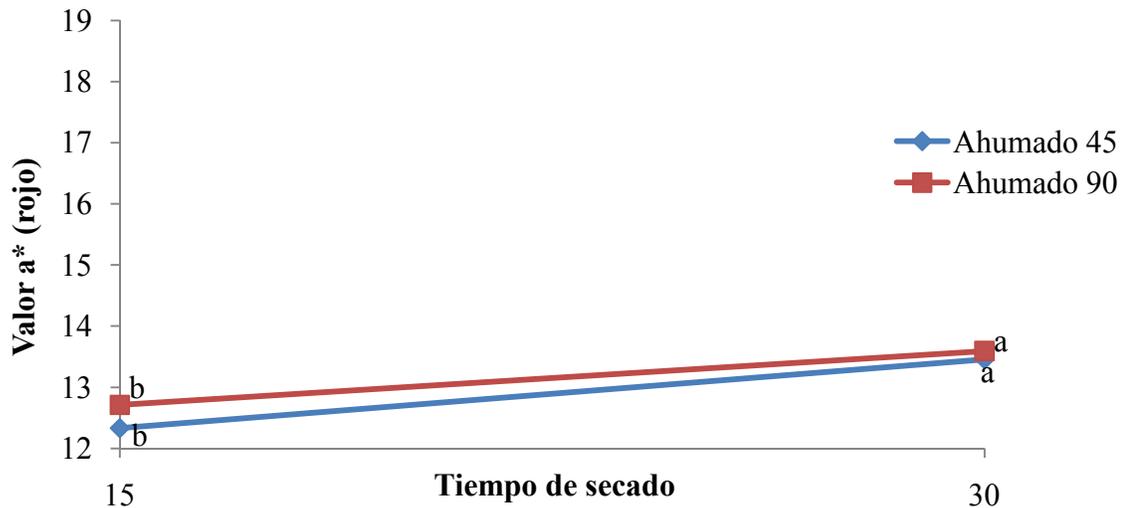


Figura 4. Resultados análisis a* por factores al día 28

4.2 ANÁLISIS SENSORIAL –COLOR EXTERNO

Los tratamientos con mayor tiempo de ahumado fueron más aceptados (agradables), excepto al día 28. El control (Ah90-Sc15) presenta valores de aceptación cercanos a “me agrada”, los tratamientos Ah45-Sc15 y Ah45-Sc30 cercanos a ni me agrada ni me desagrada, siendo el tratamiento Ah45-Sc15 el menos aceptado y el tratamiento Ah90-Sc30 el más aceptado, catalogado como “me gusta”. Los tratamientos Ah45-Sc15, Ah90-Sc15 y Ah90-Sc30 no mostraron diferencias a través del tiempo ($P>0.05$). Las medias en cuanto a aceptación del color para cada uno de los tratamientos a través del tiempo se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados análisis aceptación – Color externo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o	Media±DE ^o	Media±DE ^o
Ah45-Sc15	2.75±0.53 ^{C(X)}	3.13±0.54 ^{C(X)}	2.83±0.69 ^{C(X)}
Ah90-Sc15	3.92±0.59 ^{A(X)}	3.83±0.35 ^{A(X)}	3.56±0.56 ^{B(X)}
Ah45-Sc30	3.03±0.63 ^{B(Z)}	3.44±0.65 ^{B(Y)}	3.53±0.69 ^{B(X)}
Ah90-Sc30	4.14±0.60 ^{A(X)}	3.97±0.60 ^{A(X)}	3.81±0.58 ^{A(X)}
CV (%)	17.10	15.11	18.95

^{A-C}: Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

^{X-Z}: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

^oDE: Desviación estándar

CV (%): Coeficiente de variación

4.3 ANÁLISIS SENSORIAL – SABOR

En la aceptación del sabor, existen diferencias estadísticas debido a los tratamientos ($P<0.05$) a excepción del día 28. No hubo diferencias estadísticas en la aceptación del sabor de cada uno de los tratamientos al transcurrir el tiempo. El sabor de los frankfurter no es afectado a través del tiempo por cambios en el procesamiento de los mismos ($P>0.05$). La aceptación del sabor entre los tratamientos es influenciada por el nivel de ahumado de los mismos ($P<0.05$), sin embargo no es un factor influyente al día 28 ($P>0.05$). El tratamiento Ah45-Sc15 fue evaluado como “ni agradable ni desagradable” a través del tiempo. Los tratamientos Ah90-Sc15 y Ah90-Sc30 fueron evaluados como “me agrada” a través del tiempo, es decir; que los panelistas prefieren una frankfurter con mayor tiempo de ahumado.

Las medias en cuanto a aceptación del sabor para cada uno de los tratamientos a través del tiempo se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Resultados análisis aceptación – Sabor.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o	Media±DE ^o	Media±DE ^o
Ah45-Sc15	3.81±0.44 ^{AB(X)}	3.33±0.69 ^{C(X)}	3.83±0.77 ^{A(X)}
Ah90-Sc15	3.97±0.70 ^{A(X)}	4.03±0.82 ^{A(X)}	3.83±0.77 ^{A(X)}
Ah45-Sc30	3.64±0.72 ^{B(X)}	3.78±0.60 ^{B(X)}	3.83±0.50 ^{A(X)}
Ah90-Sc30	3.81±0.62 ^{AB(X)}	4.00±0.69 ^{A(X)}	4.03±0.73 ^{A(X)}
CV (%)	16.52	18.74	17.96

^{A-B}: Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^X: Medias en la misma fila con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05)

^oDE: Desviación estándar

CV (%): Coeficiente de variación

4.4 ANÁLISIS SENSORIAL – JUGOSIDAD

Los tratamientos con mayor tiempo de ahumado no presentaron cambios significativos a través del tiempo (P>0.05). La jugosidad entre los tratamientos es igual para el día 1 (P>0.05). A través del tiempo, la aceptación de la jugosidad aumentó (P<0.05). Estos datos se pueden comparar con el nivel de purga y humedad de los mismos tratamientos, ya que la jugosidad es más aceptada (P<0.05) cuando el nivel de purga es mayor. El porcentaje de purga a través del tiempo va en aumento (Deda 2007). Las medias en cuanto a aceptación de jugosidad para cada uno de los tratamientos a través del tiempo se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Resultados análisis aceptación – Jugosidad.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o	Media±DE ^o	Media±DE ^o
Ah90-Sc15	3.44±0.73 ^{A(X)}	3.75±0.91 ^{A(X)}	3.72±0.91 ^{B(X)}
Ah45-Sc30	3.22±0.72 ^{A(Y)}	3.19±0.75 ^{B(Y)}	3.75±0.87 ^{B(X)}
Ah45-Sc15	3.28±0.47 ^{A(Y)}	3.22±0.53 ^{B(Y)}	3.92±0.30 ^{A(X)}
Ah90-Sc30	3.28±0.74 ^{A(X)}	3.42±0.87 ^{AB(X)}	3.67±0.76 ^{C(X)}
CV (%)	20.12	13.47	14.32

^{A-C}: Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^{X-Z}: Medias en la misma fila con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^oDE: Desviación estándar. CV (%): Coeficiente de variación

Los tratamientos Ah90-Sc15 y Ah90-Sc30, sometidos a 90 minutos de ahumado, fueron evaluados con valores cercanos a “agradable”. Dicha evaluación fue significativamente igual ($P>0.05$) a través del tiempo. En cambio los tratamientos Ah45-Sc15 y Ah45-Sc30, fueron evaluados con valores cercanos a “agradable” al día 28. Este aumento en la aceptación nos dice que los panelistas prefieren frankfurter con una consistencia más firme.

4.5 ANÁLISIS SENSORIAL – TEXTURA

Todos los tratamientos fueron evaluados con valores cercanos a “agradable” hasta el día 14. Al día 28, el control Ah90-Sc15 fue evaluado como “agradable” y el resto de tratamientos con valores cercanos a “agradable”. Los panelistas no detectaron diferencias en la textura de los frankfurter a través del tiempo. Las medias en cuanto a aceptación de textura para cada uno de los tratamientos a través del tiempo se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. Resultados análisis aceptación – Textura.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE°	Media±DE°	Media±DE°
Ah45-Sc15	3.36±0.61 ^{A(X)}	3.53±0.70 ^{A(X)}	3.78±0.67 ^{A(X)}
Ah90-Sc15	3.64±0.68 ^{A(X)}	3.58±0.65 ^{A(X)}	4.08±0.73 ^{A(X)}
Ah45-Sc30	3.39±0.69 ^{A(X)}	3.25±0.65 ^{A(X)}	3.58±0.60 ^{A(X)}
Ah90-Sc30	3.61±0.73 ^{A(X)}	3.47±0.77 ^{A(X)}	3.75±0.65 ^{A(X)}
CV (%)	10.75	9.32	11.7

^{A-B}: Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

^{x-y}: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

°DE: Desviación estándar

CV (%): Coeficiente de variación

4.6 ANÁLISIS SENSORIAL – ACEPTACIÓN GENERAL

Al someter a los frankfurter a mayor tiempo de secado y ahumado hay una mayor aceptación al día 1, sin embargo; con respecto al color, esto no es determinante para detener la oxidación del nitroso-pigmento (característico de carnes curadas). Esto nos indica que a través del tiempo existe una degradación del color, que puede darse por efectos como la luz, condiciones de empaque, crecimiento bacteriano entre otros; como es reportado por Pérez (2000). Las medias en cuanto a aceptación general para cada uno de los tratamientos a través del tiempo se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Resultados análisis aceptación – Aceptación general.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o	Media±DE ^o	Media±DE ^o
Ah45-Sc15	3.14±0.49 ^{B(Y)}	3.22±0.72 ^{B(XY)}	3.53±0.65 ^{A(X)}
Ah90-Sc15	3.47±0.19 ^{B(X)}	3.89±0.29 ^{A(X)}	3.56±0.10 ^{A(X)}
Ah45-Sc30	3.33±0.58 ^{B(Y)}	3.39±0.59 ^{B(XY)}	3.56±0.61 ^{A(X)}
Ah90-Sc30	4.03±0.56 ^{A(X)}	4.19±0.71 ^{A(X)}	3.61±0.64 ^{A(Y)}
CV (%)	13.13	15.83	18.73

^{A-B} Medias en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^{X-Y}: Medias en la misma fila con distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^oDE: Desviación estándar

CV (%): Coeficiente de variación

4.7 COLORIMETRÍA – VALOR L* EXTERNO

Según los análisis de color realizados por Crehan (2000) y Deda (2007), al utilizar mayor tiempo de secado en el procesamiento térmico, se obtienen menores valores en la escala L*. El comportamiento de la luminosidad a través del tiempo es similar a datos obtenidos por Deda (2007). Las medias en cuanto al valor L* para cada uno de los tratamientos a través del tiempo se muestran en el cuadro 9. En la figura 5 se muestra el comportamiento del valor L* a través del tiempo.

Cuadro 9. Resultados análisis colorimétrico – Valor L* externo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o	Media±DE ^o	Media±DE ^o
Ah90-Sc15	49.51±0.05 ^{B(Y)}	51.35±0.15 ^{C(X)}	51.98±0.63 ^{C(Z)}
Ah45-Sc30	50.16±0.04 ^{A(Y)}	52.25±0.16 ^{B(X)}	53.24±0.24 ^{BC(Y)}
Ah45-Sc15	49.55±0.05 ^{B(Y)}	50.31±0.20 ^{D(Z)}	55.08±0.65 ^{A(X)}
Ah90-Sc30	48.02±0.06 ^{C(Z)}	53.30±0.48 ^{A(X)}	54.30±1.46 ^{AB(Y)}
CV (%)	0.10	0.35	0.87

^{A-D}: Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^{X-Z}: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^oDE: Desviación estándar

CV (%): Coeficiente de variación

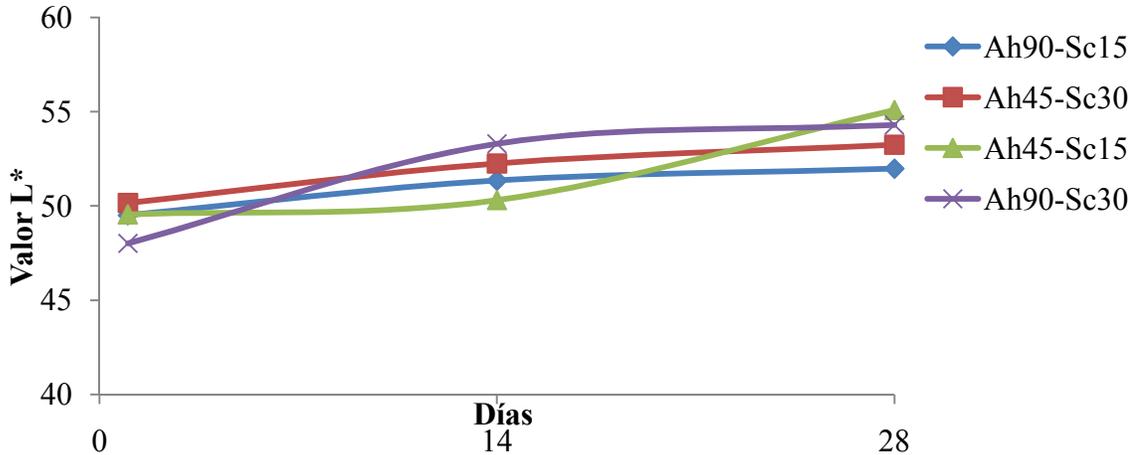


Figura 5. Resultados análisis colorimétrico – Valor L* externo

4.8 COLORIMETRÍA – VALOR a*

Existen diferencias estadísticas del valor a* entre los tratamientos y a través del tiempo ($P < 0.05$). La coloración roja disminuyó a través del tiempo ($P < 0.05$). En la figura 6 se observa una tendencia decreciente en la coloración roja de los tratamientos tal y como lo muestran Deda (2007) y Summo (2009). La degradación del color rojo se debe a la oxidación de los pigmentos característicos de las carnes curadas (nitroso-pigmento), debido a la presencia de oxígeno, luz, crecimiento bacteria; entre otros factores (Pérez 2000). Las medias en cuanto al valor a* para cada uno de los tratamientos a través del tiempo se muestran en el cuadro 10.

Cuadro 10. Resultados análisis colorimétrico – Valor a* externo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o	Media±DE ^o	Media±DE ^o
Ah45-Sc15	14.76±0.17 ^{B(X)}	13.37±0.18 ^{B(Y)}	12.33±0.20 ^{B(Y)}
Ah90-Sc15	16.41±0.27 ^{B(X)}	13.52±0.14 ^{B(Y)}	12.71±0.07 ^{B(Y)}
Ah45-Sc30	15.81±0.39 ^{B(X)}	13.98±0.21 ^{B(Y)}	13.45±0.31 ^{A(Y)}
Ah90-Sc30	18.90±0.21 ^{A(X)}	15.65±0.29 ^{A(Y)}	13.59±0.09 ^{A(Z)}
CV (%)	1.78	1.68	1.11

^{A-B}: Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

^{X-Z}: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

^oDE: Desviación estándar

CV (%): Coeficiente de variación

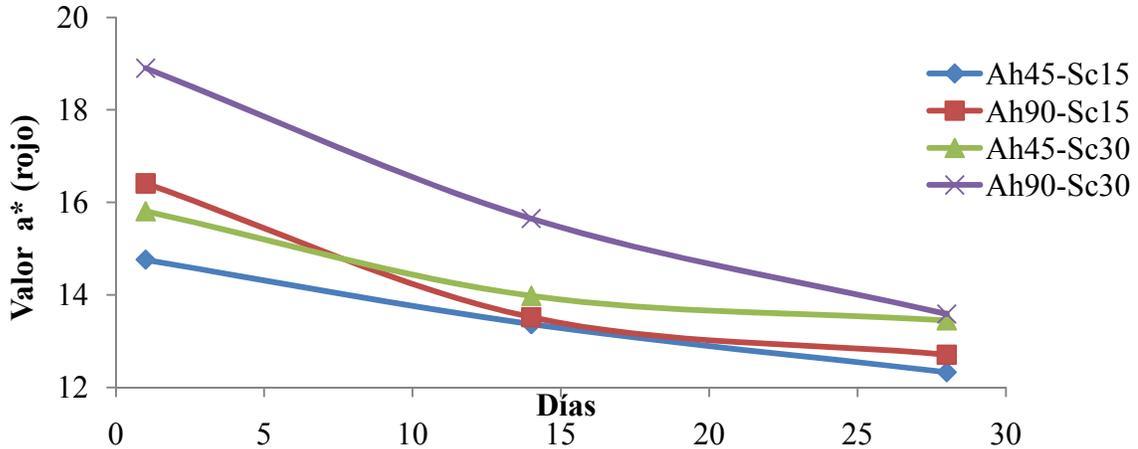


Figura 6. Resultados análisis colorimétrico – Valor a* externo

4.9 COLORIMETRÍA – VALOR b*

El valor b* que presentaron los frankfurter fue en disminución a través del tiempo en los cuatro tratamientos, es decir que la coloración amarilla disminuyó. Esta tendencia es reportada por Crehan (2000) y Deda (2007). El tratamiento Ah45-Sc30, mantiene su tonalidad amarilla hasta el día 14, por lo que este procesamiento térmico parece brindar una mayor estabilidad a través del tiempo. Las medias en cuanto al valor b* para cada uno de los tratamientos a través del tiempo se muestran en el cuadro 11. En la figura 7 se muestra el comportamiento del valor b* a través del tiempo.

Cuadro 11. Resultados análisis colorimétrico – Valor b* externo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o	Media±DE ^o	Media±DE ^o
Ah45-Sc15	18.87±1.40 ^{A(X)}	17.17±0.11 ^{C(Y)}	15.29±0.69 ^{A(Z)}
Ah90-Sc15	19.10±0.97 ^{A(X)}	17.16±0.11 ^{C(Y)}	14.23±0.89 ^{C(Z)}
Ah45-Sc30	18.96±0.87 ^{A(X)}	18.67±0.22 ^{A(X)}	15.05±0.87 ^{AB(Y)}
Ah90-Sc30	19.34±1.18 ^{A(X)}	17.44±0.55 ^{B(Y)}	14.94±0.39 ^{B(Z)}
CV (%)	3.49	1.83	5.17

^{A-C}: Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^{X-Z}: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^oDE: Desviación estándar

CV (%): Coeficiente de variación

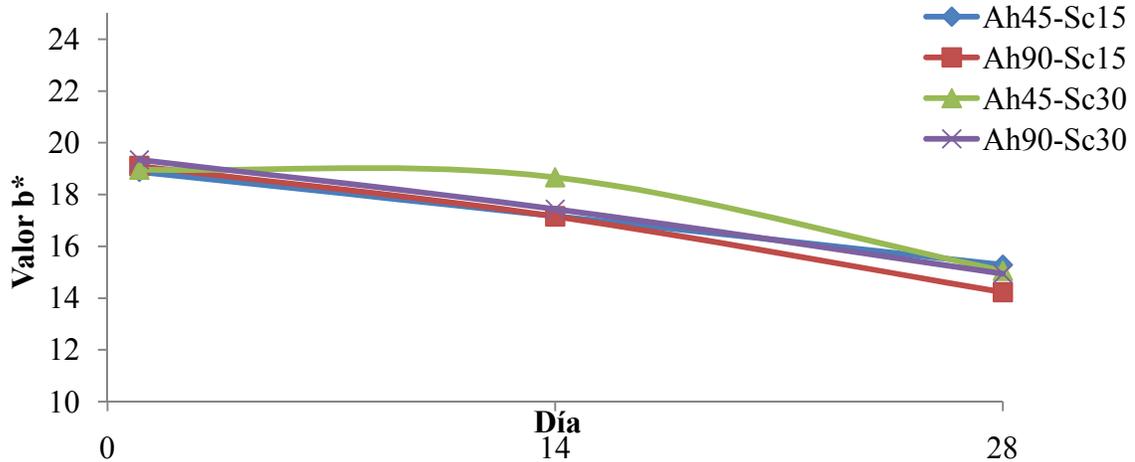


Figura 7. Resultados análisis colorimétrico – Valor b* externo

4.10 TEXTURA – FUERZA DE CORTE

Al aumentar el nivel de tratamiento térmico (ahumado y secado), los valores de fuerza de corte (N) aumentan. Al utilizar 25 minutos de secado y 20 minutos de ahumado, la fuerza de corte es de 27.5 N* (Crehan 2000); y al utilizar niveles de tiempo mayores (60 minutos de secado y 20 minutos de ahumado) la fuerza de corte es de 50.3 N* (Pappa 2000). Estos valores concuerdan con los obtenidos en este estudio, al encontrar una fuerza de corte mayor para los tratamientos Ah90-Sc15 y Ah90-Sc30. Valores por encima a los 88 Newton (N) se consideran como carne dura, y valores de 58-60 Newton (N) son considerados como carne suave (USDA 1997), por lo que las salchichas son consideradas como un producto suave. Las medias en cuanto a fuerza de corte (N) para cada uno de los tratamientos a través del tiempo se muestran en el cuadro 12. En la figura 8 se muestra el comportamiento de la fuerza de corte a través del tiempo.

Cuadro 12. Resultados análisis colorimétrico – Fuerza de corte (N).

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o	Media±DE ^o	Media±DE ^o
Ah45-Sc15	29.34±0.51 ^{D(Z)}	38.98±0.66 ^{C(Y)}	41.50±1.15 ^{B(X)}
Ah90-Sc15	39.62±0.35 ^{B(Z)}	43.30±0.87 ^{B(Y)}	49.12±0.40 ^{A(X)}
Ah45-Sc30	36.37±1.00 ^{C(Y)}	41.88±0.85 ^{B(X)}	42.07±0.75 ^{B(X)}
Ah90-Sc30	46.87±0.80 ^{A(Z)}	47.88±0.87 ^{A(Y)}	50.96±1.15 ^{A(X)}
CV (%)	2.01	2.01	1.77

^{A-D}: Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^{x-z}: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^oDE: Desviación estándar. CV (%): Coeficiente de variación. N: fuerza en Newton

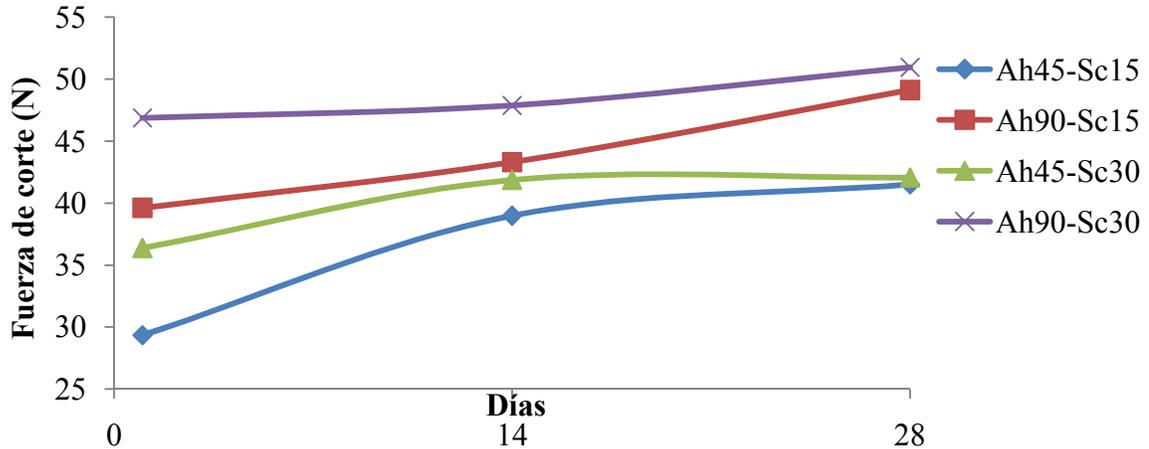


Figura 8. Resultados análisis Instron – Fuerza de corte (N)

4.11 ANÁLISIS DE HUMEDAD

Los tratamientos con mayores tiempos de ahumado, presentaron una menor humedad que los sometidos a menor tiempo. A través del tiempo el tratamiento con mayor procesamiento térmico, mantuvo su humedad ($P > 0.05$); no así para el tratamiento con menor procesamiento térmico ($P < 0.05$). Es de esperarse que los frankfurter con menor procesamiento térmico posean mayor humedad, sin embargo, esa humedad es perdida a través del tiempo. Los datos obtenidos se pueden comparar con una investigación realizada por Marek Cierach (2009), donde el porcentaje de humedad está en el mismo rango que los obtenidos en este estudio. Las medias en cuanto a porcentaje de humedad para cada uno de los tratamientos a través del tiempo se muestran en el cuadro 13. En la figura 9 se muestra el comportamiento de la humedad a través del tiempo.

Cuadro 13. Resultados análisis de humedad (%).

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o	Media±DE ^o	Media±DE ^o
Ah45-Sc15	69.00±0.93 ^{A(X)}	67.46±1.23 ^{A(Y)}	64.97±0.44 ^{BC(Z)}
Ah90-Sc15	67.26±0.25 ^{B(X)}	65.30±0.16 ^{B(Y)}	64.14±0.19 ^{C(Z)}
Ah45-Sc30	68.81±0.66 ^{A(X)}	67.98±0.15 ^{A(X)}	66.64±0.63 ^{A(Y)}
Ah90-Sc30	67.04±0.50 ^{B(X)}	66.42±1.03 ^{AB(X)}	65.42±1.05 ^{B(X)}
CV (%)	0.54	1.09	0.61

^{A-C}: Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

^{X-Z}: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

^oDE: Desviación estándar

CV (%): Coeficiente de variación

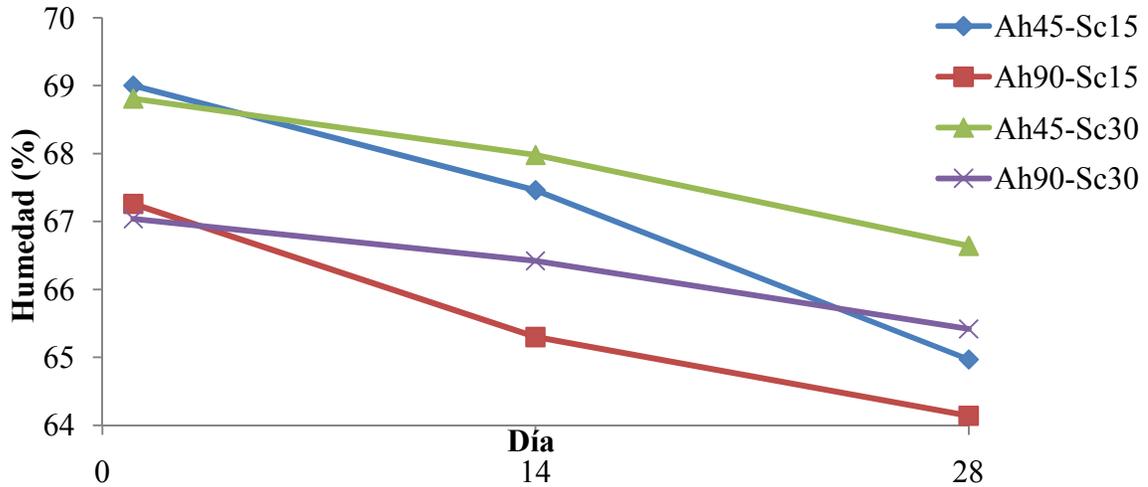


Figura 9. Resultados análisis de humedad

4.12 ANÁLISIS DE PÉRDIDA DE PESO (PURGA)

Los frankfurter expuestos a un mayor procesamiento térmico, presentaron un menor porcentaje de pérdida de peso. En estudios realizados por Deda (2007) y Pappa (2000), se pueden observar mayores porcentajes en pérdida de peso al someter a menor tiempo de procesamiento térmico a los frankfurter. Las medias en cuanto a porcentaje purga para cada uno de los tratamientos a través del tiempo se muestran en el cuadro 14. En la figura 10 se reporta el porcentaje de pérdida de peso a través del tiempo.

Cuadro 14. Porcentaje de pérdida de peso (purga).

Tratamiento	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o	Media±DE ^o
Ah45-Sc15	0.79±0.20 ^{A(Y)}	1.45±0.11 ^{A(X)}
Ah90-Sc15	0.33±0.11 ^{B(Y)}	0.86±0.12 ^{BC(X)}
Ah45-Sc30	0.53±0.11 ^{AB(Y)}	1.06±0.11 ^{B(X)}
Ah90-Sc30	0.34±0.12 ^{B(Y)}	0.68±0.12 ^{C(X)}
CV (%)	23.09	12.70

^{A-C}: Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^{X - Y}: Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^oDE: Desviación estándar

CV (%): Coeficiente de variación

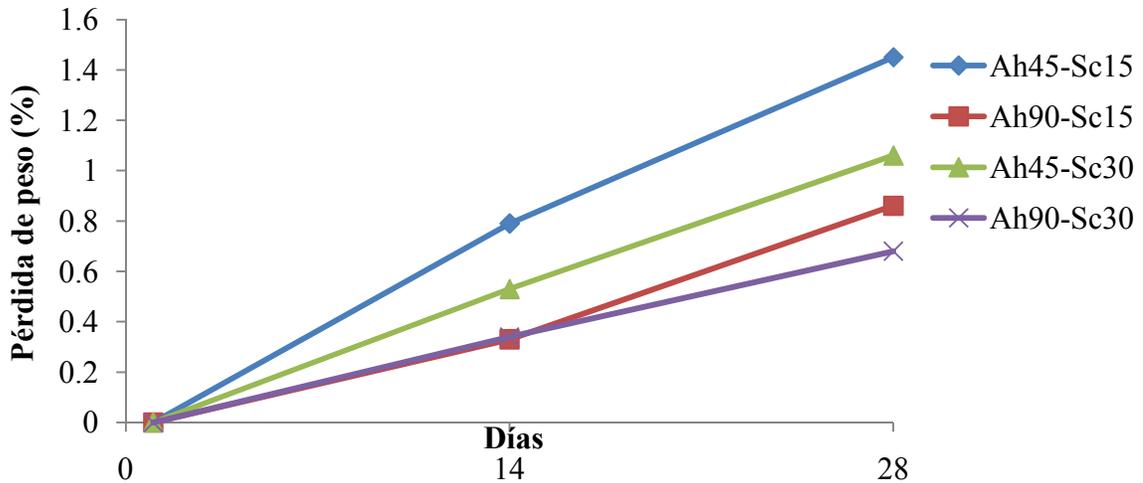


Figura 10. Pérdida de peso a través del tiempo

4.13 ANÁLISIS DE PREFERENCIA

Se utilizaron los frankfurter elaborados con 90 minutos de ahumado y 30 de secado y el control (90 minutos de ahumado y 15 de secado); ya que obtuvieron el color más aceptado sensorialmente. Esta prueba se realizó a 100 personas, 62 de ellas eligieron los frankfurter elaborados con 90 minutos de ahumado y 30 de secado y los restantes 38 eligieron el control. Al analizar los datos por medio de la prueba de T-Student, se determinó que el tratamiento preferido fue el elaborado con 90 minutos de ahumado y 30 de secado (Ah90-Sc30).

La misma prueba se realizó al día 28 de elaborados ambos tratamientos. De las 100 personas encuestadas, 53 eligieron el tratamiento Ah90-Sc30 y el restante 47 el control. Al analizar los datos por medio de la prueba de T-Student se determinó que los tratamientos fueron igualmente preferidos ($P > 0.05$), por lo que no existió diferencias entre ambos.

4.14 ANÁLISIS DE RANCIDEZ Y MICROBIOLOGÍA

Se analizó las características microbiológicas y químicas al tratamiento que fue más preferido sensorialmente. Se realizaron tres repeticiones de este tratamiento (Ah90-Sc30) y se realizó una prueba de rancidez de grasas mediante el método AOCS Cd 19-90 al día 28 de elaborados. De igual manera se hicieron análisis microbiológicos (mesófilos y aerobios totales), según el método BAM del FDA. Las medias en cuanto al valor de TBA y conteos microbiológicos para cada uno de los tratamientos a través del tiempo se muestran en el cuadro 15.

Cuadro 15. Análisis microbiológico y rancidez (TBA) al día 28.

Tratamiento	Mg MDA/Kg muestra	Aerobios totales (Log10 UFC/g)	Coliformes totales (Log10 UFC/g)
	Media±DE°	Media±DE°	Media±DE°
Ah90-Sc30	0.028±0.002	3.71±0.06	0±0
CV (%)	7.14	1.62	0

°DE: Desviación estándar. CV (%): Coeficiente de variación
MDA: malonaldehído. TBA: Ácido tiobarbitúrico

Valores de TBA por encima de 0.6 mg MDA/Kg de muestra pueden ser reconocidos por consumidores inexpertos, y valores por encima de 2.00 se consideran rancios e inaceptables para el consumidor (Nassu *et al.* 2001). Con esto se puede concluir que al utilizar un mayor procesamiento térmico, la rancidez del producto se mantiene en rangos por debajo de los detectados por los consumidores. Según las normas establecidas por la Secretaría Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA), los productos cárnicos listos para comer pueden tener conteos máximos de 6.7 Log10 UFC/g de aerobios mesófilos. Al final del estudio, las salchichas frankfurter están por debajo del límite establecido por SENASA.

4.15 ANALISIS DE CORRELACIÓN

Se correlacionaron las variables de textura, fuerza de corte, humedad, purga, color sensorial y valor a*. El cuadro 20 muestra que existió una correlación significativa entre la variable valor a* en los días 1, 14 y 28 y el análisis sensorial del color en los días 1, 14 y 28, más no así para las otras variables analizadas. Los análisis de correlación entre el valor a* y aceptación de color externo a través del tiempo se muestran en el cuadro 16.

Cuadro16. Análisis de correlación entre valor a* y aceptación de color.

	Valor a* día 1
Aceptación color externo día 1	0.84754* 0.005**
Aceptación color externo día 14	Valor a* día 14 0.74366* 0.0056**
Aceptación color externo día 28	Valor a* día 28 0.62752* 0.0289**

*Valores de correlación. ** Probabilidad

5. CONCLUSIONES

- Los tratamientos Ah90-Sc30 y Ah90-Sc15, elaborados con 90 minutos de ahumado, 30 y 15 minutos de secado respectivamente, presentaron menor humedad que los elaborados con 45 minutos de ahumado. Al aumentar el tiempo de procesamiento térmico (ahumado y secado) del producto, la fuerza de corte aumenta significativamente.
- El tratamiento elaborado con 90 minutos de ahumado y 30 de secado fue el que, sensorialmente, obtuvo la mayor aceptación de color, seguido por Ah90-Sc15 y Ah45-Sc30, siendo el tratamiento elaborado con 45 minutos de ahumado y 15 de secado, el menos aceptado sensorialmente.
- A través del tiempo, los tratamientos Ah45-Sc15, Ah90-Sc30 y Ah90-Sc15 presentan un incremento en el valor de L*. El tratamiento Ah45-Sc30, mantiene estable su luminosidad a través del tiempo y mantuvo su tonalidad amarilla hasta el día 14. Los tratamientos Ah45-Sc15, Ah90-Sc30 y Ah90-Sc15, perdieron su tonalidad amarilla a través del tiempo. El tratamiento Ah90-Sc30 presenta tonalidades de rojo significativamente mayores al día 1. Sin embargo, este valor disminuye a través del tiempo, al igual que los tratamientos Ah90-Sc15, Ah45-Sc15 y Ah45-Sc30. Los cuatro tratamientos presentan la misma coloración al día 28 de elaborados.
- En el análisis de preferencia se determinó que el tratamiento elaborado con 90 minutos de ahumado y 30 de secado, fue más preferido que el tratamiento Ah90-Sc15 en el día 1. En el análisis afectivo, el color preferido fue la salchicha tratada con 90 minutos de ahumado y 30 de secado.
- Los valores de TBA, conteos de aerobios y coliformes totales, se mantienen en los rangos aceptables establecidos por el USDA y SENASA.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar el estudio con más medidas repetidas en el tiempo, entre el día 1 y 14, con el fin de observar exactamente hasta qué día sería recomendable utilizar 90 minutos de ahumado y 30 de secado.
- Evaluar la posibilidad de realizar el cambio de proceso a 90 minutos de ahumado y 30 minutos de secado en la línea de frankfurter.
- Evaluar diferentes temperaturas como factor en el cambio de proceso.
- Evaluar diferentes interacciones entre tiempos de secado y ahumado, utilizando betanina (E-162) como colorante, debido a que obtuvo un color de mayor preferencia por los consumidores; comparado con el obtenido utilizando ácido carmínico (Bloukas 1999).

7. BIBLIOGRAFÍA

Bloukas, J.G. 1999. Effect of natural colorants and nitrites on color attributes of frankfurters. *Meat Science Journal*, 52: 257-265.

Candogan K. 2002. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. *Meat Science Journal*, 64: 207-214.

Cierach, M. 2009. The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters. *Meat Science Journal*, 82: 295-299.

Crehan, C.M. 2000. Effects of salt level and high hydrostatic pressure processing on frankfurters formulated with 1.5 and 2.5% salt. *Meat Science Journal*, 55: 123-130.

Cubero, N., Monferrer A. 2002. *Aditivos Alimentarios*. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 240 p.

Deda, M.S. 2007. Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters. *Meat Science Journal*, 76: 501-508.

Institutional Meat Purchase Specifications (IMPS 1992). United States Department of Agriculture. Specification for sausages products. Consultado el 10 de junio de 2009. Disponible en: <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELDEV3003290>

Jiménez F. 2005. Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: Effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. *Meat Science Journal*, 69: 781-788.

López-López, I. 2009. Low-fat frankfurters enriched with *n*-3 PUFA and edible seaweed: Effects of olive oil and chilled storage on physicochemical, sensory and microbial characteristics. *Meat Science Journal*, 83: 148-154.

Marroquín, G.I. 2008. Efecto de cuatro colorantes sobre el color y propiedades sensoriales de la salchicha frankfurter marca Zamorano. Tesis Lic. Ing. Agroindustria. Honduras. Zamorano. 33p

Möhler, K. 1980. *El ahumado*. Trad. Romero J. España, Editorial Acribia. 74p.

Nassu, R.T. Guinaldo Gonçalves, Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva, Beserra, F.J. (2001) Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Science Journal*, 63: 43-49

Pappa, I.C. 2000. Optimization of salt, olive oil and pectin level for low-fat frankfurters produced by replacing pork backfat with olive oil. Meat Science Journal, 56: 81-88.

Pérez, D. 2000. Cambios de coloración de los productos cárnicos. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Revista Cubana de Alimentación y Nutrición (en línea). Consultada el 29 de septiembre de 2009. Disponible en: http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MLC022_colorcarne.pdf

Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria. 1999. Normas microbiológicas de alimentos. Honduras. 32p

Summo, C. 2009. Vacuum-packed ripened sausages: Evolution of oxidative and hydrolytic degradation of lipid fraction during long-term storage and influence on the sensory properties. Meat Science Journal, 84: 147:151.

United States Department of Agriculture. Livestock, meat and poultry. Consultado el 15 de Octubre de 2009. Disponible en: <http://www.gipsa.usda.gov/GIPSA/webapp?area=home&subject=imp&topic=ea-foo97>

Vural, H. 2003. Effects of interesterified vegetable oils and sugarbeet fiber on the quality of frankfurters. Meat Science Journal, 67: 65-72.