

**Efecto de la adición de ácido láctico y cítrico
encapsulado y dos tiempos de ahumado en
propiedades físicas, químicas y sensoriales de
un pepperoni cocido**

Omar Arturo Pineda Escobar

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de la adición de ácido láctico y cítrico encapsulado y dos tiempos de ahumado en propiedades físicas, químicas y sensoriales de un pepperoni cocido

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

Presentado por

Omar Arturo Pineda Escobar

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

Efecto de la adición de ácido láctico y cítrico encapsulado y dos tiempos de ahumado en propiedades físicas, químicas y sensoriales de un pepperoni cocido

Presentado por:

Omar Arturo Pineda Escobar

Aprobado:

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

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

Flor de María Núñez, M.Sc.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Pineda Escobar, O. A. 2011. Efecto de la adición de ácido láctico y cítrico encapsulado y dos tiempos de ahumado en propiedades físicas, químicas y sensoriales de un pepperoni cocido. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 27 p.

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la adición de ácido láctico y cítrico encapsulado y dos tiempos de ahumado en las propiedades físicas, químicas y sensoriales de un pepperoni cocido. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA), con arreglo factorial de 2×2 , tres repeticiones, con un total de 12 unidades experimentales y medidas repetidas en el tiempo a los días 1, 14 y 28. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con separaciones de medias Tukey, Lambda de Wilks, análisis de correlación Pearson con una significancia de $P < 0.05$. El factor fuente de ácido (ácido láctico o ácido cítrico) y tiempo de ahumado (30 o 60 min) no demostraron efecto, ni interacción entre ellos, sobre el pH, fuerza de corte, color $L^*a^*b^*$, conteo de aerobios y coliformes totales del pepperoni. El rendimiento fue 2.3% mayor con ahumado de 30 sobre el de 60 minutos. El tiempo de ahumado tuvo efecto sobre la aceptación sensorial de la textura y la aceptación general del pepperoni. La fuente de ácido tuvo efecto sobre la aceptación sensorial de los atributos de color, aroma, acidez y la aceptación general, siendo los tratamientos con ácido láctico los que cambian a través del tiempo, llegando a una menor aceptación al día 28. El tratamiento de ácido cítrico encapsulado ahumado por 30 minutos fue igualmente preferido que un pepperoni comercial.

Palabras clave: Acidificación, factor, rendimiento.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen.....	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4 CONCLUSIONES	21
5 RECOMENDACIONES	22
6 LITERATURA CITADA.....	23
7 ANEXOS	26

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros		Página
1.	Formulación de pepperoni cocido.	4
2.	Diseño experimental evaluado en el estudio.	7
3.	Rendimiento de cocción del pepperoni.	8
4.	Efecto de factor tiempo de ahumado en rendimiento de cocción de pepperoni.	8
5.	Medias de pH para el día 1.	9
6.	Medidas de fuerza de corte en Newton (N), a través del tiempo.....	10
7.	Medias de valor L*, a través del tiempo.....	11
8.	Medias de valor a*, a través del tiempo.	11
9.	Medias de valor b*, a través del tiempo.	12
10.	Medias de aerobios totales (Log ₁₀ UFC/g), a través del tiempo.....	12
11.	Medias de coliformes totales (Log ₁₀ UFC/g), a través del tiempo.	13
12.	Medias de aceptación del atributo color, a través del tiempo.....	13
13.	Análisis de efecto de factor fuente de ácido y tiempo de ahumado en el atributo sensorial de color.....	13
14.	Medias de aceptación del atributo aroma, a través del tiempo.....	14
15.	Análisis de efecto de factor fuente de ácido y tiempo de ahumado en el atributo sensorial de aroma.....	14
16.	Medias de aceptación del atributo textura, a través del tiempo.....	15
17.	Análisis de efecto de factor fuente de ácido y tiempo de ahumado en el atributo sensorial de textura.....	15
18.	Medias de aceptación del atributo acidez, a través del tiempo.....	16
19.	Análisis de efecto de factor fuente de ácido y tiempo de ahumado en el atributo sensorial de acidez.....	16
20.	Medias de aceptación del atributo sabor, a través del tiempo.	17
21.	Medias de aceptación general, a través del tiempo.....	17
22.	Análisis de efecto de factor fuente de ácido y tiempo de ahumado en la aceptación general.	18
23.	Análisis de correlación de atributos sensoriales sobre la aceptación general... ..	18
24.	Análisis de correlación de las variables físicas y químicas sobre la aceptación general.	19
25.	Costos variables de los tratamientos.....	20
26.	Análisis de preferencia de pepperoni Zamorano y pepperoni comercial.	20

Figuras	Página
1. Flujo de proceso de elaboración de pepperoni cocido.....	5
2. Rendimiento de cocción de pepperoni.....	9

Anexos	Página
1. Hoja de evaluación para análisis sensorial de aceptación de pepperoni cocido.	26
2. Hoja de análisis de sensorial de preferencia de ordenamiento múltiple para pepperoni cocido.....	27

1. INTRODUCCIÓN

El pepperoni ahumado es un embutido seco que lleva un proceso de fermentación realizado por cultivos iniciadores donde las condiciones de temperatura y humedad relativa deben ser controladas para el óptimo desarrollo de las bacterias ácido lácticas. Este proceso finaliza al obtener un producto con un pH promedio a 5.3 (Hernández 2003). Posteriormente este producto es madurado hasta secarlo a una relación de agua:proteína 1.9:1. Algunas de las desventajas del proceso de fermentación y maduración son la variabilidad entre tandas y la posible presencia de patógenos emergentes como *Escherichia coli* enterohemorrágica.

La tecnología de los ácidos encapsulados ha demostrado brindar en la elaboración de salchichas, salami, pepperoni y otros embutidos fermentados sabores característicos proporcionados por la fermentación, además de disminuir los problemas de decoloración (Cahill *et al.* 2002). La acidificación crea un microclima que proporciona las condiciones adecuadas para el crecimiento de las bacterias ácido lácticas, protegiéndolas de la competencia y depredación. Sin embargo, estos ingredientes también han sido adoptados para producir productos similares a productos fermentados, sin el proceso de fermentación, con el mismo nivel de pH; posteriormente secado, cocido y/o ahumado.

La encapsulación de ácidos es utilizada en la industria alimentaria para la conservación y procesamiento de alimentos. La ventaja de usar este método es que limita la oxidación, disminuye la higroscopicidad, controla la liberación del ácido en el tiempo además que permite una mayor adición del ácido al producto. La cápsula está formada por aceites vegetales hidrogenados, ácidos grasos, emulsificantes y ceras para proteger el relleno interno (Rodríguez 2006).

En el presente estudio se realizó una adición de ácidos encapsulados en un producto similar al pepperoni ahumado. El proceso de ahumado es una de las tecnologías más antiguas usadas para la conservación de productos cárnicos y se define como el proceso de penetración de compuestos volátiles que resulta de la destrucción térmica de la madera (Jira 2009).

Estudios han de mostrado que los ácidos encapsulados en productos ahumados ayudan a potenciar el sabor y aroma por la producción de más de 140 compuestos volátiles como alcoholes, aldehídos, fenoles, ácidos carboxílicos, ésteres así como también ayuda en la

reducción del crecimiento microbiológico (Misharina *et al.* 2007). Con la investigación de esta nueva tecnología se desarrolló un producto que busca aumentar la diversidad para la Planta de Industrias Cárnicas de Zamorano, utilizando alternativas de procesamiento que proporcionen características agradables para los consumidores además de introducir a los estudiantes el conocimiento sobre esta nueva tecnología. En este estudio se ha adicionado dos ácidos encapsulados (ácido cítrico y ácido láctico), y se utilizaron dos tiempos de ahumado (30 y 60 min).

Los objetivos propuestos para el estudio son los siguientes:

- Demostrar el efecto de ácido encapsulado y tiempo de ahumado en el rendimiento de cocción de un pepperoni.
- Demostrar el efecto de ácido encapsulado y tiempo de ahumado en las propiedades físicas y químicas de un pepperoni cocido.
- Determinar el efecto de ácido encapsulado y tiempo de ahumado en el conteo de aerobios y coliformes totales de un pepperoni cocido.
- Determinar la influencia de ácido encapsulado y tiempo de ahumado en la aceptación y preferencia sensorial de un pepperoni cocido.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio. El experimento, análisis de pH y medición de rendimiento se realizaron en la Planta de Procesamiento de productos Cárnicos. Los análisis físicos de color y fuerza de corte en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ). El análisis afectivo en el Laboratorio de Análisis Sensorial. Los análisis microbiológicos de aerobios totales y coliformes totales en el Laboratorio de Microbiología. Todos estos ubicados en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, a 30 km al este de Tegucigalpa, Departamento Francisco Morazán, Honduras.

Materiales

- Carne de cerdo 90% magro
- Carne de cerdo 80% magro
- Grasa de cerdo
- Carne de res 90% magro
- Especias
- Azúcar
- Sal yodada
- Sal nitrificada
- Tripolifosfato de sodio
- Ácido cítrico encapsulado, Excalibur
- Ácido láctico encapsulado, Excalibur
- Funda de colágeno comestible claras (CORIA[®] PMC-T calibre 32 E/50)
- Bolsa para empaque al vacío

Formulación. A continuación se presenta la formulación para la elaboración de pepperoni (Cuadro 1) utilizando ácido encapsulado.

Cuadro 1. Formulación de pepperoni cocido.

Ingredientes	Cantidad (%)
Res 90% magro	37.00
Cerdo 90% Magro	28.00
Cerdo 80% magro	19.00
Grasa de Cerdo	9.00
Ácido encapsulado (cítrico o láctico)	0.75
Tripolifosfato de sodio	0.47
Sal nitrificada	0.23
Sal yodada	1.87
Azúcar	0.70
Especias	2.67
Total	100.00

Fuente: Planta de industrias Cárnicas de Zamorano

Equipo

- Balanza OHAUS[®], modelo BW6US
- Molino KOCH[®]
- Embutidora al vacío KOCH[®], modelo Frey Konti C120
- Horno KOCH[®]
- Empacadora al vacío KOCH[®], modelo UV-2100
- Cuarto frío para producto terminado
- Potenciómetro pHTestr 20 (Potenciómetro portátil) Oakton Instruments.
- Colorflex HunterLab[®]
- Texturómetro Brookfield[®]
- Calentador y agitador magnético “Fisher Scientific Isotemp”
- Autoclave modelo 109-85-E, “Market Force Industries Inc”.
- Incubadora “Thermolyne Type” 42000
- Stomacher

Metodología. Para la elaboración de los tratamientos y de cada repetición se utilizó el mismo procedimiento (Figura 1), los factores variables en el proceso fueron, el tipo de ácido utilizado (ácido cítrico y láctico encapsulado), este es diferenciado durante el pesado de los ingredientes no cárnicos, y el tiempo de ahumado (30 y 60 minutos).



Figura 1. Flujo de proceso de elaboración de pepperoni cocido.

Para la elaboración del pepperoni primero se realizó la limpieza de equipo, según el manual de Practicas Operacionales Estandarizadas de Sanitización de la Planta de Procesamiento de Productos Cárnicos de Zamorano. Se procedió al pesado de los ingredientes utilizando una Balanza OHAUS[®], se pesaron los ingredientes cárnicos, no cárnicos y ácidos encapsulados. Los ingredientes cárnicos y no cárnicos previamente pesados fueron mezclados con excepción del ácido encapsulado.

Se realizó la molienda de los ingredientes cárnicos luego de ser mezcladas con los ingredientes no cárnicos con un disco de agujeros de 1.25 cm de diámetro en un molino KOCH[®]. A esta mezcla se agregó el ácido encapsulado y se realizó nuevamente un mezclado con el objetivo de distribuirlo uniformemente en la pasta cárnica.

El embutido de la pasta cárnica se realizó en una funda de colágeno comestible CORIA[®] PMC-T calibre 32 E/50, utilizando una embutidora al vacío KOCH[®]. Luego se realizó el

tratamiento térmico utilizando un horno KOCH[®], donde se efectuaron tres etapas: un secado por 15 minutos a una temperatura de 45±1 °C, ahumado con duración de 30 minutos para los tratamientos 1 y 3, 60 minutos para los tratamientos 2 y 4 a 54±1 °C, terminando con la cocción por 30 minutos hasta alcanzar una temperatura interna del pepperoni de 72 °C.

Se dejó enfriar por 30 minutos a temperatura ambiente para bajar la temperatura de 72 °C a 30 °C y luego se almacenó en el cuarto frío de producto terminado para bajar a 4 °C. Se realizó el empaclado en bolsas plásticas (con cinco capas de LDPE, EVOH, NYLON, EVOH, LDPE), utilizando una empacadora al vacío KOCH[®]. Las muestras se almacenaron en el cuarto frío de producto terminado de la Planta de Industrias Cárnicas de Zamorano a una temperatura de 4±1 °C.

Análisis de rendimiento. Se pesaron los tratamientos antes y después del proceso térmico. Se registraron los pesos y utilizando la Ecuación 1, se determinó el rendimiento en porcentaje. Se realizó la conversión a arcoseno para poder analizarlos estadísticamente.

$$\text{Rendimiento (\%)} = W_f / W_i \times 100 \quad [1]$$

Donde:

W_i: peso de pepperoni antes de tratamiento térmico.

W_f: Peso de pepperoni después de tratamiento térmico.

Análisis de pH. Se midió el pH a todos los tratamientos el primer día de su elaboración. Se pesaron 10 g de muestra y se mezclaron con 90 ml de agua destilada. Se tomaron tres mediciones de pH a cada muestra utilizando un potenciómetro portátil pHTestr 20.

Análisis fuerza de corte (ASTM D1252). Todos los tratamientos fueron medidos utilizando Texturómetro Brookfield[®], se evaluaron tres muestras de 8 mm de grosor y 30 mm de diámetro de cada tratamiento, durante los días 1, 14 y 28.

Análisis de color (ASTM D6290). Esta prueba fue realizada en el aparato Colorflex HunterLab[®] a todos los tratamientos en los días 1, 14 y 28. Se realizaron tres mediciones a cada tratamiento.

Análisis sensorial de aceptación. Se utilizó un panel de 25 personas. Los panelistas evaluaron mediante un análisis de aceptación los atributos color, aroma, textura, acidez, sabor y aceptación general. Se utilizó una escala hedónica de nueve puntos, siendo 1 = me disgusta extremadamente, 5 = ni me gusta/ni me disgusta y 9 = me gusta extremadamente. Se realizó durante las tres repeticiones y en los días 1, 14 y 28 de elaboración de los tratamientos.

Análisis de preferencia. Se realizaron dos pruebas de preferencia con una muestra representativa de 100 personas, para la primera se utilizó una prueba de ordenamiento múltiple con los tres tratamientos mejor evaluados en el análisis de aceptación sensorial, esta se realizó en la Séptima Fiesta Panamericana de Zamorano, se los resultados fueron analizados utilizando la prueba de Friedman (Ecuación 2). La segunda fue una prueba de preferencia pareada, se realizó con el mejor tratamiento según análisis estadístico y costos variables comparando contra la competencia, en el puesto de ventas de Zamorano.

Análisis microbiológicos (aerobios totales y coliformes totales). Se realizó el análisis el día 1, 14 y 28 de elaboración de los tratamientos. El conteo de aerobios y coliformes totales fue realizado con el método estándar, descrito por el Método de Análisis Bacteriológico (BAM, por sus siglas en inglés), compendio oficial de métodos microbiológicos de la Administración Federal de Drogas y Alimentos (FDA, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de América, el procedimiento se describe a continuación:

Se utilizó los medios “Plate Count Agar” (PCA) para aerobios mesófilos y “Violet Red Bille Agar” (VRBA) para Coliformes totales, agua peptonada al 0.1% para las diluciones, después se esterilizó los materiales, incluyendo el agua peptonada y el PCA en el autoclave. Para preparar las diluciones se tomó 25 g de la muestra de pepperoni y 225 ml de agua peptonada (dilución 10^{-1}), luego la muestra fue homogenizada por 2 minutos en el Stomacher, se colocó 0.1 ml de la dilución 10^{-1} y 9.9 ml de agua peptonada en un tubo de ensayo (10^{-3}), se utilizó la técnica de vertido para sembrar diluciones 10^{-3} y 10^{-4} en platos petri, luego fueron incubados a 35 ± 2 °C por 48 horas en la incubadora “Thermolyne Type” 42000.

Análisis estadístico. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial de 2×2 (dos ácidos encapsulados y dos tiempos de ahumado), teniendo como resultado cuatro tratamientos (Cuadro 2). Se realizaron tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales y medidas repetidas en el tiempo en el día 1, 14 y 28. Los datos fueron evaluados por medio de un análisis de varianza (ANDEVA), con separación de medias Tukey y Lsmeans para interacción de factores, con un nivel de significancia de $P < 0.05$. Diferencias significativas a través del tiempo se obtuvieron con el indicador Lambda de Wilks. Todos los análisis se desarrollaron utilizando el programa “Statistical Analysis System” (SAS[®]) versión 9.1.

Cuadro 2. Diseño experimental evaluado en el estudio.

Tiempo de ahumado	Ácido encapsulado	
	Ácido cítrico	Ácido lactic
30 minutos	AC-30min	AL-30min
60 minutos	AC-60min	AL-60min

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de rendimiento de cocción. Según Mata (1985), los procesos térmicos afectan significativamente la pérdida de fluidos y grasa de los productos cárnicos, del 80 al 100% de las pérdidas de líquidos se dan en el tiempo en que las muestras alcanzan los 80 °C, esto sucede por el fundimiento de las grasas (37-40 °C) y la pérdida de agua. Esto explica el comportamiento de los rendimientos de cocción obtenidos en la elaboración de pepperoni (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimiento de cocción del pepperoni.

Tratamiento	% Rendimiento
	Media±DE ^σ
T 1 (AC-Ah30)	92.24±0.17 ^a
T 2 (AC-Ah60)	90.30±0.07 ^b
T 3 (AL-Ah30)	92.73±0.09 ^a
T 4 (AL-Ah60)	90.50±0.51 ^b
CV ^ρ	0.42

^{a-b} Medias con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05).

^σDE Desviación estándar.

^ρCV Coeficiente de variación.

La factor tiempo de ahumado del pepperoni cocido mostró ser un factor determinante en el rendimiento (P<0.05), no así la variable fuente de ácido encapsulado (P>0.05); siendo los tratamientos ahumados por 30 minutos los que presentaron los rendimientos más altos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de factor tiempo de ahumado en rendimiento de cocción de pepperoni.

Factor		Día 1	
		Media (%)±DE ^σ	Pr > F
Ahumado	30 min	92.49±0.27 ^a	0.0001
	60 min	90.40±0.36 ^b	

^{a-b} Medias con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05).

^σDE Desviación estándar.

La Figura 2 muestra el comportamiento de los factores fuente de ácido y tiempo de ahumado en el rendimiento de cocción. Podemos observar que el factor tiempo de ahumado afectó significativamente en el rendimiento del pepperoni cocido.

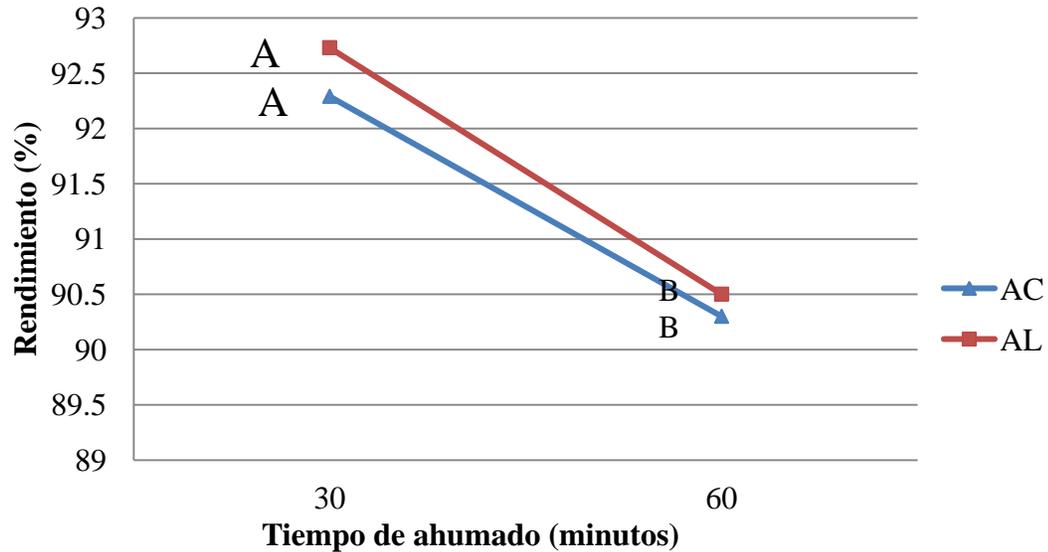


Figura 2. Rendimiento de cocción de pepperoni.

Análisis químico de pH. Las medidas de pH de los tratamientos no presentaron diferencias significativas, esto se debe a que todos los tratamientos fueron elaborados con el mismo porcentaje de ácido encapsulado. Los productos fermentados tienen un pH promedio a 5.3 (Hernández 2003). Los resultados de pH obtenidos en el estudio (Cuadro 5) fueron todos iguales. No hubo interacción de los factores fuente de ácido y tiempo de ahumado en el pH del pepperoni.

Cuadro 5. Medias de pH para el día 1.

Tratamiento	pH
	Media±DE ^σ
T1 AC-Ah30	5.38±0.07 ^a
T2 AC-Ah60	5.40±0.08 ^a
T3 AL-Ah30	5.42±0.07 ^a
T4 AL-Ah60	5.43±0.03 ^a
CV ^δ	1.30

^a Medias con la misma letra fueron estadísticamente iguales (P>0.05).

^σDE Desviación estándar

^δCV Coeficiente de variación

Análisis físico de fuerza de corte. Según la USDA (2009) los productos cárnicos cocidos con valores entre 58 y 60 N (newton) son considerados suaves. Los resultados obtenidos para el pepperoni cocido entra en esta categoría (Cuadro 6) ya que los valores obtenidos se encuentran por debajo de 58 y 60 Newton. El tratamiento con ácido cítrico y ahumado por 30 minutos, presentó diferencias significativas en la fuerza de corte a través del tiempo, obteniendo un aumento en el día 28. No hubo efecto de los factores estudiados ni interacción en la fuerza de corte del pepperoni cocido. Valores similares reportaron Hleap y Velasco (2010).

Cuadro 6. Medidas de fuerza de corte en Newton (N), a través del tiempo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DEσ	Media±DEσ	Media±DEσ
T1 AC-Ah30	36.96±3.18 ^{a(x)}	39.45±2.52 ^{a(xy)}	42.75±0.58 ^{a(y)}
T2 AC-Ah60	37.00±1.18 ^{a(x)}	39.16±0.98 ^{a(x)}	42.17±3.54 ^{a(x)}
T3 AL-Ah30	37.17±5.54 ^{a(x)}	39.66±3.02 ^{a(x)}	42.91±1.07 ^{a(x)}
T4 AL-Ah60	41.36±4.45 ^{a(x)}	42.40±3.92 ^{a(x)}	44.75±1.23 ^{a(x)}
CV ^o	9.65	6.45	5.25

^aMedias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05).

^(x-y) Medias en la misma fila con letra diferente fueron estadísticamente diferente (P<0.05).

^oDE Desviación estándar.

^oCV Coeficiente de variación

Análisis físico de color L* a* b*. De acuerdo con Westland (2004) la escala L* determina la oscuridad o claridad del producto. El Cuadro 7 muestra que los ácidos utilizados y el tiempo de ahumado no influyeron significativamente en la claridad u oscuridad de los tratamientos, manteniendo su tonalidad a través del tiempo. Esto se debe a que la adición de ácidos encapsulados disminuye la higroscopicidad, evitando el oscurecimiento por migración de agua al producto (Rodríguez 2006). Vickery y Rogers (2002) realizaron un estudio utilizando un pepperoni cocido bajo en grasa y ahumado por 45 minutos, obtuvieron medias de 50.8 a 53.9 para los valores L*, que concuerdan con las medidas obtenidas (Cuadro 7). No hubo efecto de los factores estudiados, ni interacción entre ellos, en las medidas de color L*, a* y b*.

Cuadro 7. Medias de valor L*, a través del tiempo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE σ	Media±DE σ	Media±DE σ
T1 AC-Ah30	45.97±4.22 ^{a(x)}	42.92±3.96 ^{a(x)}	42.94±4.93 ^{a(x)}
T2 AC-Ah60	45.15±3.15 ^{a(x)}	44.95±4.01 ^{a(x)}	43.69±2.75 ^{a(x)}
T3 AL-Ah30	45.45±2.61 ^{a(x)}	42.76±3.97 ^{a(x)}	42.90±3.97 ^{a(x)}
T4 AL-Ah60	45.30±4.63 ^{a(x)}	43.93±1.57 ^{a(x)}	43.80±3.44 ^{a(x)}
CV ^o	7.05	7.22	7.66

^aMedias en la misma columna con la misma letra fueron estadísticamente iguales (P>0.05).

^(x) Medias en la misma fila con la misma letra fueron estadísticamente iguales (P>0.05).

^oDE Desviación estándar.

^oCV Coeficiente de variación

De acuerdo con el USDA (1992), el color del pepperoni es marrón-rojizo medio a oscuro. Según los datos obtenidos sobre el valor a* que mide la cantidad de rojo (60+) y verde (60-) en los tratamientos, no se encontraron diferencias significativas a través del tiempo, al igual que entre tratamientos (Cuadro 8). Esto se debe a los ingredientes no cárnicos de color rojo intenso (pimiento dulce, pimiento picante) que se encuentran en la misma concentración en todos tratamientos evaluados, además que los productos fueron cocidos de igual manera, con misma cantidad de nitrito de sodio que produce nitrosilhemocromo (Vargas y Taborda 2006).

Cuadro 8. Medias de valor a*, a través del tiempo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE σ	Media±DE σ	Media±DE σ
T1 AC-Ah30	16.99±1.62 ^{a(x)}	16.98±1.78 ^{a(x)}	17.21±1.76 ^{a(x)}
T2 AC-Ah60	17.39±1.29 ^{a(x)}	17.03±1.78 ^{a(x)}	17.66±1.85 ^{a(x)}
T3 AL-Ah30	17.39±1.22 ^{a(x)}	16.18±2.39 ^{a(x)}	17.31±1.78 ^{a(x)}
T4 AL-Ah60	17.09±2.55 ^{a(x)}	16.92±1.94 ^{a(x)}	17.55±2.21 ^{a(x)}
CV ^o	8.75	10.36	9.41

^aMedias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05).

^(x) Medias en la misma fila con la misma letra fueron estadísticamente iguales (P>0.05).

^oDE Desviación estándar.

^oCV Coeficiente de variación

El valor b* indica la cantidad de azul (60-) y amarillo (60+) de un producto. Se observa que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y a través del tiempo, esto debido a que los ácidos además de ser considerados antioxidantes; ayudan a inactivar enzimas que provocan empardeamiento indeseable en productos cárnicos además de prevenir el deterioro del color en el producto (Alderete, sf). Según los resultados de Vickery y Rogers (2002) en su estudio de un pepperoni cocido bajo en grasa, encontraron valores (b*) que oscilan entre 13.9 y 15.2, siendo menos amarillo que el color encontrado en este estudio (Cuadro 9).

Cuadro 9. Medias de valor b*, a través del tiempo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^σ	Media±DE ^σ	Media±DE ^σ
T1 AC-Ah30	20.15±0.75 ^{a(x)}	19.37±2.91 ^{a(x)}	21.59±2.25 ^{a(x)}
T2 AC-Ah60	20.30±0.70 ^{a(x)}	20.22±1.65 ^{a(x)}	21.42±2.35 ^{a(x)}
T3 AL-Ah30	20.95±0.26 ^{a(x)}	19.96±2.76 ^{a(x)}	21.79±2.89 ^{a(x)}
T4 AL-Ah60	20.15±1.30 ^{a(x)}	19.16±3.19 ^{a(x)}	21.77±2.27 ^{a(x)}
CV ^σ	3.89	11.91	9.71

^aMedias en la misma columna con la misma letra fueron estadísticamente iguales (P>0.05).

^(x)Medias en la misma fila con la misma letra fueron estadísticamente iguales (P>0.05).

^σDE Desviación estándar.

^σCV Coeficiente de variación

Análisis microbiológicos de aerobios totales y coliformes totales. Según las normas establecidas por la Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA), los productos cárnicos listos para consumir pueden tener un conteo máximo de 6 Log₁₀ UFC/g de aerobios totales y de 4 Log₁₀ UFC/g de coliformes totales. Los resultados demostraron que los tratamientos no superaron el límite máximo permitido (Cuadro 10 y 11) de aerobios y coliformes totales, esto se debe a que el pepperoni es un producto con tratamiento térmico de pasteurización, además de ser ahumado proceso reconocido como bacteriostático (Mata 1985). También por la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y los POES (Procedimientos Operacionales Estandarizados de Sanitización) al momento de elaboración de los tratamientos. No hay efecto de los factores, ni interacción, para aerobios y coliformes totales.

Cuadro 10. Medias de aerobios totales (Log₁₀ UFC/g), a través del tiempo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28	Máximo Legal*
	Media±DE ^σ	Media±DE ^σ	Media±DE ^σ	Log ₁₀ UFC/g
T1 AC-Ah30	4.40±0.17 ^{a(x)}	4.43±0.05 ^{a(x)}	4.46±0.15 ^{a(x)}	6
T2 AC-Ah60	4.53±0.05 ^{a(x)}	4.40±0.01 ^{a(x)}	4.50±0.01 ^{a(x)}	6
T3 AL-Ah30	4.26±0.15 ^{a(x)}	4.40±0.17 ^{a(x)}	4.37±0.05 ^{a(x)}	6
T4 AL-Ah60	4.33±0.05 ^{a(x)}	4.33±0.05 ^{a(x)}	4.37±0.05 ^{a(x)}	6

^aMedias en la misma columna con la misma letra fueron estadísticamente iguales (P>0.05).

^(x)Medias en la misma fila con la misma letra fueron estadísticamente iguales (P>0.05).

^σDE Desviación estándar.

^σCV Coeficiente de variación.

*Fuente SENASA (2009)

Cuadro 11. Medias de coliformes totales (Log_{10} UFC/g), a través del tiempo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28	Máximo Legal*
	Media \pm DE σ	Media \pm DE σ	Media \pm DE σ	Log_{10} UFC/g
T1 AC-Ah30	<1	<1	<1	4
T2 AC-Ah60	<1	<1	<1	4
T3 AL-Ah30	<1	<1	<1	4
T4 AL-Ah60	<1	<1	<1	4

*Fuente SENASA (2009).

Análisis sensorial de aceptación, atributo color. Los panelistas tuvieron el mismo nivel de aceptación de color para todos los tratamientos a través del tiempo (Cuadro 12). Los tratamientos sobrepasaron la calificación de “me gusta moderadamente”.

Cuadro 12. Medias de aceptación del atributo color, a través del tiempo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media \pm DE σ	Media \pm DE σ	Media \pm DE σ
T1 AC-Ah30	7.18 \pm 1.25 ^{a(x)}	7.35 \pm 1.11 ^{a(x)}	7.35 \pm 1.61 ^{a(x)}
T2 AC-Ah60	7.20 \pm 1.30 ^{a(x)}	7.35 \pm 1.20 ^{a(x)}	7.10 \pm 1.24 ^{a(x)}
T3 AL-Ah30	7.28 \pm 1.54 ^{a(x)}	7.25 \pm 1.15 ^{a(x)}	6.97 \pm 1.19 ^{a(x)}
T4 AL-Ah60	7.08 \pm 1.27 ^{a(x)}	7.36 \pm 1.24 ^{a(x)}	6.92 \pm 1.29 ^{a(x)}
CV ^o	19.26	16.17	17.15

^aMedias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05).^(x)Medias en la misma fila con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05).^oDE Desviación estándar.^oCV Coeficiente de variación

El factor fuente de ácido tuvo efecto en la aceptación sensorial del atributo color del pepperoni en el día 28 (Cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis de efecto de factor fuente de ácido y tiempo de ahumado en el atributo sensorial de color.

Factor		Día 1	Día 14	Día 28	
		Pr>F	Pr>F	Media \pm DE	Pr>F
Ahumado	30 min	0.5261	0.6223	0.1377	
	60 min				
Ácido	Cítrico	0.954	0.7249	7.22 \pm 0.79 ^a	0.0053
	Láctico			6.94 \pm 0.76 ^b	

^{a-b}Medias con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05).^oDE Desviación estándar.

Análisis sensorial de aceptación, atributo aroma. Los panelistas reportaron un cambio de aceptación en el aroma del producto en el día 14 para los tratamientos con ácido láctico, en comparación con el día 1 para el ahumado 60 minutos y con el día 28 para el ahumado 30 minutos. Mostrando diferencias significativas a través del tiempo. Los valores de aceptación de aroma se encuentran cercanos a la clasificación de “me gusta moderadamente”. Todos los tratamientos tuvieron la misma aceptación de aroma para cada día.

Cuadro 14. Medias de aceptación del atributo aroma, a través del tiempo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DEσ	Media±DEσ	Media±DEσ
T1 AC-Ah30	6.82±1.42 ^{a(x)}	7.28±1.18 ^{a(x)}	6.95±1.24 ^{a(x)}
T2 AC-Ah60	6.68±1.44 ^{a(x)}	6.91±1.33 ^{a(x)}	6.87±1.24 ^{a(x)}
T3 AL-Ah30	6.72±1.37 ^{a(xy)}	7.13±1.15 ^{a(x)}	6.45±1.34 ^{a(y)}
T4 AL-Ah60	6.52±1.44 ^{a(y)}	7.11±1.30 ^{a(x)}	6.72±1.00 ^{a(xy)}
CV ^o	21.19	17.47	18.3

^aMedias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05).

^(x-y)Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferente (P<0.05).

^oDE Desviación estándar.

^oCV Coeficiente de variación

El cuadro 15 muestra que el factor fuente de ácido fue el que afectó en la aceptación del atributo aroma en el día 28.

Cuadro 15. Análisis de efecto de factor fuente de ácido y tiempo de ahumado en el atributo sensorial de aroma.

Factor		Día 1	Día 14	Día 28	
		Pr>F	Pr>F	Media±DE	Pr>F
Ahumado	30 min	0.2599	0.0932	0.4009	
	60 min				
Ácido	Cítrico	0.3671	0.8261	6.9±0.86 ^a	0.0032
	Láctico			6.58±0.82 ^b	

^{a-b} Medias con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05).

^oDE Desviación estándar.

Análisis sensorial de aceptación, atributo textura. Los resultados del análisis sensorial del atributo textura (Cuadro 16) indican que solamente los tratamientos con ácido cítrico ahumado por 60 minutos y ácido láctico por 30 minutos obtuvieron diferencias en la aceptación de los panelistas en el día 28, mostrando diferencias significativas entre los tratamientos a través del tiempo. La aceptación de los panelistas en los tratamientos ahumados por 30 min disminuyó en el día 28, siendo diferentes estadísticamente a través

del tiempo. Los tratamientos ahumados por 60 min mantuvieron su aceptación en el tiempo.

Cuadro 16. Medias de aceptación del atributo textura, a través del tiempo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DEσ	Media±DEσ	Media±DEσ
T1 AC-Ah30	7.00±1.35 ^{a(xy)}	7.23±0.99 ^{a(x)}	6.71±1.15 ^{ab(y)}
T2 AC-Ah60	6.90±1.52 ^{a(x)}	6.88±1.20 ^{a(x)}	7.17±1.01 ^{a(x)}
T3 AL-Ah30	7.17±1.37 ^{a(x)}	7.13±1.09 ^{a(xy)}	6.63±1.11 ^{b(y)}
T4 AL-Ah60	6.85±1.36 ^{a(x)}	7.03±1.38 ^{a(x)}	6.87±0.91 ^{ab(x)}
CV ^o	20.24	16.78	15.36

^{a-b} Medias en la misma columna con letra diferente fueron estadísticamente diferentes a P<0.05.

^{x-y} Medias en la misma fila con letra diferente fueron estadísticamente diferente a P<0.05.

^oDE Desviación estándar.

^oCV Coeficiente de variación.

El factor tiempo de ahumado influyó en la aceptación de textura (Cuadro 17), esto se debe a que procesos térmicos están directamente relacionados con la textura de la carne (Konieczny *et al.* 2007).

Cuadro 17. Análisis de efecto de factor fuente de ácido y tiempo de ahumado en el atributo sensorial de textura.

Factor		Día 1	Día 14	Día 28	
		Pr > F	Pr > F	Media±DE	Pr > F
Ahumado	30 min	0.1719	0.946	6.67±0.85 ^a	0.0029
	60 min			7.02±0.90 ^b	
Ácido	Cítrico	0.7015	0.8522	0.924	
	Láctico				

^{a-b} Medias con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05).

^oDE Desviación estándar.

Análisis sensorial de aceptación, atributo acidez. Para el atributo sensorial acidez la mayoría de los tratamientos fueron clasificados como “me gusta moderadamente”, los panelistas presentaron una disminución de la aceptación en los tratamientos elaborados con ácido láctico, mientras que los panelistas mantuvieron su aceptación por los de ácido cítrico, siendo diferentes estadísticamente a través del tiempo (Cuadro 18).

Cuadro 18. Medias de aceptación del atributo acidez, a través del tiempo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DEσ	Media±DEσ	Media±DEσ
T1 AC-Ah30	7.20±1.60 ^{a(x)}	7.23±0.99 ^{a(x)}	6.67±1.28 ^{a(x)}
T2 AC-Ah60	7.07±1.32 ^{a(x)}	7.16±1.34 ^{a(x)}	6.88±1.18 ^{a(x)}
T3 AL-Ah30	7.13±1.39 ^{a(x)}	6.88±1.26 ^{a(xy)}	6.56±1.03 ^{a(y)}
T4 AL-Ah60	7.00±1.22 ^{a(x)}	7.15±1.28 ^{a(x)}	6.32±1.33 ^{a(y)}
CV ^δ	19.69	17.37	18.41

^aMedias en la misma columna con la misma letra fueron estadísticamente iguales (P>0.05).

^(x-y)Medias en la misma fila con letra diferente fueron estadísticamente diferente (P<0.05).

^σDE Desviación estándar.

^δCV Coeficiente de variación.

El factor fuente de ácido influyó en la aceptación del atributo sensorial de acidez (Cuadro 19) en el día 28.

Cuadro 19. Análisis de efecto de factor fuente de ácido y tiempo de ahumado en el atributo sensorial de acidez.

Factor		Día 1	Día 14	Día 28	
		Pr>F	Pr>F	Media±DE	Pr>F
Ahumado	30 min	0.4309	0.4774	0.9048	
	60 min				
Ácido	Cítrico	0.6935	0.1934	6.77±1.01 ^a	
	Láctico				

^{a-b} Medias con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05).

^σDE Desviación estándar.

Análisis sensorial de aceptación, atributo sabor. Nuevamente el atributo sabor, al igual que el de acidez disminuyó en aceptación por los panelistas a través del tiempo (Cuadro 20), solo para los tratamientos con ácido láctico. En el caso de sabor no hubo efecto de ninguno de los tratamientos así como tampoco de las interacciones.

Cuadro 20. Medias de aceptación del atributo sabor, a través del tiempo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DEσ	Media±DEσ	Media±DEσ
T1 AC-Ah30	7.12±1.51 ^{a(x)}	7.28±1.13 ^{a(x)}	6.93±1.30 ^{a(x)}
T2 AC-Ah60	7.02±1.30 ^{a(x)}	7.52±1.18 ^{a(x)}	7.00±1.20 ^{a(x)}
T3 AL-Ah30	7.43±1.09 ^{a(x)}	7.07±1.28 ^{a(xy)}	6.87±0.99 ^{a(y)}
T4 AL-Ah60	7.05±1.26 ^{a(xy)}	7.22±1.15 ^{a(x)}	6.65±1.28 ^{a(y)}
CV ^ð	18.32	16.44	17.59

^a Medias en la misma columna con la misma letra fueron estadísticamente iguales (P>0.05).

^(x-y) Medias en la misma fila con letra diferente fueron estadísticamente diferente a P<0.05.

^σ DE Desviación estándar.

^ð CV Coeficiente de variación.

Análisis sensorial de aceptación general. En la evaluación de aceptación general, los panelistas tuvieron una mejor aceptación para el tratamiento con ácido cítrico ahumado por 60 minutos en comparación al ácido láctico por 60 minutos, e igual a los demás. Se encontraron diferencias a través del tiempo, siendo el tratamiento elaborado con ácido láctico ahumado por 30 minutos el que disminuyó su aceptación el día 28 (Cuadro 21). La mayoría de las medias fueron clasificadas en el rango de “me gusta moderadamente”.

Cuadro 21. Medias de aceptación general, a través del tiempo.

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DEσ	Media±DEσ	Media±DEσ
AC-Ah30	7.10±1.43 ^{a(x)}	7.20±0.87 ^{a(x)}	6.82±1.22 ^{ab(x)}
AC-Ah60	6.92±1.25 ^{a(x)}	7.10±1.06 ^{a(x)}	7.08±1.02 ^{a(x)}
AL-Ah30	7.30±0.99 ^{a(x)}	7.12±1.13 ^{a(x)}	6.63±0.90 ^{ab(y)}
AL-Ah60	6.95±1.06 ^{a(x)}	7.00±1.05 ^{a(x)}	6.55±1.17 ^{b(x)}
CV ^ð	17.03	14.69	16.15

^{a-b} Medias en la misma columna con letra diferente fueron estadísticamente diferentes (P<0.05).

^(x-y) Medias en la misma fila con letra diferente fueron estadísticamente diferente (P<0.05).

^σ DE Desviación estándar.

^ð CV Coeficiente de variación.

El factor ahumado y ácido tuvieron efecto en la aceptación general de los panelistas al día 1 y 28 respectivamente (Cuadro 22).

Cuadro 22. Análisis de efecto de factor fuente de ácido y tiempo de ahumado en la aceptación general.

Factor		Día 1		Día 14	Día 28	
		Media±DE	Pr>F	Pr>F	Media±DE	Pr>F
Ahumado	30 min	7.20±1.01 ^a	0.0484	0.3616	0.485	
	60 min	6.93±1.02 ^b				
Ácido	Cítrico	0.3862		0.44	6.95±1.04 ^a	0.0068
	Láctico				6.59±0.98 ^b	

^{a-b} Medias con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05).

^oDE Desviación estándar.

Análisis de correlaciones. Los atributos sensoriales de color, aroma y textura tuvieron una correlación baja, la acidez una correlación media y el sabor una correlación alta con la aceptación general de los panelistas (Cuadro 23). Lo que significa que el atributo sabor influyó más en la aceptación general de los panelistas.

Cuadro 23. Análisis de correlación de atributos sensoriales sobre la aceptación general.

Variables	Correlación de Pearson	
	Coefficiente %	Probabilidad > r
Color sensorial- aceptación general	33	<0.0001
Aroma sensorial- aceptación general	42	<0.0001
Textura sensorial- aceptación general	59	<0.0001
Acidez sensorial- aceptación general	73	<0.0001
Sabor sensorial- aceptación general	83	<0.0001

El Cuadro 23 indica la correlación realizada entre las variables físicas, químicas y sensoriales analizadas. No existió una correlación de los valores L* y a* con la aceptación de color y aceptación general sensorial. Se relacionó el pH con la aceptación de acidez y la aceptación general sensorial. La fuerza de corte con la aceptación de textura y aceptación general sensorial. No encontrando correlación entre ninguna de las variables. Entre el valor b* y el color sensorial se encontró una correlación baja.

Cuadro 24. Análisis de correlación de las variables físicas y químicas sobre la aceptación general.

Variables	Correlación de Pearson	
	Coefficiente %	Probabilidad > r
Color (valor L*) - color sensorial	4	0.9
Color (valor a*) - color sensorial	-0.45	0.1449
Color (valor b*) - color sensorial	-62	0.033
pH- acidez sensorial	-75	0.2495
Fuerza de corte- textura sensorial	-42	0.17
pH- aceptación general	-5	0.3419
Color (valor L*)- aceptación general	12	0.1041
Color (valor a*)- aceptación general	10	0.1898
Color (valor b*)- aceptación general	17	0.0182
Fuerza de corte- aceptación general	14	0.0666

Prueba de preferencia. Se realizó la prueba de Friedman para determinar preferencia entre tres muestras (Ecuación 2). Haciendo uso de esta herramienta, se determinó que no existió una preferencia estadística entre los tratamientos, ácido cítrico ahumado por 30 minutos ($T_{j1}=199$), ácido cítrico ahumado por 60 minutos ($T_{j2}=184$) y ácido láctico ahumado por 30 minutos ($T_{j3}=217$). Utilizando la Ecuación 2 se determinó que X^2 (chi cuadrado) calculado fue de 4.46, según la tabla de valor crítico del chi cuadrado, con grados de libertad 2 ($df=2$) y con una probabilidad de 0.05 el valor crítico es 5.99, se encontró que no existió una preferencia significativa por un tratamiento, al ser X^2 calculado menor que el valor crítico ($4.46 < 5.99$).

$$X^2 = \{12/[(k) \times (J) \times (J+1)] \times [\Sigma(T_j)^2]\} - 3 \times (k) \times (J+1) \quad [2]$$

Donde:

k: número de panelistas

J: número de muestras

T_j : ordenamientos totales (rank sums) de cada muestra.

Análisis de costos variables. En el análisis sensorial no se encontró preferencia significativa por tratamiento, se procedió entonces a realizar una evaluación de los costos variables para determinar el tratamiento con menor costo variable de producción. Los resultados obtenidos nos muestran que el T 3 mostró menor costo variable unitario para la elaboración de una libra de pepperoni (Cuadro 25).

Cuadro 25. Costos variables de los tratamientos.

Ingredientes	Cantidad (Lb)	Precio (L/Lb)	TRT1	TRT2	TRT3	TRT4
Res 90% magro	39.96	26.80	1070.93	1070.93	1070.93	1070.93
Cerdo 90% Magro	30.24	35.00	1058.40	1058.40	1058.40	1058.40
Cerdo 80% magro	20.52	26.00	533.52	533.52	533.52	533.52
Grasa de Cerdo	9.72	16.00	155.52	155.52	155.52	155.52
Ácido cítrico encapsulado	0.81	115.04	93.18	93.18		
Ácido láctico encapsulado	0.81	105.78			85.68	85.68
Tripolifosfato de sodio	0.54	118.80	64.15	64.15	64.15	64.15
Sal nitrificada	0.22	11.36	2.45	2.45	2.45	2.45
Sal yodada	2.16	3.04	6.57	6.57	6.57	6.57
Azúcar	0.81	6.69	5.42	5.42	5.42	5.42
Especias	3.56	426.00	8.69	8.69	8.69	8.69
Energía Eléctrica		3.42	17.10	21.38	17.10	21.38
Rendimientos			0.92	0.90	0.93	0.91
Costo Total	108.00		30.36	31.06	30.13	30.91

Análisis sensorial de preferencia de pepperoni Zamorano y pepperoni comercial premium importado (EUA). El análisis de preferencia se realizó entre el tratamiento que presentó una aceptación estable a través del tiempo y el segundo costo variable más bajo (ácido cítrico ahumado por 30 minutos), con un pepperoni comercial. Según Lawless y Heymann (1999), para una evaluación sensorial de preferencia con 100 personas es necesario que un tratamiento sea preferido como mínimo por 61 personas. No existió una diferencia ($P>0.05$) en preferencia en comparación con el producto de la competencia (Cuadro 26).

Cuadro 26. Análisis de preferencia de pepperoni Zamorano y pepperoni comercial.

PEPPERONI	Personas	Mínimo Requerido*
Zamorano	53	61
Marca comercial importada	47	61
Total	100	

*Número mínimo de personas que deben preferir un tratamiento (N=100 y $\alpha=0.05$)

4. CONCLUSIONES

- El tiempo de ahumado tuvo efecto en el rendimiento de cocción del pepperoni, a mayor tiempo de ahumado, menor el rendimiento de cocción.
- El ácido encapsulado y el tiempo de ahumado no tienen efecto, ni tiene efecto la interacción entre ellos, sobre el pH, la fuerza de corte y mediciones de color, L^* , a^* y b^* del pepperoni.
- El ácido encapsulado y el tiempo de ahumado no tienen efecto, ni tiene efecto la interacción entre ellos, sobre el conteo de aerobios y coliformes totales, cumpliendo todos los tratamientos con los límites establecidos por la ley hondureña.
- El tiempo de ahumado tiene un efecto sobre la aceptación sensorial del atributo textura y la aceptación general del pepperoni, a mayor tiempo de ahumado, mayor aceptación de la textura.
- El ácido encapsulado tiene un efecto sobre la aceptación sensorial de los atributos, color, aroma, acidez y la aceptación general, recibiendo mayor aceptación el pepperoni con ácido cítrico a través del tiempo.
- No hubo preferencia entre tratamientos, ni en la comparación con el producto de la competencia.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio con diferentes niveles de acidez con ácido cítrico encapsulado.
- Realizar un estudio de un pepperoni acidificado y utilizando un proceso térmico (secado) prolongado para que sea un producto estable en anaquel.
- Realizar un estudio eliminando el factor humo.

6. LITERATURA CITADA

Alderete, J. sf. Ácido cítrico, consultado (en línea) el 10 de septiembre de 2011, disponible en: "Manufacturen of Citric Acid"- Maulik P. Desai, Jairai A. Doshi

Barbut, S. 2005. Effects of chemical acidification and microbial fermentation on the rheological properties of meat products, consultado (en línea) el 10 de octubre de 2011, disponible en: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T9G-4GC1RP0-3&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1074289560&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=a8c8dbfc071fc6c80a866db5decf9a27

Cahill, S; Upton, M; Mcloughlin, A. 2002, Bioencapsulation Technology in Meat Preservation, Department of Industrial Microbiology, Ardmore House, University

Coello, J. 2009. Efecto de la adición de ácido cítrico encapsulado y tiempos de ahumado en las propiedades sensoriales, físicas y químicas de un chorizo semiseco, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, 29p.

FDA (Federal Food and Drug Administration, US), s.f. Bacteriological Analytical Method (BAM), consultado (en línea) el 16 de septiembre de 2011, disponible en: Committee on Microbiology and Extraneous Materials: Food Microbiology, Non-Dairy: Efficacy Testing of Disinfectants.

Guajardo, C. sf. Código alimentario argentino, consultado (en línea) el 5 de septiembre de 2011, disponible en: http://books.google.es/books?id=EBUZ5IMFB8kC&printsec=frontcover&dq=C%C3%B3digo+Alimentario+Argentino&hl=es&ei=-huATp6iOYjcgQeOpsBP&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CC0Q6AEwAA#v=onepage&q=adotivos&f=false

Hernández, A. 2003. Microbiología Industrial, consultado (en línea) el 7 de mayo de 2011. disponible en: http://books.google.es/books?id=KFq4oEQQjdEC&printsec=frontcover&dq=microbiologia+industrial&hl=es&ei=_cbFTY_iG6PY0QH9rM2LCA&sa=X&oi=book_result&ct=book-thumbnail&resnum=1&ved=0CDkQ6wEwAA#v=onepage&q=microbiologia%20industrial&f=false, 267 p.

Hleap, J; Velasco V. 2010, Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja, Consultado (en línea) el 10 de octubre de 2011, disponible en: <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol8-2/ANALISIS%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20DE%20TEXTURA%20DURANTE%20EL%20ALMACENAMIENTO%20DE%20SALCHICHAS%20ELABORADAS.pdf>; ,56 P.

Konieczny P; Stangierski J; Kijowski J. 2007. Physical and chemical characteristics and acceptability of home style beef jerky, Consultado (en línea) el 1 de octubre de 2011, disponible en: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T9G-4MT59FC-1&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1076014793&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=b234bd16a2f9abb19dd71d6a39ce554f

Lawless, H; Heymann, H. 1999. Sensory evaluation of food. Principles and practices. USA. Aspen Publishers. 430-440p.

Mata, R. 1985, Instituto Tecnológico de Costa Rica y Departamento de Administración agropecuaria. Simposio Centroamericano y del Caribe sobre Procesamiento de carne, consultado (en línea) el 05 de septiembre de 2011, disponible en: [Misharina, T; Terenina, M; Krikunova, N; Khankhalaeva, I; Khamagaeva, I; Nikiforova, L. 2007. The influence of starter cultures on the formation of volatile compounds in dry smoked sausages, consultado \(en línea\) el 6 de septiembre de 2011, disponible en: <http://www.springerlink.com/content/a83016216wq1707p/>](http://books.google.com/books?id=MKbxAAAAMAAJ&q=propiedades+del+humo+en+productos+carnicos&dq=propiedades+del+humo+en+productos+carnicos&hl=es&ei=VrFyTofZHNCatweV9IDXDg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCsQ6AEwAA, 237 p.</p>
</div>
<div data-bbox=)

Pelayo, M. 2009. Aromas de humo de uso alimentario, Eroski consumer, consultado (en línea) el 6 de octubre de 2011, disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2009/04/23/184876.php>

Publicaciones Vértice S.L. 2009. Pre elaboración y conservación culinaria, ahumado, consultado (en línea) el 4 de octubre de 2011, disponible en: [Rodríguez, J. 2006. La encapsulación en alimentos, consultado \(en línea\) el 14 de julio de 2011, disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2006/04/26/23292.php>.](http://books.google.hn/books?id=zy9xNdcUOhQC&pg=PA39&dq=el+ahumado+en+conservaci%C3%B3n&hl=es&ei=ASaRTpTpEZHAatgfQgeWfDA&sa=X&oi=book_result&ct=book-thumbnail&resnum=1&ved=0CDEQ6wEwAA#v=onepage&q=el%20ahumado%20en%20conservaci%C3%B3n&f=false, 186 p.</p>
</div>
<div data-bbox=)

SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria de Honduras). 1995. Reglamento de Inspección de Carnes y Productos Cárnicos, consultado (en línea) el 10 de septiembre de 2011, disponible en: http://www.senasa-sag.gob.hn/index.php?option=com_content&task=view&id=61&Itemid=129

USDA (Department of Agriculture US), 1992. Institutional Meat Purchase Specifications. For Sausage Products, consultado (en línea) el 4 de septiembre de 2011, disponible en: <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELDEV3003290>

USDA (Department of Agriculture US). 2009. Meat preparation, consultado (en línea) el 10 de septiembre de 2011, disponible en: http://www.fsis.usda.gov/FactSheets/Sausage_and_Food_Safety/index.asp

Vargas, L; Taborda G. 2006. Nitrosaminas en productos cárnico: Formación e Impacto, consultado (en línea) el 10 de octubre de 2011, disponible en: http://biosalud.ucaldas.edu.co/downloads/Revista%205_12.pdf, 131 p.

Vickery, A; Rogers, R. 2002. The use of fat replacers in low-fat pepperoni, Animal and Science Department, Mississippi State University, Consultado (en línea) el 6 de octubre de 2011, disponible en: <http://www.aseanfood.info/Articles/11025058.pdf>, 18 P.

Westland, S. 2004. L*a*b* Colour space. Somerset Villa, consultado (en línea) el 01 de septiembre de 2011. Disponible en: www.colourware.co.uk

7. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación para análisis sensorial de aceptación de pepperoni cocido.

Hoja de Evaluación de Análisis Sensorial de Alimentos

Efecto de la adición de ácido láctico y cítrico encapsulado y dos tiempos de ahumado en las propiedades físicas, químicas y sensoriales de un pepperoni cocido.

Tesista: **Omar Arturo Pineda Escobar**

Nombre: _____ . Fecha: _____

Materiales:

- ✓ 4 muestras de pepperoni, 1 galleta soda, 1 vaso con agua, hoja de evaluación sensorial.

Procedimiento:

- ✓ En cada cubículo encontraras 4 muestras de pepperoni con códigos: 612, 122, 756, 501, una galleta y un vaso con agua.
- ✓ Seleccione una muestra de izquierda a derecha y escriba el código de la muestra seleccionada en la primera escala hedónica.
- ✓ Pruebe la muestra y evalúe la escala hedónica de la hoja de evaluación.
- ✓ Limpie su paladar con galleta y agua antes de probar cada muestra.
- ✓ Al terminar con las 4 muestras por favor deje su hoja de evaluación en el cubículo asignado.

Instrucciones: Por favor marque con una X el número que crea conveniente para evaluar los atributos de color, aroma, textura, acidez, sabor y aceptación general de las muestras 612, 122, 756, 501.

<u>Muestra #:</u>	<u>Color</u>	<u>Aroma</u>	<u>Textura</u>	<u>Acidez</u>	<u>Sabor</u>	<u>Aceptación General</u>
Me disgusta extremadamente	1	1	1	1	1	1
Me disgusta mucho	2	2	2	2	2	2
Me disgusta moderadamente	3	3	3	3	3	3
Me disgusta poco	4	4	4	4	4	4
Ni me gusta/ Ni me disgusta	5	5	5	5	5	5
Me gusta poco	6	6	6	6	6	6
Me gusta moderadamente	7	7	7	7	7	7
Me gusta mucho	8	8	8	8	8	8
Me gusta extremadamente	9	9	9	9	9	9

Anexo 2. Hoja de análisis de sensorial de preferencia de ordenamiento múltiple para pepperoni cocido.

Fecha: 4 de septiembre, 2011

No. Panelista: _____

TESIS - PEPPERONI

1. Pruebe las tres muestras de izquierda a derecha y escriba el código de la muestra en la línea según su preferencia, siendo 1 la muestra más preferida y 3 la menos preferida.
2. Recuerde limpiar su paladar con galleta de soda y agua entre cada muestra.

Orden de preferencia

1

2

3

Más preferida

Menos preferida