



APLICACIÓN DE SALES DE ACIDOS ORGÁNICOS EN LA CONSERVACIÓN DE CARNE DE CONEJO.

Santos López, E. M. ^{a,*}, Jiménez Sotelo, P. ^a,
Sánchez Ortega, I. ^a, Castro Rosas, J. ^a, Zúñiga Estrada, A. ^a

^a Area Académica de Química, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Ciudad Universitaria, Crta Pachuca Tulancingo Km 4.5, C.P. 42076, Pachuca, Hidalgo, México.

* emsantos@uaeh.edu.mx

RESUMEN:

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto en los parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales de la aplicación de lactato sódico combinado con diacetato sódico a las siguientes concentraciones 1.8, 2.5 y 3% en carne de conejo fresca envasada a vacío y conservada a 4°C durante 18 días. Según los resultados, se observó una ligera disminución del pH de valores por encima a 6 a pH alrededor de 5.5 mientras que la actividad de agua y el color apenas presentó variaciones y fueron principalmente debidas a la heterogeneidad de las muestras. Durante el periodo de almacenamiento los grupos microbianos de deterioro analizados experimentaron un crecimiento significativo, independientemente de la concentración de antimicrobiano aplicado. La aplicación de lactato sódico combinado con diacetato a las concentraciones estudiadas no ofrece una mejora significativa en cuanto a reducción del crecimiento de microorganismos deterioradores. La vida de anaquel de la carne de conejo dependió principalmente de la contaminación inicial de las canales. Sensorialmente se observó una disminución significativa a lo largo del tiempo de los parámetros estudiados especialmente de los parámetros de apariencia visual y olor al abrir el empaque.

ABSTRACT:

The aim of this work was to study the effect of application of sodium lactate combined with sodium diacetate at 1.8, 2.5 y 3% on microbiological, physicochemical and sensory parameters of vacuum packaged rabbit meat preserved for 18 days at 4°C. According to the results, pH slightly decreased from initial values of 6 to 5.5 while water activity and color were hardly modified and variations observed were due to the sample heterogeneity. Spoilage microbial groups significantly increased during the cold storage, independently of antimicrobial concentration applied. Application of sodium lactate combined with sodium diacetate did not offered a significant inhibition of spoilage flora. Shelf life of rabbit meat mainly depended on the initial microbial contamination of the carcasses. Sensorially a significant decrease of the studied parameters was observed along the storage especially in visual appearance and off odors at opening.

Palabras clave:

Ácidos orgánicos, carne de conejo, conservación.

INTRODUCCIÓN

El consumo de proteína de origen animal es una necesidad para la buena alimentación de los seres humanos, de ahí el interés en incrementar la producción



de carne ya sea de especies tradicionales (avícola, bovino, porcino, ovino) como de especies menos habituales como el conejo, pato o el avestruz. En el caso del conejo, esta especie presenta numerosas ventajas tanto en su fácil manejo en espacios reducidos y alta eficiencia reproductiva, como en su elevada tasa de productividad frente a otras especies (Osechas and Becerra Sánchez, 2006). Por otro lado la carne de conejo tiene a su favor un alto contenido en proteína y bajos niveles de sodio, grasa y colesterol lo que le hace una carne excelente para dietas humanas reducidas en grasa y en sal (Badr, 2004).

A pesar de las bondades de la carne de conejo, en México la cunicultura sigue siendo una actividad minoritaria que se suele realizar de forma complementaria a la actividad rural y apenas se realiza a nivel industrial donde se ha aprovechado un 10% de su potencial. Los productores de conejo suelen destinar su producción al abasto de restaurantes y algunas cadenas comerciales; sin embargo no hay un mercado específico para la carne de conejo ya que no existe un hábito de consumo porque no está disponible en las tiendas y no se ha promocionado en mayor medida su consumo (Coss and León, 2002). Sin embargo cada vez es más frecuente que pequeños productores de conejo se agrupen en cooperativas para mejorar las condiciones de compra venta y distribución de su producto. Al agruparse pueden ofrecer mayores cantidades de producto y rebajar costos de transporte y distribución.

Uno de los principales problemas que enfrentan los productores de conejo es la limitada vida de anaquel de la carne de conejo lo que obliga en la mayoría de los casos a una distribución del producto congelado sin ser esta una forma habitual de consumo de carne por parte del consumidor mexicano. El deterioro de la carne de conejo en refrigeración se debe a la actividad de enzimas endógenas de la carne y también a la actividad de microorganismos que contaminan la carne durante el proceso de sacrificio y despiece. Cuando el producto se distribuye a temperaturas entre 3-4°C la carne tiene una vida de anaquel entre 6 y 8 días (Badr, 2004; Rodríguez Calleja et al., 2005; Mendoza et al., 2007) desarrollándose una flora mixta compuesta principalmente por *Pseudomonas*, levaduras, *Brochothrix thermosphacta*, bacterias lácticas y enterobacterias. El desarrollo de estos microorganismos genera olores y sabores de putrefacción resultado de la degradación de proteínas y lípidos (Elmer, 1998)

En un estudio previo realizado con la cooperativa cunícola Mujeres de Cacaloapan (Mendoza et al., 2007), el envasado a vacío de las canales de conejo y el almacenamiento a 4°C prolongaban la vida de anaquel del conejo hasta por doce días aunque al abrir el empaque se notaban olores desagradables que luego tras 20 min de abierto el envase se hacían inapreciables. Por lo general el envasado a vacío en refrigeración modifica la flora de deterioro del producto favoreciendo el desarrollo principalmente de bacterias acidolácticas y *Brochothrix thermosphacta* frente a otros grupos microbianos aerobios, dando lugar a olores y sabores ácidos menos desagradables que los ocasionados cuando la carne se almacena en condiciones de aerobiosis (Serdengecti et al., 2006).

En la actualidad los consumidores demandan alimentos más naturales lo que ha llevado a la búsqueda de aditivos antimicrobianos más naturales donde se incluye la utilización de bacteriocinas principalmente nisina, aceites esenciales de plantas como orégano o sales de ácidos orgánicos (Long and Phillips, 2003; Martínez et al., 2006). Las sales de ácidos orgánicos como lactato sódico, lactato potásico o



diacetato sódico son ampliamente utilizadas en la industria cárnica para mejorar la seguridad microbiológica de dichos productos (Serdengecti et al., 2006). El efecto antimicrobiano de los lactatos se atribuye a la habilidad para reducir la actividad de agua y el efecto inhibitorio del ácido láctico sin disociar que penetra a través de la membrana celular al citoplasma microbiano e inhibe su desarrollo por la acidificación intracelular (Koos, 1992; Houtsma et al., 1993). Los lactatos de sodio y potasio son productos GRAS aprobados para usarse en concentraciones hasta 4.8% mientras que tanto acetato como diacetato de sodio se permiten hasta un 0.25% del peso del producto (Jensen et al., 2003). Sin embargo se ha observado que porcentajes superiores al 3% de lactato sódico pueden afectar al sabor acentuando notas saladas por lo que se suele trabajar con concentraciones inferiores al 3% o utilizando sales de potasio (Wilmink, 2000).

La efectividad de los antimicrobianos utilizados depende del alimento donde van a ser utilizados y del tipo y concentración de flora de deterioro presente en el producto, pues cada uno de los grupos microbianos responsables de deterioro responden de diferente forma a la presencia de los antimicrobianos, por lo que se hace necesario evaluar las curvas de crecimiento de la flora de deterioro para evaluar la vida de anaquel (Drosinos et al., 2006).

Así pues el objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto del lactato de sodio combinado con diacetato de sodio en las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales de la carne de conejo empacada a vacío y conservada en refrigeración.

METODOLOGÍA

Se aplicó lactato de sodio combinado con diacetato de sodio (PURASAL® Opti.Form SD S-L, PURAC, EUA) a las siguientes concentraciones 1.8, 2.5 Y 3.0% en canales de conejo proporcionadas por la Cooperativa Cunicola "Mujeres de Cacaloapan" ubicada en el municipio de Huasca de Ocampo en el poblado de Cacaloapan, Hidalgo. El experimento se realizó por duplicado. En cada experimento se recibían 50 medias canales sacrificadas entre las 7:00 y 9:00 am oreadas y se repartían de forma aleatoria en cuatro lotes, tres de los cuales se rociaban con el antimicrobiano preparado a cada una de las tres concentraciones y un cuarto lote que se consideraba como control. Las muestras se dejaban orear bajo la campana de flujo laminar en ambiente estéril por hora y media. Después del oreo las medias canales se introdujeron en bolsas de BOPP (55 micras de grosor) y se empacaron a vacío usando una empacadora a vacío de campana (Torrey). Las muestras se conservaron a 4°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) por 18 días. Se analizaron dos paquetes de cada lote para el análisis sensorial, fisicoquímico y microbiológico los días 1, 4, 7, 11, 14 y 18. El día 0 se analizaron dos medias canales para evaluar las características iniciales.

Para el análisis microbiológico se pesaron 10 g de muestra en condiciones estériles y se adicionaron 90 ml de solución Ringer ¼ Strength (Oxoid) siendo la primera dilución, posteriormente se homogenizó en el stomacher durante 2



minutos a 160 rpm y se realizaron diluciones decimales seriadas de acuerdo a la norma mexicana (NOM-110-SSA-1994). Los parámetros que se determinaron fueron los siguientes: recuento total en Agar para métodos estándar (Bioxon®) incubando a 35°C por 48 h; coliformes en Agar de Bilis y Rojo Violeta (Bioxon), sembrando por vertido en placa 1 mL de cada dilución en cajas petri y con sobrecapa para darle condiciones de anaerobiosis, e incubando a 35°C por 48 h; bacterias lácticas en Agar MRS (DIBICO®) mediante la técnica de vertido en placa con sobrecapa e incubando a 30°C por 48 h; mohos y levaduras por siembra en superficie en Agar Dextrosa Sabouraud (Bioxon®) adicionado de Cloranfenicol (Sigma®) (0.05g/L) e incubando a 25°C por 7 días; *Pseudomonas* por siembra en superficie en *Pseudomonas* Agar P (Difco™) adicionado del suplemento CFC (Oxoid) (Cefaloridina- Fucidina- Ceftrimida) e incubando a 30°C por 48 h; y *Brochothrix thermosphacta* por siembra en superficie en cajas petri con medio STAA CM0881 (Oxoid) Agar base para *Brochothrix thermosphacta* suplementado con sulfato de estreptomycin, Acetato de Talio y Ciclohexamida de igual forma que el suplemento SR0151 de la casa comercial Oxoid.

Los análisis fisicoquímicos que se realizaron fueron: pH utilizando un pH metro de punción (Hanna Instruments), color mediante colorímetro portátil (HunterLAB Miniscan® XE) con un iluminante D65 y un ángulo 10° de posición observador estándar en la superficie de la carne mediante la medición de los siguientes parámetros CIE L* (luminosidad) a* (coordenada rojo a verde) y b* (coordenada amarillo a azul) y el índice de rojez (a*/b*) y actividad de agua (a_w) con la utilización del equipo AquaLab (Decagon) en la muestra triturada. Todas las medidas se realizaron por triplicado

Sensorialmente se realizó una prueba descriptiva los días 1, 4, 7, 11, 14 y 18 por un panel semi-entrenado de 5 personas. La prueba se llevó a cabo en dos etapas. En la primera se les proporcionó una ficha para evaluar el aspecto visual de los paquetes y el olor al abrir el empaque. En la segunda etapa se les dio otra ficha para la evaluación de olor, sabor y textura de la carne cocinada. Para ello se cortaron pequeños cubos de carne y se calentaron en horno de microondas por 25 segundos. Cada parámetro sensorial tiene una escala de 5 puntos donde 1 es la mínima y 5 es la máxima calificación.

A los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de varianza, siendo los factores concentración de lactato sódico y tiempo de almacenamiento; las medias se ordenaron mediante el test LSD con un nivel de significación de 0.05. Las pruebas estadísticas se realizaron con el programa Statgraphics Plus versión 4.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La parte muscular profunda de animales sanos, en términos prácticos, es estéril y por lo tanto la contaminación bacteriana de la carne es un fenómeno de naturaleza



superficial. La carne se puede contaminar con microflora proveniente del animal, de los operarios, instalaciones y equipos, o por una contaminación con contenido gastrointestinal (Hui et al., 2006). Es inevitable encontrar contaminación en las canales pero dependiendo de las condiciones en las que se lleva a cabo el sacrificio puede ser mayor o menor. Una alta población inicial de microorganismos en la carne reduce perceptiblemente la vida útil del producto (Gill et al., 1998).

En la tabla 1 se muestran los valores medios de los resultados microbiológicos obtenidos en los diferentes parámetros estudiados. *B. thermosphacta* no se encontró en ninguno de los experimentos realizados. Al aplicar la combinación de diacetato-lactato a la carne de conejo se observó que el tratamiento de las muestras con la mezcla de las sales de los ácidos orgánicos no tuvo efecto significativo en la mayoría de los parámetros microbiológicos ($p > 0.05$), excepto en los mesófilos aerobios y en coliformes ($p < 0.05$). Esto coincide con lo reportado por Serdengecti et al. (2006) que apenas observaron efecto de las sales de sodio en la conservación de carne de vacuno envasada a vacío.

Tabla 1. Resultados microbiológicos (Log ufc/g)

PARÁMETRO	DÍAS DE ALMACENAMIENTO						
	0	1	4	7	11	14	18
Recuento total							
Control	A3.12 ^a	A4.43 ^b	B6.25 ^c	AB7.12 ^{cd}	A7.33 ^d	A8.11 ^{de}	A8.41 ^e
1.8	A3.12 ^a	C5.84 ^b	C7.37 ^c	B7.69 ^{cd}	A8.04 ^{cd}	A8.10 ^{cd}	A8.27 ^d
2.5	A3.12 ^a	BC5.32 ^b	A5.66 ^{bc}	A6.47 ^{cd}	A7.14 ^{de}	A7.96 ^e	A8.18 ^e
3.0	A3.12 ^a	B5.07 ^b	B6.24 ^c	AB7.53 ^d	A7.77 ^d	A7.75 ^d	A8.02 ^d
Coliformes totales							
Control	A2.62 ^a	A3.57 ^{ab}	A4.64 ^b	AB6.18 ^c	A6.70 ^c	A6.63 ^c	A6.43 ^c
1.8	A2.62 ^a	A4.51 ^b	B5.87 ^c	B6.83 ^{cd}	A7.25 ^d	A7.40 ^d	A7.32 ^d
2.5	A2.62 ^a	A3.68 ^b	A4.05 ^{bc}	A5.16 ^c	A6.33 ^d	A6.35 ^d	A7.23 ^d
3.0	A2.62 ^a	A3.88 ^b	A3.75 ^b	AB6.05 ^c	A6.64 ^c	A6.94 ^c	A6.06 ^c
Bacterias lácticas							
Control	A2.41 ^a	A3.77 ^b	A5.38 ^c	B5.86 ^{cd}	AB6.25 ^d	A7.27 ^e	A7.63 ^e
1.8	A2.41 ^a	A4.18 ^b	A5.61 ^c	C6.27 ^d	B6.48 ^d	A7.20 ^e	A7.68 ^e
2.5	A2.41 ^a	A4.52 ^b	A4.58 ^b	A5.25 ^{bc}	A5.88 ^c	A7.17 ^d	A7.24 ^d
3.0	A2.41 ^a	A4.00 ^b	A4.60 ^b	B5.74 ^c	B6.48 ^{cd}	A7.03 ^d	A7.17 ^d
Pseudomonas							
Control	A2.00 ^a	A2.20 ^a	B5.34 ^b	B6.09 ^c	B6.33 ^c	B7.01 ^d	A7.17 ^d
1.8	A2.00 ^a	A2.29 ^a	B5.33 ^b	B5.99 ^c	AB6.10 ^c	A6.40 ^c	A7.06 ^d
2.5	A2.00 ^a	A2.38 ^a	A3.73 ^b	A4.97 ^c	A5.61 ^d	A6.33 ^e	A6.45 ^e
3.0	A2.00 ^a	A2.22 ^a	B5.08 ^b	B6.00 ^c	B6.27 ^{cd}	A6.17 ^c	A6.83 ^d
Mohos y levaduras							
Control	A2.52 ^a	A3.02 ^a	A4.99 ^b	AB5.29 ^b	A6.24 ^c	B6.97 ^d	A6.26 ^c
1.8	A2.52 ^a	A3.53 ^b	A5.29 ^c	C5.98 ^{cd}	A6.15 ^d	AB6.73 ^d	A6.36 ^d
2.5	A2.52 ^a	A3.32 ^b	A4.45 ^c	A4.88 ^c	A5.66 ^d	A6.46 ^e	A6.31 ^e

3.0 ^A2.52^a ^B5.06^b ^A4.97^b ^{BC}5.74^{bc} ^A5.61^{bc} ^{AB}6.57^d ^A6.25^{cd}

^{abc}; medias en la misma fila con diferente letra, son significativamente diferentes ($p < 0.05$)
^{ABC}; medias en la misma columna con diferente letra, son significativamente diferentes ($p < 0.05$)
 para cada parámetro evaluado.

El recuento total inicial fue de 3.12 Log ufc/g, y según Hui et al. (2006) la carga microbiana es baja cuando los recuentos microbianos iniciales en la carne son menores a 3 Log ufc/g. Aunque el valor inicial que se obtuvo es ligeramente más alto a lo que mencionan los autores, la presencia de microorganismos en la carne quizás se deba al intento de descontaminación de la canal en el matadero por medio del lavado con agua a presión, ya que aunque es cierto que se trata de un método físico que se usa para reducir la carga microbiana, puede provocar la formación de aerosoles y por consecuencia la diseminación de la microflora (Varnam and Sutherland, 1995).

En los resultados se observa que las muestras que contenían lactato-diacetato al 2.5% tuvieron los recuentos totales más bajos en la mayoría de los días, excepto en el día 1, 14 y 18 en los que las muestras con la combinación de sales al 3% tuvieron los conteos más bajos (5.07 Log ufc/g, 7.75 Log ufc/g y 8.02 Log ufc/g respectivamente). La concentración al 1.8% de lactato-diacetato tuvo los recuentos más elevados, incluso sobrepasó al control.

El tiempo de almacenamiento ejerció un efecto significativo ($p < 0.05$) en todos los parámetros microbiológicos que sufrieron un incremento a lo largo del tiempo de conservación. Inicialmente los coliformes predominaron más que el resto de los grupos de microorganismos (2.62 Log ufc/g), probablemente debido a la contaminación de la canal. Se sabe que los coliformes son indicadores de la higiene que se haya tenido durante el proceso. Sin embargo, algunos investigadores afirman que el registro de 2 Log ufc/g es típico para la carne fresca que se ha procesado y se ha manejado de manera aceptable (Serdengecti et al., 2006).

Cuando la carne envasada a vacío se deja en refrigeración, la microflora final se compone principalmente por microorganismos catalasa negativos. Su identificación ha comprobado que se trata de *Leuconostoc mesenteroides*, lactobacilos heterofermentativos y homofermentativos (Hitchener et al., 1982). Las bacterias lácticas son capaces de crecer rápidamente a bajas temperaturas y bajas tensiones de O₂ y están también fuertemente favorecidas por su tolerancia al CO₂ (Varnam and Sutherland, 1995), de igual manera la reducción del potencial redox por el envasado a vacío fomenta el crecimiento de BAL (Davies et al., 1999). Rozbeh et al. (1992) indicaron que la sal más eficaz para retrasar el crecimiento de estas bacterias es el lactato de sodio. Este efecto se atribuye a un aumento de la fase Lag de los microorganismos cuando se agrega el lactato (Serdengecti et al., 2006). En una investigación previa en carne de conejo se demostró que el lactato de sodio al 2.5% fue eficaz en la conservación de carne de conejo



envasada a vacío cuando los recuentos microbiológicos iniciales eran superiores a 3 Log ufc/g para RT, BAL y *Pseudomonas* (Salinas, 2009). Por otro lado, Barmpalia et al. (2005) reportaron que el tratamiento con 1.8% de lactato de sodio combinado con 0.25% de diacetato de sodio inhibe el crecimiento de BAL con mayor eficacia que la utilización de solo sales de lactato en carne de vacuno empacada a vacío y refrigerada.

Respecto a *Pseudomonas*, el predominio de este género sobre otros microorganismos en alimentos proteicos crudos está asociado a su tasa de crecimiento más rápida y/o a su mayor afinidad por el oxígeno (pérdida de vacío en los empaques), que dan lugar al catabolismo de la glucosa y lactato. La conversión rápida de la glucosa al substrato a gluconato, se considera una ventaja competitiva para estas bacterias. Además, no son afectadas por el pH de la carne y pueden utilizar los compuestos de nitrógeno de bajo peso molecular (Gill, 1982; Nychas et al., 1988a), y su crecimiento es favorecido por la A_w de la carne, y la baja temperatura (Jay et al., 2003).

En alimentos envasados a vacío, *Pseudomonas* al ser bacterias aerobias no compiten tan bien como las BAL que resisten altas concentraciones de CO_2 , ocasionado por la actividad respiratoria de los tejidos (Fernández, 2000). Sin embargo, los materiales de envasado tienen cierta permeabilidad al O_2 por lo que bacterias aerobias que se encuentren en la superficie de la carne pueden tener cierto acceso a este gas para poderse desarrollar lo que explicaría los recuentos hallados en el presente estudio muy próximos a los de bacterias lácticas.

En el caso de mohos y levaduras, tanto el control como las muestras que contenían las diferentes concentraciones de las sales tuvieron recuentos similares. Los recuentos se mantuvieron ligeramente inferiores a los de BAL. No obstante, en otras investigaciones el crecimiento de las levaduras en las canales refrigeradas del conejo ha sido superior que enterobacterias y BAL (Rodríguez-Calleja et al., 2005).

En la tabla 2 se muestran los promedios de los resultados de los análisis fisicoquímicos. El tratamiento de las canales con la mezcla lactato–diacetato no tuvo efecto significativo sobre el pH ($p > 0.05$). Por el contrario, el tiempo de almacenamiento tuvo efecto significativo sobre el pH ($p < 0.05$), los resultados indican que en el día 0 el pH inicial fue de 6.24 y al transcurrir los días hasta llegar al día 18, se obtiene una ligera disminución del pH desde 0.26 hasta 0.34 unidades. El descenso del pH fue amortiguado por la degradación proteica, ya que además de BAL, había *Pseudomonas* y las propias enzimas de la carne que producen compuestos de carácter básico.

El índice de caída del pH en el conejo es una de las diferencias perceptibles de este animal con otras especies (Blasco and Piles, 1990). Trabajos previos han demostrado que el pH *post mortem* de la carne de conejo es alrededor de 6 que



es más alto que algunas especies que producen carne roja (Rodríguez-Calleja et al., 2004). Esto debido a que, según algunas investigaciones, existe una diferencia en la actividad de la enzima amilasa (enzima encargada de convertir el glucógeno del músculo a glucosa) entre los músculos correspondientes a las diferentes especies de animales.

Tabla 2. Valores promedio de los resultados fisicoquímicos obtenidos.

PARÁMETRO	DÍAS DE ALMACENAMIENTO						
	0	1	4	7	11	14	18
pH							
Control	A6.24 ^d	A6.10 ^{cd}	AB5.70 ^a	A5.81 ^{ab}	A5.93 ^{abc}	A6.09 ^{cd}	A5.98 ^{bc}
1.8	A6.24 ^d	A6.07 ^c	AB5.73 ^a	A5.84 ^{ab}	A5.89 ^{ab}	A5.98 ^{bc}	A5.90 ^{abc}
2.5	A6.24 ^d	A6.07 ^c	A5.66 ^a	A5.85 ^{ab}	A5.89 ^{bc}	A5.96 ^{bc}	A5.90 ^{bc}
3.0	A6.24 ^c	A6.00 ^b	B5.76 ^a	A5.76 ^a	A5.86 ^{ab}	A5.92 ^{ab}	A5.97 ^b
Aw							
Control	A0.990 ^a	A0.989 ^a	A0.992 ^{ab}	A0.992 ^{ab}	A0.991 ^{ab}	AB0.995 ^b	A0.992 ^{ab}
1.8	A0.990 ^a	A0.989 ^a	A0.991 ^a	A0.993 ^a	A0.991 ^a	A0.994 ^a	A0.992 ^a
2.5	A0.990 ^a	A0.991 ^{ab}	A0.993 ^{ab}	A0.994 ^{ab}	A0.993 ^{ab}	A0.994 ^b	A0.992 ^{ab}
3.0	A0.990 ^a	A0.995 ^{bc}	A0.990 ^a	A0.992 ^{ab}	A0.992 ^{ab}	B0.997 ^c	A0.991 ^{ab}
L*							
Control	A62.79 ^a	A64.18 ^a	A64.18 ^a	A63.86 ^a	A61.61 ^a	A60.14 ^a	A61.93 ^a
1.8	A62.79 ^b	A66.67 ^c	A66.44 ^c	A63.54 ^{bc}	A63.42 ^{bc}	AB61.31 ^{ab}	A58.75 ^a
2.5	A62.79 ^a	A66.12 ^a	A64.02 ^a	A65.24 ^a	A61.97 ^a	AB62.78 ^a	A62.58 ^a
3.0	A62.79 ^a	A65.97 ^b	A64.52 ^{ab}	A64.03 ^{ab}	A61.54 ^a	B63.47 ^{ab}	A62.32 ^a
A*							
Control	A5.86 ^a	A7.14 ^a	A6.64 ^a	A6.66 ^a	A6.44 ^a	A6.69 ^a	A5.93 ^a
1.8	A5.86 ^a	A5.05 ^a	A5.99 ^a	A6.23 ^a	A6.19 ^a	A7.44 ^a	A6.48 ^a
2.5	A5.86 ^a	A5.95 ^a	A6.60 ^a	A5.58 ^a	A7.75 ^a	A6.55 ^a	A4.88 ^a
3	A5.86 ^a	A5.09 ^a	A6.58 ^a	A6.23 ^a	A5.92 ^a	A5.90 ^a	A6.83 ^a
B*							
Control	A13.42 ^c	A11.90 ^{bc}	A11.81 ^{bc}	B13.17 ^{bc}	A10.77 ^{ab}	A11.37 ^{bc}	A8.57 ^a
1.8	A13.42 ^b	A11.77 ^{ab}	A10.24 ^a	AB11.39 ^{ab}	A11.61 ^{ab}	A11.58 ^{ab}	A9.79 ^a
2.5	A13.42 ^c	A9.58 ^a	A8.95 ^a	A10.96 ^{ab}	A12.34 ^{bc}	A12.58 ^{bc}	A8.60 ^a
3.0	A13.42 ^c	A9.99 ^{ab}	A9.24 ^a	AB11.35 ^{abc}	A12.05 ^{bc}	A11.10 ^{ab}	A10.33 ^{ab}
I rojez							
Control	A0.44 ^a	A0.60 ^{ab}	A0.56 ^{ab}	A0.52 ^{ab}	A0.61 ^{ab}	A0.60 ^{ab}	A0.72 ^b
1.8	A0.44 ^a	A0.44 ^a	A0.58 ^{ab}	A0.56 ^{ab}	A0.55 ^{ab}	A0.65 ^{ab}	A0.76 ^b
2.5	A0.44 ^a	A0.64 ^{ab}	A0.75 ^b	A0.51 ^{ab}	A0.65 ^b	A0.54 ^{ab}	A0.60 ^{ab}
3.0	A0.44 ^a	A0.52 ^{ab}	A0.76 ^b	A0.57 ^{ab}	A0.51 ^{ab}	A0.57 ^{ab}	A0.68 ^{ab}

^{abc}; medias en la misma fila con diferente letra, son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

^{ABC}; medias en la misma columna con diferente letra, son significativamente diferentes ($p < 0.05$) para cada parámetro evaluado.



El tratamiento de las muestras con lactato-diacetato no tuvo ningún efecto en la A_w y color ($p > 0.05$). Las variaciones que se presentaron en ambos parámetros se debieron a la heterogeneidad de las muestras analizadas.

Los resultados de los análisis sensoriales se muestran en la tabla 3. El tiempo tuvo un efecto significativo en las características sensoriales de la carne ($p < 0.05$). En todos los lotes se observa claramente una disminución en los valores de cada parámetro conforme pasan los días.

Tabla 3. Resultados promedio obtenidos de los análisis sensoriales.

PARÁMETRO	DÍAS DE ALMACENAMIENTO					
	1	4	7	11	14	18
Visual						
Control	A4.80 ^d	A5.00 ^d	A3.60 ^c	A2.70 ^{ab}	A3.40 ^{bc}	A2.00 ^a
1.8	B5.00 ^d	A5.00 ^d	A3.70 ^{bc}	B4.10 ^c	A3.60 ^b	A2.00 ^a
2.5	B5.00 ^c	A5.00 ^c	B4.80 ^c	A2.80 ^b	A3.20 ^b	A2.00 ^a
3.0	B5.00 ^d	A4.90 ^d	AB4.20 ^c	A3.10 ^b	A3.20 ^b	A2.00 ^a
Olor al abrir						
Control	A5.00 ^d	B4.80 ^d	A2.90 ^c	A2.30 ^{bc}	A1.80 ^b	A1.00 ^a
1.8	A5.00 ^a	A3.90 ^c	A3.30 ^{bc}	A2.60 ^b	B3.40 ^c	A1.00 ^a
2.5	A5.00 ^c	B4.90 ^c	B4.80 ^c	A2.10 ^b	A1.40 ^a	B2.00 ^b
3.0	A5.00 ^d	B5.00 ^d	A3.00 ^{bc}	A2.50 ^{ab}	B3.40 ^c	B2.00 ^a
Olor						
Control	A5.00 ^d	A4.80 ^{cd}	A4.50 ^c	AB3.60 ^b	B4.00 ^b	B3.00 ^a
1.8	A5.00 ^c	A4.90 ^c	A4.70 ^c	A3.40 ^b	A3.00 ^b	A2.00 ^a
2.5	A5.00 ^c	A4.90 ^c	A4.30 ^b	B4.00 ^b	AB3.40 ^a	B3.00 ^a
3.0	A5.00 ^b	A4.90 ^b	A4.50 ^b	A3.40 ^a	A3.00 ^a	B3.00 ^a
Sabor						
Control	A5.00 ^d	A4.80 ^{cd}	A4.50 ^c	A3.60 ^b	A3.60 ^b	B3.00 ^a
1.8	A5.00 ^d	A5.00 ^d	A4.80 ^d	A3.60 ^c	A3.00 ^b	A2.00 ^a
2.5	A5.00 ^c	A4.90 ^c	A4.80 ^c	A4.00 ^b	A3.60 ^b	B3.00 ^a
3.0	A5.00 ^d	A5.00 ^d	A4.40 ^c	A3.50 ^b	A3.60 ^b	B3.00 ^a
Textura						
Control	A5.00 ^c	B4.90 ^c	AB4.70 ^c	A3.60 ^b	A3.60 ^b	A1.00 ^a
1.8	A4.90 ^d	B4.80 ^d	B5.00 ^d	AB4.00 ^c	A3.20 ^b	B2.00 ^a
2.5	A5.00 ^d	A4.40 ^{bc}	AB4.60 ^{cd}	B4.10 ^b	A3.20 ^a	C3.00 ^a
3.0	A5.00 ^e	B4.90 ^{de}	A4.30 ^{cd}	AB3.80 ^{bc}	A3.20 ^b	B2.00 ^a

^{abc}: medias en la misma fila con diferente letra, son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

^{ABC}: medias en la misma columna con diferente letra, son significativamente diferentes ($p < 0.05$) para cada parámetro evaluado

Inicialmente el olor de la carne de conejo era normal de una carne cruda, y al cocinarla su sabor fue agradable con una textura un poco dura (muestra con sales al 1.8%). Para el día 4, el sabor era un poco ácido y el color era un poco más



oscuro (rojo púrpura). Conforme pasaron los días, la textura se hacía más blanda y la formación de exudado en el empaque cada vez se hacía más evidente. Los olores desagradables empezaron a hacerse presentes hasta el día 11, pero con menos intensidad en las muestras con la mezcla lactato-diacetato al 2.5% y 3.0%. En los últimos días la carne tenía manchas verdes y los olores de putrefacción ya eran muy penetrantes. Los parámetros más afectados por el tiempo de almacenamiento fueron el aspecto y el olor al abrir el envase. No obstante, al cocinar la carne los demás parámetros en los últimos días, fueron entre aceptables y buenos (valores de 3 a 4), esto es relevante, ya que permite darnos cuenta que la carne de conejo bien cocinada mantiene sus características sensoriales agradables para el consumidor.

CONCLUSIONES

El inadecuado manejo del animal durante la matanza, eviscerado y despiece puede ocasionar la ineficacia de la aplicación *post mortem* de sales de ácidos orgánicos como antimicrobianos, provocando que la carga inicial de microorganismos sea elevada y favorezca el rápido deterioro de la carne de conejo envasada a vacío.

La aplicación de la mezcla lactato-diacetato al 1.8%, 2.5% y 3.0%, en combinación con otros métodos de conservación como la refrigeración a 4 °C y el envasado a vacío, no afectaron significativamente las características organolépticas de la carne de conejo ni los parámetros fisicoquímicos como pH, Aw y color.

La aplicación de las sales no inhibió el desarrollo de la flora de deterioro compuesta por levaduras, coliformes, *Pseudomonas* y bacterias ácido lácticas, siendo éstas últimas el grupo predominante.

REFERENCIAS

Badr HM. 2004. Use of irradiation to control food borne pathogens and extend the refrigerated market life of rabbit meat. *Meat Sci.* 67: 541-548.

Barmpalia IM, Koutsoumanis KP, Geornaras I, Belk KE, Scanga JA, Kendall PA, Smith GC, Sofos JN. 2005. Effect of antimicrobials as ingredients of pork bologna for *Listeria monocytogenes* control during storage at 4°C and 10°C. *Food Microbiol.* 22: 2005-211.

Blasco A, Piles M. 1990. Muscular pH of the rabbit. *Ann. Zootechnology* 39:133-136.

Coss y León W. 2002. Producción cunícola, oportunidad de negocios. *Revista Teorema Ambiental*, 10-26.



Davies A, Milne F, Bevis E, Potter W, Harris M, Williams C, Thomas V, Delves-Broughton J. 1999. Effective use of nisin to control lactic acid bacterial spoilage in vacuum-packaged bologna-type sausage. *J Food Protect* 62: 1004–1010.

Drosinos EH, Mataragas M, Kampani A, Kritikos D, Metaxopoulos I. 2006. Inhibitory effect of organic acid salts on spoilage flora in cultures médium and cured cooked meat products under commercial manufacturing conditions. *Meat Sci.* 73: 75-81.

Elmer HM. 1998. Extended shelf-life refrigerated foods: Microbiological quality and safety. *Food Technol.* 52: 57-62.

Fernández E. 2000. Microbiología e inocuidad de los alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro.

Gill O. 1982. Microbial interaction with meats. *Meat microbiology*. London: Applied Science Publishers Ltd.

Gill O, McGinnis C, Bryant J. 1998. Microbial contamination of meat during the skinning of beef carcass hindquarters at three slaughtering plants. *Int J Food Microbiol* 42: 175–184.

Houtsma PC, de Wit JC, Rombouts FM. 1993. Minimum inhibitory concentration (MIC) of sodium lactate for pathogens and spoilage organisms occurring in meat products. *Int. J. Food Microbiol.* 20: 247–257.

Jensen JM, Robbins KL, Ryan KJ, Homco-Ryan C, Mckeith FK, Brewer MS. 2003. Effects of lactic and acetic acid salts on quality characteristics of enhanced pork during retail display. *Meat Sci.* 63: 501-508.

Hitchener J, Egan F, Rogers J. 1982. Characterisics of lactic acid bacteria isolated from vacuum-packaged beef. *J Appl Bacteriol* 52: 31-37.

Hui YH, Guerrero I, Rosmini MR. 2006. Ciencia y tecnología de carnes. Editorial Limusa. México, D.F.

Jay J, Vilai J, Hughes M. 2003. Profile and activity of the bacterial biota of ground beef held from freshness to spoilage at 5–7 °C. *Int J Food Microbiol* 81: 105-111.

Koos IJT de. 1992. Lactic acid and lactates. Preservation of food products with natural ingredients. *Food Market Tech.* 6: 5–11.

Long C, Phillips CA. 2003. The effect of sodium citrate, sodium lactate and nisin on the survival of *Arcobacter butzleri* NCTC12481 on chicken. *Food Microbiol.* 20: 495-502.

Martinez L, Cilla I, Beltrán JA, Roncalés P. 2006. Combined effect of modified atmosphere packaging and addition of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*), ascorbic acid, red beet root (*Beta vulgaris*) and sodium lactate and their mixtures on the stability of fresh pork sausage. *J. Agric. Food Chem.* 54: 4674-4680.



Mendoza B, Sanchez I, Zuñiga A, Castro J, Santos EM. 2007. Seguimiento microbiológico de la conservación de carne de conejo envasada a vacío. Memorias del 9º Congreso Internacional Inocuidad de Alimentos, México, pp 51.

Nychas J, Dillon M, Board G. 1988. Glucose, the key substrate in the microbiological changes occurring in meat and certain meat products. *Biotech & Appl Biochem* 10: 203–231.

Osechas D, Becerra Sánchez LG. 2006. Producción y mercadeo de carne de conejo en el estado de Trujillo, Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ* 2: 129-135.

Rodríguez-Calleja J, Santos A, Otero A, García-López L. 2004. Microbiological quality of rabbit meat. *J Food Protect* 67: 966–971.

Rodríguez Calleja JM, García López ML, Santos JA, Otero A. 2005. Development of the aerobic spoilage flora of chilled rabbit meat. *Meat Sci.* 70: 389-394.

Rozbeh M, Kalchayanan N, Field A, Johnson C, Ray B. 1992. The influence of biopreservatives on the bacterial level of refrigerated vacuum packaged beef. *J Food Safety* 13: 99–111.

Salinas P. 2009. Tesis de licenciatura: Aplicación de lactato sódico en carne de conejo empacada a vacío. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Serdengecti N, Yildirim I, Gokoglu N. 2006. Effects of sodium lactate, sodium acetate and sodium diacetate on microbiological quality of vacuum packed beef during refrigerated storage. *J. Food Safety* 26: 62-71.

Varnam AH, Sutherland JP. 1998. Carne y productos cárnicos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Wilmink M. 2000. Solving a meat problem. *Int. Food Ingredients* 6: 52–53.