

**Efecto de tres niveles de cloruro de sodio y dos
de lactato de potasio en las características
sensoriales y microbiológicas de tres productos
cárnicos**

**Elsy Alejandra Espinoza Ibarra
Yelby Luz Hernández López**

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Efecto de tres niveles de cloruro de sodio y
dos de lactato de potasio en las características
sensoriales y microbiológicas de tres
productos cárnicos**

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

Presentado por

**Elsy Alejandra Espinoza Ibarra
Yelby Luz Hernández López**

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

Efecto de tres niveles de cloruro de sodio y dos de lactato de potasio en las características sensoriales y microbiológicas de tres productos cárnicos

Presentado por:

Elsy Alejandra Espinoza Ibarra
Yelby Luz Hernández López

Aprobado:

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

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

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

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

RESUMEN

Espinoza, E. y Hernández, Y. 2010. Efecto de tres niveles de cloruro de sodio y dos de lactato de potasio en las características sensoriales y microbiológicas de tres productos cárnicos. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 50 p.

La demanda de productos cárnicos bajos en sodio está incrementando en muchos países, porque la tendencia de consumo de productos más saludables crece día a día. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la interacción de tres niveles de cloruro de sodio y dos niveles de lactato de potasio, sobre las características sensoriales y microbiológicas a través del tiempo (0, 14 y 28 días), en jamón de cerdo, salchicha Frankfurter y chorizo Parrillero. Las concentraciones de cloruro de sodio para jamón de cerdo y salchicha Frankfurter fueron 2, 1.65 y 1.30 %, para chorizo Parrillero fue 1.5, 1.25 y 1 % y se utilizaron concentraciones de 0 y 1.5 % de lactato de potasio para los tres productos. Se realizó un diseño experimental BCA con seis tratamientos y tres repeticiones, con medidas repetidas en el tiempo (54 unidades experimentales), para cada producto. Se realizó un análisis de varianza con separación de medias Tukey ($P < 0.05$). Se realizó un análisis sensorial afectivo para los atributos color, aroma, sabor, textura, jugosidad y aceptación general. Se realizó un análisis de pH, rendimiento y purga; y un análisis microbiológico (aerobios mesófilos y coliformes totales) al final del estudio. Los resultados demostraron que el lactato de potasio y el cloruro de sodio tuvieron efecto positivo sobre el pH de los tres productos. El cloruro de sodio fue el factor principal en el rendimiento de los productos, mientras que el lactato de potasio ayudó a reducir los porcentajes de purga y mejorar la aceptación general y de la textura del jamón y chorizo Parrillero a niveles alto de cloruro de sodio, ayudando también en la aceptación de textura de la salchicha Frankfurter, inclusive en niveles más bajos de cloruro de sodio. Cambios en la formulación del chorizo Parrillero no fueron preferidos por los consumidores, con relación al control, mientras que en la salchicha Frankfurter, si fueron aceptados estos cambios.

Palabras clave: Chorizo Parrillero, jamón de cerdo, salchicha Frankfurter.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA	3
3 MATERIALES Y MÉTODOS	5
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
5 CONCLUSIONES	46
6 RECOMENDACIONES	46
7 LITERATURA CITADA	48
8 ANEXO	50

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Descripción de tratamientos para chorizo Parrillero	5
2. Descripción de tratamientos para jamón de cerdo.....	6
3. Descripción de tratamientos para salchicha Frankfurter	6
4. Formulación* de chorizo Parrillero marca Zamorano.....	7
5. Formulación* de jamón de cerdo marca Zamorano	7
6. Formulación* de salchicha Frankfurter marca Zamorano.....	8
7. Diseño experimental para salchicha Frankfurter	15
8. Diseño experimental para jamón de cerdo	15
9. Diseño experimental para chorizo Parrillero	16
10. Medias de valor de pH, a través del tiempo, en jamón de cerdo	18
11. Medias de valor de pH, a través del tiempo, en salchicha Frankfurter.....	20
12. Medias de valor de pH, a través del tiempo, en chorizo Parrillero	21
13. Medias de porcentaje de rendimientos en jamón de cerdo.....	22
14. Medias de porcentaje de rendimiento en salchicha Frankfurter	23
15. Medias de porcentaje de rendimiento en chorizo Parrillero	24
16. Medias de porcentaje en purga a través del tiempo en jamón de cerdo	25
17. Medias de porcentaje en purga a través del tiempo en salchicha Frankfurter.....	26
18. Medias de porcentaje en purga a través del tiempo en chorizo Parrillero.....	27
19. Medias de Aerobios mesófilos totales (Log ₁₀ UFC/g y Coliformes totales, día 28 en jamón de cerdo.....	29
20. Medias de Aerobios mesófilos totales (Log ₁₀ UFC/g y Coliformes totales, día 28 en salchicha Frankfurter	30
21. Medias de Aerobios mesófilos totales (Log ₁₀ UFC/g y Coliformes totales, día 28 en chorizo Parrillero	30
22. Resultado estadístico del análisis sensorial afectivo de jamón de cerdo.....	31
23. Medias para el atributo sensorial textura para jamón de cerdo	32
24. Medias para el atributo sensorial color para jamón de cerdo	32
25. Medias para el atributo sensorial jugosidad para jamón de cerdo.....	33
26. Medias para el atributo sensorial color para la salchicha Frankfurter.....	34
27. Medias para el atributo sensorial aroma para salchicha Frankfurter	34
28. Medias para el atributo sensorial textura para salchicha Frankfurter.....	35
29. Medias para aceptación general a través del tiempo en salchicha Frankfurter	36
30. Resultado estadístico del análisis sensorial afectivo de chorizo Parrillero	39
31. Medias para el atributo sensorial aroma para chorizo Parrillero.....	39

32. Medias para el atributo sensorial textura para chorizo Parrillero.....	40
33. Tabla T-Student para 100 panelistas en chorizo Parrillero	40
34. Resultados del análisis sensorial de preferencia en chorizo Parrillero.....	41
35. Resultados del análisis sensorial de preferencia en salchicha Frankfurter.....	41
36. Correlación pH al día 0, 14 y 28 con la purga al día 14 y 28 en el jamón de cerdo...	41
37. Correlación pH al día 0 y textura al día 0, en el jamón de cerdo	42
38. Correlación pH al día 0, con el rendimiento en el jamón de cerdo.	43
39. Correlación pH en el día 14 con purga con purga en el día 14, en salchicha Frankfurter	43
40. Correlación pH en el día 14 y 28 con purga en el día 14 y 28, en el chorizo Parrillero	43
41. Correlación pH en el día 0 con rendimiento, en el chorizo Parrillero.....	43
42. Correlación pH en el día 0 con textura en el día 0, en el chorizo Parrillero.....	44

Figura	Página
1. Flujo de Proceso de elaboración de chorizo Parrillero.....	10
2. Flujo de Proceso de elaboración de jamón de cerdo.	11
3. Flujo de Proceso de elaboración de salchicha Frankfurter.....	11
4. Influencia del lactato de potasio en las diferentes concentraciones de cloruro de sodio, a través del tiempo, en el pH del jamón de cerdo.	19
5. Influencia del lactato de potasio en las diferentes concentraciones de cloruro de sodio, a través del tiempo, en el pH de la salchicha Frankfurter.....	20
6. Influencia del lactato de potasio en las diferentes concentraciones de cloruro de sodio, a través del tiempo, en el pH en el chorizo Parrillero.....	22
7. Rendimiento de cocción de jamón de cerdo.....	23
8. Rendimiento de cocción de salchicha Frankfurter.	24
9. Rendimiento de cocción de chorizo Parrillero.	25
10. Influencia del lactato de potasio en las diferentes concentraciones de cloruro de sodio, a través del tiempo, en la purga del jamón de cerdo.....	27
11. Influencia del lactato de potasio en las diferentes concentraciones de cloruro de sodio, a través del tiempo, en la purga de la salchicha Frankfurter.....	28
12. Influencia del lactato de potasio en las diferentes concentraciones de cloruro de sodio, a través del tiempo, en la purga del chorizo Parrillero.	29

Anexo	Página
1. Hoja de Evaluación sensorial afectivo para chorizo Parrillero, salchicha Frankfurter y jamón de cerdo	48
2. Formato utilizado para el análisis sensorial de preferencia de chorizo Parrillero, jamón de cerdo y salchicha Frankfurter.	49

1. INTRODUCCIÓN

Los hábitos del consumidor hondureño cada vez se asemejan más a la de los países desarrollados, donde las tendencias de consumo de productos “más saludables” crecen día a día (Urban y Associates 2007). Según Ruusunen y Puolanne (2004), la industria cárnica y los consumidores están conscientes de la relación entre el sodio y la hipertensión, debido a esto la demanda de productos cárnicos bajos en cloruro de sodio está incrementando en muchos países y los procesadores de alimentos están desarrollando productos bajos en sodio para satisfacer esta demanda.

Según el USDA (2005), el promedio de contenido de cloruro de sodio en alimentos representa sólo el 10 % del consumo total, mientras que el agregado durante la cocción es del 5-10 % del total que se consume. Esto significa que un 75% del cloruro de sodio consumido es agregado por los fabricantes.

La mejor manera de reducir el consumo de sodio es que la industria alimentaria reduzca gradualmente el contenido de cloruro de sodio en sus productos. Esto exige que las formulaciones y los procedimientos de fabricación de productos cárnicos deban ser modificados para alcanzar bajos porcentajes de sodio en sus productos (Ruusunen y Puolanne 2004).

En el marco de la tendencia a la disminución del contenido de sodio en productos cárnicos, se realizó el presente estudio el cual pretende evaluar el efecto en la reducción de dos niveles de sal y la adición de dos niveles de lactato de potasio en chorizo Parrillero, jamón de cerdo y salchicha Frankfurter, para determinar cambios en pH, porcentajes de rendimiento y de purga, así como los cambios en atributos sensoriales.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres niveles de cloruro de sodio y dos niveles de lactato de potasio en las características sensoriales y microbiológicas de tres productos cárnicos.

1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar el pH en los diferentes tratamientos a los 0, 14 y 28 días del estudio en chorizo Parrillero, jamón de cerdo y salchicha Frankfurter.
- Analizar el conteo de aerobios mesófilos y coliformes totales de los diferentes tratamientos en el día 28 del estudio en chorizo Parrillero, jamón de cerdo y salchicha Frankfurter.
- Evaluar el rendimiento y porcentaje de purga en los diferentes tratamientos en el día 0, 14 y 28 del estudio de chorizo Parrillero, jamón de cerdo y salchicha Frankfurter.
- Evaluar afectivamente los atributos de color, aroma, sabor, textura, jugosidad y aceptación general en el día 0, 14 y 28 del estudio en chorizo Parrillero, jamón de cerdo y salchicha Frankfurter.
- Realizar un análisis sensorial de preferencia, al mejor tratamiento en comparación con su control, en el chorizo Parrillero, jamón de cerdo y salchicha Frankfurter.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 LA SAL EN LA INDUSTRIA CÁRNICA

La industria necesita que los productos reducidos en sodio sean similares en términos de textura y sabor a los productos con los que el consumidor normalmente está familiarizado. La industria alimentaria debe de trabajar en respuesta a este problema con las regulaciones que el Estado exige y con los consumidores, para lograr que éstos disfruten productos cárnicos bajos en sodio como parte de una dieta saludable a lo largo de su vida (Desmond 2006).

Una reducción del 25 % es lo que más se puede reducir para no tener efectos negativos en las características del producto (sabor, textura, vida útil). En jamones cocidos, es posible reducir el contenido de cloruro de sodio al 1.7 % de NaCl. La sustitución de cloruro de sodio por cloruro de potasio puede provocar amargura en el producto. Sin embargo, algunos productos si han tenido éxito al combinar cloruro de sodio con potasio (Ruusunen y Puolanne 2004).

Según Ruusunen y Puolanne (2004), el problema de los productos cárnicos con bajo contenido de sodio es que el sabor disminuye cuando el sodio se reduce. Cuando se desarrollan productos bajos en sodio, el valor de referencia para este tipo de productos es el cloruro de sodio normal del producto. La diferencia más importante es que el característico sabor salado es débil.

Se ha desarrollado un modelo de sal para que la industria alimentaria reduzca la cantidad de cloruro de sodio en productos alimenticios, el cual consiste en la reducción del 50 % de cloruro de sodio en el tocino y el jamón y una reducción del 43 % en salchichas. Sin embargo, estas reducciones han sido consideradas por la industria, inalcanzables. Se tiene proyectado que para el año 2010, las industrias alcancen 2.5 g de sal/1 g de sodio para jamón, 1.4 g de sal/ 550 mg de sodio para salchichas (Food Standard Agency 2003).

Según el Codex Alimentarius (Norma Stan 53 adoptada en 1981), señala que para que alimentos puedan ser considerados “pobres en sodio”, su contenido de sodio no debe

ser mayor a 120mg/100 g del producto final que se consume normalmente, y para que alimentos puedan ser considerados “muy pobres en sodio”, su contenido de sodio no debe ser mayor a 40mg/100 g del producto final que se consume normalmente.

En una investigación realizada “los jamones cocidos con 1.7 % de NaCl fueron calificados como salados, así como los jamones con 2 % y 2.3 % de sal, pero más salados que aquellos jamones con 1.1 % y 1.4 % de sal” (Ruusunen y Puolanne 2004). El USDA (2005), señala que en una salchicha Frankfurter estadounidense se debe reducir 2.8 g de sal/100 gramos, equivalente a 1120 mg de sodio para que sea considerada “baja o reducida en sodio”.

Según Desmond (2006), citando a Madril y Sofos 1985, la reducción de cloruro de sodio a niveles inferiores a los que normalmente se utilizan, provoca una reducción de la vida de anaquel del producto, especialmente si no se cuenta con otras medidas de conservación. La industria cárnica por otra parte busca sustituir parcialmente cloruro de sodio, he aquí la infatigable búsqueda por encontrar un sustituto que pueda brindar los mismo beneficios que cloruro de sodio ó similares él, actualmente uno de los más utilizados es el lactato de potasio, que es añadido en la preparación de los productos cárnicos para inhibir la proliferación de microorganismos (De Wit y Rombout 1990; Ita y Hutkins 1991), por otra parte el lactato de potasio es caracterizado por mejorar las propiedades sensoriales de los productos cárnicos a lo largo de su vida de anaquel, incluyendo el color y textura (Seyfert et al. 2006). Sin embargo, el efecto directo del lactato de potasio en la estructura de carne no es del todo conocido.

La aplicación de lactato de potasio en la industria cárnica se ve enfocada en su poder antimicrobiano que ayuda a incrementar la calidad de la vida útil, he aquí razón importante que justifica el uso de lactatos, por otra parte una combinación de características de forma muy satisfactoria se presenta en este compuesto que también presenta atributos potenciadores de sabor, por lo que ayuda a incrementar la sensación de sabor en los productos cárnicos, ayudando a enaltecer el sabor de manera benéfica (Lawrence et al. 2003).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

La elaboración del chorizo Parrillero, jamón de cerdo y la salchicha Frankfurter, así como la toma de datos de rendimiento y purga fue en la Planta de Cárnicos. El análisis afectivo de dichos productos fue realizado en el Laboratorio de Análisis Sensorial, el análisis de pH fue realizado en el Laboratorio de Microbiología, y el análisis microbiológico fue realizado en la Planta de Lácteos. Todos los lugares mencionados pertenecen a la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada a 30 km al este de Tegucigalpa, departamento Francisco Morazán, Honduras.

3.2 TRATAMIENTOS

3.1.1 Tratamientos para chorizo Parrillero

Los tratamientos consistían en la interacción de tres concentraciones de cloruro de sodio 1.25 %, 1 %, y el control 1.5 % con la interacción de dos niveles de lactato de potasio 0 % y 1.5 %. Los tratamientos constan de 3 libras de masa cárnica, cada uno con tres repeticiones en diferentes semanas y se tomaron medidas repetidas a través del tiempo los días 0, 14 y 28 del estudio. En el cuadro 1 se muestra detalladamente cada tratamiento.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos para chorizo Parrillero.

Ingredientes	TRT 1 Control	TRT 2	TRT 3	TRT 4	TRT 5	TRT 6
Cloruro de sodio	1.5 %	1.5 %	1.25 %	1.25 %	1 %	1 %
Lactato de potasio	0 %	1.5 %	0 %	1.5 %	0 %	1.5 %

3.1.2 Tratamientos para jamón de cerdo

Los tratamientos consistían en la interacción de tres concentraciones de cloruro de sodio 1.65 %, 1.30 % y el control 2 % con la interacción de dos niveles de lactato de potasio 0 % y 1.5 %. Los tratamientos constan de 3 libras de masa cárnica, cada uno con tres repeticiones en diferentes semanas y se tomaron medidas repetidas a través del tiempo los días 0, 14 y 28 del estudio. En el cuadro 2 se muestra detalladamente cada tratamiento.

Cuadro 2. Descripción de tratamientos para jamón de cerdo.

	TRT1	TRT 2	TRT 3	TRT 4	TRT 5	TRT 6
Ingredientes	Control					
Cloruro de sodio	2 %	2 %	1.65 %	1.65 %	1.30 %	1.30 %
Lactato de potasio	0 %	1.5 %	0 %	1.5 %	0 %	1.5 %

3.1.3 Tratamientos para salchicha Frankfurter

Los tratamientos consistían en la interacción de tres concentraciones de cloruro de sodio 1.65 %, 1.30 % y el control 2 % con la interacción de dos niveles de lactato de potasio 0% y 1.5 %. Los tratamientos constan de 3 libras de masa cárnica, cada uno con tres repeticiones en diferentes semanas y se tomaron medidas repetidas a través del tiempo los días 0, 14 y 28 del estudio. En el cuadro 3 se muestra detalladamente cada tratamiento.

Cuadro 3. Descripción de tratamientos para salchicha Frankfurter.

	TRT 1	TRT 2	TRT 3	TRT 4	TRT 5	TRT 6
Ingredientes	Control					
Cloruro de sodio	2 %	2 %	1.65 %	1.65 %	1.30 %	1.30 %
Lactato de potasio	0 %	1.5 %	0 %	1.5 %	0 %	1.5 %

3.2 FORMULACIÓN

3.2.1 Chorizo Parrillero

Para la elaboración de chorizo Parrillero se utilizaron los siguientes ingredientes:

Cuadro 4. Formulación * de chorizo Parrillero marca Zamorano.

Ingredientes	Cantidad	
	kg	lb
Cerdo 80/20	9.09	20.00
Cerdo 50/50	6.81	15.00
Cerdo 5/95	8.18	18.00
Res 90/10	10.00	22.00
Res 60/40	11.36	25.00
Almidón	1.47	3.25
Agua	6.13	13.50
Tripolifosfato de sodio	0.22	0.50
Eritorbato de sodio	0.02	0.05
Sal nitrificada	0.11	0.25
Sal yodada	0.68	1.50
Espicias	0.36	1.05

*Fuente: Planta de Cárnicos, Zamorano.

3.2.2 Jamón de Cerdo

Para la elaboración del jamón de cerdo se utilizaron los siguientes ingredientes:

Cuadro 5. Formulación* de jamón de cerdo marca Zamorano.

Ingredientes	Cantidad	
	kg	lb
Pierna de cerdo	38.63	85.00
Agua	3.18	7.00
Hielo	2.72	6.00
Azúcar	0.68	1.50
Tripolifosfato de sodio	0.22	0.50
Eritorbato de sodio	0.02	0.05
Sal nitrificada	0.12	0.26
Sal yodada	0.90	2.00
Lactato de sodio	1.13	2.50
Espicias	0.35	0.77

*Fuente: Planta de Cárnicos, Zamorano.

3.2.3 Salchicha Frankfurter

Para la elaboración de la salchicha Frankfurter se utilizaron los siguientes ingredientes:

Cuadro 6. Formulación* de salchicha Frankfurter marca Zamorano.

Ingredientes	Cantidad	
	kg	lb
Recortes de Res 90/10	15.45	34.00
Recortes de Res 60/40	9.09	20.00
Recortes de Cerdo 50/50	5.45	12.00
Pollo mecánicamente deshuesado	9.09	20.00
Hielo	7.27	16.00
Tripolifosfato de sodio	0.24	0.53
Eritorbato de sodio	0.02	0.05
Sal nitrificada	0.11	0.25
Sal yodada	0.90	2.00
Lactato de sodio	1.13	2.50
Especias	0.26	0.58

*Fuente: Planta de Cárnicos, Zamorano.

3.3 MATERIALES Y EQUIPO

3.3.1 Materiales para análisis sensorial

- Chorizo Parrillero
- Jamón de cerdo
- Salchicha Frankfurter
- Bolsas plásticas
- Platos
- Vasos
- Galletas de soda
- Cuestionario

3.3.2 Materiales para análisis microbiológicos

- Tubos de ensayo con 9 ml de dilución (agua peptonada)
- Plate Count Agar
- Violet Red Bill Agar
- Erlenmeyers
- Pipetas de 10 ml y 1 ml
- Platos Petri
- Espátulas
- Gradilla
- Bolsas estériles

3.3.3 Materiales para análisis de pH

- Agua destilada
- Probeta
- Muestras de producto

3.3.4 Equipo

Para el presente estudio se utilizó el siguiente equipo:

- Balanza electrónica, marca Ohaus, modelo LS2000
- Balanza de precisión, marca Pelouze, modelo 10B60
- Cortadora silenciosa, marca Hobart, modelo 52242
- Molino de carne, marca Hobart, modelo 4146
- Embutidora marca Koch, modelo Frey Konti C120
- Horno ahumador marca Koch
- Ultravac empacado al vacío
- Masajeadora Koch ®
- Cuarto Frío (4 °C ±1 °C)
- Potenciómetro portátil Oakton
- Licuadora Hamilton Beach
- Incubadora Thermolyne Type 42000

3.4 METODOLOGÍA

3.4.1 Flujo de proceso de chorizo Parrillero

Para la elaboración de cada uno de los tratamientos en cada repetición realizada se utilizó el mismo procedimiento de elaboración de chorizo Parrillero (Figura 1).



Figura 1. Flujo de Proceso de elaboración de chorizo Parrillero.

3.4.2 Flujo de proceso de jamón de cerdo

Para la elaboración de cada uno de los tratamientos en cada repetición realizada se utilizó el mismo procedimiento de elaboración del jamón de cerdo (Figura 2).

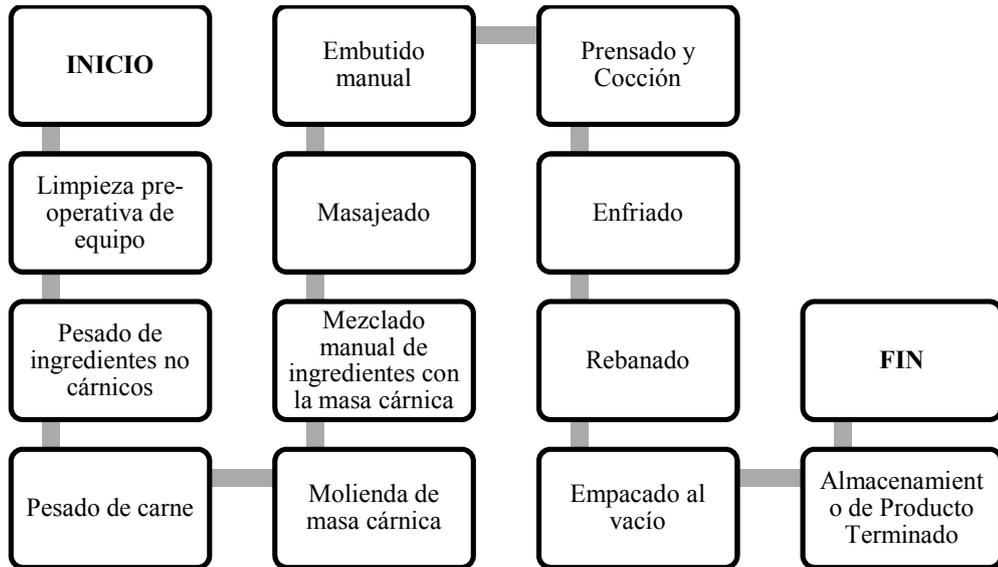


Figura 2. Flujo de Proceso de elaboración de jamón de cerdo.

3.4.3 Flujo de proceso de salchicha Frankfurter

Para la elaboración de cada uno de los tratamientos en cada repetición realizada se utilizó el mismo procedimiento de elaboración de la salchicha Frankfurter (Figura 3).



Figura 3. Flujo de Proceso de elaboración de salchicha Frankfurter.

3.5 PROCEDIMIENTO

3.5.1 Preparación de chorizo Parrillero

1. **Limpieza e inspección pre-operativa del equipo:** antes de la elaboración de los tratamientos, se realizó una limpieza de los equipos a utilizar y del área de trabajo así como una desinfección de acuerdo al manual de Prácticas Operacionales Estandarizadas de Sanitización de Zamorano.
2. **Pesado de ingredientes cárnicos:** se procedió al pesado individualmente de los recortes de res y cerdo en la balanza electrónica, marca Ohaus, modelo LS2000.
3. **Pesado de ingredientes no cárnicos:** se realizó el pesado por separado de cada uno de los condimentos en la balanza de precisión marca Pelouze, modelo 10B60.
4. **Molienda de porción magra y porción grasa:** la molienda de los recortes de res y cerdo se realizaron por separado utilizando un disco con agujeros de 0.32 cm de diámetro.
5. **Mezclado manual de ingredientes con la masa cárnica:** Se mezclaron todos los ingredientes no cárnicos con la masa cárnica de forma manual, debido a que la cantidad por tratamientos es poca.
6. **Embutido:** al tener la mezcla de cada tratamiento, se colocaron en la embutidora marca FREY Konti C120, utilizando tripa de cerdo para embutir.
7. **Tratamiento térmico:** se realizó dentro del horno ahumador marca Koch, 15 min. de secado, seguido por 1.5 horas de ahumado a 65 °C y 25 min de vapor a 80 °C hasta alcanzar una temperatura interna de 72 °C.
8. **Enfriamiento y Refrigeración:** se bañó el producto con agua dentro del ahumador durante un tiempo de 2 minutos hasta alcanzar una temperatura de 22 °C luego que el producto es enfriado y al tener una temperatura entre 20-22 °C se almacena en el cuarto frío a una temperatura de 4 °C por 24 horas.
9. **Empacado al vacío:** los chorizos se empacaron en bolsas con un contenido neto de 420 g.
10. **Almacenamiento de producto terminado:** las bolsas de Chorizo Parrillero empacadas al vacío se almacenaron en el cuarto Finish a una temperatura a 4 °C.

3.5.2 Preparación de jamón de cerdo

1. **Limpieza e inspección pre-operativa del equipo:** antes de la elaboración de los tratamientos, se realizó una limpieza de los equipos a utilizar y del área de trabajo así como una desinfección de acuerdo al manual de Prácticas Operacionales Estandarizadas de Sanitización de Zamorano.
2. **Pesado de ingredientes cárnicos:** se procedió al pesado individualmente de la carne de cerdo en la balanza electrónica, marca Ohaus, modelo LS2000.
3. **Pesado de ingredientes no cárnicos:** se realizó el pesado por separado de cada uno de los condimentos en la balanza de precisión marca Pelouze, modelo 10B60.
4. **Mezcla de ingredientes con la masa cárnica:** se realizó la molienda de la carne de cerdo y se mezcló con todos los ingredientes no cárnicos.
5. **Masajeado:** Una vez mezclada la masa cárnica con todos los ingredientes se

procede a dejar masajeando esta mezcla, en bolsas separadas por cada tratamiento debidamente identificado.

- 6.Embutido Manual:** El embutido se realizó a mano, debido a que la cantidad por tratamiento es muy pequeña.
- 7.Tratamiento térmico:** se realizó por un tiempo aproximado de 2.5 horas a 80 °C, temperatura externa, hasta alcanzar una temperatura interna de 72 °C, para cada uno de los tratamientos.
- 8.Enfriamiento y Refrigeración:** Después del prensado se colocó el producto en una tina con agua fría para que se enfriará, y se dejó allí aproximadamente por un tiempo de 2 horas, luego que el producto es enfriado y tiene una temperatura entre 20-22 °C se almacena en el cuarto frío a una temperatura de 4 °C por 24 horas.
- 9.Rebanado:** Después de las 24 horas, el jamón se rebanó de forma transversal, en láminas muy finas.
- 10. Empacado al vacío:** el jamón se rebanó y se empacó en bolsas con un contenido neto de 420 g.
- 11. Almacenamiento de producto terminado:** las bolsas de jamón de cerdo empacadas al vacío se almacenaron en el cuarto Finish a una temperatura a 4 °C.

3.5.3 Preparación de salchicha Frankfurter

- 1. Limpieza e inspección pre-operativa del equipo:** antes de la elaboración de los tratamientos, se realizó una limpieza de los equipos a utilizar y del área de trabajo así como una desinfección de acuerdo al manual de Prácticas Operacionales Estandarizadas de Sanitización de Zamorano.
- 2. Pesado de ingredientes cárnicos:** se procedió al pesado individualmente de los recortes de res y cerdo y CDM en la balanza electrónica, marca Ohaus, modelo LS2000.
- 3. Pesado de ingredientes no cárnicos:** se realizó el pesado por separado de cada uno de los condimentos en la balanza de precisión marca Pelouze, modelo 10B60.
- 4. Molienda de porción magra y porción grasa:** la molienda de los recortes de res y cerdo se realizaron por separado utilizando un disco con agujeros de 0.32 cm de diámetro.
- 5. Emulsificación y mezcla de ingredientes:** se colocaron las carnes magras en la cortadora silenciosa o cutter, colocando primero los recortes de res 60/40 y CDM. Luego se adicionó las sales como la sal común, el nitrito de sodio, eritorbato de sodio y tripolifosfato de sodio. Después de un tiempo de 3 minutos se agregó la mitad de la porción de hielo y grasa (recortes de cerdo 50/50), este proceso se continuó hasta llegar a un temperatura entre 8-10 °C y se le agregó el resto del hielo y grasa y los condimentos previamente mezclados. Se dejó trabajando el cutter hasta alcanzar una consistencia pastosa.
- 6. Embutido:** al tener la pasta de cada tratamiento, se colocaron en la embutidora marca Frey Konti C120, utilizando fundas de colágeno de Teepak calibre 21, con una longitud de 12 cm y un peso aproximadamente de 80-85 g para cada salchicha.
- 7. Tratamiento térmico:** se realizó dentro del horno ahumador marca Koch en tres etapas: la etapa inicial de secado a 60 °C durante 15 minutos, luego pasa al ahumado a una temperatura de 60 °C durante 60 a 90 minutos, seguido por el procedimiento de cocción a una temperatura de 80°C durante 30 min hasta llegar a

un temperatura interna del producto de 72 °C.

8. **Enfriamiento y Refrigeración:** se bañó el producto con agua dentro del ahumador durante un tiempo de 25 a 30 minutos hasta alcanzar una temperatura de 22 °C, luego que el producto es enfriado y tiene una temperatura entre 20-22 °C se almacena en el cuarto frío a un temperatura de 4 °C por 24 horas.
9. **Empacado al vacío:** las salchichas se empacaron en bolsas con un contenido neto de 420 g.
10. **Almacenamiento de producto terminado:** las bolsas de salchicha Frankfurter empacadas al vacío se almacenaron en el cuarto Finish a una temperatura a 4 °C.

3.6 ANÁLISIS DE PH

El pH de de cada uno de los productos, salchicha Frankfurter, jamón de cerdo y chorizo Parrillero se obtuvo utilizando una emulsión con una relación de 9 mililitros de agua destilada por cada gramo de carne. Las lecturas se registraron utilizando un potenciómetro portátil Oakton. Se tomaron tres lecturas por cada tratamiento y se registró el promedio de estas para la obtención de los datos finales.

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) para cada experimento, con un arreglo factorial de tres por dos, con tres repeticiones por cada tratamiento, para un total de 18 unidades experimentales. Se realizó medidas repetidas en el tiempo a los 0, 14 y 28 días.

Se utilizó el programa “Statistical Analytical System” (SAS® versión 9.1) para analizar los datos estadísticamente. Se realizó un análisis de varianza con un modelo lineal general (GLM) y una separación de medias LSmeans entre los seis tratamientos de cada experimento en el mismo día, un nivel de significancia menor al 5 %. En cada experimento se realizó un análisis Lambda de Wilks para medidas repetidas en el tiempo y observar los factores que estaban afectando a los tratamientos a través de los días. Se realizó un análisis de residuales para evaluar la normalidad de los datos. Al final del estudio se hizo la prueba T-Student para evaluar la preferencia del mejor tratamiento de cada experimento en el estudio con el control. Los cuadros 7, 8 y 9 muestran el diseño utilizado para cada experimento.

Cuadro 7. Diseño experimental para salchicha Frankfurter.

Bloque	Sal	Día 0		Día 14		Día 28	
		Lactato de Potasio		Lactato de Potasio		Lactato de Potasio	
		0 %	1.50 %	0 %	1.50 %	0 %	1.50%
1	2.00 %	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2
	1.65 %	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4
	1.30 %	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6
2	2.00 %	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2
	1.65 %	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4
	1.30 %	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6
3	2.00 %	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2
	1.65 %	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4
	1.30 %	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6

Cuadro 8. Diseño experimental para jamón de cerdo.

Bloque	Sal	Día 0		Día 14		Día 28	
		Lactato de Potasio		Lactato de Potasio		Lactato de Potasio	
		0 %	1.50 %	0 %	1.50 %	0 %	1.50 %
1	2.00 %	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2
	1.65 %	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4
	1.30 %	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6
2	2.00 %	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2
	1.65 %	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4
	1.30 %	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6
3	2.00 %	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2
	1.65 %	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4
	1.30 %	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6

Cuadro 9. Diseño experimental para chorizo Parrillero.

Bloque	Sal	Día 0		Día 14		Día 28	
		Lactato de Potasio		Lactato de Potasio		Lactato de Potasio	
		0 %	1.50%	0 %	1.50 %	0 %	1.50 %
1	2.00 %	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2
	1.35 %	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4
	1.00 %	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6
2	2.00 %	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2
	1.25 %	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4
	1.00 %	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6
3	2.00 %	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2	TRT 1	TRT 2
	1.25 %	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4	TRT 3	TRT 4
	1.00 %	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6	TRT 5	TRT 6

3.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Para el análisis microbiológico de las muestras de salchicha Frankfurter, chorizo Parrillero y jamón de cerdo se realizó el siguiente procedimiento:

Inicialmente se pesaron 10 g de muestra en bolsas estériles que luego fueron llenadas con 90 ml de agua peptonada y agitadas durante 120 segundos en el homogenizador STOMACHER®, siendo esta la dilución 10^{-1} . Se realizó otra dilución en tubos de ensayo de 9 ml con agua peptonada, tomando 1 ml de la bolsa con la muestra y colocándolo en un tubo de 9 ml; obteniendo la dilución 10^{-2} , y así sucesivamente hasta llegar a una dilución de 10^{-4} .

A continuación de las diluciones se realizó la siembra en duplicado de cada muestra. La siembra se efectuó por medio de la técnica de vertido en plato (Pour Plate), que consiste en colocar 1 ml de la dilución en agar PCA (Plate Count Agar) para la identificación de mesófilos aerobios y VRBA (Violet Red Bile Agar), un medio no selectivo, para coliformes totales. Luego de colocar la muestra en los platos petri se homogenizaron con movimientos circulares y se esperó hasta que el medio gelificara.

Después de preparar los platos se incubaron durante 24 horas a $35 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ para los mesófilos aerobios y 48 horas a $35 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ para los coliformes totales. Después del proceso de incubación se prosiguió al conteo de las colonias encontradas en los platos y se recolectaron los datos obtenidos.

3.9 ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó un análisis sensorial afectivo para evaluar los atributos de aroma, sabor, textura, jugosidad y aceptación general en los tratamientos de cada bloque, mediante un análisis afectivo con un panel de 36 personas integrado por estudiantes de la Carrera de Agroindustria de la Escuela Agrícola Panamericana. El análisis se llevó a cabo en el Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID). Cada formulario para las pruebas fue redactado con instrucciones claras y precisas para no inducir a error. Las pruebas fueron acompañadas de limpiadores del paladar (galletas de soda y agua), con el fin de eliminar la sensación de la muestra anterior. Para la codificación de las muestras se asignaron números de tres dígitos distintos en cada tratamiento y en cada repetición para que no indujeran a error, ni conclusiones equivocadas, dudas o interpretaciones personales. Los atributos fueron evaluados con una escala hedónica de 1 a 9 para cada atributo (9= Me gusta extremadamente, 1= Me disgusta extremadamente).

Se realizó un análisis sensorial de preferencia, con 100 consumidores, entre el mejor tratamiento de cada producto y el control, codificando las dos muestras con tres dígitos cada una, para encontrar el producto preferido.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE PH

El desempeño del producto se ve afectado por estas dos sales (cloruro de sodio y lactato de potasio), que promueven el efecto bacteriostático (Armenteros 2010), y antimicrobiano, debido a que se reduce la actividad de agua y se inhibe el crecimiento de bacterias (Rodríguez 2005), esto evita una rápida acidificación en comparación con otros tratamientos que contienen menores porcentajes de sales (Begoña 2007).

En el cuadro 10 se puede observar que en el jamón de cerdo el pH desciende en menor proporción al día 28 en aquellos tratamientos que contienen mayor porcentaje de cloruro de sodio y de lactato de potasio, a comparación de aquellos que no lo contienen, dando a entender que el efecto antimicrobiano del lactato de potasio y el efecto bacteriostático del cloruro de sodio (De Wit y Rombout 1990), se observa claramente al día 28, ya que la reducción en la población bacteriana evitó la acidificación del producto

Cuadro 10. Medias de valor de pH, a través del tiempo, en jamón de cerdo.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	pH Día 0	pH Día 14	pH Día 28
		Media ± DE ^σ	Media ± DE	Media ± DE
2	1.5	6.47±0.04 ^{ax}	6.26±0.05 ^{ay}	6.06±0.11 ^{az}
2	0	6.40±0.03 ^{bx}	6.03±0.06 ^{by}	5.69±0.06 ^{cz}
1.65	1.5	6.40±0.05 ^{bx}	5.99±0.04 ^{cy}	5.76±0.03 ^{bz}
1.65	0	6.38±0.06 ^{cx}	5.89±0.02 ^{dy}	5.24±0.05 ^{ez}
1.35	1.5	6.33±0.04 ^{dx}	5.77±0.03 ^{ey}	5.58±0.02 ^{dz}
1.35	0	6.29±0.03 ^{ex}	5.68±0.06 ^{ey}	5.16±0.04 ^{fz}
*CV (%)		0.30	0.99	0.74

a-f Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-z Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

*CV Coeficiente de Variación

^σDE Desviación Estándar

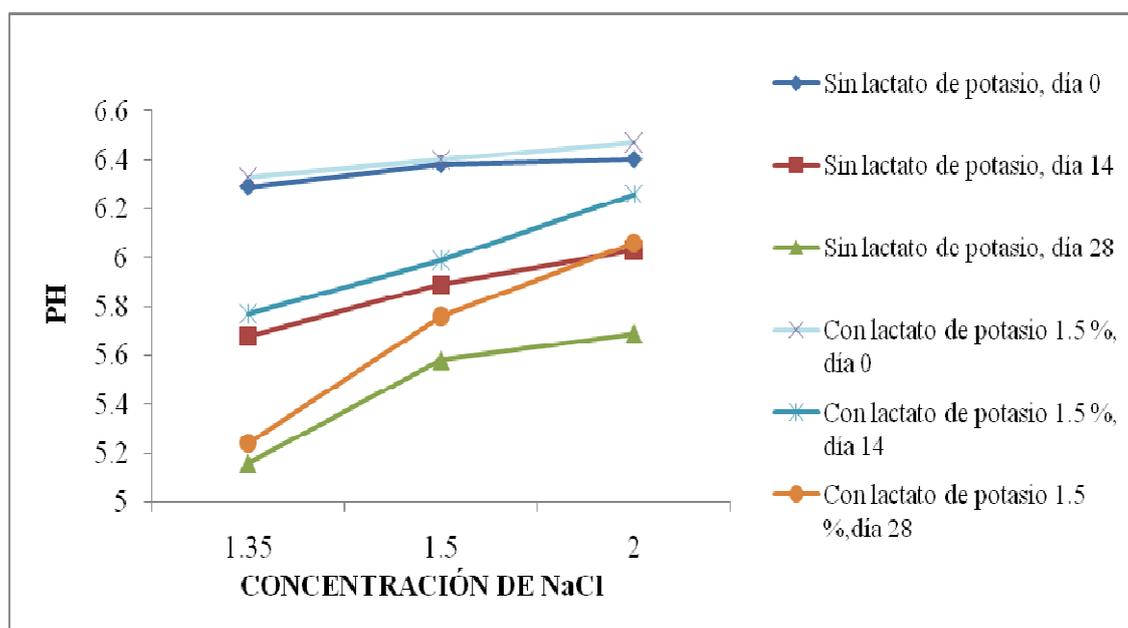


Figura 4. Influencia del lactato de potasio en las diferentes concentraciones de cloruro de sodio, a través del tiempo, en el pH del jamón de cerdo.

Nota: Separación de medias cuadro 10

En la figura 4 se observa que a partir del día 14 el lactato de potasio tiene un efecto positivo, debido al hecho de ser un agente antimicrobiano. Según Ita y Hutkins (1991), la adición de lactato de potasio, inhibe la proliferación de microorganismos, por lo tanto la acidificación microbiana del producto a lo largo de su desempeño será menor en comparación a solo utilizar cloruro de sodio. En el día 28, los tratamientos que contienen lactato de potasio tienen un pH más bajo a comparación de aquellos que no lo contienen, mostrando nuevamente el efecto positivo de lactato de potasio en evitar el deterioro del producto a través del pH.

En la elaboración de los productos emulsionados, es muy importante el orden en que se agregan los ingredientes en el momento de la mezcla, ya que primero se debe colocar las sales que prepararán la proteína para recibir la grasa que debe ser emulsionada (Girard et al. 1988).

Cuadro 11. Medias de valor de pH, a través del tiempo, en salchicha Frankfurter.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	pH Día 0	pH Día 14	pH Día 28
		Media ± DE ^σ	Media ± DE	Media ± DE
2	1.5	6.72±0.06 ^{ax}	6.30±0.08 ^{ay}	5.89±0.05 ^{az}
2	0	6.70±0.05 ^{bx}	6.20±0.05 ^{cy}	5.70±0.09 ^{cz}
1.65	1.5	6.67±0.07 ^{cx}	6.26±0.05 ^{by}	5.82±0.04 ^{bz}
1.65	0	6.30±0.06 ^{dx}	5.93±0.04 ^{ey}	5.63±0.04 ^{dy}
1.35	1.5	6.26±0.06 ^{ex}	6.09±0.04 ^{dy}	5.51±0.05 ^{ez}
1.35	0	6.20±0.03 ^{fx}	5.82±0.05 ^{fy}	5.20±0.04 ^{fz}
*CV (%)		0.98	0.89	0.71

a-f Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-z Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

*CV Coeficiente de Variación

^σDE Desviación Estándar

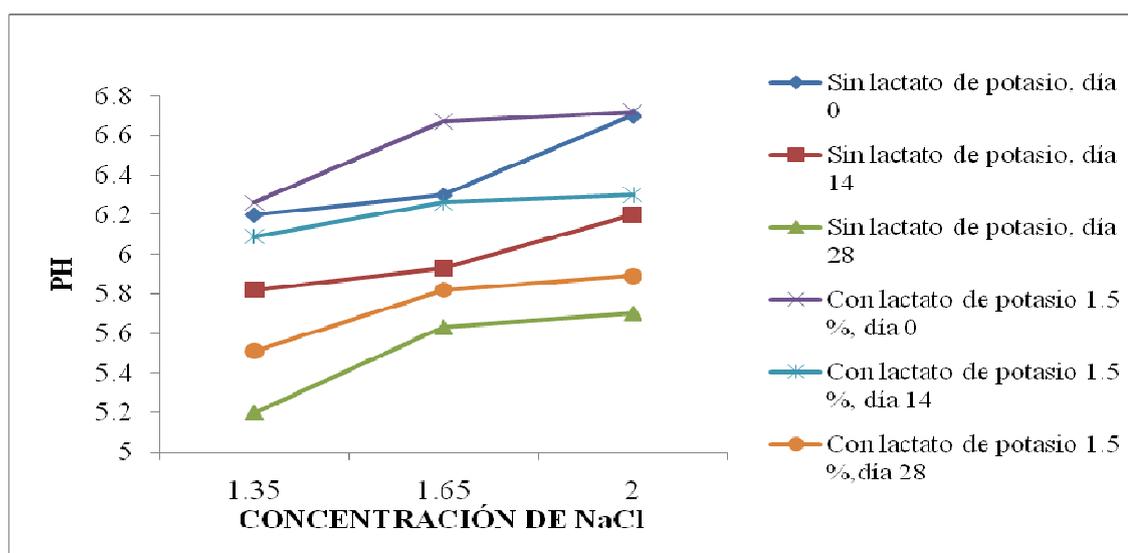


Figura 5. Influencia del lactato de potasio en las diferentes concentraciones de cloruro de sodio, a través del tiempo, en el pH de la salchicha Frankfurter.

Nota: Separación de medias cuadro 11

En la figura 5 el lactato de potasio tiene un efecto alcalinizador en la salchicha Frankfurter en el día cero por lo que podemos observar que los tratamientos que contienen lactato de potasio tienden a tener un pH más alto con respecto al tratamiento con el mismo nivel de sal pero sin lactato de potasio.

La salchicha Frankfurter presenta una reacción y comportamiento en el pH similar al jamón de cerdo, respecto a la interacción de cloruro de sodio y lactato de potasio, en donde se observa que el lactato de potasio tiene un efecto benéfico al día 28, debido al

efecto antimicrobiano que evita el ascenso del pH, a comparación de aquellos tratamientos que no lo tienen (De Wit y Rombout 1990).

En la salchicha Frankfurter los niveles de cloruro de sodio pueden ser reducidos hasta en un 0.5 % en presencia de lactato de potasio en una concentración mayor al 1%, para tener una retención de agua similar a la que se obtendría si solo se utilizaría cloruro de sodio en niveles normales (Offer y Trinick 1983).

Cuadro 12. Medias de valor de pH, a través del tiempo, en chorizo Parrillero.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	pH Día 0	pH Día 14	pH Día 28
		Media \pm DE ^o	Media \pm DE	Media \pm DE
1.5	1.5	6.74 \pm 0.03 ^{ax}	6.58 \pm 0.05 ^{ay}	6.41 \pm 0.09 ^{az}
1.5	0	6.69 \pm 0.02 ^{cx}	6.51 \pm 0.02 ^{by}	6.32 \pm 0.03 ^{bz}
1.25	1.5	6.71 \pm 0.09 ^{bx}	6.48 \pm 0.06 ^{cy}	6.24 \pm 0.02 ^{cz}
1.25	0	6.64 \pm 0.03 ^{dx}	6.44 \pm 0.02 ^{dy}	6.22 \pm 0.03 ^{dz}
1	1.5	6.55 \pm 0.05 ^{ex}	6.34 \pm 0.07 ^{ey}	6.13 \pm 0.05 ^{fz}
1	0	6.39 \pm 0.02 ^{fx}	6.33 \pm 0.03 ^{ex}	6.02 \pm 0.02 ^{ey}
*CV (%)		0.11	0.10	0.06

a-f Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-z Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

*CV Coeficiente de Variación

^oDE Desviación Estándar

En los productos mezclados como el chorizo Parrillero, se observa el mismo efecto de la sal en la preparación de la proteína para la retención de agua, que ayudará como función bacteriostática (Hamm 1981).

En el cuadro 12 se puede observar el efecto de alcalinizado del lactato de potasio en el día cero, por otra parte observamos que el lactato de potasio tiene influencia en los tratamientos de manera positiva. Sin embargo, podemos ver una inclinación muy notable del tratamiento con 1% de cloruro de potasio sin lactato de potasio que tiende a mantener un pH estable a través del tiempo, debido a que este producto contiene alto porcentaje de carne de cerdo, la cual tiene mayor facilidad para la retención de agua que la carne de res, por esto es que puede ser eficiente en porcentajes bajos de cloruro de sodio.

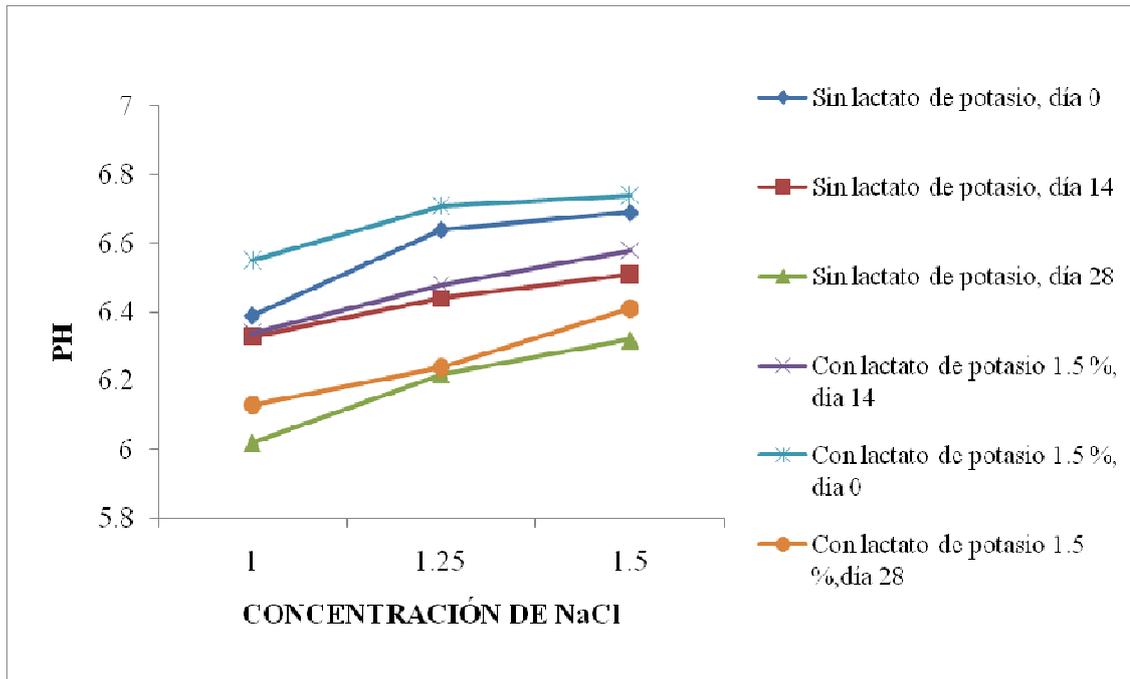


Figura 6. Influencia del lactato de potasio en las diferentes concentraciones de cloruro de sodio, a través del tiempo, en el pH en el chorizo Parrillero.

Nota: Separación de medias cuadro 12

En la figura 6 se observa que el chorizo Parrillero tiene un comportamiento similar en el pH al de los dos productos anteriores, a través del tiempo, reconfirmando que el lactato de potasio en interacción con el cloruro de sodio nos permite alcanzar una conservación de pH mejor que solo con el cloruro de sodio.

4.2 RENDIMIENTO

Según Terrell (1983), los productos cárnicos reducidos en sodio, pero con un porcentaje de agua agregada alta deben contener otros aditivos que permitan la retención de la misma, ya que la principal funcionalidad del cloruro de sodio en productos cárnicos es la retención de agua que permite obtener mejores rendimientos. De esta forma se puede observar el mismo mecanismo de menor rendimiento en los tres productos con tratamientos de menores concentraciones de cloruro de sodio y lactato de potasio, según Hamm (1986), donde nos explica que el ión Cl^- es el principal responsable de en la expansión de las miofibrillas debido a la carga negativa que permite el ingreso del agua y su posterior retención e hinchamiento, razón por la cual se obtienen mejores rendimientos en aquellos tratamientos que contienen porcentajes de cloruro de sodio más elevados.

En el cuadro 13 el jamón de cerdo con los porcentajes de cloruro de sodio de 2 % y 1.65 %, no muestran diferencias en el uso de lactato de potasio en el mismo nivel de cloruro de sodio, por lo tanto a esta concentración de cloruro de sodio no es conveniente la adición de lactato de potasio, en concentraciones menores la aplicación del lactato de potasio si es benéfico.

Cuadro 13. Medias de porcentaje de rendimientos en jamón de cerdo.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	% Rendimiento en peso	
		Media	DE ^o
2	1.5	83.94±	1.61 ^a
2	0	84.48±	0.55 ^a
1.65	1.5	79.02±	0.92 ^b
1.65	0	78.07±	1.50 ^b
1.35	1.5	73.69±	1.86 ^c
1.35	0	64.80±	10.18 ^d
*CV (%)		5.60	

a-d Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

*CV Coeficiente de Variación

^oDE Desviación Estándar.

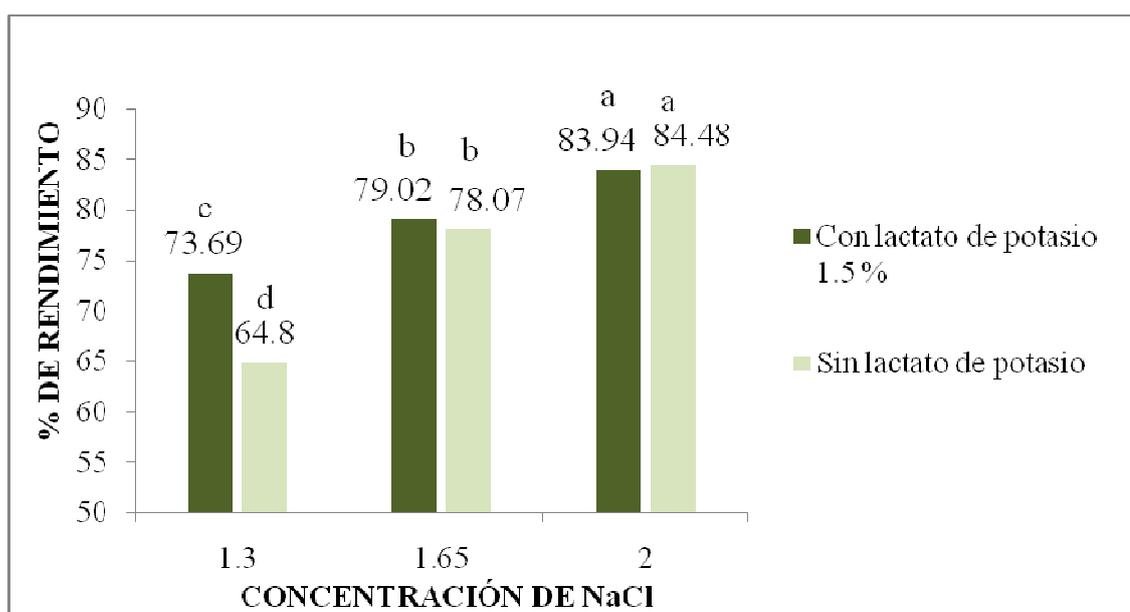


Figura 7. Rendimiento de cocción de jamón de cerdo.

En la figura 7 se observa que el lactato de potasio no es un factor que brinda efecto benéficos muy visibles, solo en el caso de concentraciones bajas de sal como la de 1.30 % de cloruro de sodio y 1.5 % de lactato de potasio, dando a entender que este puede potenciar rendimientos a bajos niveles de concentración de cloruro de sodio.

Este bajo rendimiento en el jamón es debido a que este es un producto reestructurado, por lo tanto tiene un área superficial menor, conllevando una menor preparación de proteína, reduciendo el rendimiento, por otra parte en este experimento el masajeado se dio con cantidad reducidas de muestra, por lo que la extracción de miosina en por efecto del

golpeo no fue muy eficiente (Terrell 1986).

Cuadro 14. Medias de porcentaje de rendimiento en salchicha Frankfurter.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	% Rendimiento en peso
		Media \pm DE ^o
2	1.5	83.51 \pm 0.28 ^a
2	0	82.90 \pm 1.75 ^a
1.65	1.5	84.87 \pm 0.33 ^a
1.65	0	82.96 \pm 0.36 ^a
1.35	1.5	81.47 \pm 0.26 ^{ab}
1.35	0	80.90 \pm 1.74 ^b
*CV (%)		1.33

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

*CV Coeficiente de Variación

^oDE Desviación Estándar.

En el cuadro 14 la salchicha Frankfurter no muestra diferencia en el rendimiento como con los otros experimentos, sin embargo, siempre mantiene la inclinación a menores rendimientos a menos cloruro de sodio. Esto se debe al tipo de procesamiento que tiene la salchicha Frankfurter, tiene tiempo priorizado para la preparación de la proteína, es por esto que se añade en primer lugar el cloruro de sodio y todas las sales, por otra parte la formulación de esta salchicha contiene mayor cantidad de sales, por lo tanto es más difícil percibir cambios radicales a partir de la variación de un 15 % de cloruro de sodio.

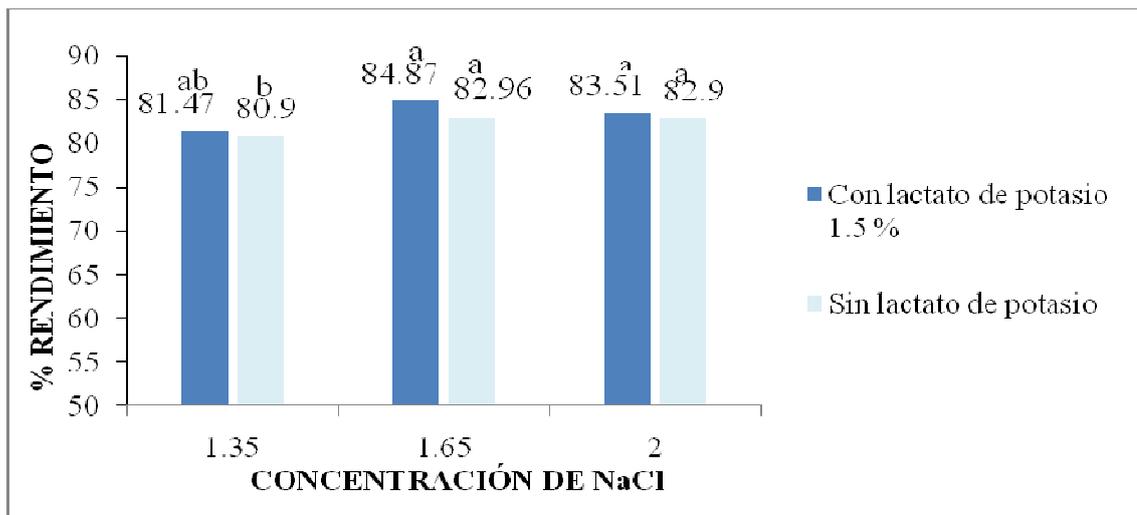


Figura 8. Rendimiento de cocción de salchicha Frankfurter.

En la figura 8, se observa que el lactato de potasio no tiene una influencia significativa en este producto, por lo que el factor principal que influye en el rendimiento son los porcentajes de cloruro de sodio, por lo que no se justifica el uso de lactato de potasio en la salchicha Frankfurter.

Según Ruusunen y Puolanne (2004), la adición de lactato de potasio en concentraciones de 1.5 % puede brindar un comportamiento lineal en el rendimiento, cuando las concentraciones de cloruro de sodio son superiores al 2 %, de lo contrario el comportamiento del rendimiento está dado por el porcentaje del cloruro de sodio, lo cual no se pudo observar en este experimento debido a que se trabajó con concentraciones menores (Cuadro 15).

Cuadro 15. Medias de porcentaje de rendimiento en chorizo Parrillero

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	% Rendimiento en peso
		Media \pm DE $^{\sigma}$
1.5	1.5	89.68 \pm 0.88 ^a
1.5	0	87.90 \pm 0.61 ^a
1.25	1.5	88.07 \pm 0.77 ^a
1.25	0	85.73 \pm 1.18 ^{ab}
1	1.5	83.10 \pm 1.77 ^b
1	0	81.36 \pm 1.22 ^b
*CV (%)		2.01

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

*CV Coeficiente de Variación

DE σ Desviación Estándar.

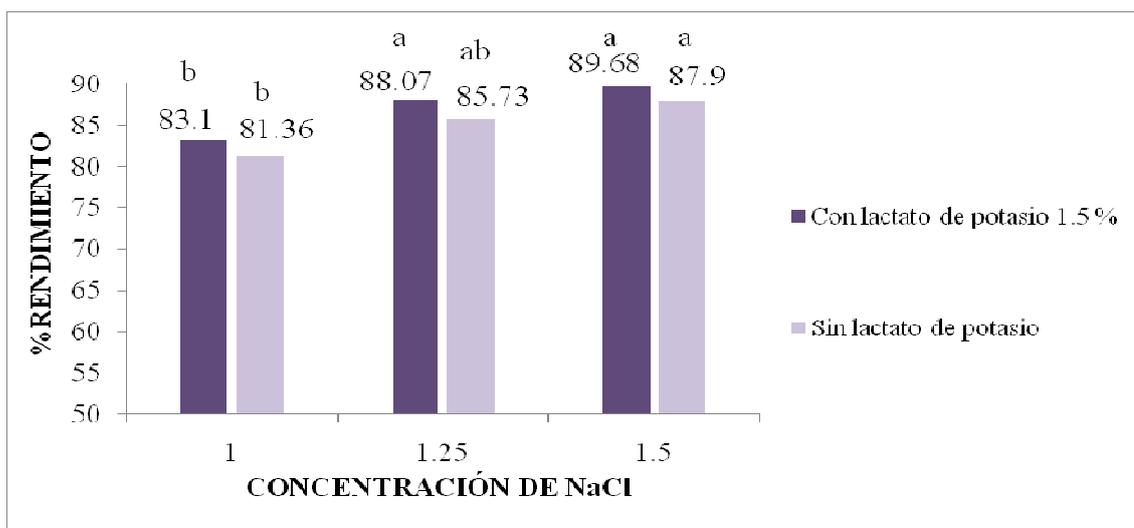


Figura 9. Rendimiento de cocción de chorizo Parrillero.

4.3 PURGA

La purga al igual que el rendimiento es afectado por los niveles de cloruro de sodio, pero en este caso la purga se ve afectada a lo largo del desempeño del producto, como se puede observar en el cuadro 16, a menor nivel de cloruro de sodio y lactato de potasio, la purga es mayor en los tres productos.

Cuadro 16. Medias de porcentaje en purga a través del tiempo en jamón de cerdo.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	% Purga	% Purga
		Día 14	Día 28
		Media ± DE ^σ	Media ± DE
2	1.5	1.10±0.02 ^{ax}	5.53±0.04 ^{ay}
2	0	1.34±0.02 ^{bx}	6.02±0.05 ^{by}
1.65	1.5	1.49±0.02 ^{cx}	6.01±0.04 ^{by}
1.65	0	1.64±0.04 ^{dx}	6.98±0.04 ^{cy}
1.35	1.5	1.81±0.02 ^{ex}	7.77±0.04 ^{dy}
1.35	0	2.09±0.04 ^{fx}	8.10±0.04 ^{ey}
*CV (%)		0.75	0.15

a-f Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

*CV Coeficiente de Variación

^σDE Desviación Estándar

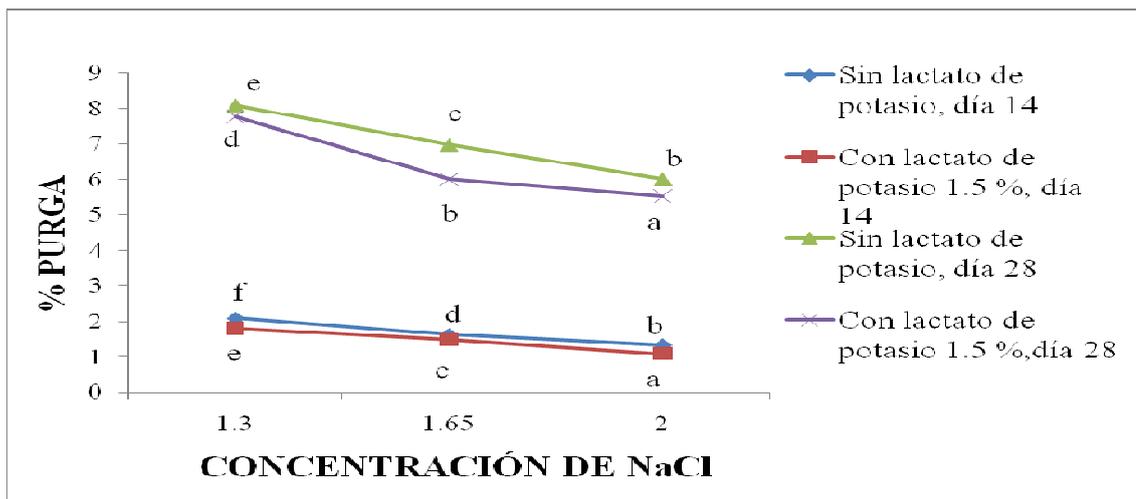


Figura 10. Influencia del lactato de potasio en las diferentes concentraciones de cloruro de sodio, a través del tiempo, en la purga del jamón de cerdo.

a-f Medias diferentes en días diferentes son estadísticamente distintas (P<0.05).

En la figura 10 se puede observar la influencia del lactato de potasio en la reducción de purga en el jamón de cerdo, por lo que si se desean reducir niveles de sal en el jamón de cerdo se debe aplicar lactato de potasio, para reducir la purga a niveles más notables al día 28.

Según Crehan et al. (2000), es posible reducir niveles de cloruro de sodio desde 2 % hasta 1 %, con la adición de lactato de potasio en un 1 %, y así obtener una reducción en los niveles de purga, lo cual no se pudo observar en este estudio debido a que los porcentajes de cloruro de sodio se encontraban por debajo del 2 % (Cuadro 17).

Cuadro 17. Medias de porcentaje en purga a través del tiempo en salchicha Frankfurter.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	% Purga	% Purga
		Día 14	Día 28
		Media \pm DE ^o	Media \pm DE
2	1.5	0.60 \pm 0.09 ^{ax}	1.20 \pm 0.60 ^{ay}
2	0	0.78 \pm 0.16 ^{ax}	1.38 \pm 0.10 ^{ax}
1.65	1.5	1.05 \pm 0.72 ^{bx}	2.50 \pm 0.09 ^{by}
1.65	0	1.20 \pm 0.14 ^{bx}	2.64 \pm 0.19 ^{by}
1.35	1.5	2.23 \pm 0.10 ^{cx}	3.00 \pm 0.17 ^{cy}
1.35	0	2.44 \pm 0.08 ^{cx}	3.09 \pm 0.09 ^{cy}
*CV (%)		21.50	12.70

a-c Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

*CV Coeficiente de Variación

^oDE Desviación Estándar

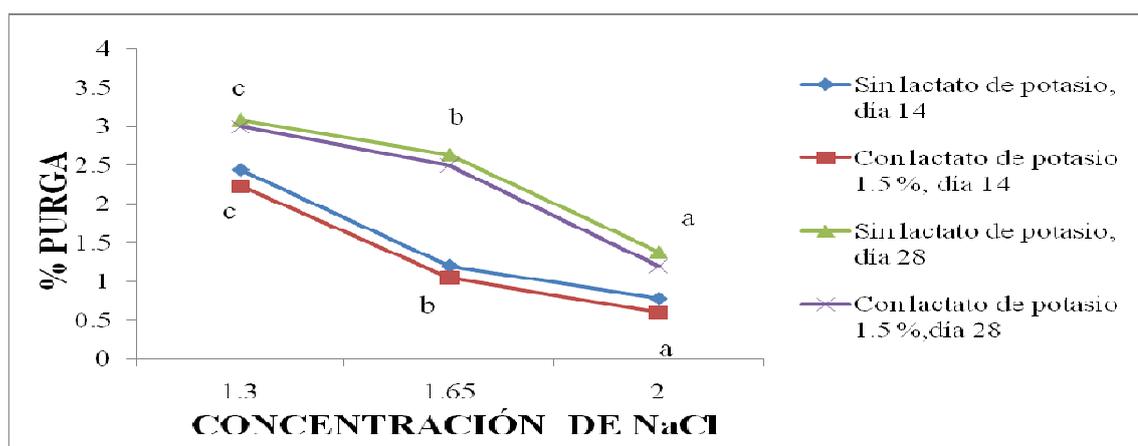


Figura 11. Influencia del lactato de potasio en las diferentes concentraciones de cloruro de sodio, a través del tiempo, en la purga de la salchicha Frankfurter.

a-c Medias diferentes en días diferentes son estadísticamente distintas (P<0.05).

En la salchicha Frankfurter se observa que la purga se incrementa a menor porcentaje de cloruro de sodio, por la explicación dada anteriormente sobre los productos emulsionados, sin embargo podemos ver a través de la figura 11 que el lactato de potasio no juega un papel muy relevante en la purga, sólo cobra importancia en el día 28 en porcentaje más alto de cloruro de potasio, dando a entender que podría cumplir una función de potenciador del cloruro de sodio más que sustituto parcial.

Cuadro 18. Medias de porcentaje en purga a través del tiempo en chorizo Parrillero.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	% Purga	% Purga
		Día 14	Día 28
		Media ± DE ^σ	Media ± DE
1.5	1.5	0.91±0.03 ^{ax}	1.95±0.07 ^{ay}
1.5	0	1.59±0.02 ^{bx}	2.86±0.04 ^{by}
1.25	1.5	1.58±0.04 ^{cx}	3.72±0.09 ^{cy}
1.25	0	1.82±0.03 ^{dx}	4.15±0.06 ^{dy}
1	1.5	2.11±0.05 ^{ex}	6.11±0.04 ^{ey}
1	0	2.75±0.03 ^{fx}	7.78±0.03 ^{fy}
*CV (%)		1.02	1.49

a-f Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

*CV Coeficiente de Variación

^σDE Desviación Estándar

En chorizo Parrillero se puede discutir que el lactato de potasio juega un rol importante para obtener purgas menores a los 28 días, pero esta función se ve más influenciada por el cloruro de sodio.

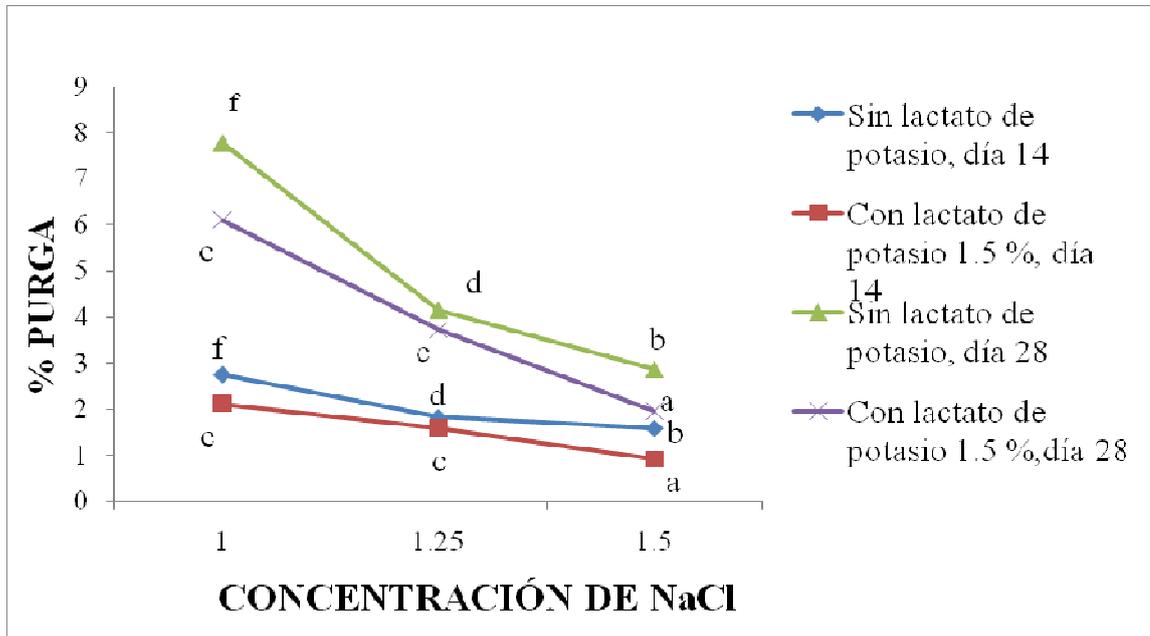


Figura 12. Influencia del lactato de potasio en las diferentes concentraciones de cloruro de sodio, a través del tiempo, en la purga del chorizo Parrillero.
a-f Medias diferentes en días diferentes son estadísticamente distintas ($P < 0.05$).

En la figura 12 podemos observar como el lactato de potasio influye en la reducción de purga al igual que el cloruro de sodio.

4.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

La preservación de la vida útil es de vital importancia en los productos cárnicos y sobre todo cuando existen reducciones en las concentraciones de cloruro de sodio. En el cuadro 19 podemos observar que el lactato de potasio tiene un efecto benéfico en reducir población microbiana, y su efecto es mayor a niveles más elevados de cloruro de sodio, resultados que concuerdan con los estudios realizados por Madril y Sofos (1985). Según Terrell (1983), con una reducción desde un 60 % de cloruro de sodio hasta un 1.5 % se observa un incremento en la población de *Lactobacillus* spp, lo cual no se pudo observar en este estudio ya que no se alcanzaron estos niveles de reducción. Sin embargo hay que tener en cuenta que existe una interacción significativa entre nitrito y cloruro de sodio (Collins 1997).

Cuadro 19. Medias de Aerobios mesófilos totales (Log10 UFC/g y Coliformes totales, día 28 en jamón de cerdo.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	Aerobios totales	Coliformes totales (Log10
		(Log10 UFC/g)	UFC/g)
		Media ± DE ^o	Media ± DE (NS)
2	1.5	2.57±0.08 ^a	<1.00
2	0	2.59±0.05 ^b	<1.00
1.65	1.5	2.65±0.06 ^c	<1.00
1.65	0	2.73±0.02 ^d	<1.00
1.35	1.5	2.79±0.01 ^d	<1.00
1.35	0	2.87±0.07 ^e	<1.00

*CV (%)

1.93

a-e Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

NS No es significativo.

*CV Coeficiente de Variación

^oDE Desviación Estándar

Como se puede observar en el cuadro 19 en el análisis microbiológico del jamón de cerdo hay una menor población microbiana en los tratamientos con niveles más elevados de cloruro de sodio y lactato de potasio, esto se debe a que el lactato de potasio ayuda a potenciar la capacidad antimicrobiana y evita la proliferación rápida de bacteria. (De Wit y Rombout 1990; Ita y Hutkins 1991).

Cuadro 20. Medias de Aerobios mesófilos totales (Log10 UFC/g y Coliformes totales, día 28 en salchicha Frankfurter.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	Aerobios totales (Log10 UFC/g)	Coliformes totales (Log10 UFC/g)
		Media ± DE σ	Media ± DE σ (NS)
2	1.5	2.59±0.06 ^b	<1.00
2	0	2.56±0.06 ^a	<1.00
1.65	1.5	2.56±0.03 ^a	<1.00
1.65	0	2.63±0.02 ^c	<1.00
1.35	1.5	2.86±0.12 ^c	<1.00
1.35	0	2.74±0.04 ^d	<1.00
*CV (%)		2.7	

a-d Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

CV Coeficiente de Variación

DE σ Desviación Estándar

En el cuadro 20 muestra que la salchicha Frankfurter también presentó beneficios en la reducción de población microbiana frente a la presencia de lactato de potasio, dando a entender que si se quiere reducir niveles de cloruro de sodio, se debe hacer en presencia de lactato de potasio para mejorar la calidad microbiana.

Cuadro 21. Medias de Aerobios mesófilos totales (Log10 UFC/g y Coliformes totales, día 28 en chorizo Parrillero.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	Aerobios totales (Log10 UFC/g)	Coliformes totales (Log10 UFC/g)
		Media ± DE σ	Media ± DE (NS)
1.5	1.5	2.30±0.00 ^a	<1.00
1.5	0	2.35±0.15 ^b	<1.00
1.25	1.5	2.42±0.04 ^c	<1.00
1.25	0	2.59±0.05 ^d	<1.00
1	1.5	2.59±0.05 ^d	<1.00
1	0	2.65±0.05 ^e	<1.00
*CV (%)		2.88	

a-e Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

*CV Coeficiente de Variación

^oDE Desviación Estándar

En el cuadro 21 se observó que al igual que los anteriores dos experimentos el chorizo Parrillero muestra mejores resultados microbiológicos en los tratamientos con mayor concentración de cloruro de potasio, jugando un papel potenciador en la inhibición de proliferación de carga microbiana en los productos cárnicos (De Wit y Rombout 1990; Ita y Hutkins 1991).

4.5 ANÁLISIS SENSORIAL

Al realizar el análisis sensorial afectivo, en los tres productos, se determinó que los resultados de algunos atributos no serían reportados debido a que se obtuvo una probabilidad del modelo mayor al 5 % ($P > 0.05$), lo cual nos dice que el modelo no brindó fortaleza para la predicción de datos, por lo tanto no puede ser tomado como base de referencia en estudios posteriores.

Sin embargo hubieron atributos que fueron reportados debido a que existió significancia entre los tratamientos y las respuestas obtenidas de los panelistas ($P < 0.05$), permitiendo predecir el efecto de los tratamientos en las respuestas.

4.5.1 Jamón de cerdo

En el análisis sensorial afectivo del jamón de cerdo, los datos de los atributos de aroma, sabor y aceptación general no fueron reportados debido a que la probabilidad del modelo fue mayor al 5 % ($P > 0.05$), sin embargo se puede observar que a pesar de tener una probabilidad mayor al 5 %, se obtuvo coeficientes de variación menores al 30 %, dando a entender que el experimento fue dirigido de forma adecuada.

Cuadro 22. Resultado estadístico del análisis sensorial afectivo de jamón de cerdo.

		Día 0	Día 14	Día 28
AROMA	*CV (%)	29.95	22.95	25.88
	**P > F	0.5	0.86	0.95
	***R ²	0.01	0.02	0.06
SABOR	CV (%)	29.67	21.95	23.39
	P > F	0.75	0.35	0.97
	R ²	0.01	0.02	0.05
ACEPTACIÓN GENERAL	CV (%)	29.9	16.94	16.98
	P > F	0.29	0.16	0.91
	R ²	0.02	0.03	0.08

*CV Coeficiente de variación

**P > F Probabilidad del modelo

***R² Ajuste al modelo lineal

Los atributos textura, color y jugosidad, tienen una probabilidad significativa y un R^2 que se ajusta a un modelo lineal, por lo cual, discutimos de acuerdo a estos resultados.

Cuadro 23. Medias para el atributo sensorial textura para jamón de cerdo.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	Textura Día 0	Textura Día 14	Textura Día 28
		Media \pm DE σ	Media \pm DE σ NS	Media \pm DE σ NS
2	1.5	6.57 \pm 1.11 ^{ax}	6.03 \pm 1.15 ^x	5.97 \pm 0.87 ^x
2	0	5.76 \pm 1.00 ^{bx}	6.14 \pm 1.16 ^x	5.56 \pm 0.69 ^y
1.65	1.5	6.03 \pm 0.89 ^{bx}	6.00 \pm 1.20 ^x	6.15 \pm 0.86 ^x
1.65	0	5.95 \pm 1.14 ^{bx}	5.93 \pm 1.14 ^{xy}	5.94 \pm 0.79 ^y
1.35	1.5	5.60 \pm 1.15 ^{bx}	6.30 \pm 1.10 ^x	5.63 \pm 0.81 ^x
1.35	0	5.67 \pm 0.98 ^{bx}	6.03 \pm 0.96 ^y	5.65 \pm 0.73 ^z
*CV (%)		17.72	18.41	19.71

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-z Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

NS No es significativo (P > 0.05)

*CV Coeficiente de Variación

^oDE Desviación Estándar

En el cuadro 23 podemos observar que los panelistas pudieron encontrar diferencia en la textura frente a la mayor presencia de sales en el producto, en donde la relación entre la textura está directamente relacionada a la capacidad de retención de agua, mayor retención debido a mayor presencia de sales, brinda una mejor textura (Desmond 2006).

Cuadro 24. Medias para el atributo sensorial color para jamón de cerdo.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	Color Día 0	Color Día 14	Color Día 28
		Media \pm DE σ	Media \pm DE σ NS	Media \pm DE σ NS
2	1.5	6.16 \pm 1.60 ^{abx}	6.39 \pm 1.55 ^y	6.47 \pm 1.52 ^y
2	0	5.41 \pm 1.70 ^{bx}	6.32 \pm 1.23 ^x	6.32 \pm 1.40 ^x
1.65	1.5	5.52 \pm 1.75 ^{bx}	5.81 \pm 1.36 ^x	6.10 \pm 1.44 ^x
1.65	0	5.03 \pm 1.89 ^{cx}	6.05 \pm 1.46 ^x	6.12 \pm 1.64 ^x
1.35	1.5	5.96 \pm 1.93 ^{bx}	6.12 \pm 1.40 ^y	6.10 \pm 1.57 ^y
1.35	0	4.83 \pm 1.89 ^{bx}	6.10 \pm 1.51 ^y	5.92 \pm 1.61 ^y
*CV (%)		26.50	23.25	24.92

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

NS No es significativo (P > 0.05)

*CV Coeficiente de Variación

°DE Desviación Estándar

Como podemos observar en el cuadro 24, las personas pudieron distinguir diferencia en el color, obteniendo mejores calificaciones aquellos tratamientos los que contienen lactato de potasio. Debido a que el lactato de potasio ayuda a incrementar las propiedades sensoriales de un producto, tanto textura, color y aroma a lo largo de su vida de anaquel (Seyfert et al. 2006).

Cuadro 25. Medias para el atributo sensorial jugosidad para jamón de cerdo.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	Jugosidad Día 0	Jugosidad Día 14	Jugosidad Día 28
		Media \pm DE σ NS	Media \pm DE σ	Media \pm DE σ
2	1.5	5.66 \pm 2.00 ^x	6.80 \pm 1.06 ^{axy}	6.37 \pm 0.87 ^{ay}
2	0	5.62 \pm 0.02 ^x	6.00 \pm 1.30 ^{ax}	5.88 \pm 0.86 ^{ax}
1.65	1.5	6.30 \pm 1.98 ^x	5.91 \pm 1.08 ^{by}	5.79 \pm 0.69 ^{by}
1.65	0	6.75 \pm 1.76 ^x	5.92 \pm 0.97 ^{by}	5.70 \pm 0.79 ^{bx}
1.35	1.5	6.56 \pm 1.70 ^x	5.08 \pm 1.41 ^{cx}	5.92 \pm 0.81 ^{bx}
1.35	0	4.78 \pm 1.77 ^x	5.72 \pm 1.28 ^{cx}	5.51 \pm 0.73 ^{cx}
*CV (%)		31.65	20.13	24.52

a-c Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

NS No es significativo (P > 0.05)

*CV Coeficiente de Variación

°DE Desviación Estándar

Podemos observar en el cuadro 25 que la jugosidad se ve afectada a menores niveles de cloruro de potasio, hasta un punto que los panelistas fueron capaces de distinguir cambios en la jugosidad, ya que a menor presencia de sal, menor será la retención de agua, por lo tanto la jugosidad será menor.

4.5.2 Salchicha Frankfurter

Al igual que en el anterior experimento, los panelistas no se pudieron ajustar al modelo, en la mayoría de los días evaluados, sin embargo los datos reportados, fueron de todos los atributos, pero de un día en particular de cada uno.

Cuadro 26. Medias para el atributo sensorial color para la salchicha Frankfurter.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	Color Día 0	Color Día 14	Color Día 28
		Media \pm DE σ NS	Media \pm DE σ	Media \pm DE σ
2	1.5	6.06 \pm 1.49 ^x	6.32 \pm 1.63 ^{axy}	6.65 \pm 1.98 ^{ay}
2	0	6.09 \pm 1.63 ^x	6.40 \pm 1.52 ^{ax}	6.52 \pm 1.57 ^{ax}
1.65	1.5	6.17 \pm 1.39 ^x	6.29 \pm 1.32 ^{aby}	5.94 \pm 1.22 ^{aby}
1.65	0	6.32 \pm 1.45 ^x	5.81 \pm 1.86 ^{bx}	5.38 \pm 2.14 ^{bx}
1.35	1.5	5.99 \pm 1.57 ^x	6.43 \pm 1.67 ^{ax}	6.41 \pm 1.95 ^{ax}
1.35	0	6.16 \pm 1.49 ^x	5.38 \pm 1.80 ^{bx}	5.72 \pm 1.90 ^{bx}
*CV (%)		24.63	26.50	30.42

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

NS No es significativo (P > 0.05)

*CV Coeficiente de Variación

^oDE Desviación Estándar

Como podemos observar en el cuadro 26, los panelistas pudieron distinguir diferencias en color en aquellos tratamientos que no contienen lactato de potasio y en menores niveles de cloruro de sodio, reforzando la teoría de que el lactato de potasio ayuda a mejorar el color a lo largo del desempeño del producto (Kim et al. 2008).

Cuadro 27. Medias para el atributo sensorial aroma para salchicha Frankfurter.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	Aroma Día 0	Aroma Día 14	Aroma Día 28
		Media \pm DE σ NS	Media \pm DE σ NS	Media \pm DE σ
2	1.5	6.01 \pm 1.48 ^x	6.32 \pm 1.35 ^x	6.08 \pm 1.48 ^{ax}
2	0	5.99 \pm 1.22 ^x	6.21 \pm 1.67 ^x	6.46 \pm 1.57 ^{ay}
1.65	1.5	6.26 \pm 1.16 ^y	6.28 \pm 1.55 ^x	5.72 \pm 1.82 ^{aby}
1.65	0	5.94 \pm 1.53 ^x	6.21 \pm 1.57 ^x	5.69 \pm 1.58 ^{by}
1.35	1.5	6.24 \pm 1.58 ^x	6.44 \pm 1.42 ^x	5.88 \pm 1.81 ^{bx}
1.35	0	6.12 \pm 1.30 ^x	6.05 \pm 1.39 ^x	5.38 \pm 1.46 ^{by}
*CV (%)		22.84	24.02	27.91

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

NS No es significativo (P > 0.05)

*CV Coeficiente de Variación

°DE Desviación Estándar

Los panelistas percibieron cambios en el aroma en aquellos tratamientos que tenían menor porcentaje de cloruro de sodio y no encontraron diferencias a través del uso de lactato de potasio, esto se debe a que los lactatos poseen perfiles aromáticos más suaves en comparación de los acetatos, lo que permite el uso de lactatos en los alimentos sin percibir cambios organolépticos (Rodríguez 2005).

Cuadro 28. Medias para el atributo sensorial textura para salchicha Frankfurter.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	Textura Día 0	Textura Día 14	Textura Día 28
		Media \pm DE σ NS	Media \pm DE σ NS	Media \pm DE σ
2	1.5	5.93 \pm 1.76 ^x	6.54 \pm 1.54 ^x	6.16 \pm 1.84 ^{ax}
2	0	6.23 \pm 1.31 ^x	6.12 \pm 1.97 ^y	5.77 \pm 2.21 ^{by}
1.65	1.5	6.37 \pm 1.39 ^x	6.59 \pm 1.31 ^y	6.38 \pm 1.25 ^{ax}
1.65	0	5.94 \pm 1.87 ^x	6.39 \pm 1.35 ^x	5.82 \pm 1.33 ^{bx}
1.35	1.5	6.26 \pm 1.87 ^x	6.55 \pm 1.57 ^{xy}	6.63 \pm 1.55 ^{ay}
1.35	0	6.26 \pm 1.59 ^x	6.06 \pm 1.40 ^x	5.66 \pm 1.49 ^{bx}
*CV (%)		26.80	24.24	26.82

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

NS No es significativo (P > 0.05)

*CV Coeficiente de Variación

°DE Desviación Estándar

Los panelistas al día 28 prefirieron los tratamientos que contenían lactato de potasio según se puede observar en el cuadro 28, debido a que el lactato ayudó a retener agua lo cual influyó en una mejor textura en el producto.

Cuadro 29. Medias para aceptación general a través del tiempo en salchicha Frankfurter.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	Aceptación general	Aceptación general	Aceptación general
		Día 0	Día 14	Día 28
		Media \pm DE σ	Media \pm DE σ	Media \pm DE σ
		NS	NS	
2	1.5	6.59 \pm 1.38 ^x	6.81 \pm 1.29 ^x	6.80 \pm 1.45 ^{ax}
2	0	6.72 \pm 1.31 ^x	6.66 \pm 1.27 ^x	6.66 \pm 1.03 ^{ax}
1.65	1.5	6.58 \pm 1.19 ^x	6.95 \pm 1.21 ^y	6.80 \pm 1.20 ^{axy}
1.65	0	6.37 \pm 1.78 ^{xy}	6.65 \pm 1.75 ^x	6.16 \pm 1.69 ^{by}
1.35	1.5	6.62 \pm 1.81 ^x	6.72 \pm 1.49 ^x	6.47 \pm 1.32 ^{ax}
1.35	0	6.50 \pm 1.48 ^x	6.44 \pm 1.32 ^x	6.15 \pm 1.26 ^{bx}
*CV (%)		23.04	20.94	20.56

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

NS No es significativo (P > 0.05).

*CV Coeficiente de Variación

°DE Desviación Estándar

Dentro de la aceptación general podemos observar en la salchicha Frankfurter los panelistas calificaron de mejor forma aquellos tratamientos que contenían lactato de potasio, reconfirmando que el lactato de potasio goza de la cualidad de potenciador de sabor, ayudando a enaltecer el sabor de manera benéfica (Lawrence et al. 2003).

4.5.3 Chorizo Parrillero

En el análisis sensorial afectivo del chorizo Parrillero, los datos de los atributos de sabor, color, jugosidad y aceptación general no fueron reportados debido a que la probabilidad del modelo fue mayor al 5 % ($P > 0.05$). Sin embargo, se puede observar que a pesar de tener una probabilidad mayor al 5 %, se obtuvo coeficientes de variación menores al 30 %, dando a entender que el experimento fue dirigido de forma adecuada, como se puede observar en el cuadro 30.

Cuadro 30. Resultado estadístico del análisis sensorial afectivo de chorizo Parrillero.

		Día 0	Día 14	Día 28
SABOR	*CV (%)	28.85	21.05	23.64
	** R ²	0.03	0.04	0.02
	***P > F	0.23	0.11	0.54
COLOR	CV (%)	29.61	23.11	22.45
	R ²	0.03	0.01	0.01
	P > F	0.18	0.81	0.94
JUGOSIDAD	CV (%)	27.20	19.19	22.01
	R ²	0.01	0.01	0.03
	P > F	0.23	0.87	0.81
ACEPTACIÓN GENERAL	CV (%)	29.90	16.94	16.98
	R ²	0.02	0.03	0.01
	P > F	0.29	0.16	0.91

*CV Coeficiente de variación

**R² Ajuste al modelo lineal

***P > F Probabilidad del modelo

Los atributos aroma y textura, tienen una probabilidad significativa y un R² que se ajusta a un modelo lineal, por lo cual, discutimos de acuerdo a estos resultados.

Cuadro 31. Medias para el atributo sensorial aroma para chorizo Parrillero.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	Aroma Día 0	Aroma Día 14	Aroma Día 28
		Media \pm DE ^o	Media \pm DE (NS)	Media \pm DE (NS)
1.50	1.5	5.97 \pm 1.75 ^{ax}	6.06 \pm 1.70 ^y	6.04 \pm 1.05 ^{xy}
1.50	0	5.77 \pm 1.56 ^{ax}	6.35 \pm 1.79 ^x	5.83 \pm 1.18 ^x
1.25	1.5	5.32 \pm 1.68 ^{ax}	5.65 \pm 2.04 ^x	5.30 \pm 1.30 ^x
1.25	0	5.74 \pm 1.60 ^{ax}	5.85 \pm 2.03 ^x	6.07 \pm 1.10 ^x
1	1.5	5.00 \pm 1.82 ^{bx}	6.19 \pm 1.55 ^x	5.87 \pm 0.92 ^x
1	0	4.87 \pm 1.56 ^b	5.77 \pm 1.65 ^x	5.65 \pm 1.05 ^x
*CV (%)		31.19	29.66	19.19

a-b Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-y Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

NS No es significativo (P > 0.05)

*CV Coeficiente de Variación

^oDE Desviación Estándar

Los panelistas pudieron percibir cambios aromáticos en el chorizo, sin embargo esto no fue dependiente del lactato de potasio, sino que al cambio en el porcentaje de cloruro de sodio. Esto pudo deberse a que los lactatos poseen un perfil aromático más suave en comparación si se utilizara acetatos, lo cual permite utilizar mayor cantidad de lactatos en los alimentos sin que se perciban cambios organolépticos (Rodríguez 2005).

Cuadro 32. Medias para el atributo sensorial textura para chorizo Parrillero.

Cloruro de sodio	Lactato de Potasio	Textura Día 0	Textura Día 14	Textura Día 28
		Media \pm DE ^o	Media \pm DE (NS)	Media \pm DE (NS)
1.50	1.5	6.64 \pm 1.20 ^{ax}	6.00 \pm 0.90 ^x	6.24 \pm 1.15 ^x
1.50	0	6.43 \pm 1.06 ^{ax}	5.94 \pm 1.02 ^x	6.03 \pm 1.22 ^y
1.25	1.5	5.44 \pm 1.15 ^{bx}	5.72 \pm 0.95 ^x	6.32 \pm 1.10 ^x
1.25	0	5.82 \pm 0.97 ^{bx}	5.85 \pm 0.90 ^{xy}	6.60 \pm 1.20 ^y
1	1.5	5.65 \pm 0.89 ^{bx}	6.08 \pm 0.96 ^x	6.02 \pm 1.25 ^x
1	0	4.74 \pm 1.29 ^{cx}	5.92 \pm 1.04 ^y	5.65 \pm 1.57 ^z
*CV (%)		18.69	16.49	20.76

a-c Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05)

x-z Medias en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P<0.05)

NS No es significativo. (P > 0.05)

*CV Coeficiente de Variación

^oDE Desviación Estándar

En el cuadro 32 podemos observar que los panelistas pudieron detectar diferencia en la jugosidad al día cero en los tratamientos con niveles menores de cloruro de sodio, esto se debe a que según la hipótesis de Hamm (1981), nos explica como el ión Cl₋ tiende a penetrar en los miofilamentos ocasionando su expansión y brindando a la sal una funcionalidad importante en productos cárnicos, debido a la preparación de la proteína para la retención de agua que brinda firmeza y jugosidad a la carne.

4.5.4 Preferencia de chorizo Parrillero

Los valores obtenidos en la evaluación sensorial de preferencia fueron analizados estadísticamente mediante la prueba T-Student, utilizando una significancia de 95 %, dicha prueba indica que se necesita que 59 de 100 panelistas prefieran una muestra para que esta prueba sea significativamente preferida sobre la otra. El cuadro 23 detalla los valores expresados por la Tabla Student para 100 panelistas.

Cuadro 33. Tabla T-Student para 100 panelistas en chorizo Parrillero

N panelistas	Nivel de significancia (%)
	95
100	61

El tratamiento que se eligió para compararlo contra el control fue elegido de acuerdo a un mejor rendimiento y una menor purga, tomando en cuenta el nivel de cloruro de sodio, donde se trató de elegir al que contiene un nivel de cloruro de sodio menor al control, pero que al mismo tiempo pueda cumplir con los requisitos de buenos rendimientos y poca purga. El tratamiento elegido fue el de 1.25 % de cloruro de sodio y 1.5% de lactato de potasio.

Cuadro 34. Resultados del análisis sensorial de preferencia en chorizo Parrillero

Tratamiento	No. Panelistas que prefieren el tratamiento.
1.5 % cloruro de sodio 0 % lactato de potasio	62 ^a
1.25 % cloruro de sodio 1.5 % lactato de potasio	38 ^b

a-b Valores en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes por T-Student ($P < 0.05$)

Se encontró que el tratamiento que contiene 1.5 % de cloruro de sodio y 1.5 % de lactato de potasio fue el tratamiento preferido, ya que 62 panelistas prefirieron este producto sobre el otro. El cuadro 34 detalla los resultados obtenidos en el análisis de preferencia.

4.5.5 Preferencia de salchicha Frankfurter

El tratamiento que se eligió para compararlo contra el control fue elegido de acuerdo a un mejor rendimiento y una menor purga, tomando en cuenta el nivel de cloruro de sodio, donde se trató de elegir al que contiene un nivel de cloruro de sodio menor al control, pero que al mismo tiempo pueda cumplir con los requisitos de buenos rendimientos y poca purga. El tratamiento elegido fue el de 1.65 % de cloruro de sodio y 1.5% de lactato de potasio.

Cuadro 35. Resultados del análisis sensorial de preferencia en salchicha Frankfurter.

Tratamiento	No. Panelistas que prefieren el tratamiento.
2 % cloruro de sodio 0 % lactato de potasio	56 ^a
1.65 % cloruro de sodio 1.5 % lactato de potasio	44 ^a

a-b Valores en la misma columna con letras iguales son estadísticamente iguales por T-Student ($P > 0.05$)

En esta prueba preferencial tuvimos que los panelistas no pudieron encontrar diferencias entre el tratamiento y el control, ya que la diferencia entre los que prefirieron el tratamiento no es significativamente diferente, frente a los que escogieron el control, por lo que podemos observar que el lactato de potasio ayuda a potenciar la función del cloruro de sodio y ayuda a potenciar los atributos que se reducen al disminuir el porcentaje de cloruro de sodio.

4.5.6 Preferencia de jamón de cerdo

Debido a problemas de logística, el análisis de preferencia del jamón de cerdo, no se pudo llevar a cabo debido a que en el momento de realizar este análisis la masejadora se arruinó, evitando que se pueda producir más producto para la degustación.

4.6 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

4.6.1 Correlación en jamón de cerdo

Cuadro 36. Correlación pH al día 0, 14 y 28 con la purga al día 14 y 28 en el jamón de cerdo.

	pH 0 / purga 28	pH 14 / purga 14	pH 14 / purga 28	pH 28 / purga 28
Correlación	-0.95	-0.98	-0.95	-0.95
(P < 0.05)	0.0031	0.0004	0.003	0.0036

A menor pH tenga el jamón de cerdo en el día 0, mayor porcentaje de purga tendrá en el día 28.

Esta relación inversa se debe a que a medida que el pH se acerca a su punto isoeléctrico (5.4), este tiende a contraer las proteínas, dando lugar a una menor retención de agua.

Cuadro 37. Correlación pH al día 0 y textura al día 0, en el jamón de cerdo

	pH 0 / textura 0
Correlación	0.87
(P < 0.05)	0.024

A mayor pH en el día 0, mejor textura tendrá el jamón de cerdo, esta aceptación de textura, esto se ve relacionado con lo anteriormente explicado, a mayor pH habrá mayor retención de agua por lo tanto una mejor textura.

Cuadro 38. Correlación pH al día 0, con el rendimiento en el jamón de cerdo.

	pH 0 / Rendimiento
Correlación	0.91
(P < 0.05)	0.011

A mayor pH en el día 0, mayor rendimiento en el jamón de cerdo, el pH más alto en el día cero se debe al pH básico de las sales, dando a entender que a pH más altos es debido a mayor presencia de sales, lo cual se expresa en un mejor rendimiento.

4.6.2 Correlación en salchicha Frankfurter

Cuadro 39. Correlación pH en el día 14 con purga con purga en el día 14, en salchicha Frankfurter

	pH 14 / purga 14
Correlación	-0.98
(P < 0.05)	0.002

A menor pH tenga la salchicha Frankfurter en el día 0, mayor porcentaje de purga tendrá en el día 28, este mecanismo es el mismo explicado anteriormente en el jamón de cerdo.

4.6.3 Correlación de chorizo Parrillero

Cuadro 40. Correlación pH en el día 14 y 28 con purga en el día 14 y 28, en el chorizo Parrillero

	pH 14 / purga 14	pH 28 / purga 28
Correlación	-0.92	-0.85
(P < 0.05)	0.0089	0.03

Los mecanismos de la relación inversa de pH y purga es el mismo que se explicó en los dos productos anteriores.

Cuadro 41. Correlación pH en el día 0 con rendimiento, en el chorizo Parrillero

	pH 0 / Rendimiento
Correlación	0.94
(P < 0.05)	0.005

Al igual que los dos productos anteriores el rendimiento se ve afectado directamente por el pH, debido a mayor presencia de sales, mayor será el pH, y mayor será la retención de agua.

Cuadro 42. Correlación pH en el día 0 con textura en el día 0, en el chorizo Parrillero.

	pH 0 / textura 0
Correlación	0.81
(P < 0.05)	0.04

La textura se ve relacionada directamente con el pH debido a que mayor pH, mayor será la retención de agua, por lo tanto esto se expresará en una mejor textura.

5. CONCLUSIONES

- Tanto el lactato de potasio como el cloruro de sodio tienen un efecto positivo sobre el pH de los tres productos, el cual disminuyó a través del tiempo. En el chorizo parrillero, al nivel bajo de cloruro de sodio, la adición de lactato de potasio hace que el pH no cambie durante los 28 días.
- Los factores de lactato de potasio y cloruro de sodio tienen efectos negativos sobre el crecimiento de aerobios mesófilos. El efecto antimicrobiano del lactato de potasio disminuye a niveles altos de sal.
- El cloruro de sodio es el factor principal en el rendimiento del producto, a mayor cloruro de sodio mayor rendimiento. El lactato de potasio tiene efectos positivos en el rendimiento del jamón de cerdo en un nivel de concentración de 1.30 % de cloruro de sodio.
- La adición de lactato de potasio ayuda a reducir los porcentajes de purga, sin embargo, ésta también se ve incrementada por las reducciones en niveles de cloruro de sodio.
- El lactato de potasio mejora la aceptación de la textura del jamón y el chorizo parrillero a niveles altos de cloruro de sodio, al día 0. Mejora la aceptación de la textura de las salchichas Frankfurter, sin importar el nivel de cloruro de sodio adicionado, y a niveles bajos de cloruro de sodio, mejora la aceptación general.
- Una reducción al 1.65 % de cloruro de sodio con la adición de 1.5 % de lactato de potasio en la salchicha Frankfurter se mostró igual con relación al control frente a los consumidores. Sin embargo, cambios en la formulación del chorizo Parrillero (1.25 % cloruro de sodio, 1.5 % lactato de potasio), no fueron preferidos por los consumidores sobre el control.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar el estudio realizando producción de tratamientos por tandas, para que se pueda utilizar toda la maquinaria, y reducir la variación en las características sensoriales del producto.
- Reducir la cantidad de pimentón que se utiliza en la formulación de estos productos en niveles altos de sal.

7. LITERATURA CITADA

Armenteros, M. 2010. Reducción de sodio en lomo y jamón curados: efecto sobre la proteólisis y las características sensoriales. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Tecnología de Alimentos. 268 p.

Begoña, M. 2007. Mejora de la seguridad alimentaria en productos cárnicos listos para el consumo mediante la aplicación combinada de tecnologías de conservación emergentes. Tesis para optar al grado de doctor en Ciencias Experimentales y de la Salud. Universidad de Girona. 101 p.

Codex Alimentarius. Norma del Codex para Regimenes especiales pobres en sodio. Codex Stan 53-1981. p. 1-3.

Collins, J. E. 1997. Reducing salt (sodium) levels in process meat poultry and fish products. In A. M. Pearson y T. R. Dutson (Eds), Advances in meat research. Production and Processing of healthy meat, poultry and fish products. London Blackie Academic and Professional. Vol. 11. p. 283-297.

Crehan, C. Troy, D. y Buckley, D. 2000. Effects of salt level and high hydrostatic pressure processing on frankfurters formulated with 1.5 % and 2.5 % salt. Meat Science.p.123–130.

De Wit, J.S., y Rombout, F.M. 1990. Antimicrobial activity of sodium lactate. Food Microbiology. p. 113-120.

Desmond, E. 2006. Reducing salt: A challenge for the meat industry. Meat Science. Elsevier Applied Science. p. 188-196

Food Standard Agency. 2003. Programme of mini surveys: sausages survey. Disponible en: http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis41_03.PDF#page=11

Girard, J. P., Denoyer, C., y Maillard, T. 1988. Technology in the Meat and Meat Products. p. 215-280.

Hamm, R. 1981. Post-mortem changes in muscle affecting the quality of comminuted meat products. In R. A. Lawrie (Ed.). Developments in meat science. London. Elsevier Applied Science. P. 93-124.

Ita, P. y Hutkins, R. 1991. Intracellular pH survival of *listeria monocytogenes* scott A in tryptic soy broth containing acetic, lactic, citric and hydrochloric acids. *Journal of Food Protection*.p. 15-19.

Kim, Y. Keeton, H. Yang, S. Smith, J. y Sawyer, S. 2008. Color stability and biochemical characteristics of bovine muscles when enhanced with L- or D-potassium lactate in high-oxygen modified atmospheres. Texas A&M University. Department of Animal Science. *Meat Science*.p. 234-240.

Lawrence, T. E., Dikeman, M. E. Hunt, M. C., Kastner, C. L., y Johnson, D.E. 2003. Staged injection marination with calcium lactate, phosphate and salt may improve beef water binding ability and palatability traits. *Meat Science*. p. 967-972.

Madril, M. T., y Sofos, J. N. 1985. Antimicrobial and functional effects of six polyphosphates in reduced NaCl comminuted meat products. p. 316-322.

Offer, G. y Trinick, J. 1983. On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. *Meat Science*.p. 245–281.

Rodríguez, J. 2005. El uso de lactatos en el control de productos cárnicos (en línea). Consultado el 16 de agosto, 2010. Disponible en: <http://www.adiveter.com/ftp/articles/articulo1903.pdf>

Ruusunen, M. y Puolanne, E. 2004. Reducing sodium intake from meat products. Department of Food Technology. University of Helsinki. *Meat Science*. Elsevier Applied Science. p. 531-541

Seyfert, M, Hunt, M. C., Grobbel, J. P., Ryan, S. M, Johnson, D. E, y Monderen, R.A. 2006. Potassium lactate and fresh pork sausage formulation effects on shelf life in lighted and unlighted display. *Journal of Food Science*. p. 390-394.

Terrell, R. N. 1983. Reducing the sodium content of processed meats. *Food Technology*. p. 66-71.

Urban & Associates. 2007. Hábitos del consumidor y el alcance de los medios en Honduras (en línea). Consultado el 20 de septiembre, 2010. Disponible en: www.elheraldo.hn/nota.php?nid=72206&sec=2&fecha=2007-04-13

USDA. 2005. Food Nutrient Database. SR18. Disponible en: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/SR18/sr18.html>

8. ANEXO

Anexo 1. Hoja de Evaluación sensorial afectivo para chorizo Parrillero, salchicha Frankfurter y jamón de cerdo

Nombre: _____

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me gusta extremadamente	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente	Me gusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta moderadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta extremadamente

Fecha: _____

Instrucciones:

- Se le presentará 6 muestras codificadas de chorizo parrillero, una galleta de soda y un vaso con agua.
- Limpie su paladar con agua antes y después de cada muestra.
- Haga su evaluación de izquierda a derecha.
Marque con una “X”, según su evaluación, de las muestras de acuerdo con los atributos: color, sabor, olor, textura, aceptación general.
- Al finalizar la evaluación deje la hoja en su cubículo.

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Sabor									
Jugosidad									
Aceptación General									

Observaciones:

Anexo 2. Formato utilizado para el análisis sensorial de preferencia de chorizo Parrillero, jamón de cerdo y salchicha Frankfurter.

Hoja de evaluación sensorial
Prueba de preferencia:

Nombre: _____

Fecha: _____

Instrucciones:

Por favor pruebe primero el producto con el código 504. A continuación pruebe el producto con el código 187. Ahora que ha probado ambos productos. Marque con una X. ¿Cuál prefiere?

Código 504: _____

Código 187: _____