



- Informe de trabajo final de carrera -

Modalidad dúo

VARIABLES DE FORMULACIÓN EN EMBUTIDOS

CÁRNICOS SECOS

Alumno: Fausto Eduardo López Bastián

N° de legajo: 27122/4

DNI: 37.803.104

Correo electrónico:

faustolopezbastian@hotmail.com

Teléfono: 221-5054360

Alumno: Juan Ignacio Gorostiague

N° de legajo: 27314/1

DNI: 38.865.677

Correo electrónico:

juangorostiague.sc@gmail.com

Teléfono: 221-3647208

Director: Dr. Cristian Matías Ortiz

Co-Director: Dr. Facundo Massolo

Lugar de trabajo: Curso de Agroindustrias y LIPA (Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.



Fecha de entrega: 18/03/2019

INFORME DE TRABAJO FINAL DE CARRERA PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERO AGRÓNOMO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director, Dr. Cristian Matías Ortiz, por estar siempre dispuesto, acompañarnos durante todo el camino, por ser siempre un ejemplo de profesional y persona, y enseñarnos mucho más de lo que podemos escribir.

A nuestro co-director, Dr. Facundo Massolo, por su predisposición y colaboración en todo momento.

Al Dr. Ariel Vicente, por brindarnos su conocimiento, su tiempo, su apoyo y su confianza en nuestro trabajo.

A nuestras evaluadoras Dra. Lorenza Costa y Dra. María Laura Lemoine, que comprometidamente se brindaron a la evaluación y enriquecieron los conocimientos de este informe de trabajo final de carrera.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, por permitirnos estudiar en una universidad pública, de calidad, y formarnos como profesionales para transformar el medio en beneficio de todos.

Al Curso de Agroindustrias y el LIPA así como a todos sus integrantes, que nos brindaron siempre su calidez y el espacio para poder llevar adelante nuestro trabajo final de carrera.

Al Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA) por la posibilidad de abrirnos las puertas y permitirnos utilizar equipos de laboratorio específicos (medidor de A_w y texturómetro).

A nuestras familias, por el cariño y el apoyo de toda la vida, que siempre nos acompañaron incondicionalmente en cada uno de nuestros proyectos.

A nuestros amigos, los que están siempre.

Muchas gracias!

ÍNDICE

RESUMEN.....	6
1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	7
1.1. Producción primaria e industria porcina en Argentina.....	8
1.2. Proteínas de la carne: su importancia tecnológica.....	8
1.3. Tradición y tecnología en la elaboración de embutidos cárnicos secos..	9
1.4. Empleo de nitratos y nitritos en embutidos cárnicos secos.....	10
1.5. Cultivos iniciadores cárnicos.....	10
1.6. La importancia de la sal en productos cárnicos.....	11
1.7. Formulación de productos cárnicos para maximizar la calidad.....	11
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	12
2.1. Objetivo general.....	13
2.2. Objetivos específicos.....	13
2.3. Hipótesis.....	13
3. EFECTO DEL EMPLEO DE NITRATO DE SODIO Y CULTIVO INICIADOR EN LA FORMULACIÓN.....	14
3.1. Introducción.....	15
3.1.1. Reacciones de curado: Nitratos y nitritos.....	15
3.1.2. Cultivos iniciadores.....	16
3.2. Objetivos específicos.....	17
3.3. Hipótesis.....	17
3.4. Materiales y métodos.....	17
3.4.1. Formulación y elaboración de los embutidos cárnicos secos.....	17
3.4.2. Determinaciones de calidad durante el proceso de secado y maduración.....	18
3.4.3. Determinaciones de calidad de producto.....	19
3.4.4. Análisis estadístico.....	21
3.5. Resultados y discusión.....	21
3.5.1. Formulación y elaboración de los embutidos cárnicos secos.....	21
3.5.2. Determinaciones de calidad durante el proceso de secado y maduración.....	21
3.5.3. Determinaciones de calidad en el producto final.....	24
3.6. Conclusiones.....	30
4. REEMPLAZO DE CLORURO DE SODIO POR CLORURO DE POTASIO EN LA FORMULACIÓN.....	32
4.1. Introducción.....	33

4.2.	Objetivo específico	33
4.3.	Hipótesis	33
4.4.	Materiales y métodos	33
4.4.1.	<i>Formulación y elaboración de los embutidos cárnicos secos</i>	33
4.4.2.	<i>Determinaciones de calidad durante el proceso de secado y maduración</i>	34
4.4.3.	<i>Determinaciones de calidad en el producto final</i>	34
4.4.4.	<i>Análisis estadístico</i>	34
4.5.	Resultados y discusión	34
4.5.1.	<i>Formulación y elaboración de los embutidos cárnicos secos</i>	34
4.5.2.	<i>Determinaciones de calidad durante el proceso de secado y maduración</i>	34
4.5.3.	<i>Determinaciones de calidad en el producto final</i>	37
4.6.	Conclusiones	44
5.	CONCLUSIONES GENERALES	45
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

RESUMEN

En recientes años el desarrollo de embutidos cárnicos secos a nivel doméstico, artesanal y de microemprendedores ha tomado creciente interés. La calidad de los productos obtenidos depende de diversos factores dentro de los que se destaca el empleo de una serie de aditivos tecnológicos como nitratos (NO_3^-) y nitritos (NO_2^-), cultivos iniciadores, y NaCl o KCl. La información referida al efecto que el empleo de estos aditivos en forma individual o combinada posee en la calidad de los productos es escasa. En el presente trabajo se evaluó: *i*) el efecto del empleo de nitrato de sodio (NaNO_3) y cultivo iniciador en la calidad de un embutido cárnico seco tipo salame criollo; y *ii*) el reemplazo de 20, 40, y 60% p/p del NaCl por KCl. A los 2, 4, 6, 8, 11 y 13 d del período de secado y maduración se determinó la pérdida de peso, el pH, la acidez, y el color interno. Al llegar al punto de secado y maduración comercial (50% de merma respecto al peso inicial) se determinó el pH, la acidez, el color interno, la actividad de agua (A_w), la textura, y la calidad sensorial. El empleo de NO_3^- y cultivo iniciador no afectó la velocidad de pérdida de peso durante el secado y maduración respecto al control. La adición de cultivo iniciador aumentó en forma significativa la acidificación. El empleo de NO_3^- y cultivo iniciador no afectó la A_w , la textura, el color interno, y la calidad sensorial del producto. En el ensayo de reemplazo de NaCl por KCl se observó una curva de pérdida de peso similar entre tratamientos independientemente del nivel de reemplazo. De todos modos la adición creciente de KCl resultó en niveles de pH y de A_w superiores y en una menor dureza en el producto final. Desde el punto de vista sensorial el reemplazo de NaCl por KCl redujo la aceptabilidad de 7 a 6 puntos. En función de los resultados en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales, en caso de realizarse un reemplazo de NaCl por KCl este no debiera ser superior al 40%.

Palabras clave: productos cárnicos; embutidos secos; nitrato de sodio; cultivos iniciadores; productos bajo en sodio.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL



1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1. Producción primaria e industria porcina en Argentina

La producción y el consumo de carne porcina en Argentina se han visto incrementados considerablemente en las últimas dos décadas. En el año 2017 se estimó una faena total de 6.400.000 cabezas, una producción de 566.000 tn de res con hueso, y un consumo de 14 kg/hab/año, representando un 330, 260 y 140% de aumento con respecto al año 2000 respectivamente. Más del 99% de la producción nacional se destina al mercado interno, distribuyéndose en partes iguales entre carne fresca e industria de procesados, como la elaboración de chacinados y salazones, entre los más importantes. Sin embargo, las importaciones se han visto aumentadas ya que la oferta nacional de cerdos no logra cubrir la gran demanda de este tipo de carne **(CAICHA, 2017; Boletín Porcino, 2018)**.

La estructura nacional del sector porcino está conformada por alrededor de 5.000 productores, de los cuales más del 73% envían menos de 500 cabezas a faena por año, representando a los pequeños y medianos productores. A su vez, el 80% de estos productores envían menos de 250 cabezas a faena por año, visualizándose la gran importancia que tiene la producción familiar en el sector **(Ministerio de Agroindustria, 2017)**.

La industria de chacinados es la encargada de procesar y distribuir los productos a los centros de consumo y trae aparejada grandes ventajas tales como el agregado de valor de la carne fresca, la obtención de alimentos variados, y la modificación de aspectos tales como conservación y funcionalidad, asegurando la inocuidad y llevando adelante el manejo logístico desde la etapa primaria hasta el consumo **(CAICHA, 2017)**.

1.2. Proteínas de la carne: su importancia tecnológica

La carne está constituida por la parte comestible de los músculos de los porcinos, bovinos, ovinos y caprinos declarados aptos para la alimentación humana por la inspección veterinaria oficial antes y después de la faena, debiendo ser limpia y sana **(CAA, 1969)**. La carne comprende a todos los tejidos blandos que rodean al esqueleto, incluyendo su cobertura grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y todos aquellos tejidos no separados durante la operación de la faena. Por extensión se considera carne al diafragma y los músculos de la lengua, no así los músculos de sostén del aparato hioideo, el corazón y el esófago. Con la misma definición se incluyen la de los animales de corral, caza, pescados, crustáceos, moluscos y otras especies comestibles **(CAA, 1969)**.

Desde el punto de vista de su composición la carne posee un 68% de agua, 22% de compuestos nitrogenados (19% de proteínas y 1,5% de compuestos nitrogenados no proteicos, que incluyen nucleótidos, péptidos, creatina y creatinina), 5 a 10% de lípidos y $\leq 1\%$ hidratos de carbono y minerales (**Cobos y Díaz, 2014**). De todos modos, la grasa es altamente variable pudiendo en ciertos casos alcanzar valores muy superiores a los mencionados.

Desde el punto de vista del procesamiento de carnes, es importante comprender el comportamiento de las proteínas, puesto que estas juegan un importante rol en las propiedades tecnológicas de los productos obtenidos. Las proteínas pueden clasificarse en 3 grupos según sus características fisicoquímicas: *i*) proteínas del estroma (10-15%), abarcan al tejido conectivo o también llamado colágeno, son insolubles en agua y soluciones salinas concentradas dada su naturaleza no polar; *ii*) proteínas sarcoplasmáticas (30-35%), hemo- y mio-globina, responsables del color rojo de la sangre y la carne respectivamente, solubles en agua; y *iii*) proteínas miofibrilares (55%), solubles en soluciones salinas concentradas. Estas proteínas se organizan formando la unidad estructural de la miofibrilla denominada sarcómero y son las responsables de la contracción muscular. De estos grupos de proteínas, las de mayor importancia tecnológica en la elaboración de embutidos son las miofibrilares, dado que otorgan cohesión durante el proceso de elaboración de estos productos (**Ugalde-Benítez, 2012**).

1.3. Tradición y tecnología en la elaboración de embutidos cárnicos secos

La elaboración de chacinados forma parte de una antigua tradición argentina, donde se entremezclan costumbres, conocimientos culinarios y científicos, experiencias, mitos e historias que hacen un verdadero folklore estacional (**Diez Brodd, 2006**). En particular, la elaboración de embutidos cárnicos secos en la región de La Plata y Gran La Plata es una de las actividades agroindustriales que se realiza en los meses de invierno a nivel casero y artesanal (tales como aficionados o productores de la agricultura familiar), y a nivel comercial a lo largo de todo el año (carniceros, microemprendedores, pequeñas y medianas industrias cárnicas). Sin embargo, todos los pasos y procesos que se suceden en la elaboración de estos productos, tienen un fundamento químico, bioquímico, microbiológico y tecnológico, que pueden aplicarse tanto a escala artesanal como industrial (**Andújar et al., 2003; Ortiz, 2008**).

Se entiende por chacinados a los productos preparados sobre la base de carne y/o sangre, vísceras, u otros subproductos animales que hayan sido autorizados para el consumo humano, adicionados o no con sustancias aprobadas a tal fin (**CAA, 1969**). Los mismos pueden a su vez dividirse en embutidos (frescos, secos y cocidos), y no

embutidos (frescos y cocidos, preformados o arrollados). Los embutidos cárnicos secos son chacinados elaborados a partir de carne picada y grasa, junto a otros ingredientes tales como condimentos, que se introducen dentro de una tripa natural o artificial y se someten a un proceso de secado y maduración antes de su consumo.

1.4. Empleo de nitratos y nitritos en embutidos cárnicos secos

El uso de nitratos (NO_3^-) y nitritos (NO_2^-) en la industria cárnica ha sido históricamente explorado y llevado a la práctica debido a las ventajas del uso de estas sales en la conservación de este tipo de productos, principalmente por el riesgo de contaminación con *Clostridium botulinum*, entre otras bacterias patógenas (Sanz *et al.*, 1997; Andújar *et al.*, 2003). Además se ha observado que en ciertos casos aportan una función clave en la formación de color característico de productos madurados (Andújar Robles, 1998). La legislación en Argentina establece el uso máximo de NO_3^- en 300 ppm, y el de NO_2^- en 150 ppm (CAA, 1969). Resulta importante el uso racional de este tipo de aditivos en las formulaciones debido a que en exceso pueden llegar a provocar intoxicaciones severas y hasta la muerte por formación de nitrosaminas y su reacción con la hemoglobina de la sangre (Ventanas *et al.*, 2004).

1.5. Cultivos iniciadores cárnicos

Los embutidos secos son alimentos que durante el proceso de maduración sufren además de una deshidratación gradual, un proceso fermentativo. Esta etapa en la que por acción de bacterias principalmente ácido-lácticas (BAL) desciende el pH, ocurre durante las primeras 48 horas. La acidificación resulta central en la conservación del producto. El proceso de acidificación puede ocurrir por BAL ambientales o bien pueden emplearse cultivos iniciadores, también conocidos como *starters* o arrancadores. Los cultivos iniciadores son cepas de microorganismos minuciosamente seleccionados para ser empleados en un determinado proceso (Ortiz, 2008; Cervellini, 2015). En la industria cárnica se emplean los cultivos iniciadores “de pasta”, generalmente formados por la combinación de dos bacterias (una BAL y una *Staphylococcaceae*) que van a acidificar el medio y generar aromas y sabores así como la mejora del color final del producto. Asimismo se considera que en ciertos casos dependiendo del cultivo, pueden afectar la formación de sabores y aromas y la coagulación de las proteínas cárnicas (Andújar *et al.*, 2003). Por otro lado, son empleados cultivos iniciadores “de superficie” (más conocidos como cultivos de emplume), en los que una cepa seleccionada de un hongo filamentoso es inoculada intencionalmente en superficie para homogeneizar partidas y favorecer el control biológico de la superficie del producto (Ortiz, 2008; Cervellini, 2015).

1.6. La importancia de la sal en productos cárnicos

Además de su función sobre el sabor, la sal (NaCl) cumple un rol fundamental en *i)* la conservación de este tipo de productos por la disminución de la actividad de agua o A_w (**Samapundo et al., 2010**), y *ii)* en la solubilización de proteínas miofibrilares durante el proceso de elaboración de embutidos, lo que repercute en la cohesividad y calidad del producto (**Desmond, 2006**). Sin embargo, un actual desafío de la industria alimentaria en general y cárnica en particular, es reducir las cantidades de sodio por su efecto negativo en la salud, sin afectar la calidad sensorial o poner en riesgo aspectos centrales como la inocuidad (**Dos Santos et al., 2015**). Algunos estudios previos muestran que esto sin dudas es una tarea compleja. **Laranjo et al. (2017)** demostraron que la disminución del contenido de sal en un embutido seco sin reemplazo redujo la cohesividad del producto. Otros estudios en los que se intentó reemplazar el NaCl por KCl evidenciaron algunos retrogustos no deseados (**Paulsen et al., 2014**).

1.7. Formulación de productos cárnicos para maximizar la calidad

A partir de toda la información expuesta anteriormente, se observa que los procesos de elaboración de embutidos cárnicos secos presentan una gran variedad de alternativas desde el punto de vista del empleo de aditivos tecnológicos (NO_3^- y NO_2^- , cultivos iniciadores, entre otros). Asimismo la industria cárnica atraviesa un período en el cual uno de los principales desafíos con los que se encuentra es el de producir alimentos más saludables, en donde la reducción del contenido de NaCl es uno de los puntos más importantes (**Dos Santos et al., 2015**). Este aspecto tiene una estrecha relación con el cuidado de personas hipertensas que consuman estos productos (**Desmond, 2006**). Además, al tratarse de alimentos con contenidos relativos de grasa animal elevados, el riesgo de enfermedades cardiovasculares se ve potenciado (**Toldrá y Barat, 2015**).

En bibliografía, existen pocos antecedentes que hacen referencia a la modificación de aditivos tecnológicos y por lo general solo modifican como variable la proporción de uno de ellos (**Sanz et al., 1997; Bozkurt y Erkmen, 2004; Marco et al., 2006; Tang et al., 2018; Tabanelli et al., 2012; Guàrdia et al., 2008**).

En función de todo lo antedicho, en el presente trabajo se decidió evaluar i) el efecto del empleo de nitrato de sodio (NaNO_3) y/o del cultivo iniciador en la formulación de un embutido cárnico seco tipo salame criollo y ii) la influencia del reemplazo de 20, 40, y 60% p/p del NaCl por KCl sobre la calidad del producto.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS



2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo general

Comprender la influencia que el empleo de diferentes aditivos tecnológicos posee en la calidad de embutidos secos con el fin de obtener productos de alta calidad.

2.2. Objetivos específicos

2.2.1. Evaluar el efecto del empleo de nitrato de sodio en la formulación de un tipo de embutido cárnico seco sobre el proceso de secado y maduración y sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto.

2.2.2. Determinar la influencia de un cultivo iniciador en la deshidratación, acidificación, propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un embutido cárnico seco.

2.2.3. Establecer la influencia del reemplazo de NaCl por KCl de un embutido cárnico seco en la calidad y aceptabilidad del producto.

2.3. Hipótesis

2.3.1. El uso de nitrato de sodio en la formulación de embutidos cárnicos secos acelera el secado y estimula la formación de color característico de productos cárnicos curados.

2.3.2. El empleo de cultivos iniciadores en la formulación de embutidos cárnicos secos acelera el secado y mejora la calidad sensorial del producto.

2.3.3. El reemplazo de cloruro de sodio en la formulación de embutidos cárnicos secos hasta 60% por KCl no afecta las propiedades fisicoquímicas ni sensoriales del producto terminado.

3. EFECTO DEL EMPLEO DE NITRATO DE SODIO Y CULTIVO INICIADOR EN LA FORMULACIÓN



3. EFECTO DEL EMPLEO DE NITRATO DE SODIO Y CULTIVO INICIADOR EN LA FORMULACIÓN

3.1. Introducción

Como ya fue mencionado en la **sección 1.**, el empleo de NO_3^- y NO_2^- en la industria cárnica favorece la conservación de estos productos (**Sanz et al., 1997; Andújar et al., 2003**) y la formación de color característico en el caso de los NO_3^- utilizados en la formulación de embutidos cárnicos secos (**Andújar Robles, 1998**). A su vez también se mencionó que los cultivos iniciadores “de pasta” (generalmente una BAL combinada con una *Staphylococcaceae*) favorecen una correcta acidificación del producto, además de formar aromas, sabores, y acentuar el color característico (**Ortiz, 2008**). A continuación, se enumeran los aspectos más relevantes que fundamentan el empleo de NO_3^- y cultivos iniciadores en la elaboración de embutidos cárnicos secos.

3.1.1. Reacciones de curado: Nitratos y nitritos

En la actualidad existe comercialmente la oferta de los aditivos NO_3^- y NO_2^- bajo diferentes formas de presentación: las sales por sí solas, o incorporadas en mezclas compuestas. Además se pueden encontrar fraccionados para diferentes escalas de utilización, como aficionados, pequeños productores, carnicerías, pequeñas y medianas industrias, entre otros.

Las sales puras representan una gran responsabilidad en la aplicación, ya que un exceso podría causar serios riesgos a la salud. En respuesta a esto, la industria de los aditivos ha desarrollado mezclas compuestas de no más del 5% de NO_3^- y NO_2^- (conocidas como “sal de cura”, “sal nitro”, entre otros nombres comerciales) en sal (NaCl). Estas últimas mezclas se emplean a razón de 3 g/kg de pasta. En el caso de las sales puras la exactitud de la pesada de las mismas puede llegar a ser un inconveniente según la escala de producción.

Estas sales tienen una función conservante al inhibir el crecimiento de bacterias anaerobias patógenas como *Clostridium botulinum*, y poseer un efecto antioxidante retardando el efecto de rancidez (**Ventanas et al., 2004**). Las reacciones de curado, también conocidas como reacciones de formación de color, se presentan en los productos cárnicos cuando al agregar NO_3^- y/o NO_2^- estos reaccionan con los pigmentos de la carne, dando el color rosado-rojizo característico de los productos cárnicos crudos curados (**Figura 1**).

En general, en embutidos secos se emplea NO_3^- , el cual es en parte reducido a NO_2^- por las bacterias que se desarrollan en el producto ejerciendo su efecto antimicrobiano. Los NO_3^- reducidos a NO_2^- por las bacterias, y debido al pH que se

logra dentro del mismo producto (acidez producida por la fermentación) forman óxido nítrico (NO); este compuesto reacciona con la mioglobina del músculo y se forma la nitrosomioglobina, compuesto de color rosado-rojizo característico a producto curado (Ventanas *et al.*, 2004; Cervellini, 2015).

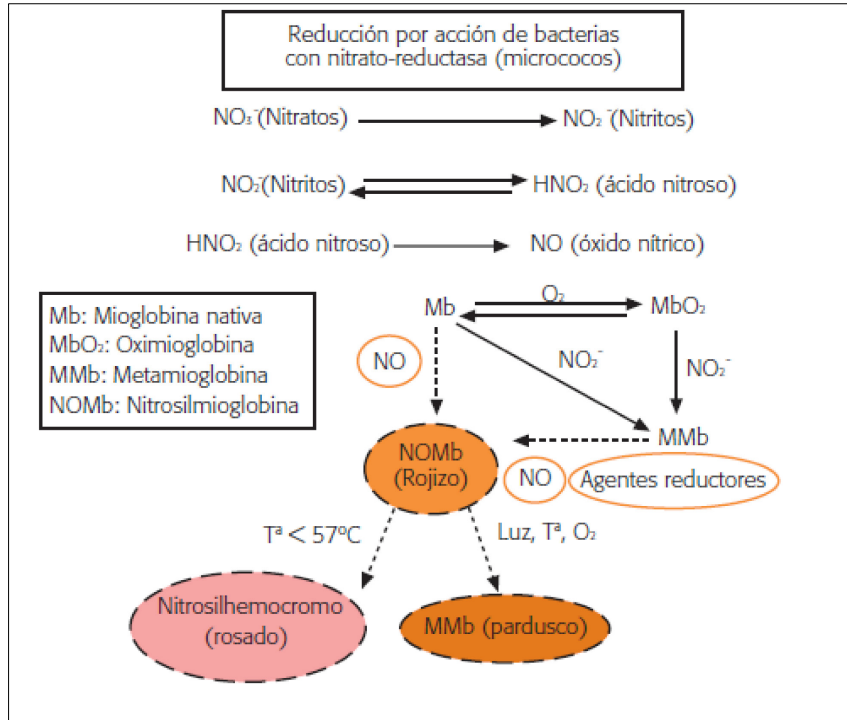


Figura 1. Diagrama de las reacciones de curado (formación de color) en productos cárnicos madurados (Ventanas *et al.*, 2004).

3.1.2. Cultivos iniciadores

Al tratarse de un proceso fermentativo, el éxito en la elaboración de un embutido cárnico seco depende en gran medida de la flora bacteriana desarrollada dentro del producto (Cervellini, 2015). En los casos en los que no se emplean cultivos iniciadores, la flora nativa de las materias primas, superficies de trabajo, manos y utensilios, es la que propiciará el desarrollo esperado de BAL, aunque eventualmente pueden desarrollarse otro tipo de microorganismos (deseables o no). Por el contrario, al agregar un cultivo iniciador, se podrá controlar el proceso de fermentación y maduración de los embutidos de forma que se consiga estandarizar el proceso y la calidad de los mismos (Ortiz, 2008). Los microorganismos añadidos se instauran como flora predominante excluyendo a la flora indeseable, así se reducen los riesgos higiénicos y de fabricación por deficiencias de origen microbiano.

3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del empleo de nitrato de sodio en la formulación de un tipo de embutido cárnico seco sobre el proceso de secado y maduración y sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto.
- Determinar la influencia de un cultivo iniciador “de pasta” en la deshidratación, acidificación, propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un embutido cárnico seco.

3.3. Hipótesis

- El uso de nitrato de sodio en la formulación de embutidos cárnicos secos acelera el secado y estimula la formación de color característico de productos cárnicos curados.
- El empleo de cultivo iniciador en la formulación de embutidos cárnicos secos acelera el secado y mejora la calidad sensorial del producto.

3.4. Materiales y métodos

3.4.1. Formulación y elaboración de los embutidos cárnicos secos

Se utilizó una formulación conocida de un embutido cárnico seco tipo salame criollo (Ortiz, 2018; com. personal) tal como se demuestra en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Formulación de salame criollo que se empleará como base para este estudio.

Ingrediente	Cantidad (%)
Carne de cerdo magra	75,00
Tocino	18,00
Sal fina	2,80
Nitrato de sodio	0,02
Eritorbato de sodio	0,09
Azúcar	0,20
Ajo fresco	0,30
Vino blanco seco	3,00
Pimienta blanca molida	0,15
Pimienta negra partida	0,30
Ají molido	0,14
Cultivo iniciador de pasta	(Según fabricante)
Cultivo iniciador de emplume	(Según fabricante)

Las materias primas cárnicas se adquirieron en una carnicería habilitada de la ciudad de La Plata. Se empleó pulpa de jamón de cerdo como carne magra, y tocino (grasa del lomo de la res) como fuente de grasa. La sal, aditivos y especias se obtuvieron en un comercio específico del rubro cárnico ubicado en la ciudad. Los cultivos iniciadores utilizados (tanto de pasta como de emplume) fueron del tipo comerciales en polvo liofilizados (CHR Hansen, Dinamarca), y se emplearon en las cantidades

recomendadas por el fabricante. Los productos se embutieron en tripa natural ovina (20/22 mm de diámetro).

Tomando como base la receta mencionada, se formularon 3 productos diferentes:

- 1) **CONTROL (CTRL)**: con los ingredientes de la **Tabla 1**.
- 2) **Tratamiento 1 (T1)**: sin la adición de nitrato de sodio.
- 3) **Tratamiento 2 (T2)**: sin la adición de cultivo iniciador de pasta.

De cada tratamiento se formularon 40 unidades de 12 cm de largo. En todos los casos se aplicó con un rociador el cultivo iniciador de emplume (Mold 600®, CHR Hansen, Dinamarca). El secado se realizó a 14 °C y 65% de HR durante 13 días. Se realizaron dos elaboraciones en días diferentes a modo de réplica del ensayo (*ensayo 1* y *ensayo 2*). Todas las determinaciones que se listan a continuación se llevaron a cabo para cada ensayo mencionado.

3.4.2. *Determinaciones de calidad durante el proceso de secado y maduración*

El seguimiento de la dinámica de secado y maduración de los productos embutidos se ejecutó cada dos días, tomando registro de las siguientes determinaciones:

3.4.2.1. *Pérdida de peso (merma)*

Utilizando siempre las mismas muestras de cada tratamiento (3 ristras de producto, triplicado) se procedió a tomar el peso de los embutidos al inicio y en cada día de seguimiento. El porcentaje de pérdida de peso se calculó como:

$$PP (\%) = 100 \times (\text{Peso Final} - \text{Peso inicial}) / \text{Peso Inicial}$$

3.4.2.2. *Color interno*

Se midió el color de las diferentes muestras con un colorímetro (Minolta CR 300, Japón). Las medidas de color se realizaron usando el sistema de la CIE (Commission International De l'Eclairage, 1976) donde las tres coordenadas de color fundamentales son L^* , a^* y b^* :

- L^* (luminosidad): puede tomar valores que varían entre el 0 (negro) y el 100 (blanco).
- a^* : varía desde el color rojo (cuando toma valores positivos) al verde (cuando toma valores negativos).
- b^* : varía desde el amarillo (cuando toma valores positivos) al azul (cuando toma valores negativos).

La medición del color interno se realizó sobre la superficie del corte transversal de 3 embutidos por tratamiento para cada tiempo de muestreo, evitando tomar la medida sobre trozos de grasa que pudieran alterar los resultados. Se realizaron 10 mediciones

de color por cada tratamiento, y cada lectura del colorímetro fue producto del promedio de 3 destellos.

3.4.2.3. *pH*

Se midió de forma potenciométrica con un pHmetro (Altronix, TPA-V, Estados Unidos) compuesto por un electrodo tipo pinche. Las medidas se realizaron por quintuplicado.

3.4.2.4. *Acidez titulable*

Se realizó la determinación de la acidez titulable expresada como % de ácido láctico (gramos de ácido láctico cada 100 gramos de muestra). Para ello se pesaron aproximadamente 10 gramos de cada muestra obtenidos de diversas porciones de los 3 embutidos empleados en la medición de color. Posteriormente se trituraron y se colocaron en un Erlenmeyer junto con 100 mL de agua destilada y 3 gotas de fenolftaleína como indicador. Luego de una agitación homogénea se tituló con NaOH 0,1 N hasta viraje del indicador. El % de ácido láctico se determinó como:

$$\% \text{ Ac. láctico (gr/100gr)} = V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times P_{\text{meq Ac. láctico}} \times 100 / \text{Peso de la muestra}$$

Las determinaciones se realizaron por triplicado.

3.4.3. *Determinaciones de calidad de producto*

Se consideró como producto terminado y listo para su consumo cuando los mismos superaron los 13 días de secado y maduración, y/o alcanzaron el 50% de la pérdida de peso inicial. Además de caracterizar la pérdida de peso final, el color, el pH y la acidez titulable (**sección 3.3.2.**), se realizaron las siguientes determinaciones analíticas:

3.4.3.1. *Actividad de agua (A_w)*

La actividad de agua o A_w es un parámetro fisicoquímico que da una idea de la disponibilidad de agua en un sistema alimentario. Esto resulta de utilidad para relacionar cambios químicos o biológicos que ocurriesen en el proceso de secado y maduración. Dado que varios de los ingredientes o aditivos que se modificaron en la formulación se conoce que afectan la disponibilidad de agua, esta determinación resulta de interés. En este estudio se determinó en un equipo AquaLabDew Point Series 4 4TEV (Decagon Devices INC. MA, Estados Unidos). Para ello se realizó el feteado de 3 embutidos por tratamiento, y se introdujeron en el equipo 6 fetas por medida. Las determinaciones se realizaron por quintuplicado.

3.4.3.2. *Análisis de perfil de textura (APT)*

Se realizó un APT empleando un texturómetro (Texture Analyzer Brookfield CT3, Estados Unidos). Para ello se tomaron muestras de 1 cm de espesor a partir de cortes transversales de los embutidos. Se eliminaron los extremos y se realizaron las mediciones en la zona central. Las determinaciones de APT se realizaron únicamente en un ensayo (*ensayo 2*) y en 2 direcciones diferentes: *a*) paralelo al eje principal del producto (**Figura 2.A**), y *b*) perpendicular al eje principal del producto (**Figura 2.B**). Las muestras se sometieron a dos ciclos de compresión-relajación consecutivos a una velocidad de 1 mm/s, obteniéndose las curvas de fuerza-tiempo. El ensayo se realizó a 20 °C. Posteriormente, se determinaron los parámetros de textura (dureza, fracturabilidad, cohesividad, elasticidad, y masticabilidad). Las medidas se realizaron por quintuplicado.

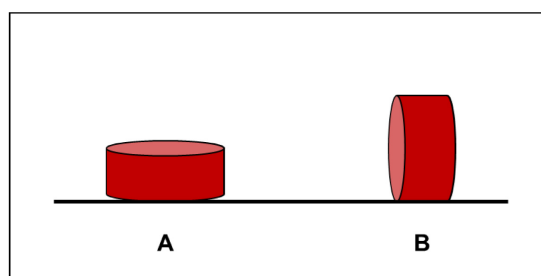


Figura 2. Representación de las direcciones del embutido en las que fue realizado el APT: paralelo al eje principal del producto (**A**), y perpendicular al eje principal del producto (**B**).

3.4.3.3. *Evaluación sensorial*

Se realizó un ensayo de aceptabilidad global por atributos empleando una escala hedónica de 9 puntos. Los evaluadores fueron personas escogidas aleatoriamente con el único criterio de reclutamiento de que consumieran al menos una vez por mes este tipo de productos. Para cada réplica de ensayo de elaboración se realizó el análisis sensorial correspondiente.

Cada evaluador recibió una planilla previamente diseñada, con un número de evaluador, un plato con una rodaja de cada tratamiento, asignando las muestras al azar y sin información (cada tratamiento identificado con un número aleatorio). Los evaluadores dispusieron de un vaso con agua y una galleta sin sal para aplacar sabores entre muestra y muestra. Los aspectos a evaluar fueron: aceptabilidad global, aspecto, color, aroma, sabor y textura, utilizando una escala hedónica de 1 a 9 puntos (siendo 9 la mejor puntuación). Antes de comenzar con la evaluación, se brindó una pequeña explicación sobre el procedimiento para realizar la prueba sensorial de manera correcta. Se utilizó un panel de 40 evaluadores para cada ensayo realizado.

3.4.4. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se analizaron por medio de ANOVA y las medias se compararon por medio del test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

3.5. Resultados y discusión

3.5.1. Formulación y elaboración de los embutidos cárnicos secos

Los embutidos cárnicos secos tipo salame criollo se obtuvieron luego de 13 días de secado y maduración, y en todos los casos se observó un correcto emplume (**Figura 3**). A su vez, en todos los casos los productos mantuvieron buena capacidad de feteado (cohesividad de la masa) ya que se mantuvieron íntegros luego del corte.



Figura 3. Apariencia de los salames criollos durante el proceso de secado y maduración a día 0 (A), día 5 (B), y día 10 (C).

3.5.2. Determinaciones de calidad durante el proceso de secado y maduración

Durante el secado de los embutidos cárnicos, se midieron parámetros de calidad relacionados a la pérdida de peso, color, pH y acidez titulable.

Al evaluar la pérdida de peso de los embutidos cárnicos secos en los 2 ensayos se observó una merma similar entre tratamientos, del orden del $\approx 10\%$ cada dos días de monitoreo, hasta alcanzar un 50% de merma en el día 13 (**Figura 4**). Se pudo observar una velocidad de secado similar entre los tratamientos.

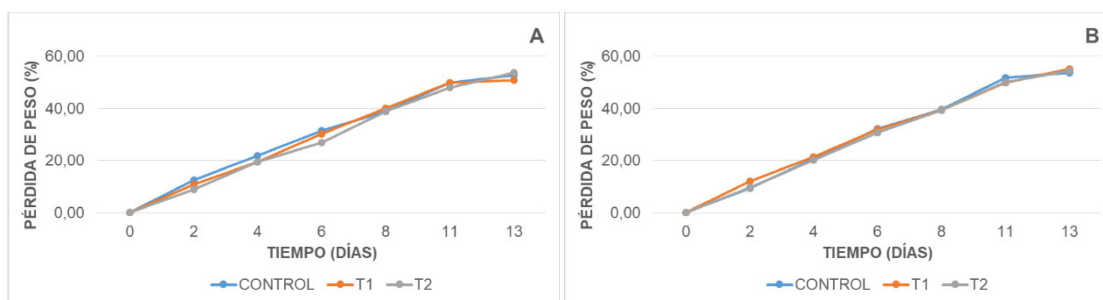


Figura 4. Pérdida de peso a lo largo del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del ensayo 1 (A) y del ensayo 2 (B).

Si bien el **color interno** de los embutidos está determinado fundamentalmente por la fracción cárnica (carne y grasa), muchas veces el tipo de especias empleadas en la formulación puede afectarlo, como por ejemplo el uso de pimentón (aumentando el color rojizo). En este trabajo no se emplearon especias que coloreen notablemente a la mezcla a embutir (**Tabla 1**), por lo que se observaron los cambios de color en función de los valores de L^* , a^* y b^* en ambos ensayos. Los resultados de las determinaciones del color interno presentaron tendencias similares en todos los tratamientos durante el proceso de secado y maduración, ya sea para el *ensayo 1* (**Tabla 2**) como en el *ensayo 2* (**Tabla 3**).

Tabla 2. Parámetros de color L^* , a^* y b^* medidos en el interior de los salames criollos control, sin nitrato o T1, y sin cultivo iniciador o T2 durante el proceso de secado y maduración del *ensayo 1*.

ENSAYO 1				
Parámetro	Tiempo (días)	CONTROL	T1	T2
L^*	2	49,2 ± 2,2	49,8 ± 2,6	48,3 ± 3,8
	4	50,3 ± 3,4	50,6 ± 1,7	49,81 ± 2,2
	6	48,6 ± 2,6	50,4 ± 2,5	50,4 ± 2,9
	8	49,6 ± 2,2	49,6 ± 2,5	48,8 ± 2,3
	11	46,6 ± 2,3	49,3 ± 2,7	48,4 ± 1,4
	13	48,2 ± 2,4	47,2 ± 1,5	46,2 ± 1,6
a^*	2	12,4 ± 2,0	9,9 ± 1,1	11,0 ± 0,9
	4	11,6 ± 1,6	10,1 ± 1,4	10,9 ± 0,7
	6	11,6 ± 3,4	9,7 ± 0,9	11,1 ± 1,6
	8	14,0 ± 2,6	10,7 ± 1,6	11,7 ± 1,7
	11	10,3 ± 2,0	10,6 ± 1,0	12,7 ± 2,9
	13	8,1 ± 0,8	7,8 ± 1,4	7,4 ± 0,5
b^*	2	5,0 ± 0,9	5,0 ± 1,0	6,7 ± 1,5
	4	8,8 ± 1,7	4,6 ± 0,8	5,6 ± 1,4
	6	5,2 ± 2,4	3,7 ± 1,3	5,0 ± 0,8
	8	5,3 ± 1,0	3,5 ± 0,7	4,8 ± 0,8
	11	4,9 ± 1,3	3,8 ± 0,9	4,6 ± 0,6
	13	4,5 ± 0,7	3,5 ± 1,0	4,2 ± 1,2

En los tres tratamientos se pudo observar un oscurecimiento interno evidenciado en menores valores de luminosidad (L^*) a medida que avanzó el proceso de secado y maduración. Parte de este cambio de color puede deberse a la gelatinización de proteínas y pérdida de agua durante dicho período (**Huseyin Bozkurt, 2004**). Por otro lado, la caída de los parámetros a^* y b^* a lo largo del avance del secado y maduración indicaron una relación directa con el avance del curado del producto, en donde las tonalidades rojizas propias de la mezcla a embutir se fueron haciendo menos

marcadas, resaltándose el color rojizo-rosado típico de los embutidos cárnicos secos elaborados únicamente con carne de cerdo (Ortiz, 2008).

Tabla 3. Parámetros de color L^* , a^* y b^* medidos en el interior de los salames criollos control, sin nitrato o T1, y sin cultivo iniciador o T2 durante el proceso de secado y maduración del ensayo 2.

ENSAYO 2				
Parámetro	Tiempo (días)	CONTROL	T1	T2
L^*	2	50,4 ± 1,9	50,5 ± 1,1	51,0 ± 2,6
	4	53,1 ± 2,6	53,4 ± 3,2	49,8 ± 4,4
	6	53,1 ± 2,1	51,2 ± 0,8	48,1 ± 1,4
	8	50,3 ± 2,0	51,2 ± 2,4	47,3 ± 1,9
	11	50,1 ± 1,3	47,8 ± 0,9	46,7 ± 0,9
	13	45,0 ± 2,2	44,1 ± 1,0	48,3 ± 3,6
a^*	2	10,4 ± 1,0	8,3 ± 1,2	8,4 ± 1,2
	4	10,1 ± 1,5	9,2 ± 1,0	8,5 ± 0,6
	6	11,4 ± 0,8	10,0 ± 1,3	10,6 ± 1,5
	8	10,0 ± 1,4	8,6 ± 1,1	9,7 ± 1,3
	11	8,2 ± 1,7	6,9 ± 0,8	7,6 ± 1,4
	13	7,1 ± 1,4	5,7 ± 0,8	7,0 ± 1,8
b^*	2	6,1 ± 1,1	5,4 ± 1,5	5,8 ± 0,9
	4	6,8 ± 1,2	6,6 ± 1,4	6,2 ± 0,9
	6	7,9 ± 1,0	5,6 ± 1,5	6,6 ± 1,4
	8	6,2 ± 0,7	4,7 ± 0,5	6,2 ± 1,6
	11	4,7 ± 0,9	3,1 ± 0,6	4,0 ± 0,9
	13	3,5 ± 0,9	2,2 ± 0,5	4,0 ± 1,1

Al determinar la **evolución del pH (Figura 5)** a lo largo del proceso de secado y maduración, en ambos ensayos se evidenció que durante la primera etapa del proceso los valores descendieron desde 5,3-5,5 (día 2) a 4,9-5,1 (día 4). Este descenso de pH inicial es deseado para este tipo de productos y puede explicarse por la proliferación de las BAL con una fase exponencial de crecimiento (Hassan *et al.*, 2015), las cuales consumen los azúcares presentes en el interior del embutido cárnico seco y liberan ácido láctico como producto de su metabolismo (Huseyin Bozkurt, 2004). Posteriormente a estos 4 días iniciales del proceso de secado y maduración, puede observarse un aumento del pH hasta valores 6,2-6,4 en el día 8 y luego una estabilización. Este incremento ha sido reportado en la literatura como normal y puede deberse a reacciones de proteólisis y lipólisis que ocurren durante el proceso de secado y maduración, liberando amoníaco al medio (Laranjo *et al.*, 2017; Hassan *et al.*, 2015). Además existe una fuerte disminución de la actividad acidificante de las BAL debido a la reducción del contenido de azúcares como sustrato, y la

transformación de ácido láctico en otras sustancias aprovechables por la flora circundante (Hassan *et al.*, 2015).

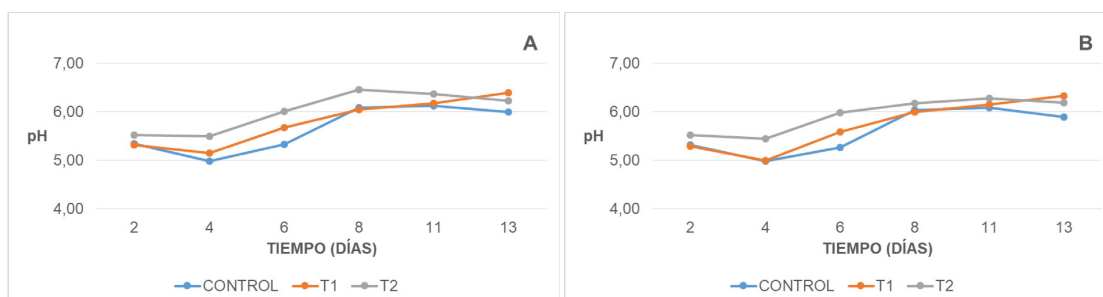


Figura 5. pH a lo largo del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del ensayo 1 (A) y del ensayo 2 (B).

Resulta interesante destacar que en ausencia de cultivo iniciador (T2) los valores de pH fueron superiores al control durante el proceso de secado y maduración, lo que puede explicarse por la menor cantidad de BAL en el interior del embutido cárnico seco.

La **acidez titulable** (Figura 6) durante el proceso de secado y maduración resultó mayor durante los primeros 6 días, lo cual concordó con los menores valores de pH evidenciados anteriormente. Más allá de este comportamiento, puede demostrarse que la presencia de NO_3^- y cultivo iniciador (salame control) fue el tratamiento que manifestó una mayor acidificación inicial, seguida por el tratamiento sin NO_3^- (T1) y luego por el tratamiento sin cultivo iniciador (T2). La presencia de cultivo iniciador en la formulación resultó así clave en la disminución inicial del pH y el aumento de la acidez titulable deseado en un proceso fermentativo (Cervellini, 2015).

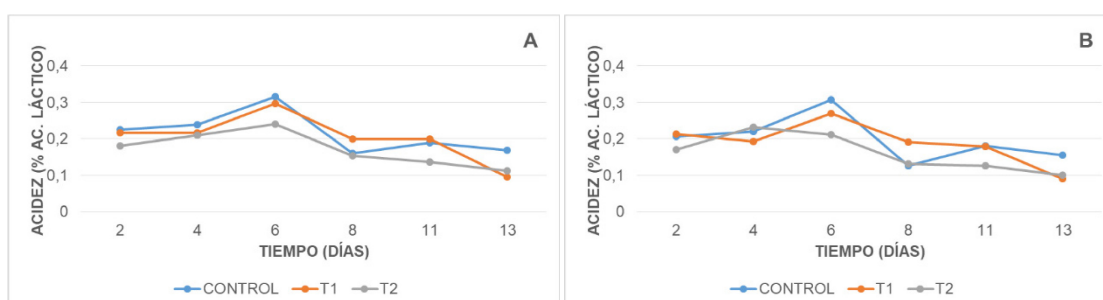


Figura 6. Acidez titulable a lo largo del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del ensayo 1 (A) y del ensayo 2 (B).

3.5.3. Determinaciones de calidad en el producto final

Las determinaciones en el producto final se realizaron el día 13, y se midieron además de pérdida de peso, color, pH y acidez, la A_w , la textura y se llevó a cabo una evaluación sensorial.

La **pérdida de peso final** obtenida en ambos ensayos realizados fue muy similar, del orden del 50-55% (**Figura 7**). La única diferencia que se pudo apreciar fue en el *ensayo 1* en donde el tratamiento sin NO_3^- (T1) mostró una pérdida de peso menor al salame que presentaba cultivo iniciador (T2). De todas maneras, ninguno de los dos tratamientos difirió en la pérdida de peso respecto del salame control. Esto sugiere que la presencia de NO_3^- o cultivo iniciador no afectan la pérdida de peso final, sino que solo aceleran ligeramente la velocidad de secado tal como se demostró en la **Figura 4**.



Figura 7. Pérdida de peso porcentual luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del *ensayo 1* (A) y del *ensayo 2* (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

En cuanto al color, la **luminosidad o parámetro L^*** resultó similar entre tratamientos, con valores que rondaban entre 44 y 48 en todos los casos (**Figura 8**). El agua presente en una matriz cárnica aporta brillo a la misma, y con ello un componente del color (**Pietrasik, 1999**). Así, la similitud en los valores finales de L^* podría asociarse a una similar pérdida de peso (**Figura 7**) durante el período de secado y maduración ($\approx 53\%$ en todos los casos). Solo en el *ensayo 2* se observó una mayor luminosidad en el tratamiento sin cultivo iniciador (T2), aunque esa diferencia en la medición instrumental del color no se vio detectada posteriormente en la evaluación sensorial (**Figura 18**).



Figura 8. Luminosidad (L^*) luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del *ensayo 1* (A) y del *ensayo 2* (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

En ninguno de los ensayos realizados se encontraron diferencias entre los tratamientos en el **parámetro a^*** (**Figura 9**). Este resultado fue llamativo, ya que según la literatura el agregado de NO_3^- mejoraría la formación de color característico, esperándose valores de a^* superiores respecto al tratamiento sin NO_3^- (T1). Sin embargo y como fue ya mencionando, el tipo de embutido seco realizado en este trabajo se basó solo en la utilización de carne de cerdo, en donde es característico el color rojizo-rosado (**Ortiz, 2008**).



Figura 9. Parámetro de color a^* luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del *ensayo 1 (A)* y del *ensayo 2 (B)*. Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Al determinar el **parámetro b^*** (**Figura 10**) tampoco se observaron diferencias generales entre tratamientos. Solo en el *ensayo 2* la ausencia de NO_3^- evidenció menor valor de b^* respecto al control, aunque esa diferencia en la medida instrumental posteriormente no fue detectada en la evaluación sensorial (**Figura 18**).

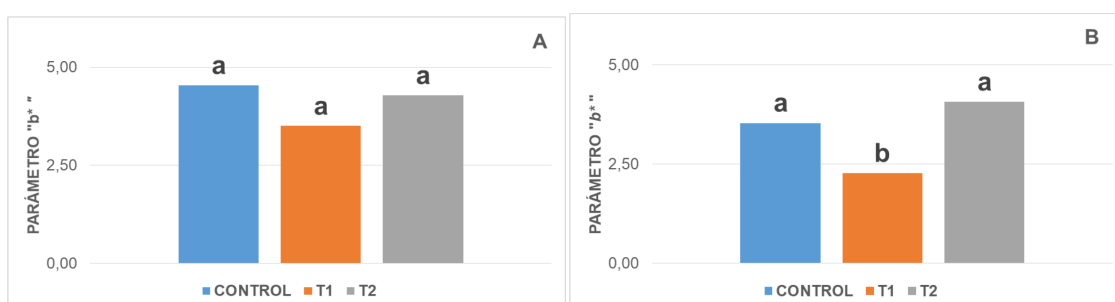


Figura 10. Parámetro de color b^* luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del *ensayo 1 (A)* y del *ensayo 2 (B)*. Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

El **pH final** de los embutidos control (con empleo de NO_3^- y cultivo iniciador) fue menor que el pH de los tratamientos en ambos ensayos (**Figura 11**). Los tratamientos sin NO_3^- (T1) y sin cultivo iniciador (T2) mostraron valores similares de pH (6.2-6.4). Según lo demostrado en los salames control, es probable que el NO_3^- esté inhibiendo

parte de la flora competente de las BAL, mejorando así la velocidad de proliferación y acción de las bacterias del cultivo iniciador (Cervellini, 2015).

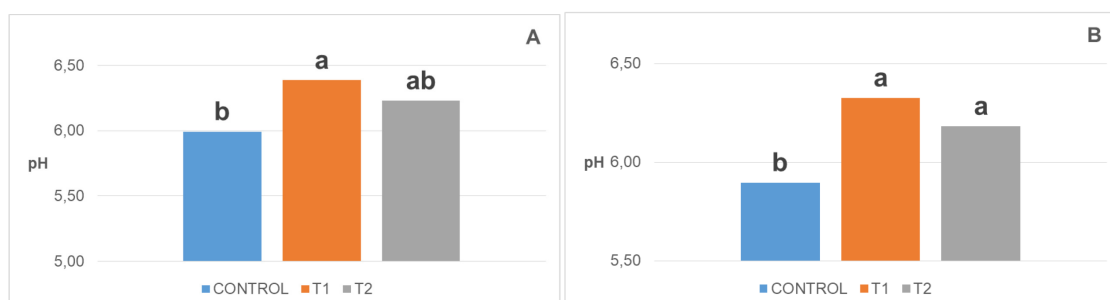


Figura 11. pH luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del *ensayo 1 (A)* y del *ensayo 2 (B)*. Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

La **acidez titulable** de los embutidos al final del proceso de secado y maduración se muestra en la **Figura 12**. Se pudo observar un comportamiento esperado en base a la medición del pH. La presencia de NO_3^- y cultivo iniciador en la formulación favoreció la acumulación de ácido láctico en el producto, resultado del metabolismo de las BAL presentes en el cultivo iniciador empleado. Si bien los valores de pH y acidez obtenidos en los embutidos control difieren de los tratamientos, en todos los casos los valores se encuadran dentro de valores normales para un embutido cárnico seco (Ventanas *et al.*, 2004).

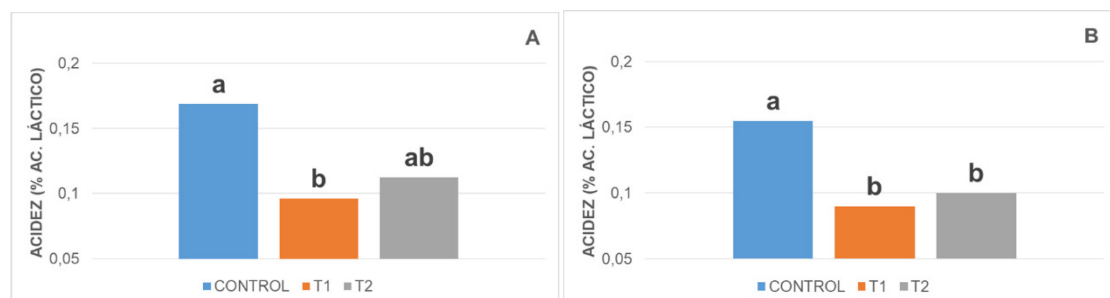


Figura 12. Acidez titulable luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del *ensayo 1 (A)* y del *ensayo 2 (B)*. Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Los **resultados de la medición de la A_w** no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ni entre ensayos (**Figura 13**), presentando valores para los cuales el crecimiento de microorganismos se ve ralentizado (0,82 y 0,85).

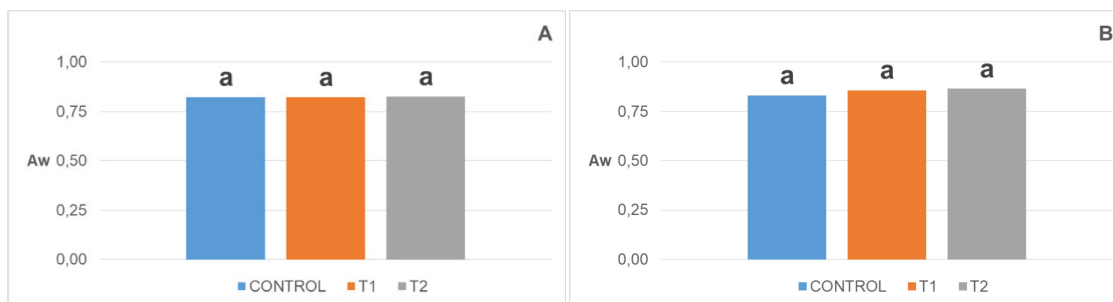


Figura 13. Actividad de agua (A_w) luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del *ensayo 1 (A)* y del *ensayo 2 (B)*. Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Para evaluar la **textura** se realizó un análisis del perfil de textura (APT), y las determinaciones se realizaron en 2 direcciones diferentes únicamente en el *ensayo 2 (Figura 2)*.

El empleo de NO_3^- y cultivo iniciador en la formulación (control) resultó en un producto con mayor **dureza** respecto a los tratamientos (**Figura 14**) en ambos sentidos de medición. Probablemente la mayor acidificación obtenida en el control favoreció a la coagulación de proteínas obteniendo un gel más rígido a similar porcentaje de merma.

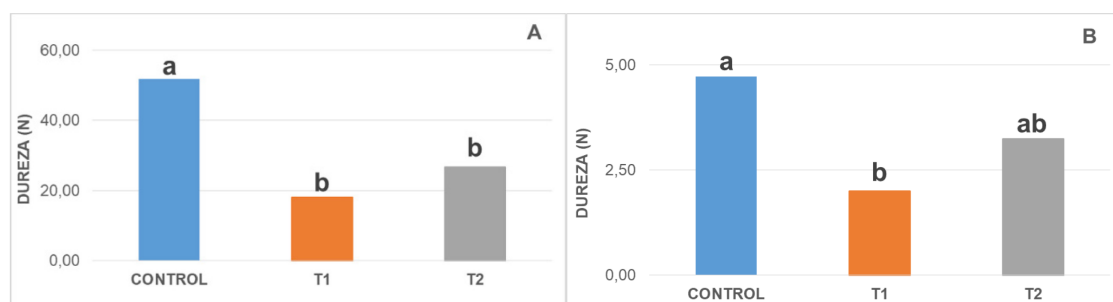


Figura 14. Dureza determinada en el análisis de perfil de textura (APT) luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del *ensayo 2*: en sentido paralelo al eje principal del producto (**A**) y en sentido perpendicular al eje principal del producto (**B**). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

No se evidenció **fracturabilidad** en ninguna de las muestras analizadas. En cuanto a la **cohesividad (Figura 15)** no se observaron diferencias entre los tratamientos, por lo que la presencia de NO_3^- o de cultivo iniciador no afectó directamente a este parámetro respecto del salame control. Este resultado se condice con la apariencia visual y el buen comportamiento al corte de los productos obtenidos en todos los casos.

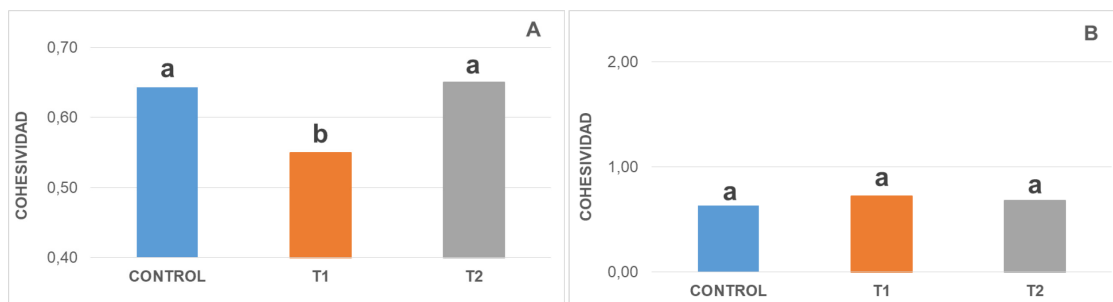


Figura 15. Cohesividad determinada en el análisis de perfil de textura (APT) luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del *ensayo 2*: en sentido paralelo al eje principal del producto (A) y en sentido perpendicular al eje principal del producto (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

No se presentaron diferencias entre ninguno de los tratamientos evaluados en ambos ensayos en cuanto a la **elasticidad** (Figura 16) y la **masticabilidad** (Figura 17).

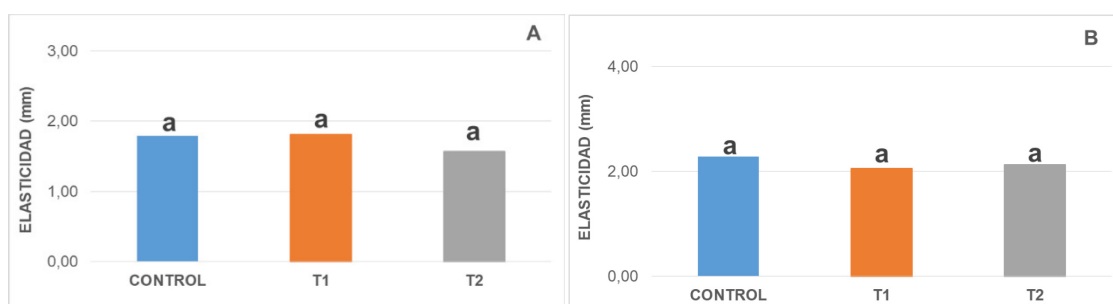


Figura 16. Elasticidad determinada en el análisis de perfil de textura (APT) luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del *ensayo 2*: en sentido paralelo al eje principal del producto (A) y en sentido perpendicular al eje principal del producto (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

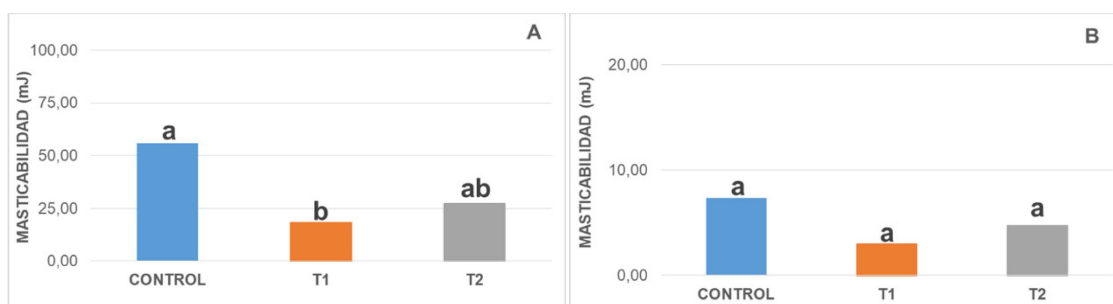


Figura 17. Masticabilidad determinada en el análisis de perfil de textura (APT) luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del *ensayo 2*: en sentido paralelo al eje principal del producto (A) y en sentido perpendicular al eje principal del producto (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

La **evaluación sensorial** se realizó con evaluadores no entrenados, que puntuaron con una escala hedónica (1 a 9) parámetros de aceptabilidad general, aspecto, color, aroma, textura y sabor. Los resultados se muestran en la **Figura 18**.

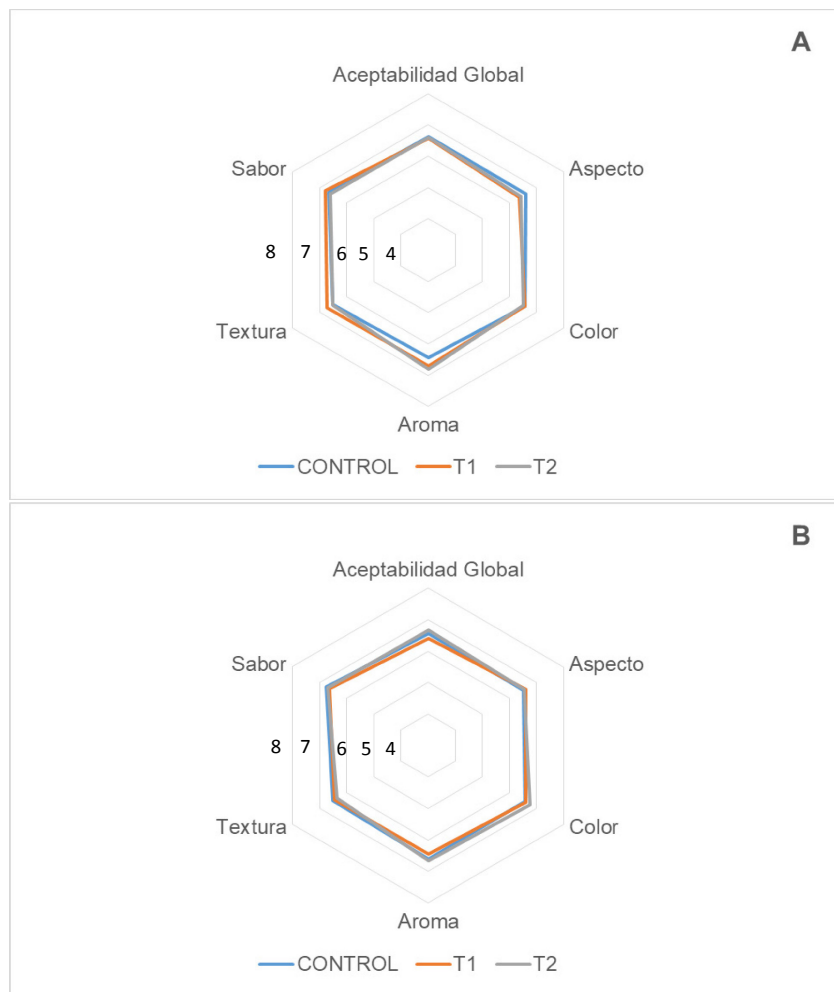


Figura 18. Atributos evaluados en la evaluación sensorial luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), sin nitrato o T1 (■) y sin cultivo iniciador o T2 (■) del *ensayo 1* (A) y del *ensayo 2* (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Los evaluadores no encontraron diferencias significativas entre las muestras evaluadas para ninguno de los descriptores mencionados. Resulta interesante mencionar que las diferencias encontradas en algunos parámetros de color medidos instrumentalmente (L^* , a^* y b^*) no fueron detectados en el panel.

3.6. Conclusiones

El uso de nitrato de sodio y de cultivo iniciador en la formulación de embutidos cárnicos secos tipo salame criollo no acelera la velocidad de secado ni afecta la formación de color rojizo-rosado característico de este tipo de productos. A su vez, la calidad sensorial no se mejora al emplear dichos aditivos tecnológicos. Las ventajas del uso de los mismos radican en una mayor tasa de acidificación, comportamiento buscado desde el punto de vista tecnológico para inhibir microorganismos no

deseados y favorecer la formación de un gel más rígido que determinará la capacidad de feteado del producto final.

4. REEMPLAZO DE CLORURO DE SODIO POR CLORURO DE POTASIO EN LA FORMULACIÓN



4. REEMPLAZO DE CLORURO DE SODIO POR CLORURO DE POTASIO EN LA FORMULACIÓN

4.1. Introducción

Atendiendo a la demanda de lograr conseguir productos cárnicos bajos en sal (NaCl) la industria cárnica se ubica en uno de los rubros alimentarios más cuestionados (**Samapundo et al., 2010**). Ya ha sido mencionado su efecto negativo en la salud, pero es de destacar la dificultad de reducir las cantidades de sal sin afectar la calidad sensorial o poner en riesgo aspectos centrales como la inocuidad (**Dos Santos et al., 2015**). La pérdida de cohesividad, o la aparición de sabores amargos son dos de los principales motivos que hacen engorroso lograr estas reducciones (**Laranjo et al., 2017; Paulsen et al., 2014**).

4.2. Objetivo específico

Establecer la influencia del reemplazo de NaCl por KCl de un embutido cárnico seco en la calidad y aceptabilidad del producto.

4.3. Hipótesis

El reemplazo de cloruro de sodio en la formulación de embutidos cárnicos secos hasta 60% por KCl no afecta las propiedades fisicoquímicas ni sensoriales del producto terminado.

4.4. Materiales y métodos

4.4.1. Formulación y elaboración de los embutidos cárnicos secos

Para cumplir con los objetivos específicos planteados, se utilizó la misma formulación de salame criollo y materias primas que en la **sección 3.3.1**.

Se formularon 4 productos diferentes:

- 1) **CONTROL (CTRL)**: ingredientes especificados en la **Tabla 1**.
- 2) **Tratamiento 3 (T3)**: reemplazo del 20% de sal fina (NaCl) por sal de potasio (KCl).
- 3) **Tratamiento 4 (T4)**: reemplazo del 40% de sal fina (NaCl) por sal de potasio (KCl).
- 4) **Tratamiento 5 (T5)**: reemplazo del 60% de sal fina (NaCl) por sal de potasio (KCl).

De cada tratamiento se formularon 40 unidades de 12 cm de largo. En todos los casos se aplicó con un rociador el cultivo iniciador de emplume (Mold 600®, CHR Hansen, Dinamarca). El secado se realizó a 14 °C y 65% de HR durante 13 días. Se realizaron dos elaboraciones en días diferentes a modo de réplica del ensayo (*ensayo 1 y ensayo*

2). Todas las determinaciones que se listan a continuación se llevaron a cabo para cada ensayo mencionado.

4.4.2. Determinaciones de calidad durante el proceso de secado y maduración.

Durante el proceso de secado y maduración se realizaron las mediciones especificadas en la **sección 3.3.2** del capítulo 3, que constaron en pérdida de peso, color, pH y acidez titulable.

4.4.3. Determinaciones de calidad en el producto final.

Las determinaciones en el producto final se realizaron como se especifica en la **sección 3.3.3** del capítulo 3, incluyendo pérdida de peso, color, pH, acidez titulable, A_w , textura y evaluación sensorial.

4.4.4. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se analizaron por medio de ANOVA y las medias se compararon por medio del test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

4.5. Resultados y discusión

4.5.1. Formulación y elaboración de los embutidos cárnicos secos

Se obtuvieron embutidos cárnicos secos luego de 13 días de secado y maduración. Pudo evidenciarse un correcto emplume, así como un buen comportamiento al corte en todos los casos.

4.5.2. Determinaciones de calidad durante el proceso de secado y maduración

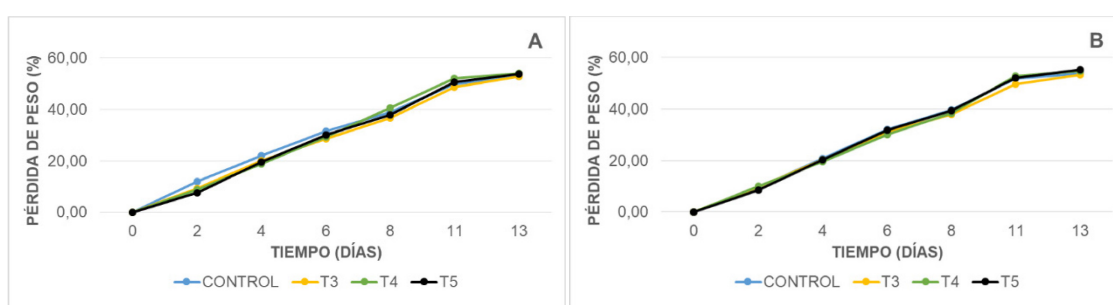


Figura 19. Pérdida de peso porcentual a lo largo del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 1 (A)* y del *ensayo 2 (B)*.

La **pérdida de peso** expresada como porcentaje del peso inicial (**Figura 19**), mostró una dinámica similar en todos los tratamientos, con valores de 10% de merma cada dos días de medición.

El **color** se evaluó a través de los parámetros L^* , a^* y b^* y los resultados se muestran en la **Tabla 4** y **Tabla 5**.

Tabla 4. Parámetros de color L^* , a^* y b^* medidos en el interior de los salames criollos control, con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl o T3, 40% p/p KCl o T4, y 60% p/p KCl o T5, durante el proceso de secado y maduración del *ensayo 1*.

ENSAYO 1					
Parámetro	Tiempo (días)	CONTROL	T3	T4	T5
L^*	2	49,2 ± 2,2	48,8 ± 2,6	49,5 ± 1,7	50,6 ± 2,5
	4	50,3 ± 3,4	50,0 ± 2,2	49,9 ± 1,3	51,3 ± 2,6
	6	48,6 ± 2,6	49,3 ± 2,9	49,8 ± 2,5	50,7 ± 1,8
	8	49,6 ± 2,2	48,0 ± 2,2	50,5 ± 1,7	49,8 ± 2,5
	11	46,6 ± 2,3	48,4 ± 2,1	49,4 ± 2,4	48,3 ± 2,2
	13	48,2 ± 2,4	47,0 ± 2,0	47,8 ± 1,5	47,0 ± 3,3
a^*	2	12,4 ± 2,0	10,8 ± 1,1	11,9 ± 1,0	12,1 ± 2,5
	4	11,6 ± 1,6	10,7 ± 0,6	10,7 ± 1,1	11,4 ± 1,6
	6	11,6 ± 3,4	10,0 ± 0,9	12,8 ± 2,1	10,2 ± 1,2
	8	14,0 ± 2,6	11,8 ± 1,9	10,9 ± 1,6	10,2 ± 1,0
	11	10,3 ± 2,0	10,9 ± 1,6	10,6 ± 1,5	10,7 ± 1,1
	13	8,1 ± 0,8	7,7 ± 1,7	8,2 ± 0,9	7,2 ± 1,0
b^*	2	5,0 ± 0,9	5,6 ± 0,7	5,7 ± 1,3	5,7 ± 1,6
	4	8,1 ± 1,5	5,0 ± 1,0	5,4 ± 1,5	5,1 ± 1,8
	6	5,8 ± 2,2	4,1 ± 0,1	5,7 ± 1,3	4,5 ± 0,0
	8	5,3 ± 1,0	4,2 ± 0,7	4,7 ± 0,5	5,8 ± 0,2
	11	4,9 ± 1,3	4,0 ± 0,5	5,9 ± 1,0	5,8 ± 1,6
	13	4,5 ± 0,7	5,3 ± 0,9	4,6 ± 1,3	5,5 ± 1,0

Los tres parámetros descendieron durante el proceso de secado y maduración en los 4 tratamientos. Los menores valores de L^* evidenciaron un oscurecimiento tal como se explicó en la **sección 3.4.2** del capítulo 3. La caída en los valores de los parámetros a^* y b^* concordó con el avance en el curado de los salames comprobado visualmente.

Tabla 5. Parámetros de color L^* , a^* y b^* medidos en el interior de los salames criollos control, con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl o T3, 40% p/p KCl o T4, y 60% p/p KCl o T5, durante el proceso de secado y maduración del *ensayo 2*.

ENSAYO 2					
Parámetro	Tiempo (días)	CONTROL	T3	T4	T5
L^*	2	50,4 ± 1,9	50,4 ± 2,4	51,3 ± 1,6	51,7 ± 1,4
	4	53,1 ± 2,6	54,8 ± 1,4	52,9 ± 2,6	54,5 ± 1,9
	6	53,1 ± 2,1	52,8 ± 1,8	49,3 ± 1,5	49,6 ± 1,5
	8	50,3 ± 2,0	51,0 ± 2,1	52,4 ± 2,5	51,7 ± 3,5
	11	50,1 ± 1,3	47,8 ± 1,9	47,5 ± 0,9	47,8 ± 0,8
	13	45,0 ± 2,2	46,4 ± 1,3	47,1 ± 1,1	45,2 ± 0,9
a^*	2	10,4 ± 1,0	8,8 ± 0,8	8,8 ± 1,2	9,4 ± 1,3
	4	10,1 ± 1,4	11,1 ± 2,4	11,1 ± 1,6	10,8 ± 1,3
	6	11,4 ± 0,8	9,1 ± 0,8	10,1 ± 1,1	11,4 ± 1,3
	8	10,0 ± 1,4	10,7 ± 1,2	8,6 ± 1,2	9,9 ± 1,4
	11	8,2 ± 1,7	7,3 ± 1,8	6,4 ± 1,1	5,7 ± 0,5
	13	7,1 ± 1,4	7,1 ± 0,9	6,2 ± 0,8	5,3 ± 0,4
b^*	2	6,1 ± 1,1	5,8 ± 0,7	5,6 ± 1,4	6,1 ± 1,0
	4	6,8 ± 1,2	7,6 ± 1,6	7,7 ± 1,6	8,8 ± 1,3
	6	7,9 ± 1,0	5,9 ± 1,0	6,4 ± 1,4	7,4 ± 1,0
	8	6,2 ± ,07	7,1 ± 1,4	5,3 ± 1,2	5,5 ± 0,7
	11	4,7 ± 0,9	4,6 ± 2,0	3,7 ± 0,4	3,2 ± 0,5
	13	3,5 ± 0,9	3,1 ± 0,8	3,0 ± 0,4	2,8 ± 0,5

El pH descendió en una primera etapa del secado y maduración (hasta el día 4), para luego aumentar y estabilizarse (**Figura 20**). Esta dinámica se evidenció en todos los tratamientos, y tal como se explicó en la **sección 3.4.2** del capítulo 3, la caída inicial de los valores de pH y su posterior aumento es un comportamiento normal para este tipo de procesos de secado y maduración. Cabe mencionar que se observó una tendencia a obtener mayores valores de pH conforme al aumento gradual de KCl en la formulación.

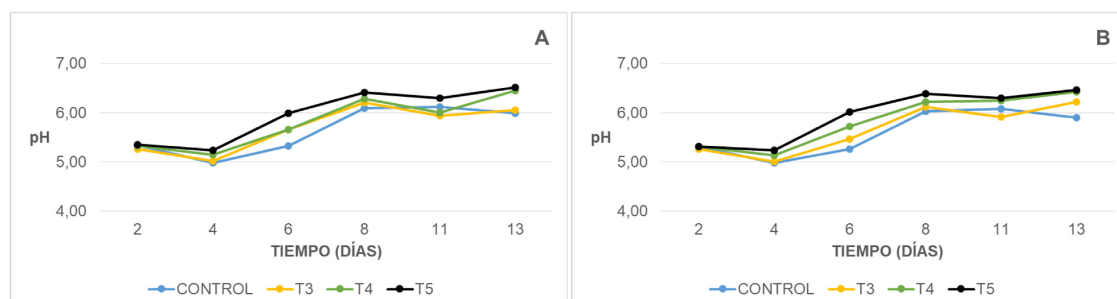


Figura 20. pH a lo largo del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 1* (A) y del *ensayo 2* (B).

Durante la evaluación de la **acidez titulable** (Figura 21) pudo observarse un comportamiento esperado en función del resultado obtenido de la variación de pH. La cantidad de ácido láctico aumento durante la primera etapa del secado y maduración (mayor actividad de las BAL) para luego disminuir gradualmente (disminución de la actividad acidificante de las BAL debido a la reducción del contenido de azúcares como sustrato, y transformación de ácido láctico en otras sustancias aprovechables por la flora circundante).

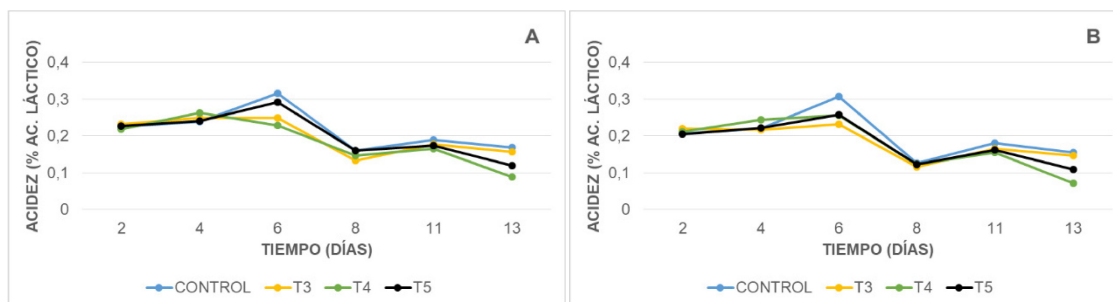


Figura 21. Acidez titulable a lo largo del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 1* (A) y del *ensayo 2* (B).

4.5.3. Determinaciones de calidad en el producto final

Las determinaciones en el producto final se realizaron en los embutidos cárnicos secos obtenidos el día 13, y se midieron además de pérdida de peso, color, pH y acidez, los parámetros de A_w , textura y evaluación sensorial.

La **merma del producto final** no presentó diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los dos ensayos (Figura 22). Los valores finales promedian un 50-55% de merma final.



Figura 22. Pérdida de peso porcentual luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 1* (A) y del *ensayo 2* (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Los valores medios de **luminosidad L^*** fueron de 45 a 47,5 (Figura 23). Este parámetro no presentó diferencias entre tratamientos en el *ensayo 1*, y solo una diferencia en el *ensayo 2* en el salame formulado con 40% p/p KCl respecto al control.

Esto indica que el reemplazo parcial de NaCl por KCl no afecta en demasía al brillo del embutido cárnico seco.

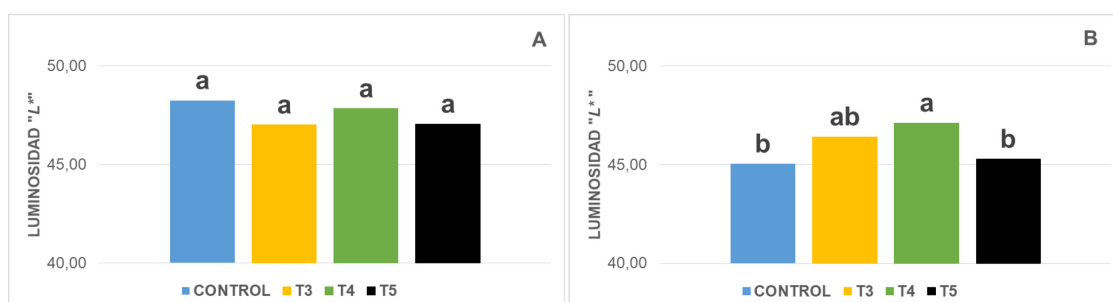


Figura 23. Luminosidad (L) luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 1* (A) y del *ensayo 2* (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

El **parámetro a*** (Figura 24) y el **parámetro b*** (Figura 25) no difirieron entre tratamientos en ninguno de los dos ensayos realizados. En el *ensayo 2* la incorporación de 60% p/p KCl acentuó la caída del parámetro a*. La adición en cantidades crecientes de KCl en la formulación de los embutidos cárnicos secos no modificó en términos generales el color de los productos obtenidos.

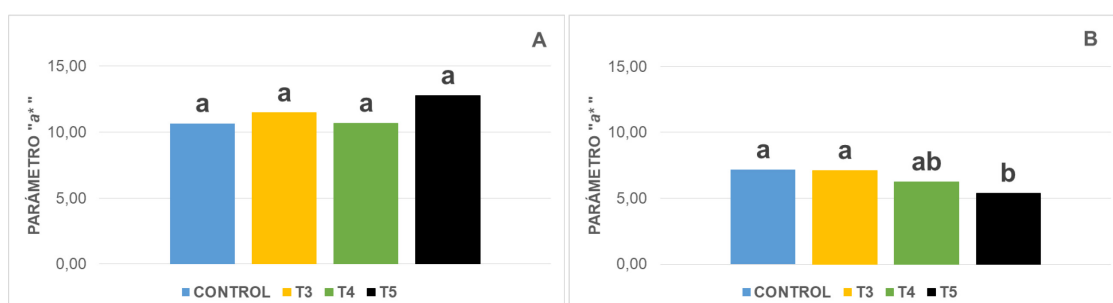


Figura 24. Parámetro de color a luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 1* (A) y del *ensayo 2* (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

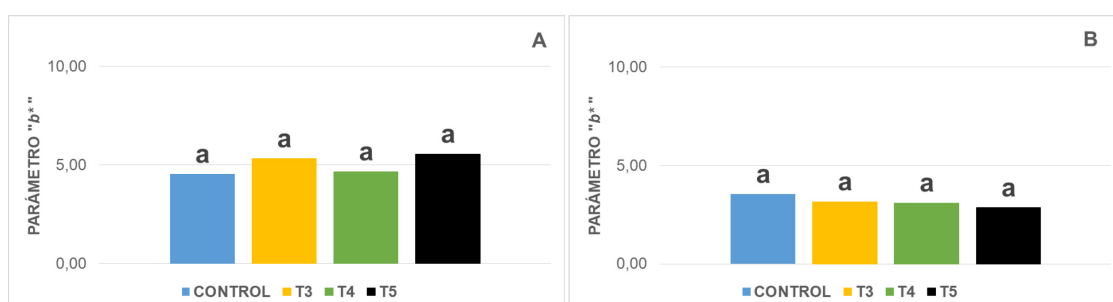


Figura 25. Parámetro de color b luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 1* (A) y del *ensayo 2* (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

El **pH final** de los productos evaluados presentó diferencias respecto al control para los tratamientos con 40 y 60% p/p KCl (T4 y T5) (**Figura 26**). En estos dos últimos tratamientos mencionados, se observaron mayores valores de pH. Ciertos autores han recopilado información acerca del pH y la A_w de numerosos embutidos a nivel mundial con carácter comercial (**Lee y Styliadis, 1996**). En los extremos se encuentran por ejemplo el "wiejskha" y el "dry krakowska", con valores de pH de 6,8 y 7,0 y de A_w de 0,91 y 0,94 respectivamente. En el presente estudio, el pH de los salames secos varió entre 5,8 y 6,6 y la A_w entre 0,82 y 0,90. Si bien los valores más altos se encuentran cerca de los límites superiores mencionados por **Lee y Styliadis (1996)**, estos aún garantizan inocuidad y potencialidad para la comercialización.

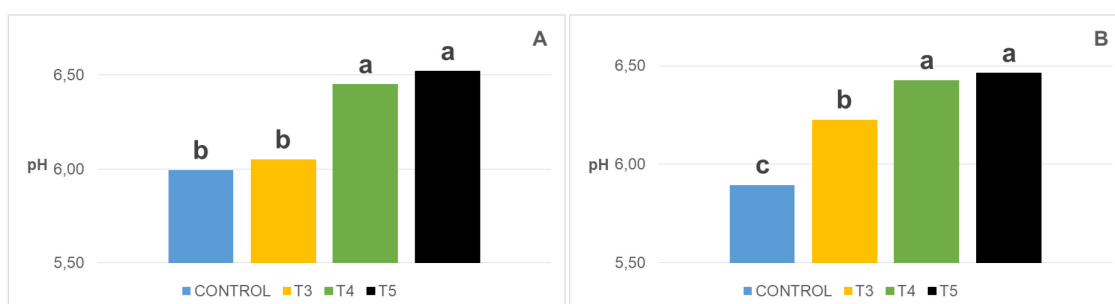


Figura 26. pH luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 1* (A) y del *ensayo 2* (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

La **acidez titulable** fue menor a cantidades crecientes de KCl en la formulación (**Figura 27**). Este resultado se condice con el demostrado para los valores de pH final de los productos. Por algún motivo, el KCl podría estar ralentizando la actividad de las BAL.

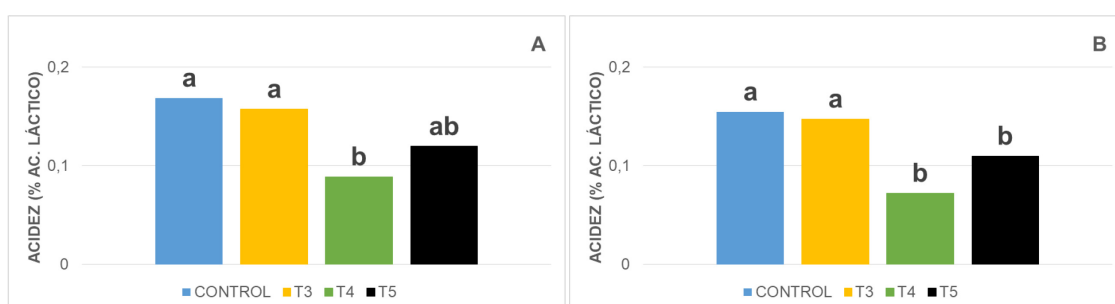


Figura 27. Acidez titulable luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 1* (A) y del *ensayo 2* (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Los **valores de A_w** (**Figura 28**) medidos en el producto final mostraron diferencias significativas entre tratamientos, evidenciándose una mayor actividad de agua en los

tratamientos donde se reemplazó el NaCl por 20, 40 y 60% KCl (T3, T4 y T5). Este comportamiento podría deberse a la presencia de KCl, ya que desde el punto de vista químico es conocido que a igual concentración de estas sales, la A_w del KCl es superior a la del NaCl (Lenzi et al., 1975). Además, estos autores encontraron que al aumentar las concentraciones de las sales, los valores de A_w disminuyen y las diferencias entre NaCl-KCl se incrementan.

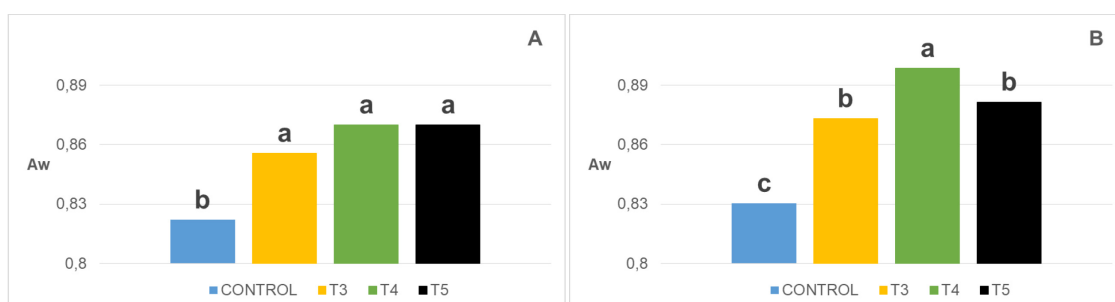


Figura 28. Actividad de agua (A_w) luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 1* (A) y del *ensayo 2* (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

La determinación instrumental de la **textura** (APT) permitió evidenciar cambios en la misma a partir de la incorporación de KCl en la formulación. La **dureza** (Figura 29) disminuyó gradualmente con el incremento del reemplazo de NaCl por KCl. Este efecto puede estar estrechamente relacionado con la rigidez del gel cárnico que se forma en un medio más ácido (control) respecto al extremo de un medio menos ácido (60% KCl o T5).

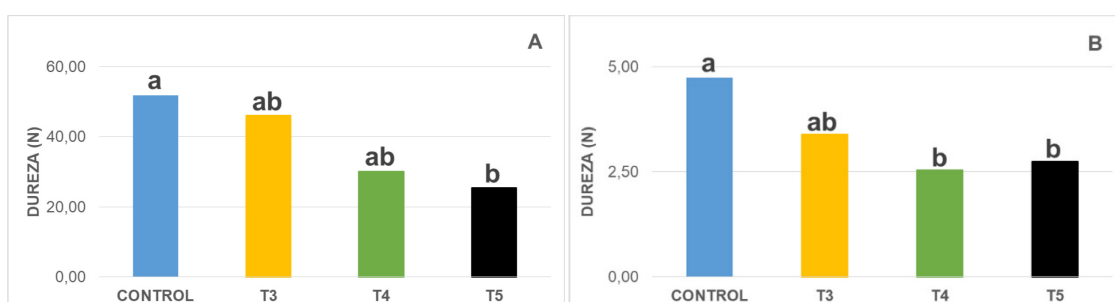


Figura 29. Dureza determinada en el APT luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 2*: en sentido paralelo al eje principal del producto (A) y en sentido perpendicular al eje principal del producto (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

No se observó **fracturabilidad** en ninguno de los tratamientos evaluados. Al evaluar la **cohesividad** (Figura 30), la cual refleja el grado de liga entre las proteínas entre sí y/o con la grasa del producto, se pudo observar que la misma no se vio afectada por el reemplazo de NaCl por KCl y presentó valores muy semejantes entre ensayos.

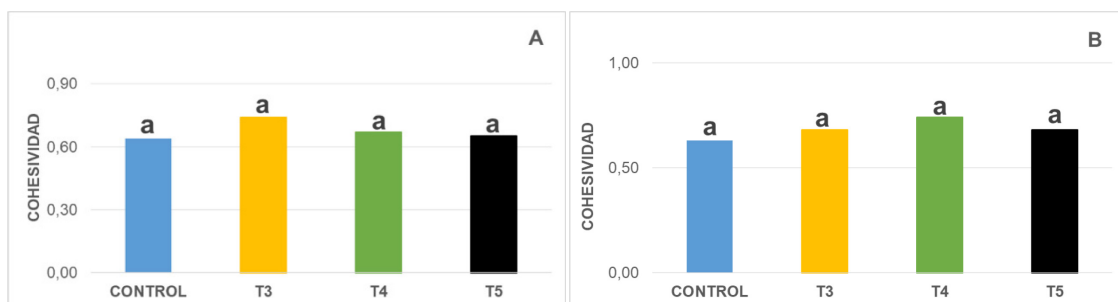


Figura 30. Cohesividad determinada en el APT luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 2*: en sentido paralelo al eje principal del producto (**A**) y en sentido perpendicular al eje principal del producto (**B**). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

La **elasticidad** (Figura 31) y la **masticabilidad** (Figura 32) de los embutidos cárnicos control y con los 3 reemplazos de NaCl por KCl evaluados no mostraron diferencias significativas entre sí.

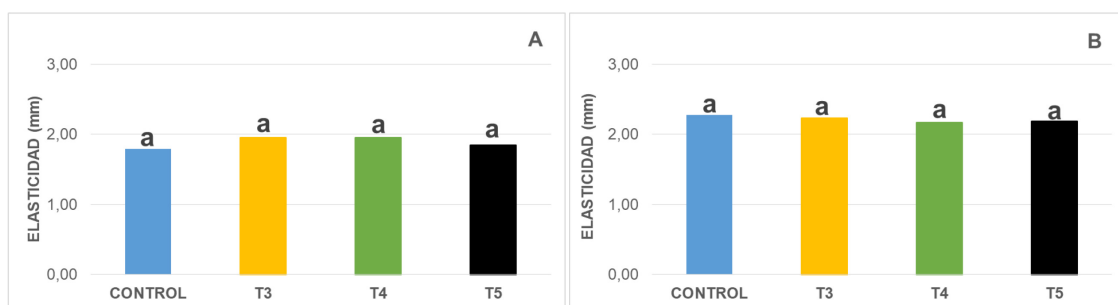


Figura 31. Elasticidad determinada en el APT luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 2*: en sentido paralelo al eje principal del producto (**A**) y en sentido perpendicular al eje principal del producto (**B**). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

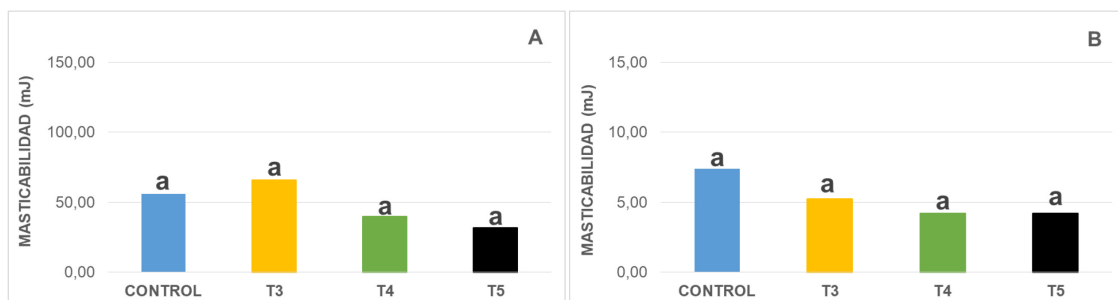


Figura 32. Masticabilidad determinada en el APT luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 2*: en sentido paralelo al eje principal del producto (**A**) y en sentido perpendicular al eje principal del producto (**B**). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

La **evaluación sensorial** (Figura 33) realizada con el panel de evaluadores no entrenados, evidenció algunas diferencias significativas entre tratamientos en los

parámetros de aceptabilidad global, textura y sabor en uno u otro ensayo. Por otro lado, con este análisis se confirmó lo observado mediante la medición instrumental del color, en donde se determinó que las muestras no presentaron diferencias significativas al evaluar los parámetros L^* , a^* y b^* .

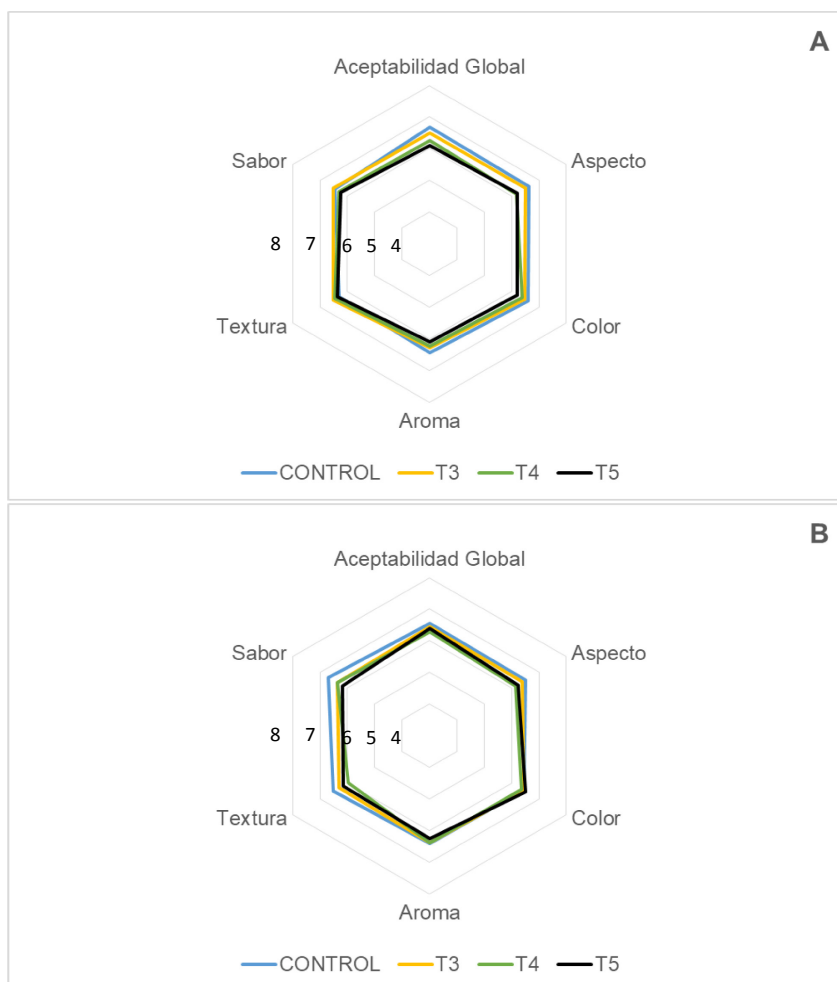


Figura 33. Atributos evaluados en la evaluación sensorial luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 1* (A) y del *ensayo 2* (B). Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Para poder apreciar mejor las diferencias mencionadas, se muestran a continuación los resultados de los descriptores en los que se observaron diferencias. En la **Figura 34** se muestra la **aceptabilidad global** del *ensayo 1* y *ensayo 2*. Se puede observar que solo en el *ensayo 1* el empleo de KCl por encima del 40% p/p (T4) disminuyó la aceptabilidad global del embutido cárnico seco.

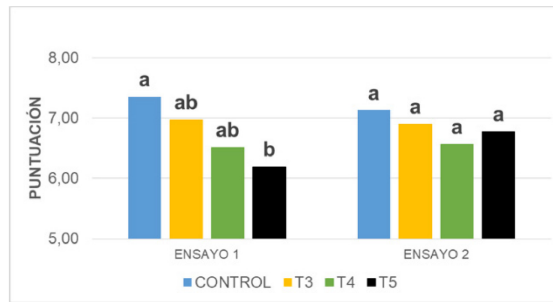


Figura 34. Aceptabilidad global determinada en el análisis sensorial luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 1 (izquierda)* y del *ensayo 2 (derecha)*. Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

A su vez, en cuanto a las diferencias en la **textura (Figura 35)**, se pudo demostrar en el *ensayo 2* que a partir del empleo de cantidades crecientes de KCl (iguales o mayores al 40% p/p) la textura fue acusada con menor puntaje por parte de los evaluadores.

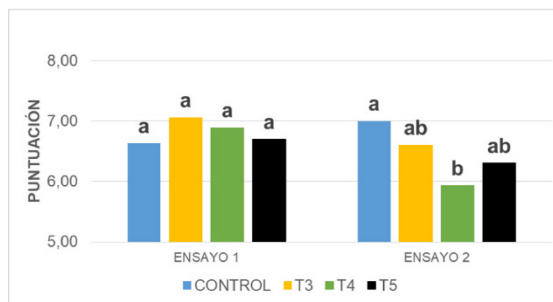


Figura 35. Textura determinada en el análisis sensorial luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 1 (izquierda)* y del *ensayo 2 (derecha)*. Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Por último, los resultados de la evaluación sensorial de los embutidos cárnicos secos en cuanto al descriptor **sabor** se muestran en la **Figura 36**. Se puede observar en el *ensayo 2* que los evaluadores manifestaron una menor puntuación en los embutidos con más del 40% p/p KCl (T4), diferenciándolos en una magnitud en el puntaje asignado en la escala hedónica (de 7,4 a 6,4). Es conocido que existe un umbral en el cual el KCl puede ser detectado como un retrogusto amargo lo cual explicaría la disminución de aceptabilidad al aumentar su concentración en el producto final (**Weis et al., 2010; Dos Santos et al., 2014**).

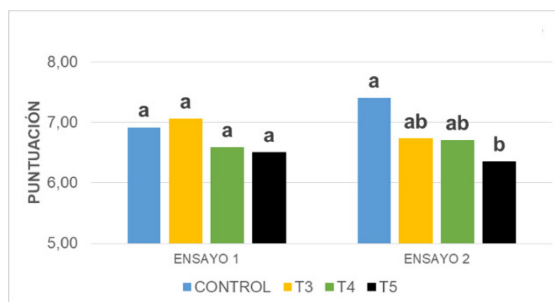


Figura 36. Sabor determinado en el análisis sensorial luego del proceso de secado y maduración de los salames criollos control (■), con reemplazo de la fracción de NaCl por 20% p/p KCl (■), 40% p/p KCl (■), y 60% p/p KCl (■) del *ensayo 1 (izquierda)* y del *ensayo 2 (derecha)*. Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

4.6. Conclusiones

El reemplazo de cloruro de sodio en la formulación de embutidos cárnicos secos hasta 60% por cloruro de potasio afecta las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto terminado. Si bien este reemplazo no modifica la velocidad de secado ni el color, si lo hace sobre la tasa de acidificación del producto, probablemente debido a un efecto de ralentización de las bacterias ácido-lácticas. En caso de realizarse un reemplazo de cloruro de sodio por cloruro de potasio este no debiera ser superior al 40% debido al efecto en la aceptabilidad sensorial.

5. CONCLUSIONES GENERALES



5. CONCLUSIONES GENERALES

La formulación de embutidos cárnicos secos tipo salame criollo con la incorporación de nitrato de sodio y cultivo iniciador favorece la tasa de acidificación del producto sin afectar la velocidad de secado, la formación de color característico, ni las cualidades sensoriales. En base a ello es conveniente emplear dichos aditivos tecnológicos para el aseguramiento de su inocuidad y una mejor capacidad de feteado.

El reemplazo de cloruro de sodio por cloruro de potasio en la formulación permite lograr un producto final con menor contenido de sodio con un potencial nicho de mercado, pero el reemplazo no debería ser superior al 40%.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andújar G., Pérez D., Venegas O. 2003. Química y bioquímica de la carne y los productos cárnicos. Ed. Universitaria, Cuba. pp 126.

Andújar Robles G. 1998. El curado de la carne y la elaboración tradicional de piezas curadas ahumadas. Ed. Universitaria, Cuba. pp. 105.

Boletín Porcino. 2018. Disponible en: <https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/porcinos/estadistica>. Último acceso: Septiembre 2018.

Bozkurt H., Erkmen O. 2004. Effect of nitrate/nitrite on the quality of sausage (sucuk) during ripening and storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84, 279-286.

CAA. 1969. Código Alimentario Argentino. Capítulo VI. En: www.anmat.gov.ar. Último acceso: Septiembre 2018.

CAICHA. 2017. "Industria de chacinados y afines". Disponible en: <https://www.caicha.org.ar/wp-content/uploads/INDUSTRIA-DE-CHACINADOS-Y-AFINES-2017.pdf>. Último acceso: Septiembre 2018.

Cervellini A. 2015. Mejora de la seguridad alimentaria en embutidos secos mediante el uso de *starters*. Tesis de grado. UNICEN, Tandil. pp 79.

Cobos A., Díaz O. 2014. Capítulo 3: Chemical composition of meat and meat products. En: Handbook of food Products. Springer.

Desmond E. 2006. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science* 74, 188-196.

Diez Brodd. 2006. La carneada: sociabilidad, reciprocidad y política tradicional en poblados rurales del centro de la Provincia de Buenos Aires. Tesis de grado UNICEN, Olavarría. pp 14-15

Dos Santos B.A., Campagnol P.C.B., da Cruz A.G., Morgano M.A., Wagner R., Pollonio M.A.R. 2015. Is There a Potential Consumer Market for Low-Sodium Fermented Sausages? *Journal of Food Science* 80, S1093-S1099.

Guàrdia M.D., Guerrero L., Gelabert J., Gou P., Arnau J. 2008. Sensory characterisation and consumer acceptability of small calibre fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate. *Meat Science* 80, 1225-1230.

Laranjo M., Gomes A., Agulheiro-Santos A.C., Potes M.E., Cabrita M.J., Garcia R., Rocha J.M., Roseiro L.C., Fernandes M.J., Fraqueza M.J., Elias M. 2017. Impact of salt reduction on biogenic amines, fatty acids, microbiota, texture and sensory profile in traditional blood dry-cured sausages. *Food Chemistry* 218, 129-136.

Lee M.B., Styliadis S. 1996. A survey of pH and water activity levels in processed salamis and sausages in metro Toronto. *Journal of Food Protection* 59, 1007-1011.

Lenzi F., Tran T.-T., Teng T.-T. 1975. The water-activity of supersaturated aqueous solutions of NaCl, KCl, and K₂SO₄ at 25 °C. *Canadian Journal of Chemistry* 53, 3133-3140.

- Marco A., Navarro J.L., Flores M.** 2006. The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. *Meat Science* 73, 660-673.
- Ministerio de Agroindustrias.** 2017. Caracterización nacional. Sector porcino 2017. Disponible en: <https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/porcinos/estadistica>. Último acceso: Septiembre 2018.
- Ortiz C.M.** 2008. *Micrococcaceae* y *Staphylococcaceae* en la superficie de embutidos cárnicos secos. Tesis de grado de la UNMDP, UI INTA-Balcarce. pp. 93.
- Paulsen M.T., Nys A., Kvarberg R., Hershleth M.** 2014. Effects of NaCl substitution on the sensory properties of sausages: Temporal aspects. *Meat Science* 98, 164-170.
- Pietrasik, Z.** 1999. Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and colour of comminuted scalded sausages. *Meat Science* 51, 17–25.
- Sanz Y., Vila R., Toldrá F., Nieto P., Flores J.** 1997. Effect of nitrate and nitrite curing salts on microbial changes and sensory quality of rapid ripened sausages. *International Journal of Food Microbiology* 37, 225-229.
- Tabanelli G., Coloretti F., Chiavari C., Grazia L., Lanciotti R., Gardini F.** 2012. Effects of starter cultures and fermentation climate on the properties of two types of typical Italian dry fermented sausages produced under industrial conditions. *Food Control* 26, 416-426.
- Tang K.X., Shi T., Gänzle M.** 2018. Effect of starter cultures on taste-active amino acids and survival of pathogenic *Escherichia coli* in dry fermented beef sausages. *European Food Research and Technology* 244, 2203-2212.
- Toldrá F., Barat J.M.** 2015. Capítulo 28: Low-Sodium Products. En: Handbook of Fermented Meat and Poultry. Segunda edición. JohnWiley & Sons, Ltd.
- Ugalde-Benítez V.** 2012. Meat emulsions. En: Hui Y.H. (ed). Handbook of meat and meat processing. CRC Press, Boca Raton, pp 447–456.
- Ventanas S., Martín D., Estévez M., Ruiz J.** 2004. Nitratos, nitritos y nitrosaminas en productos cárnicos (I). *Eurocarne* 129, 1-15.
- Weiss J, Gibis M, Schuh V, Salminen H.** 2010. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science* 86, 196–213.