UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS

ESCUELA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.

Trabajo Final de Graduación bajo la modalidad de Tesis para optar por el Grado de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

Desarrollo de un producto de fácil implementación para la empresa Rabbits de Costa Rica a partir de carne cunícola (*Oryctolagus cuniculus)* empacado al vacío y listo para cocinar, con sus costos variables estimados y su ficha técnica confeccionada.

Elaborado por:

Felipe González Balmaceda.

Carné: A62497

Cuidad Universitaria Rodrigo Facio

2016

Tribunal examinador

Proyecto de graduación presentado a la Escuela de Tecnología de Alimentos como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

Elaborado por:

Felipe González Balmaceda

Aprobado por:

Yorleny Araya Q.

Yorleny Araya Quesada, M.A.G.
Presidenta del Tribunal

Alejandro Chacón Villalobos, M. Sc.
Director del proyecto

Dra. María Lourdes Pineda Castro, M. Sc.
Asesora del proyecto

Ing. David Mora Valverde.
Asesor del proyecto

Eliana Mora Peraza, Licda.
Profesor designado

Dedicatoria

A mis padres, Joaquín e Ileana.

A mi familia y amigos.

Agradecimientos

Primero, agradecer a mi familia y amigos, sin su apoyo y dedicación nunca hubiera podido concluir esta etapa de mi vida.

Al profesor Alejandro Chacón, director del proyecto, por toda su dedicación, apoyo incondicional, ayuda y motivación.

A la profesora María Lourdes, asesora del proyecto, por sus enseñanzas y encontrar tiempo para mí.

Al profesor David Mora Valverde, asesor del proyecto, por su apoyo en este proyecto.

A Medardo Serrano (y su familia), quien hizo posible la elaboración de esta tesis al creer de manera ciega y desinteresada en mí y en el proyecto. Donando los conejos necesarios, permitiéndome entrar en su empresa y siempre estar disponible para ayudar y enseñar.

A mis compañeras de la universidad, que más que compañeras terminaron siendo amigas muy queridas sin su apoyo, consejos y compañía nunca habría podido terminar este proyecto. Por todo lo vivido en todos estos años de universidad que serán recuerdos que atesoraré el resto de mi vida.

A mis viejos amigos del colegio, todos atentos preguntando, motivando y apoyando para que terminara el proyecto.

A mi hermana Cristiana, por hacer de la casa un hogar, por hacer lo tedioso agradable. Por el apoyo y confianza brindado.

A mis padres, por su apoyo incondicional e inquebrantable, por su paciencia y por creer en mí.

A la Escuela de Tecnología de Alimentos, a la Universidad de Costa Rica, a todos mis profesores y personal de la escuela, los cuales brindaron lecciones de vida a nivel personal, profesional y académico que me formaron como persona, estudiante y profesional.

Porque sin ustedes no lo hubiera logrado.

A cada uno muchas gracias.

Índice de contenido

Tribunal examinador ii
Dedicatoria iii
Agradecimientos iv
Índice de contenido v
Índice de cuadros viii
Índice de figuras. x
Resumen xii
1. Justificación 1
2. Objetivos 5
2.1 Objetivo general 5
2.2 Objetivos específicos 5
3. Marco Teórico 6
3.1. La carne de conejo 6
3.2. La carne de conejo como alimento para el ser humano 10
3.3. Productos cárnicos 11
3.4. Empaque al vacío de productos cárnicos 14
3.5. Parámetros de calidad de la carne 15
3.5.1. pH 15
3.5.2. Capacidad de Retención de Agua (CRA) 16
3.5.3. Color 17
3.5.4. Carga microbiológica 19
3.5.5. Textura 20
3.6. Análisis de la calidad de la carne 21
3.6.1. Medición del color 21
3.6.2. Fuerza de Corte 23
3.6.3. TPA: Análisis de Perfil de Textura 23
3.6.4. Panel de agrado y consumidores 25
3.6.4.1. Análisis de datos sensoriales: conglomerados (grupos) 26
3.7. Buenas Prácticas de Manufactura 27
3.8. Análisis de costos 28

4. Materiales y métodos 30
4.1. Localización 30
4.2. Materiales 30
4.2.1. Carne de conejo 30
4.2.2. Empaque 31
4.3. Pruebas preliminares 31
4.3.1. Corroboración de Buenas Prácticas de Manufactura en la empresa Rabbits de Costa Rica 31
4.4. Estimación preliminar del tiempo de almacenamiento 32
4.5. Preparación del producto 32
4.6. Metodología 33
4.6.1. Desarrollo de los productos 33
4.6.2. Estudio cualitativo del mercado e identificación de hábitos de consumo 36
4.6.3. Evaluación sensorial de los productos seleccionados 37
4.6.3.1. Prueba de agrado con consumidores 37
4.6.3.2. Diseño experimental 37
4.6.3.3. Análisis estadístico 37
4.6.4. Estudio de almacenamiento de los productos seleccionados 38
4.6.4.1. Descripción del procedimiento 38
4.6.4.2. Diseño experimental 38
4.6.4.3. Análisis estadístico 38
4.6.5. Elección del método de preparación 38
4.6.6. Cálculo de los costos variables para la elaboración del producto 39
4.6.7. Elaboración de la ficha técnica del producto 39
4.7. Métodos de análisis 40
4.7.1. Panel sensorial y percepción del consumidor 40
4.7.2. Determinación de pH 40
4.7.3. Determinación de textura 40
4.7.3.1. Determinación de la fuerza de corte 42
4.7.3.2. Determinación del TPA 43
4.7.4. Determinación del color 45
4.7.5. Determinación del rendimiento de preparación de la carne (RP) 45
4.7.6. Determinación del rendimiento de cocción (RC) 45
4.7.7. Métodos microbiológicos para la determinación de psicrófilos/psicrótrofos 46
4.6.8. Esquema del proceso experimental 48

5. Resultados del desarrollo de producto y discusión 50
5.1. Oportunidad de mercado y generación de ideas 50
5.2. Concepto de producto 50
5.3. Proceso de desarrollo de productos 50
5.3.1. Entrada y plan de diseño. 50
5.3.2. Revisión y verificación del diseño de producto. 51
5.4. Validación del diseño 51
5.4.1. Prueba de agrado con consumidores 51
5.4.2. Rendimiento preparación 53
5.4.3. Redimiendo cocción 54
5.4.4. pH 55
5.4.5. Crecimiento microbiológico 58
5.4.6. Color 61
5.2.6.1. Parámetro de color L* 61
5.6.2.2. Parámetro de color a* 63
5.4.6.3. Parámetro de color b* 63
5.4.6.4. Parámetro de color C* 64
5.4.6.5. Parámetro de color h° 65
5.4.7. Textura 67
5.4.7.1. Fuerza de corte 67
5.4.7.2. Dureza 69
5.4.7.3. Elasticidad y cohesividad 70
5.4.7.4. Masticabilidad 71
5.5. Salida de diseño 73
5.5.1. Elección del método de preparación para el producto final 73
5.5.2. Elaboración ficha técnica y Análisis de Costos 75
6. Conclusiones 78
7. Recomendaciones 80
8. Bibliografía 81
Anexos 87
A 1. Lista de chequeo para corroboración de BPM. 87
A.2. Ficha técnica muslo de conejo al vino con especias 92
A.3. Ejes temáticos para las entrevistas con consumidores de productos cunícolas. 99
A.4. Resultados obtenidos experimentalmente. 100

Índice de cuadros

Cuadro 1. Comparación de la composición de la carne en sus componentes o tejidos principales para el corte de pierna o cadera/muslo de las especias más comunes según datos de Kirk et al. (2006). 7
Cuadro 2. Composición química porcentual y valores de energía de diferentes especias (Ramírez, 2004)..... 10
Cuadro 3. Descripción de los parámetros de textura que usualmente se obtienen mediante la prueba TPA (Ramírez, 2004)..... 25
Cuadro 4. Condiciones de operación de la prueba de fuerza de corte con la sonda Warner-Bratzler. 42
Cuadro 5. Condiciones de operación de la prueba de TPA con la sonda de aluminio..... 44
Cuadro 6. Probabilidad asociada al análisis de varianza para los conglomerados y la preparación sobre el agrado del producto. 52
Cuadro 7. Probabilidad asociada al análisis de varianza para el porcentaje rendimiento de preparación para el producto..... 54
Cuadro 8. Probabilidad asociada al análisis de varianza del porcentaje rendimiento de cocción del producto..... 55
Cuadro 9. Probabilidad asociada al análisis de varianza del producto para el pH..... 56
Cuadro 10. Probabilidad asociada análisis de varianza del tiempo y preparación del producto sobre el crecimiento de microorganismos. 59
Cuadro 11. Probabilidad asociada al análisis de varianza para el tipo de preparación y tiempo sobre los parámetros de color en la carne de conejo preparadas. 61
Cuadro 12. Probabilidad asociada al análisis de varianza para el tipo de preparación y tiempo sobre los parámetros para el ensayo de textura. 67
Cuadro 13. Análisis de costos variables directos en colones y su equivalente en dólares para la producción de carne de conejo al vino blanco con especias..... 76
Cuadro 14. Costo de la mano de obra requerida en la elaboración de carne de conejo al vino con especias 5 kg. 77
Cuadro 15. Costos directos e indirectos de la elaboración de elaboración de carne de conejo al vino con especias..... 77

Cuadro A 1. Lista de chequeo para Buenas prácticas de Manufactura en la planta de Rabbits de Costa Rica adaptada del Reglamento Técnico Centro Americano, 2006. Los puntajes máximos de las distintas categorías se basan en las recomendaciones del manual del Ministerio de Salud... 87
Cuadro A 2 Proveedores de la materia prima usada en el desarrollo de producto 93
Cuadro A 3 Otros posibles proveedores de materia prima para la producción..... 93
Cuadro A 4 Proveedores de equipo necesario para la producción..... 94
Cuadro A 5 Formulación para la preparación del conejo marinado con vino blanco y especias . 94
Cuadro A 6 Análisis de HACCP para muslo de conejo marinado 97
Cuadro A 7 Ejes temáticos utilizados durante las entrevistas con consumidores acerca de hábitos de consumo de productos cunícolas en Costa Rica..... 99
Cuadro A 8 Resultados de la información obtenida en las entrevistas a los consumidores habituales de conejo..... 100
Cuadro A 9 Resultados de la información registrada durante la preparación de los prototipos para el conejo al vino con especias..... 101

Cuadro A 10 Resultados de la información registrada durante la preparación de los prototipos para el conejo a la mostaza. 102
Cuadro A 11 Resultados para el rendimiento de preparación. 103
Cuadro A 12 Resultados para el rendimiento de cocción 104
Cuadro A 13 Resultados para el conteo placas microbiología..... 105
Cuadro A 14 Resultados medición de pH..... 106
Cuadro A 15 Resultado panel de agrado con consumidores..... 107
Cuadro A 16 Resultados mediciones de color..... 109
Cuadro A 17 Resultados TPA 113
Cuadro A 18 Resultados Fuerza de corte 117

Índice de figuras.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso para carne marinada de conejo y carne adobada de conejo. 12
Figura 2. Comportamiento de la capacidad de retención de agua (CRA) con la variación de pH en la carne (Ramírez, 2004). 17
Figura 3. Espacio del color en la escala CIE L*a*b* y sus coordenadas cilíndricas C y ^{o}h (Ramírez, 2004). 22
Figura 4. Gráfico representativo de una prueba de TPA, mostrando las áreas empleadas para la determinación de las propiedades de textura (Ramírez, 2004). 24
Figura 5. Ejemplo de dendrograma. 27
Figura 6. Imágenes recopiladas durante la visita a la empresa Rabbits de Costa Rica durante la corroboración de Buenas Prácticas de Manufactura. 32
Figura 7. Esquema de proceso para el desarrollo de productos (Earle & Earle 2009). 34
Figura 8. Prototipos de productos terminados para ambas formulaciones, posterior al almacenamiento en refrigeración. 35
Figura 9. Ilustración de la dirección en que se aplica la fuerza con respecto a la dirección de las fibras musculares para la fuerza de corte (izquierda) y TPA(derecha). 41
Figura 10. Muestras de cubos de carne de conejo de 1 centímetro por 1 centímetro por 1 centímetro utilizados durante el ensayo de análisis de perfil de textura y fuerza de corte. 41
Figura 11. Fotografía recopilada durante la cocción de las muestras siguiendo el método de American Meat Science Association hasta una temperatura interna de 70 ^{o}C. 43
Figura 12. Fotografía tomada durante la realización de la prueba de análisis del perfil de textura en el laboratorio de química de la escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica. 44
Figura 13. Figura del montaje de placas por duplicado de agar estándar por esparcimiento para el conejo con preparación de vino. 47
Figura 14. Esquema de la parte experimental. 48
Figura 15. Esquema del procedimiento del análisis microbiológico (psicrótrofos/anaerobios en carne) a realizar en las piezas de carne de conejo. 49
Figura 16. Valores promedio de agrado en el panel sensorial para el conejo al vino blanco y conejo a la mostaza en cada conglomerado. 53
Figura 17. Gráfica del valor de pH medido directamente en el muslo en función del tiempo en días para la preparación de conejo con vino blanco y conejo a la mostaza. 57
Figura 18. Gráfica de valor promedio de Log UFC/g en función del tiempo en días para las carnes marinadas de conejo durante el estudio de almacenamiento en refrigeración a 5°C. 60
Figura 19. Gráfica del valor de parámetro de color L* en función del tiempo en días para el conejo al vino blanco con especias y conejo a la mostaza. 62
Figura 20. Gráfica del valor del parámetro de color b* en función del tiempo en días para el conejo al vino blanco con especias y conejo a la mostaza. 64
Figura 21. Gráfica del valor del parámetro de color C* (cromaticidad) en función del tiempo para el conejo al vino blanco con especias y conejo a la mostaza. 65
Figura 22. Gráfica de valor de parámetro de color h^{o} (Hue) para los productos de carne de conejo marinado en función del tiempo en días. 66
Figura 23. Gráfica de la fuerza se corte (N) para conejo al vino blanco con especias y conejo a la mostaza en función del tiempo en días. 68

Figura 24. Gráfica de la dureza (N) para conejo al vino blanco con especias y conejo a la mostaza en función del tiempo en días. 69
Figura 25. Gráfica de la elasticidad para el conejo con vino y conejo a la mostaza en función del tiempo en días(izquierda) y Gráfica de la cohesividad en función del tiempo en días para la preparación de carnes de conejo marinadas. 70
Figura 26. Gráfica de la masticabilidad para el conejo con vino y conejo a la mostaza en función del tiempo en días. 72
Figura 27. Prototipo final del producto elegido para su implementación en la empresa Rabbits de Costa Rica: Conejo marinado al vino blanco con especias. 75

Resumen

González Balmaceda, Felipe

Desarrollo de un producto de fácil implementación para la empresa Rabbits de Costa Rica a partir de carne cunícola *(Oryctolagus cuniculus)* empacado al vacío y listo para cocinar, con sus costos variables estimados y su ficha técnica confeccionada.

Tesis Licenciatura Ingeniería de Alimentos. San José, C.R.:

123 h.:26 il. -80 refs.

F González B., 2015.

El objetivo de la investigación fue desarrollar un producto a partir de carne cunícola *(Oryctolagus cuniculus*) empacado al vacío y listo para cocinar para la empresa Rabbits de Costa Rica. Se compararon dos métodos de preparación y se realizó un panel de agrado, así como medición del porcentaje de rendimiento de cocción y preparación, color, pH, textura y conteo microbiológico.

Se realizó una investigación previa donde se determinaron las preparaciones de vino y mostaza por parte de los consumidores, así como requerimientos del producto como no usar aditivos artificiales, tener una "etiqueta limpia", ser un producto fresco no congelado y no utilizar preservantes.

Se llevó a cabo un panel de agrado con consumidores, donde ambas preparaciones tuvieron una alta aceptación; esto indica que existe un posible nicho de mercado para productos cunícolas en el mercado costarricense. Con respecto al porcentaje de rendimiento, no se presentaron diferencias significativas ($\alpha>0,05$) entre los distintos productos. Se obtuvieron valores de pH más bajos que los reportados en conejo fresco, especialmente para la preparación con vino. De la misma manera, la preparación con vino obtuvo cargas de UFC/g de *psicrótrofos* anaerobios significativamente menores que la preparación con mostaza en el tiempo, lo cual le dio mayor estabilidad al producto. Se pudo almacenar el producto con preparación con vino hasta por 28 días sin sobrepasar la carga de 10^6 UFC/g.

Con respecto al color, se obtuvo un L* alto para ambas preparaciones, por lo que la carne se considera blanca. En todos los parámetros de color medido existieron diferencias significativas para el método de preparación ($p<0,05$), y para L*, b* y C hubo interacción entre los factores tiempo y método de preparación. En la textura no hubo diferencias significativas ($\alpha>0,05$) para el método

de preparación, pero si hubo interacción entre el método de preparación y el tiempo para la fuerza de corte, dureza, masticabilidad y elasticidad. En general los procesos de preparación no afectaron los parámetros de textura con respecto al conejo sin marinar.

Se eligió para la implementación del producto final la preparación con vino blanco, debido a su agrado y a su baja carga de microorganismos, siendo los demás factores muy similares entre las dos formulaciones. Se elaboró la ficha técnica del producto y se calcularon los costos variables directos para la elaboración del producto.

CARNE, CARNE DE CONEJO, DESARROLLO PRODUCTO, CALIDAD, DUREZA, TPA, TEXTURA, COLOR, PH, PSICRÓFILOS, ANAEROBIOS, MARINADO.

Alejandro Chacón Villalobos, M. Sc.

Escuela de Tecnología de Alimentos.

1. Justificación

La carne de animales domésticos y la obtenida de animales de caza han sido de gran importancia en la alimentación de la humanidad desde tiempos primitivos, y ha favorecido su desarrollo y crecimiento. Las definiciones de carne varían según su uso y consumo. Desde un punto de vista técnico, la carne es la musculatura esquelética con más o menos grasa de los animales de sangre caliente. Sin embargo, siendo menos estrictos, se incluyen todas las partes de los animales de sangre caliente utilizadas por el hombre para su alimentación como vísceras órganos, sangre y grasa (Belitz & Grosch, 1992; Onega, 2003).

Las especies, de las cuales convencionalmente se obtiene carne en el mundo, incluyen al ganado vacuno, ovino, caprino, porcino, los búfalos, venados y caballos, así como diversas especias de caza y aves de corral. Tradicionalmente, se considera la carne como la principal fuente de proteína; según la opinión de la mayor parte de los consumidores occidentales, es fundamental para su salud y bienestar (Kirk *et al*., 2006).

Como alimento, la carne es una fuente primaria de proteínas de alta calidad, vitaminas y minerales esenciales como el hierro. La composición de la carne varía según la especie, la edad y el sexo, así como del tipo de alimentación y el estado productivo del animal (Kirk *et al.*, 2006; Cubero, 2011).

Factores como el valor nutricional y funcional de los alimentos han cobrado gran importancia en el mercado actual. La estrecha relación entre la dieta y la salud han conducido a cambios en los hábitos del consumidor, exigiendo que estos productos a que respondan a sus preferencias alimentarias y nutricionales. En este ámbito, la carne de conejo es muy valorada por sus propiedades nutricionales; es además considerada como “carne blanca”, fácil de cocinar, de buen sabor y adaptable a todas las dietas (Cury *et al*., 2011; Dalle & Szendrő, 2011).

La carne de conejo presenta un alto porcentaje de proteína (22%) de muy alta calidad, con gran cantidad de aminoácidos esenciales, especialmente los azufrados como lisina y cisteína; es una carne tierna, de fácil digestibilidad y bajo contenido calórico, baja en grasa y colesterol (Dalle & Szendrő, 2011). Tiene, además, una proporción alta de ácidos grasos polinsaturados y constituye una buena fuente de omega 6 en comparación con otras fuentes de proteína animal como cerdos, aves y reses. Asimismo, contiene altos valores de potasio, fósforo y magnesio, es buena fuente de

vitaminas del grupo B y posee un muy bajo contenido de sodio. Por esto se dice que esta carne podría valorarse como un alimento funcional (Cury *et al*., 2011).

La carne de conejo representa el 1,2% de la carne producida en los Estados Unidos y un 0,5% a nivel mundial (1,1 millones de toneladas anuales, medido en los años 2002 a 2005). Se ha observado un crecimiento en los últimos 50 años, alcanzando así una producción de 1,6 millones de toneladas durante el 2009. China es el principal productor con 700 000 t/año, seguido por Italia (230 000 t/año), España (74 161 t/año) y Francia (51 400 t/año). Estos cuatro países representan el 75% de la producción y consumo de carne de conejo a nivel mundial (Dalle & Szendrő, 2011). La carne es consumida de manera regular en países de Europa y el norte de África, consolidándose Italia como el mayor consumidor, con 5,3 kg/cápita/año, seguido por España y Francia (Tavares *et al*., 2007; Olivares *et al*., 2009; Cury *et al*., 2011; Dalle & Szendrő, 2011).

La pobre organización por parte de los productores y la cadena de valor, escasos recursos tecnológicos y científicos, poca o nula ayuda gubernamental, el limitado conocimiento acerca de esta carne, así como la percepción del conejo como una mascota por parte del potencial consumidor, explican su poco consumo a nivel latinoamericano y nacional (Ariño, 2006; Souza *et al*., 2008; Olivares *et al*., 2009). Para mejorar la comercialización de la carne de conejo se debe incrementar la eficiencia de acopio, generar centros de distribución y diferenciar el producto dándole algún valor agregado al mismo (Olivares *et al*., 2009).

La carne de conejo tiene un alto precio, ya que la proporción de los costos derivados de la mano de obra, inversión y costos fijos son mayores en el conejo que en el pollo o el cerdo. Una posible forma de incrementar su consumo sería por medio de presentaciones más atractivas para el consumidor, desarrollando productos cárnicos y platos preparados en los que participe el conejo. Adicionalmente, el consumo de esta carne puede ser una buena manera de proporcionar compuestos bioactivos a los consumidores y aumentar de manera eficaz los niveles de nutrientes. Debido a su potencial tecnológico, puede ser utilizada también para elaborar productos diversificados con valor agregado a conveniencia del consumidor y ofrecerlos en el mercado con un mejor precio en beneficio del productor (Furukawa *et al*., 2004; Ariño, 2006; Tavares *et al*., 2007; Souza *et al*., 2008; Olivares *et al*., 2009; Cury *et al*., 2011).

Algunos ejemplos de productos cárnicos a partir de carne de conejo con valor agregado son: la elaboración de carne marinada (lista para cocinar), tortas de hamburguesa, paté de hígado, y embutidos como jamón y salchichas, entre otros. Estudios realizados en otros países demostraron

una aceptación de los productos en mercados que no son tradicionalmente consumidores de conejo como Venezuela, Colombia, Brasil y otros en los que sí se consume tradicionalmente como España (Furukawa *et al*., 2004; Ariño, 2006; Tavares *et al*., 2007; Souza *et al*., 2008; Olivares *et al*., 2009; Cury *et al*., 2011).

Actualmente, en Costa Rica hay pocas granjas cunícolas. Rabbits de Costa Rica, ubicada en Pacayas de Cartago, es el único proveedor de la cadena de supermercados Auto Mercado y su producción semanal es de aproximadamente 150 canales. Según el productor (Serrano, 2014), los compradores de este tipo de carne son generalmente extranjeros (europeos y canadienses) pues, al igual que a nivel latinoamericano, "el costarricense ve al conejo como una mascota y no como comida"; es una cuestión cultural y de gusto por lo que su consumo a nivel nacional, aunque se encuentra creciendo, es muy limitado. Otra aseveración del productor es que requiere dar algún valor agregado al producto para mejorar los ingresos y hacerlo llegar a nuevos consumidores, aunque existe un vacío de información técnica e investigación con carne de conejo a nivel nacional.

La empresa Rabbits de Costa Rica expresó la necesidad de contar con algún producto de valor agregado, inclinándose por las carnes marinadas (Serrano, 2014). Este tipo de productos elaborados presentan ventajas sobre otras opciones de desarrollo como embutidos, patés o carnes curadas para productores pequeños o incipientes como es el caso de esta empresa. El marinado por remojo es ideal para empresas pequeñas que no pueden comprar equipo o que preparan producto delicado que puede dañarse si se somete a mucha manipulación, ya que se requiere de poco equipo y es de fácil implantación. Es una sola etapa sencilla y se obtiene producto de buena calidad que solo requiere de áreas refrigeradas para su almacenamiento (Hui, 2012). El método del empaque al vacío es una buena opción para estos productos, ya que permite alargar la vida útil; adicionalmente, en este caso la empresa ya cuenta con una empacadora al vacío, así como con los proveedores del empaque (Serrano, 2014).

El marinado a nivel industrial comprende la adición de ingredientes funcionales que ayudan a dar sabor y mejorar las características del producto, entre ellas, la suavidad, la jugosidad y el incremento de la vida útil. A nivel de restaurantes, el marinado es simplemente la adicción de ingredientes para dar sabor y características al producto previo a su cocción y preparación. Para este tipo

de productos listos para cocinar aplican ambas definiciones: se buscan ciertas características de sabor, textura y jugosidad, y al mismo tiempo, alargar la vida útil y mejorar la calidad del producto para darle un valor agregado utilizando especias, sales y otros aditivos (Mora, 2014; Hui, 2012).

Al tratarse del desarrollo de un producto cárnico crudo es importante realizar un análisis microbiológico para asegurar su calidad e inocuidad, las cuales están estrechamente ligadas a la carga microbiana inicial. Las carnes preparadas podrían presentar cambios químicos y microbiológicos debido a las formulaciones e ingredientes a utilizar, por lo que son necesarios estudios para determinar su vida útil y garantizar que son seguras para el consumidor luego de ser preparadas (Hui, 2012).

Debido al interés de desarrollar un producto nuevo, se requiere de la aplicación de un estudio que permita determinar las características sensoriales de éste y validar su diseño, para lo cual es necesario aplicar una prueba a los consumidores con el fin de definir su aceptación (Rojas *et al*., 2007). Para lograrlo se aplica un análisis sensorial, el cual consiste en la medida de la calidad de un producto usando técnicas basadas en la fisiología y psicología de la percepción (Rojas, 2005). Para un producto nuevo que se desea lanzar al mercado, se utiliza una prueba de nivel de agrado, la cual se aplica cuando se desea medir el grado de satisfacción que es capaz de sentir un consumidor hacia un alimento en específico (Earle & Earle, 2009).

Además del análisis sensorial, se determinarán los costos de producción mediante el análisis de todos los factores utilizados en la fabricación y elaboración del nuevo producto. La determinación de costos es muy importante, ya que permiten la programación de la producción y el cálculo del costo de producción (Corrales, 2004; Rojas, 2005). Esta información brindará a Rabbits de Costa Rica criterios para la toma de decisiones a la hora de implementar el producto.

Basado en lo expuesto anteriormente, se propuso en este trabajo final de graduación realizar el desarrollo de un producto de carne de conejo preparada, empacada y lista para cocinar, basada en el gusto del consumidor, para brindar practicidad y nuevas opciones de consumo al mercado y, a su vez, que pueda ser implementado por el productor para generar beneficios adicionales y ampliar su segmento de mercado.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Desarrollar un producto de fácil implementación para la empresa Rabbits de Costa Rica a partir de carne cunícola (*Oryctolagus cuniculus)* empacado al vacío y listo para cocinar, con sus costos variables estimados y su ficha técnica confeccionada.

2.2 Objetivos específicos

I. Desarrollar un producto preparado de carne cunícola, empacado y listo para cocinar, basado en el gusto del consumidor.

II. Evaluar la aceptación sensorial del producto por parte de los consumidores y demás análisis durante el almacenamiento.

III. Confeccionar la ficha técnica del producto seleccionado para que el productor disponga de la información pertinente para su implementación en la empresa Rabbits de Costa Rica.

IV. Estimar los costos variables asociados con la elaboración del producto seleccionado.

3. Marco Teórico

3.1. La carne de conejo

La carne de animales domésticos y salvajes ha tenido gran importancia en la alimentación de la humanidad desde tiempos primitivos. Las definiciones de carne varían según el objeto de las mismas, pues, desde el punto de vista legal, la carne incluye todas las partes de los animales de sangre caliente utilizadas por el hombre para su alimentación; mientras en el lenguaje común carne es solamente el tejido muscular esquelético acompañado más o menos de grasa (Belitz & Grosch, 1992; Onega, 2003; Chacón, 2004). Las especias convencionales para carne en el mundo incluyen al ganado vacuno, ovino, caprino, porcino, los búfalos, venados, caballos, así como diversas especias de caza y aves de corral (Kirk *et al*., 2006).

La carne de conejo representa el 1,2 % de la carne producida en los Estados Unidos y solamente el 0,5% a nivel mundial (1,1 millones de toneladas anuales a nivel mundial, medido en los años 2002 a 2005). El mayor consumidor de carne de conejo es Italia con 5,3 kg/cápita/año, seguido por España y luego Francia. Por otro lado, el mayor productor es China con 500 mil toneladas anuales, seguido por Italia con 225 mil, España con 112 mil y Francia con 77 mil. Estos cuatro países representan el 75% de la producción y consumo de carne de conejo a nivel mundial. El conejo es un animal totalmente aprovechable (piel, hígado, vísceras, carne, etc.). Existe un creciente interés en la carne de conejo por sus propiedades sensoriales, siendo la terneza el principal atributo de atracción, aunque el color y sabor también son importantes (Ramírez, 2004; Ariño, 2006; Tavares *et al*., 2007; Pérez-Arévalo *et al.*, 2009; Olivares *et al*., 2009; Cury *et al*., 2011; Serrano, 2014).

Los conejos son muy productivos, porque tienen una alta tasa de fertilidad de 40 crías al año, en comparación con 0,8 del ganado vacuno y 1,4 del ovino, alta tazas de crecimiento, alta eficiencia en la alimentación, edad corta para su mercadeo, proporciones altas de músculo/hueso y requieren de poca extensión de terreno; lo que los convierte en una opción atractiva para la producción de carne (Olivares *et al*., 2009; Badr, 2004).

El conejo presenta otras ventajas desde el punto de vista zootécnico, pues es de fácil manejo, de eficiente reproducción y de alta tasa de productividad (en comparación con otras especias), bajos costos de inversión y manutención, así como rápida recuperación de la inversión inicial. El rendimiento en canal de conejo es de alrededor del 55% (varía si se incluye o no la cabeza como

parte de la canal), aunque influyen factores como sexo y edad (Barrón *et al*., 2004; Osechas & Becerra, 2006; Olivares *et al*., 2009; Serrano, 2014).

La carne de conejo posee proteínas y grasa en cantidades similares al pollo y la ternera; sin embargo, la composición de su grasa es más saludable puesto que es baja en ácidos grasos saturados, alta en ácidos grasos mono y polinsaturados, baja en colesterol, y rica en vitaminas y minerales (Olivares *et al*., 2009).

La carne de conejo presenta un elevado porcentaje de proteína y bajo porcentaje de grasa, como se puede observar al comparar los componentes principales de la carne de conejo con la carne de otras especias, presentados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Comparación de la composición de la carne en sus componentes o tejidos principales para el corte de pierna o cadera/muslo de las especias más comunes según datos de Kirk et al. (2006).

Carne	Agua (%)	Grasa (%)	Proteína (%)
Res	66,7	13,5	18,9
Cerdo	59,5	22,5	16,6
Pollo	77,0	3,1	20,4
Conejo	74,6	4,0	21,6

Las carnes de res poseen mayor contenido de grasas saturadas que las de aves y pescado; sin embargo, el contenido de colesterol no difiere entre estos tipos de carne. Inclusive, la carne de res posee menos cantidad que algunos mariscos. Por estos motivos, muchas personas evitan el consumo de las mismas debido al contenido de ácidos grasos saturados, ya que, mediante estudios epidemiológicos, los médicos han asociado su consumo con la aparición de enfermedades cardiovasculares (Ramírez, 2004).

Una razón por la cual la cantidad de colesterol es similar en las carnes es que es una molécula fundamental en la bioquímica del cuerpo de los animales. Es precursor de vitaminas, componente en hormonas y ayuda en la digestión y absorción de alimentos, por lo que su presencia es una condición vital (Belitz y Grosch, 1992; Ramírez, 2004). La carne de conejo se clasifica como una carne

con bajo contenido de colesterol (53 mg/100 g en promedio) a pesar de ser roja, por lo que podría ser de utilidad en dietas para personas mayores o con problemas cardiovasculares.

De hecho, podría considerarse un alimento de interés para la dieta humana debido a la cantidad relativamente alta de ácidos grasos insaturados e inclusive mercadearse como alimento funcional. La carne de conejo posee un buen equilibrio entre las series *omega-3* y *omega-6*, y la relación ácidos grasos poli-insaturados/ácidos grasos saturados (PUFA/SFA, por sus siglas en inglés) se acerca a la recomendada por el Departamento de Salud del Reino Unido (0,45), aunque cabe mencionar que estas relaciones, como se mencionó anteriormente, se ven afectadas por la dieta del animal (Dalle-Zotte & Szendrő, 2011).

Otros estudios realizados por Ramírez (2004) revelan que el contenido de ácido linolénico en el músculo del conejo aumenta si este mismo ácido es suplementado en la dieta del conejo. Además, la grasa intramuscular aumenta con la edad entre las semanas 11 y 18, mientas que su contenido de agua disminuye. De tal forma, la carne de conejos de 18 semanas resulta más tierna y menos fibrosa (Ramírez, 2004). En el caso de la canal del conejo, la grasa se acumula en la zona de las escápulas, inglés y periferia de los riñones como tejido adiposo (Ramírez, 2004; Dalle-Zotte & Szendrő, 2011). Esto se puede traducir en una ventaja al momento de la cosecha, ya que estas acumulaciones serían fácilmente removibles para ofrecer un conejo con menor porcentaje de grasa al mercado.

En países latinoamericanos, como Colombia, Venezuela, México y Brasil, la producción aún se realiza a pequeña escala debido a la pobre organización, escasos recursos tecnológicos, poca ayuda gubernamental y el limitado conocimiento acerca de esta carne por parte del mercado. Sin embargo, en los recientes años, el mercado de la carne de conejo ha crecido (Ariño, 2006; Souza *et al*., 2008; Olivares *et al*., 2009). Varias personas encuestadas, según un estudio en Venezuela, estarían dispuestas a consumir esta carne si estuviese más disponible y en condiciones apropiadas (Osechas & Becerra, 2006). Otro estudio realizado en México indica que, para mejorar la comercialización de la carne de conejo, se debe incrementar la eficiencia de acopio, generar centros de distribución y diferenciar el producto, entre otras mejoras (Olivares *et al*., 2009). La cunicultura es una actividad que puede representar una alternativa para la producción de proteína animal, además de ser otra fuente de empleo para el sector (Osechas & Becerra, 2006; Serrano, 2014).

En Costa Rica, desde el punto de vista tecnológico, solo hay un estudio académico previo sobre la carne de conejo de Rabbits de Costa Rica, realizado por Herrera (2015). Desde el punto de visita zootécnico, Mora y Solano (2015) realizaron un estudio bioeconómico para la producción y semi-industrialización de conejo en Costa Rica, en donde concluyeron que la mejor vía es llegar a comercializar la carne al mercado (y no el conejo a plantas de producción) debido a que con mayor proceso se agrega mayor valor al producto final. En este estudio se menciona que no se vislumbra un futuro necesariamente seguro debido a diversos factores, como la poca formalidad y estructura del negocio. Además, recalcan que se debe instar a desarrollar modelos y estrategias que incrementen las posibilidades de permanencia y competitividad del negocio cunícola. Esto concuerda con la realidad del mercado de carne de conejo del resto de Latinoamérica.

Actualmente, en Costa Rica hay pocas granjas cunícolas y solamente dos ofrecen carne de conejo a supermercados en el Valle Central. Según datos del Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), para el 2014 se encontraban inscritas tres de estas granjas. Una de ellas está ubicada en Pacayas de Cartago y opera bajo el nombre de *Rabbits de Costa Rica*. Su principal y único cliente es la cadena de supermercados Auto Mercado y es uno de los pocos lugares donde se puede conseguir carne de conejo comercial. El otro supermercado en donde se consigue este tipo de carne es Walmart, cuyo proveedor es la finca *El Quijote*, ubicada en Poás de Alajuela. La otra finca se ubica en San Ramón de Alajuela; sin embargo, no se obtuvo información de su nombre comercial ni de expendios con carne de este proveedor. Las otras fuentes de adquisición de este tipo de carne serían ventas informales “entre vecinos”.

La producción semanal de *Rabbits* para el período 2012-2013 era de 120 canales, que se traduce en unas 500 mensuales que, de manera estrecha, dan abasto con los requerimientos de su cliente, a pesar de ser la granja cunícola más grande de Centroamérica. Esporádicamente llegan pedidos de restaurantes gourmet o internacionales; sin embargo, no puede cubrir esa demanda. Según el gerente de producción, los compradores de este tipo de carne son generalmente extranjeros (europeos y canadienses), pues “el costarricense ve al conejo como una mascota y no como alimento”. Él considera que es una carne “sana, sabrosa y versátil” con mucho potencial, pero lastimosamente no se recibe la ayuda suficiente del Gobierno ni de otras fuentes que mejoren la situación (Serrano, 2014).

3.2. La carne de conejo como alimento para el ser humano

Como alimento, la carne es una fuente primaria de proteínas de alta calidad, vitaminas y minerales como el hierro (Onega, 2003; Chacón, 2004; Kirk *et al.*, 2006; Cubero, 2011). Se considera que el valor nutricional de la proteína de origen animal es superior a la de origen vegetal. Se dice que la digestibilidad de la primera, además, es de un 95-100%, mientras que de la segunda es apenas de un 65-75%. Además, el hierro *hemo* (de la carne) presenta excelente absorción y, como si fuera poco, aumenta la absorción de hierro de otras fuentes (Onega, 2003).

La carne de conejo se integra perfectamente dentro de una alimentación saludable y es especialmente adecuada para todos aquellos grupos poblacionales con necesidades proteicas elevadas. Responde a las recomendaciones de los expertos en nutrición y autoridades sanitarias y puede integrarse en las estrategias de prevención de enfermedad cardiovascular y obesidad. Además, es una carne muy fácilmente digerible, por lo que se recomienda a las personas con un sistema digestivo delicado (Garzón, 2012).

En el Cuadro 2 se observa que la composición de la carne varía según la especie; otros factores que afectan en menor medida son la edad y el sexo del animal (Chacón, 2004; Kirk *et al.*, 2006; Cubero, 2011). Los valores promedio para la carne o músculo magro son: 70% humedad, 20% proteína, 9% grasa, 1% ceniza y 160 kcal/100 g. La carne comercial fresca no contiene fibra y prácticamente tampoco carbohidratos (Onega, 2003; Kirk *et al.*, 2006).

Cuadro 2. Composición química porcentual y valores de energía de diferentes especias (Ramírez, 2004).

Carne	Agua (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Minerales (%)	Energía (kcal/100 g)
Vacuno	66,0	18,8	13,7	1,0	213
Ternera	72,7	20,5	5,4	1,1	142
Cerdo	53,3	15,3	30,5	0,8	357
Cordero	69,0	18,2	12,5	1,0	199
Pollo	72,7	20,6	5,6	1,1	144
Conejo	69,6	20,8	7,6	1,1	164

Se menciona en estudios que la carne de conejo tiene importantes características nutricionales, como ser alta en porcentaje de proteína y digestibilidad, y baja en porcentaje de colágeno, grasa, sodio y colesterol comparada con la de otros animales comerciales. Por esto, se dice que es beneficiosa para ser incorporada en la dieta de cualquier persona (Olivares *et al*., 2009; Cury *et al*., 2011). Además, presenta excelente potencial tecnológico para la producción de derivados cárnicos y un elevado valor biológico porque contiene altas cantidades de potasio, fósforo y magnesio, además de todos los aminoácidos esenciales y un alto contenido de hierro. Esta carne también cumple con otras características de calidad no tradicionales que están sumando importancia, como lo son el valor nutritivo y la seguridad alimentaria, siendo una fuente alternativa de proteína completa de origen animal en la dieta (Furukawa *et al*., 2004; Ariño, 2006; Tavares *et al*., 2007; Souza *et al*., 2008; Olivares *et al*., 2009; Cury *et al*., 2011; Arce, 2012; Serrano, 2014).

3.3. Productos cárnicos

La elaboración de productos cárnicos es un tema extenso que incluye una gran variedad de alimentos y procesos. En general puede clasificarse en dos: músculo entero y aquellos en los cuales el músculo ha sido disminuido en tamaño ya sea por corte, molido u otros procesos similares o combinación de estos. El procesamiento de músculos enteros, adicionalmente, puede dividirse en dos categorías: curados y no curados. Los curados son expuestos a sales y agentes de cura como nitritos y nitratos mientras que los no curados han sido alterados físicamente sin la adición de sales. Entre los segundos procesos se encuentra la tenderización o inyección que permite dar mayor suavidad al músculo que se logra de manera mecánica, enzimática o química. Los productos pre cocidos son otro ejemplo de valor agregado. El marinado y adobado constituyen dos de las formas más sencillas y utilizadas de dar valor agregado al músculo entero en la industria. Esto consiste en agregar especias y sabores a la carne en conjunto con ingredientes que den valor tecnológico como preservantes o agentes para aumentar suavidad, dar color o sabor al producto final. Estas pueden llevarse a cabo ya sea por inyección, en un *tumbler* por volteado que mezcla y masajea el músculo para que penetre la mezcla preparada o simplemente por inmersión en un marinado de manera estática (Hui, 2012).

Según el Ministerio de Salud en el Reglamento Técnico Centroamericano (2010), se define la carne adobada como aquella a la que se le han agregado ingredientes, especias y aditivos permitidos por los entes competentes, que le confieren sabor y que pueden modificar la textura. La principal diferencia con el marinado es que éste se define como carne a la cual se le ha añadido agua con ingredientes y/o aditivos permitidos por los entes competentes, mediante los procesos de masajeado, reposo o una combinación de los dos anteriores, que modifica el sabor natural de la carne (Hui, 2012).

A continuación, se presentan los flujos de proceso para la elaboración de carnes con músculo de conejo entero marinado y adobado listos para cocinar, (Figura 1).

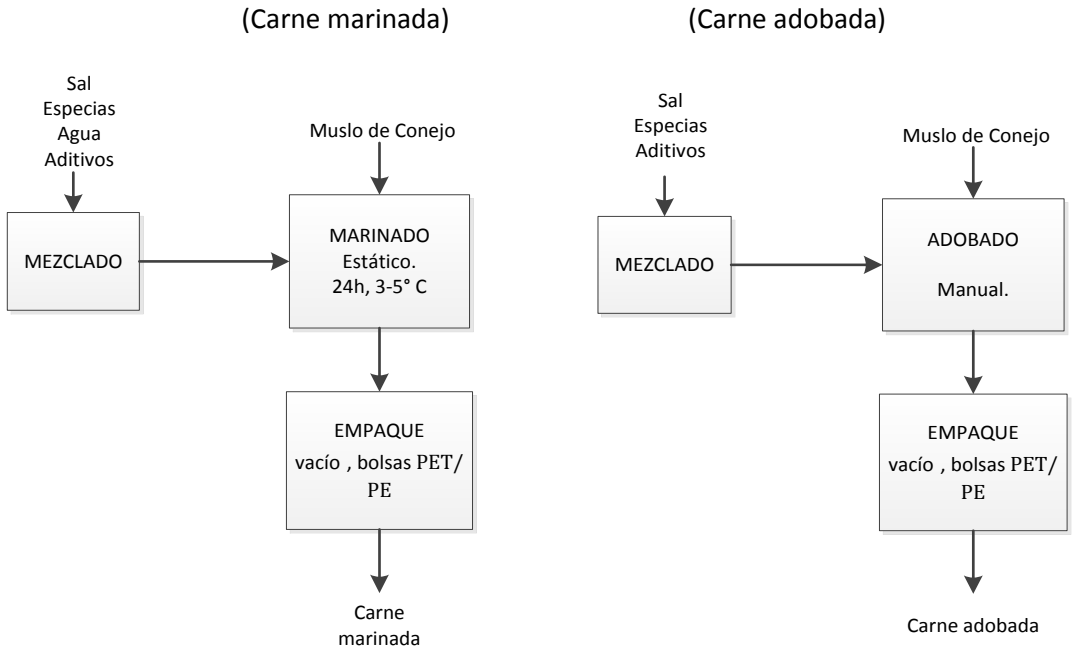


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso para carne marinada de conejo y carne adobada de conejo.

Descripción de las operaciones

- **Proceso de marinado**

1. Mezclado de ingredientes: se mezclan los ingredientes y aditivos pre pesados en las proporciones deseadas; se comienza por los polvos finos agregando de último el agua poco a poco para evitar grumos. Se mezcla hasta que la mezcla sea homogénea y no haya grumos.
2. Marinado: se sumergen las piezas de conejo limpias y pre pesadas en la mezcla del marinado en refrigeración (3 a 5 °C) por un periodo de 24 horas en recipientes tapados en reposo estático.
3. Empaque: una vez pasado el tiempo de reposo para el marinado se empacan las piezas en bolsas PET/PE al vacío usando una empacadora de vacío.
4. Almacenamiento*:* una vez empacado el producto las bolsas son almacenadas en refrigeración (3 a 5 °C).

- **Proceso de adobado**

1. Mezclado de ingredientes: se mezclan los ingredientes y aditivos pre pesados en las proporciones deseadas; se comienza por los polvos finos. Se mezcla hasta que la mezcla sea homogénea y no haya grumos.
2. Adobado: de manera manual se frotan las piezas limpias y pre pesadas de conejo con el adobo preparado anteriormente hasta asegurarse cubrir y untar toda la pieza.
3. Empaque: una vez pasado el tiempo de reposo para el marinado se empacan las piezas en bolsas PET/PE al vacío usando una empacadora al de vacío.
4. Almacenamiento*:* una vez empacado el producto las bolsas son almacenadas en refrigeración (3 a 5 °C).

El procesar la carne de conejo puede aumentar el valor agregado del producto haciéndolo más rentable y de más fácil consumo para el comprador. Una forma de fomentar su consumo y abrir

el mercado a nuevos consumidores es cambiar su presentación en forma agradable al ojo y ya preparado para el consumo que vaya en la línea de tendencia de alimentos preparados que sean prácticos, permitiendo ahorrar tiempo y siendo a la vez saludables. Debido a su potencial tecnológico, la carne de conejo puede ser utilizada también para elaborar productos diversificados con valor agregado a conveniencia del consumidor y ofrecerlos en el mercado con un mejor precio en beneficio del productor (Cury *et al*., 2011).

El sometimiento de la carne a procesos de conservación como el ahumado, curado y preparación de derivados han demostrado versatilidad al ser transformada para la elaboración de productos tales como jamón, salchicha, carne marinada (lista para cocinar), tortas para hamburguesa y paté de hígado entre otros, que presenta rendimientos comparables con otras especias. Por tal motivo, es una alternativa viable para imprimirle valor agregado a la actividad cunícola (Furukawa *et al*., 2004; Ariño, 2006; Tavares *et al*., 2007; Souza *et al*., 2008; Olivares *et al*., 2009; Serrano, 2014).

3.4. Empaque al vacío de productos cárnicos

La comercialización de la carne fresca está limitada por su corta vida útil. Uno de los procedimientos existentes para prolongar la vida útil y a su vez el periodo de comercialización, que ha sido popular desde los años ochenta, consiste en la aplicación de métodos de envasado que modifican la composición de los gases alrededor de la carne empacada que es conocido como empaques con atmósfera modificada (EAM). Este método en conjunto con el almacenamiento a temperaturas de refrigeración permite incrementar considerablemente su vida útil sin afectar significativamente las características sensoriales y nutricionales de la carne (Rodríguez-Calleja *et al.* 2010).

Para modificar la composición gaseosa de la atmósfera en el empaque pueden emplearse distintos gases: oxígeno (O_2), dióxido de carbono (CO_2) y nitrógeno (N_2). El oxígeno pretende mantener el color rojo vino de las carnes, factor que no afecta a la carne de conejo. El dióxido de carbono inhibe el crecimiento y metabolismo de varios grupos microbianos especialmente los Gram negativos. El nitrógeno se utiliza ya que es inerte: inodoro, incoloro y poco soluble en agua. Estos cambios en los gases presentes en los empaques afectan la micro flora de deterioro asociada al producto, en general favorece el crecimiento de bacterias anaerobias facultativas como *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, *Clostridium*, bacterias ácido lácticas (LAB) y *Brochothrix thermosphacta* entre otras de

menor importancia. Aunque los EAM han sido estudiados extensamente la información para carne de conejo es muy escasa tanto en vida útil como la flora presente en los distintos tipos de atmósferas modificadas (Rodríguez-Calleja *et al.* 2005, Agapi *et al*. 2012).

Por lo general, suelen usarse tres tipos de atmósferas modificadas: empaque al vacío (EV), 100% dióxido de carbono y mezclas comerciales que suelen tener composiciones de gases de 35% CO_2/35% O_2/30% N_2 aproximadamente. En un estudio de Rodríguez-Calleja *et al.* (2010), se reportó que la vida útil de los muslos traseros de conejo empacados en distintas atmósferas y almacenados en refrigeración aumento la vida útil del producto. Se obtuvo un tiempo de cinco semanas para 100% CO_2, de tres a cuatro semanas para el empaque al vacío y 18 a 21 días para la mezcla de gases. La microbiota alterante en las muestras bajo 100% CO2 y EV estuvo representada (hasta el 54%) por bacterias ácido lácticas (LAB). Mientras que, en la mezcla gaseosa, *Pseudomonas*, LAB y *Brochothrix thermosphacta* supusieron el 8,7%, 4,0% y 2,4%, respectivamente.

3.5. Parámetros de calidad de la carne

3.5.1. pH

El pH es una escala logarítmica definida como el logaritmo negativo, de la actividad de los iones hidrógeno que expresa la tasa de iones hidronio (H^+) contra iones hidroxilo (OH^-) en una sustancia, por ende, el nivel de acidez o alcalinidad de la misma. La escala oscila entre 0 y 14, siendo 7 el pH neutro (Belitz y Grosch, 1992; Ockerman, 1996; Lawrie y Ledward, 2006).

Se puede considerar el pH como la característica de calidad más importante de la carne ya que afecta directamente la estabilidad y propiedades de las proteínas; y de su valor final dependerán los demás atributos de calidad, como la capacidad de retención de agua (CRA), textura y color. Posterior a la faena, el pH desciende naturalmente como consecuencia de la formación de lactato por la glucólisis anaerobia (Belitz y Grosch, 1992; Onega, 2003; Ramírez, 2004).

Un descenso incorrecto se traduce a defectos en la carne que afectan principalmente la CRA, pero consecuentemente también en las demás características de calidad. Si el pH no logra bajar de 6,0, debido a una poca concentración de glucógeno inicial, se pueden obtener carnes oscuras, firmes y secas (DFD, por sus siglas en inglés). Por el contrario, una formación excesiva y rápida de lactato,

debido a elevadas concentraciones de carbohidratos al momento del sacrificio, dará origen a carnes pálidas, blandas y exudativas (PSE, por sus siglas en inglés). Estas dos condiciones de la carne se conocen como defectos de la misma y, por lo tanto, son indeseadas (Belitz y Grosch, 1992; Onega, 2003; Chacón, 2004). Hasta la fecha, no se han encontrado razas de conejo que presenten anomalías en la cinética de acidificación o valores finales de pH en el musculo, como en el cerdo (Ramírez, 2004). Es decir, la carne de conejo no presenta los ya mencionados defectos de DFD y PSE.

Algunos estudios mencionan que el pH en el músculo del conejo (vivo) es muy cercano a 7. Este valor, después del sacrificio, momento donde se anula el aporte de oxígeno, baja a valores que oscilan entre 5,6 (músculo con actividad glicolítica, blancos) y 6,4 (músculos oxidativos, rojos). Inclusive, puede variar según la localización en un mismo músculo. En conejos, los músculos de la porción delantera de la canal tienen mayor pH que los músculos de la parte trasera (Ramírez, 2004).

3.5.2. Capacidad de Retención de Agua (CRA)

La capacidad de retención de agua (CRA) es la habilidad del músculo de retener el agua o humedad naturalmente presente en él, ya sea durante el troceado, el calentamiento o cocción, o la aplicación de presión; es decir, durante su manipulación (Pérez, 1998; Onega, 2003; Ramírez, 2004; Galián, 2007; Di Luca, 2011). Después del sacrificio, la CRA se ve afectada por factores como la caída del pH, instauración del rendimiento marinado (RM) y los cambios en la estructura miofibrilar asociados a la actividad proteolítica (Belitz y Grosch, 1992; Ramírez, 2004).

La CRA es una propiedad muy importante que sufre cambios antes, durante y después de la cocción (Ramírez, 2004). Esta propiedad es importante económicamente, ya que pérdidas o ganancias de agua afectan el peso y, por ende, el precio de la carne, pues esta se vende utilizando esta medida. También muchas propiedades de calidad, físicas y sensoriales, dependen de la CRA. Cuando la CRA es baja, durante el almacenamiento, las pérdidas por goteo pueden ser grandes y, al mismo tiempo, se pueden perder algunas proteínas solubles, vitaminas y minerales (Ramírez, 2004).

En la Figura 2 se observa la relación entre el pH y la capacidad de retención de agua de la carne. En ella se observa que hay un punto mínimo en la capacidad, debido a la anulación de fuerzas a nivel molecular en el punto isoeléctrico, donde las proteínas llegan a ser insolubles en agua. Esta condición es reversible (Belitz y Grosch, 1992).

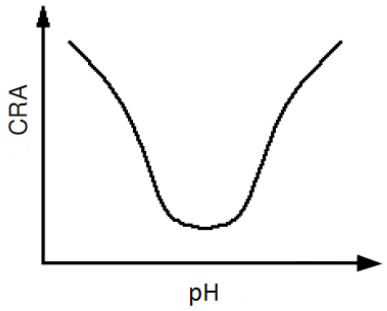


Figura 2. Comportamiento de la capacidad de retención de agua (CRA) con la variación de pH en la carne (Ramírez, 2004).

Desde el punto de vista tecnológico se define como la habilidad de retener agua añadida en un proceso, así que es esencial en la elaboración de productos cárnicos como embutidos o marinados (Onega, 2003; Galián, 2007; Di Luca *et al.*, 2011).

El contenido y distribución de agua influyen en propiedades como jugosidad, aspecto y en la dureza de la carne (Ramírez, 2004; Galián, 2007). El color de la carne está también influido por la CRA, pues cuando tiene el agua ligada absorbe más irradiaciones de la luz, dando una impresión de carne más oscura. Por el contrario, cuando el agua está libre, la superficie es húmeda y refleja más radiación, dando la apariencia de ser más clara; sin embargo, como se mencionó anteriormente, no se ha encontrado hasta la fecha este defecto en ninguna raza de carne de conejo (Onega, 2003; Ramírez, 2004).

Ramírez (2004) también indica la relación de las pérdidas de agua por cocción y la edad del conejo al momento del sacrificio y su porcentaje de grasa. Muestra que a medida que aumenta la edad, aumenta el porcentaje de grasa presente en la carne y disminuyen las pérdidas de agua.

3.5.3. Color

El color y la apariencia son las primeras características apreciadas en los alimentos por el consumidor y con base en estas se juzga su calidad al momento de compra (Onega, 2003; Genot, 2003; Ramírez, 2004; Ariño, 2006; Galián, 2007; Cubero, 2011). El color es un indicador intuitivo y útil para relacionar las cualidades sensoriales de un producto (Joshi & Brimelow, 2002).

Existen principalmente tres factores que afectan el color final en el músculo de los animales. El primero es el contenido en pigmentos (mioglobina), el cual es un factor intrínseco del tipo de músculo, especie, raza, edad y otros factores de producción primarios. Los músculos oxidativos son categorizados como rojos, mientras que los glicolíticos son blancos. Otros factores son las condiciones del sacrificio y el posterior procesado, pues pueden afectar el pH y temperatura del músculo. Por último, también influyen el tiempo y las condiciones de almacenamiento (exposición al oxígeno), que afectan la oxigenación y oxidación de la mioglobina (el hierro del grupo hemo) (Ramírez, 2004; Ariño, 2006; Galián, 2007; Cubero, 2011).

El estado de oxidación del átomo de hierro del grupo hemo de la mioglobina es un factor que puede afectar la coloración de la carne de cualquier especie. La mioglobina posee un color rojo púrpura; la oximioglobina, en presencia de oxígeno, un color rojo brillante y la metamioglobina, en forma oxidada, un color pardo claro. Otros ligandos presentes en la carne, como CO, NO, N_3^- y CN^-, resultarán en colores similares al de la oximioglobina. Además, otros factores que afectan la mioglobina son el pH y la temperatura; a menor pH, más pronta será su auto-oxidación, y, a mayor temperatura, menos estable el complejo (Belitz y Grosch, 1992; Ramírez, 2004).

Es importante tomar en cuenta que el color de una pieza de carne de cualquier especie no depende solamente de la absorción de luz por parte de los pigmentos cárnicos (principalmente de la mioglobina), sino también de la dispersión de la luz en la matriz de las fibras musculares. Es una condición indispensable para que se produzca un color rojo luminoso y que el coeficiente de absorción sea mayor que los de dispersión (Belitz y Grosch, 1992; MacDougall, 2002).

Debido a que la percepción de color es única y exclusiva para cada individuo, y existe gran dificultad para comunicar objetivamente un color específico, se utilizan actualmente instrumentos de identificación exacta de color. La *Comission Internationale de l'Eclairage* (CIE) recomienda dos escalas de color alternativas y uniformes: CIELab y CIELCh. Estas escalas se basan en la teoría de la percepción de colores opuestos, que establece que un color no puede ser verde y rojo, ni azul y amarillo a la vez. En estas escalas, la letra L^* indica luminosidad o claridad; la letra a^* (u^*) el color rojo/verde; y la b^* (v^*) el amarillo/azul. A partir de los colores de a^* y b^* se pueden calcular el Matiz (Hue-^oh) y la cromaticidad (Chroma-C) (Joshi & Brimelow, 2002; Ramírez, 2004).

3.5.4. Carga microbiológica

La flora inicial de la carne al momento de la cosecha es mayoritariamente mesófila y se encuentra en la superficie de la carne. Durante la refrigeración de las carnes, la flora mayoritaria pasa a ser psicrotrófica. Esta flora está compuesta habitualmente por familias *gram*-negativas como las *Pseudomonas*, *Moraxella* y *Acinetobacter*, que a la postre deterioran la carne. Usualmente, en plantas de tratamiento, se empacan al vacío los cortes, y es bajo estas condiciones cuando se reproducen las bacterias anaeróbicas facultativas o microaerofílicas *gram*-positivas, como lo son principalmente las bacterias ácido lácticas, pero también *Clostridium*. En estas condiciones, los factores que determinan la vida útil de la carne serán los factores que afecten la tasa de crecimiento de la flora correspondiente (pH de la carne, temperatura, carga inicial, entre otros). Bacterias patógenas, como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* y *Listeria monocytognes*, entre otras, pueden estar presentes en la carne cruda y representan un riesgo a la salud pública (Tompkin *et al.*, 2001, Rodriguez-Calleja *et al.* 2010).

El *Clostridium botulinum* es una bacteria anaeróbica, *gram*-positiva, esporulada, con forma de bastón que produce la toxina más potente conocida, una proteína de neurotoxicidad característica de varios tipos de *Clostridium sp.*, que genera la enfermedad conocida como botulismo. La temperatura óptima de crecimiento es de 35 ^{o}C (cepas proteolíticas) y de 26 ^{o}C a 28 ^{o}C (no-proteolíticas); sin embargo, algunas cepas pueden crecer y generar la toxina a temperaturas de refrigeración (arriba de 3 ^{o}C). Para prevenir el botulismo, en la industria se manejan operaciones como acidificación (pH menor de 4,6), reducción del a_w (menos de 0,9), aumento de la presión osmótica con NaCl y adición de preservantes como nitrito de sodio (entre 100 ppm y 200 ppm), principalmente. Las toxinas botulínicas son termolábiles, por lo que la apropiada cocción final de los alimentos acaba con el riesgo (Solomon *et al.*, 2001).

Según Tompkin *et al.* (2001), la flora de la carne es heterogénea y consiste en bacterias mesófilas y psicrotróficas provenientes del mismo animal (tracto digestivo), tierra, agua y el ambiente. Además, indica que la flora de la superficie, recién sacrificado el animal, ronda los 10^2-10^3 UFC/cm^2 para las mesófilas, mientras que 10^1 UFC/cm^2 para las psicrotróficas. Estas últimas son importantes de cuantificar porque, en un sentido práctico, son las que crecerán en las temperaturas

habituales de almacenamiento de cualquier carne (refrigeración), y al final deterioran la carne y determinarán la vida útil de la misma.

Por lo general, el envasado al vacío en refrigeración modifica la flora de deterioro del producto. Para la carne de conejo, en estas condiciones se desarrollan principalmente bacterias ácido lácticas y *Brochothrix thermosphacta* sobre otras bacterias aerobias. Las bacterias ácido lácticas (BAL) son capaces de crecer rápidamente a temperaturas bajas y bajas concentraciones de O_2. Estas generan olores y sabores ácidos menos desagradables que los ocasionados en aerobiosis. Por esta razón, la carne almacenada al vacío en refrigeración (4 ^{o}C) puede llegar a aumentar su vida útil de 6 a 12 días (Tompkin *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2010).

3.5.5. Textura

La textura se define como un conjunto de sensaciones distintas, un parámetro multidimensional, el cual no se puede definir como una propiedad única, sino que debe hacerse referencia a los atributos de la textura del alimento e inclusive pueden tener diferente significado para cada persona. La calidad sensorial de la carne depende de la suavidad, la jugosidad, el color, el aroma y el sabor. Sin embargo, los consumidores catalogan la suavidad como la característica más importante y crucial para su aceptación. Debido a esto, el valor comercial de la carne prácticamente se fija basándose en este atributo (Onega, 2003; Chacón, 2005; Galián, 2007; Cubero, 2011). Algunos otros atributos de la textura son la fuerza de corte, adhesividad, cohesividad y masticabilidad, entre otros (Ramírez, 2004; Muthukumarappan & Karunanithy, 2010).

Los factores relacionados con la dureza de la carne son la especie, edad, género, condiciones de estrés *ante mortem*, tipo de músculo, cantidad y solubilidad de colágeno, longitud del sarcómero, fuerza iónica y degradación miofibrilar. Se dice también que la contracción muscular (proteínas estructurales) es una de las principales causas de dureza en la carne, pues las proteínas se aglutinan en las fibras a lo largo del músculo contraído. Los factores relacionados con la dureza se resumen en dos grupos: la composición de la carne y el comportamiento de la misma posterior al sacrificio (Pérez, 1998; Genot, 2003; Chacón, 2004; Ramírez, 2004; Cubero, 2011).

La cantidad de grasa también influye en la terneza, la jugosidad, el sabor y la percepción de calidad. Esta proporciona una lubricación al momento del corte, estimula la salivación y debilita la estructura del tejido conectivo (con el marmoleo) (Onega, 2003; Ariño, 2006; Galián, 2007).

Por otro lado, el tejido conectivo, sobre todo el colágeno, tiene un aporte apreciable en el aumento de la dureza, no tanto así la elastina. Se sabe que la dureza de la carne aumenta con la edad, y se ha mencionado en muchos estudios que una de las razones se deriva del tejido conectivo, en especial de las propiedades del colágeno. La concentración de colágeno no aumenta con la edad, pero sí decrece su solubilidad con el peso y la vejez del animal (aumenta la cantidad de enlaces covalentes cruzados que aumentan su rigidez y disminuyen solubilidad) (Chacón, 2000; Onega, 2003; Chacón, 2004; Ramírez, 2004; Ariño, 2006; Galián, 2007; Cubero, 2011).

Debido a la gran importancia económica que tiene la terneza en la carne, se han investigado varios métodos para conseguir su ablandamiento, entre ellos: suspensión de la pieza, estiramiento mecánico, estimulación eléctrica, altas presiones hidrostáticas, ultrasonicación, bajas y altas temperaturas de maduración, aplicación de extractos enzimáticos de frutas, uso de enzimas bacterianas y hasta la onda de choque conocida como "*Hydrodyne*" (Pérez, 1998; Chacón, 2004; Chacón, 2005).

3.6. Análisis de la calidad de la carne

3.6.1. Medición del color

Las definiciones colorimétricas se dividen en subjetivas y objetivas. Las subjetivas, las psicosensoriales, son el brillo, luminosidad, matiz, cromaticidad, saturación y coloración. El matiz se entiende como el atributo descrito por el nombre del color (rojo, morado, verde, etc.). La saturación es la coloración analizada en proporción a su brillo; mientras que la cromaticidad es la coloración relativa al brillo de su alrededor. La diferencia entre brillo y luminosidad es poca; la luminosidad es relativa al brillo. La luminosidad no se ve afectada por la iluminación, pues es la proporción de luz reflejada. Por otro lado, la sensación de brillo incrementa con el incremento de la iluminación. Las definiciones objetivas, las psicofísicas, se relacionan con estímulos y se evalúan a partir de las distribuciones de poder espectral, la reflexión o transmitancia del objeto y la respuesta del observador. Estas proveen las bases para las cualidades psicrométricas que corresponden más cercanamente a

las percibidas (MacDougall, 2002). En la Figura 3 se detalla el espacio del color de la escala CIE L*a*b*.

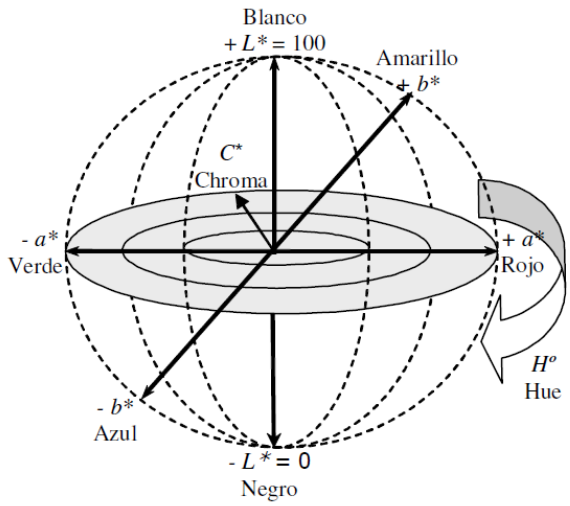


Figura 3. Espacio del color en la escala CIE L*a*b* y sus coordenadas cilíndricas C y ºh (Ramírez, 2004).

En esta escala, la letra *L** indica luminosidad o claridad; la letra *a** el color rojo/verde; y la *b** el amarillo/azul. A partir de los valores de *a** y *b** se pueden calcular el Matiz (Hue-º*h*) y la Cromaticidad (Chroma-C) con las Ecuaciones E1 y E2 (MacDougall, 2002; Joshi y Brimelow, 2002; Ramírez, 2004).

$$^{\circ}h_{ab} = tan^{-1}(b^{*}/a^{*}) \quad \textbf{(E1)}$$

$$C_{ab} = \left(a^{*2} + b^{*2}\right)^{1/2} \quad \textbf{(E2)}$$

Un factor, a la hora de la medición, que puede afectar los valores de color, es el “blooming” aunque en carne de conejo este factor no suele ser muy importante y no genera cambios visibles. Este se define como el tiempo de exposición de la carne al aire, exactamente después de cortar la

muestra, que preferentemente puede ser de 2 horas y como mínimo 1 hora, a una temperatura máxima de 3 ^{o}C. Otros factores, como la fuente de luz y ángulo de incidencia son controlados con el equipo de medición. Muchos autores recomiendan hacer referencia a la recomendación de una fuente de luz D_{65} con sistema de iluminación 45/0 ó 0/45 o difuso/8 (d/8), un ángulo de observación de 10º, empleando la escala *L**, *a**, *b** de CIE, y realizar la medición por triplicado, habiendo calibrado previamente el equipo (Pérez, 1998; MacDougall, 2002; Joshi & Brimelow, 2002; Onega, 2003; Ramírez, 2004).

3.6.2. Fuerza de Corte

La prueba de fuerza de corte con el método de Warner-Bratzler (WB) y el Análisis de Perfil de Textura (TPA) proporcionan información que describe las propiedades de textura y se complementan entre sí. Al ser ambas medidas con un texturómetro, se obtienen medidas objetivas mediante el cálculo de la resistencia al corte o la deformación al aplicar una fuerza dada (Onega, 2003; Ramírez, 2004).

El ensayo de WB es una prueba empírica utilizada ampliamente para medir la terneza de la carne y productos cárnicos. En este ensayo intervienen fuerzas de tensión, compresión y corte. Esta prueba, según varios autores, proporciona información acerca de las propiedades de la textura relacionadas con componentes estructurales de la carne (proteínas miofibrilares y colágeno), los cuales también dependen de la orientación de las fibras. Estudios demuestran que la fuerza de corte (FC) aumenta significativamente (alrededor de un 60%) cuando se coloca la dirección de las fibras de paralelas a perpendiculares (Ramírez, 2004).

3.6.3. TPA: Análisis de Perfil de Textura

La prueba de Análisis de Perfil de Textura o TPA (por sus siglas en inglés) es uno de los ensayos de compresión más utilizados para los alimentos. Con este análisis se obtiene el perfil de la fuerza que debe aplicarse para masticar un elemento, sometiendo una muestra, en dos ocasiones consecutivas, a una fuerza, simulando el esfuerzo de una mandíbula al morder. Del gráfico de TPA se obtienen los parámetros que definen las propiedades de textura de determinado alimento (ver Cuadro 3), las cuales se describen a partir de la Figura 4. Es muy importante mencionar que prácticamente no hay datos de TPA para carne de conejo (Ramírez, 2004).

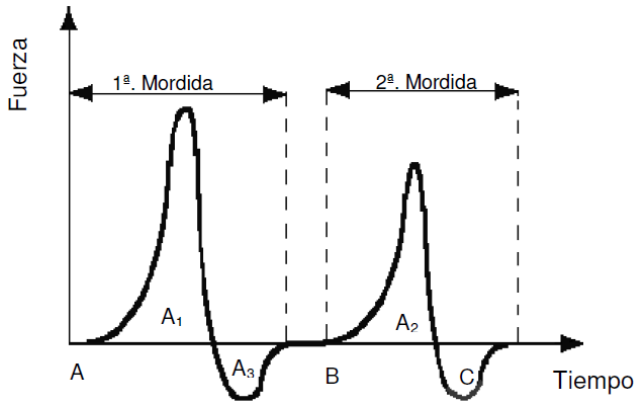


Figura 4. Gráfico representativo de una prueba de TPA, mostrando las áreas empleadas para la determinación de las propiedades de textura (Ramírez, 2004).

La letra A corresponde al inicio de la primera compresión, la altura máxima del primer pico (primer ciclo de compresión y primer mordisco); y B el inicio de la segunda. La Fracturabilidad se define como la fuerza del primer rompimiento significativo en la curva correspondiente a la primera mordida. La relación entre las áreas de fuerza positiva bajo las curvas de la primera y segunda compresión (A_2/A_1) se define como Cohesividad. El área de fuerza negativa de la primera mordida (A_3) representa el trabajo necesario para tirar la muestra del émbolo de compresión y se define como Adhesividad. La distancia (altura) que recupera el alimento desde el final de la primera mordida y hasta el inicio de la segunda mordida (Distancia B-C) se define como Elasticidad. Otros dos parámetros se derivan de los parámetros medios, la Gomosidad (producto de la Dureza*Cohesividad) y la Masticabilidad (Gomosidad*Elasticidad = Dureza*Cohesividad*Elasticidad) (Ramírez, 2004).

En relación con las propiedades de los alimentos sólidos y semisólidos, diferentes autores proponen que la Masticabilidad y la Gomosidad no deberían de ser consideradas para ambos tipos de alimentos debido a que cada grupo tiene características diferentes. Los productos semisólidos sufren una deformación permanente; por lo tanto, no tienen elasticidad y es incorrecto cuantificar la Masticabilidad para productos semisólidos. De tal manera, para los productos sólidos se sugiere que se haga referencia a la Masticabilidad y que la Gomosidad se aplique a semisólidos (Ramírez, 2004). A continuación, en el Cuadro 3 se presenta el resumen de la descripción de cada parámetro mecánico.

Cuadro 3. Descripción de los parámetros de textura que usualmente se obtienen mediante la prueba TPA (Ramírez, 2004).

Parámetro mecánico	Descripción	Variable	Unidades
Dureza	Fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares. Altura máxima del primer pico (ver Figura 3).	Fuerza	$kg*m/s^2$
Cohesividad	La fuerza que los enlaces internos hacen sobre el alimento	Relación	NA
Elasticidad	La extensión a la que un alimento comprimido retorna a su tamaño original cuando se retira la fuerza.	Distancia	mm
Adhesividad	El trabajo requerido para retirar el alimento de la superficie.	Trabajo	$kg*m^2/s^2$
Fracturabilidad	La fuerza a la que el material se fractura (los alimentos frágiles nunca son adhesivos).	Fuerza	$kg*m/s^2$
Masticabilidad	La energía requerida para masticar un alimento sólido hasta que está listo para ser ingerido.	Trabajo	$kg*m^2/s^2$
Gomosidad	La energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que está listo para ser ingerido	Fuerza	$kg*m/s^2$

3.6.4. Panel de agrado y consumidores

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan panelistas humanos, los cuales a través de los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído) determinan las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios. Debido a que no existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos (Watts *et al*., 1992).

Del análisis sensorial se puede obtener información sobre los gustos, aversiones, preferencias y requisitos de aceptabilidad, al emplear métodos de análisis adaptados a las necesidades de los consumidores y evaluaciones sensoriales con panelistas no entrenados.

El panel de agrado intenta cuantificar la preferencia de los sujetos por un producto, midiendo cuánto les gusta o les disgusta. La aceptación debe medirse en función del uso normal del producto. La medida de aceptación no garantiza el éxito del producto en el mercado, ya que este depende de otros factores como el precio, la presentación, la publicidad y los segmentos del mercado; sin embargo, provee una idea del potencial del producto en el mercado (Stone y Sidel, 2004 citado por Villalobos, 2008).

Para medir la aceptabilidad se utiliza una escala en la cual el consumidor prueba y otorga un puntaje a un producto por vez. Existen diferentes tipos de escalas: nominal, ordinal, de intervalo, racional (Watts *et al*., 1992) y la escala hedónica híbrida de Villanueva (Villanueva *et al.,* 2002; Villanueva *et al.,* 2005).

3.6.4.1. Análisis de datos sensoriales: conglomerados (grupos)

Realizar un análisis de conglomerados permite la obtención de resultados más confiables y representativos. Si en una población de estudio existen conglomerados (consumidores que se agrupan de acuerdo con diferentes características), es posible que los promedios generales no sean representativos de ninguno de los grupos; por lo que se estaría tomando un valor de aceptación que no corresponde con ninguno de ellos (Murillo, 2008).

Este análisis es una herramienta estadística adecuada para examinar patrones de respuestas y/o datos demográficos, ya que, en general, consiste en agrupar personas con base en las similitudes según los patrones de sus respuestas (Lawless y Heymann, 1999). Debido a que los consumidores presentan diferentes gustos, se hace de primordial importancia detectar segmentos de consumidores para poder detectar y analizar tendencias, gustos o características que de otra forma podrían no observarse o ser enmascarados en el promedio general del agrado (Cubero *et al.,* 2010).

Los métodos de análisis con conglomerados suelen clasificarse, a grandes rasgos, en dos: métodos jerárquicos y métodos no jerárquicos. Los no jerárquicos no son utilizados comúnmente y

presentan mayor dificultad. Los métodos jerárquicos, por otra parte, son los usados generalmente en el análisis de agrado sensorial en la industria alimentaria. En estos existe un orden jerárquico donde se juntan conglomerados para formar el siguiente nivel más alto según la distancia o relación deseada en cada nivel. A este tipo de métodos se les conoce como aglomerativos jerárquicos ascendentes, donde cada individuo comienza como un conglomerado de un solo individuo que se va conglomerando en una serie de pasos para formar uno más grande cada vez. Debido a la manera en que se forman grupos en este proceso, una vez que dos individuos se aglomeran juntos no pueden separarse posteriormente. Este proceso suele representarse gráficamente mediante el uso de un dendrograma de clasificación donde se muestran las distancias en cada nivel y la formación de los conglomerados, como se observa en el ejemplo de la Figura 5 (Bartholomew *et al*. 2008).

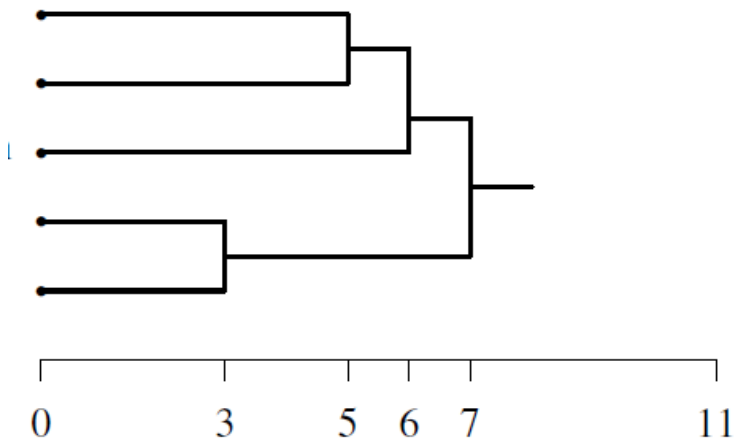


Figura 5. Ejemplo de dendrograma.

3.7. Buenas Prácticas de Manufactura

Las nuevas tendencias en el consumo mundial de alimentos se orientan a la demanda de productos que cumplan cada vez más estrictas normas de sanidad, inocuidad y calidad. Este panorama es producto de un entorno comercial que se torna más exigente y competitivo en razón de la globalización de los mercados y la interdependencia económica. Por esta razón, muchos países han establecido directrices, normas, reglamentaciones y sistemas que aseguren la provisión de alimentos

inocuos y aptos para el consumo. El acuerdo sobre la aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF) de la Organización Mundial del Comercio (OMC) confirma el derecho de los países a aplicar las medidas de inocuidad necesarias, las cuales se consideran justificadas y de conformidad con las cláusulas del Acuerdo MSF, si se basan en las Normas del Codex Alimentarius y textos afines. En el caso de Costa Rica, se cuenta con el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) y con el Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) como ente que regula las BPM y ejerce control sobre empresas que procesan productos de origen animal (Díaz & Uría, 2009; CACIA 2010).

Las Buenas Prácticas de Manufactura son un conjunto de principios y recomendaciones técnicas que se aplican en el procesamiento de alimentos para garantizar su inocuidad y su aptitud, y para evitar su adulteración. Las recomendaciones cuentan con varios ejes los cuales son: las instalaciones, equipos y utensilios, control de proceso y producción y, por último, el personal (CACIA 2010).

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), con base en los principios generales de Higiene de los Alimentos del Codex *Alimentarius*, son un punto de partida para la aplicación progresiva y de sistemas más complejos para el aseguramiento y control de la inocuidad y calidad de los alimentos. Los esquemas de certificación privada como normas ISO y otras más aplicadas pueden favorecer más adelante reconocimientos en los mercados para fortalecer la competitividad, ingreso de pequeños productores a mercados emergentes y ya establecidos a nivel nacional como supermercados y tiendas que tengan entre sus requerimientos BPM y HACCP, así como internacional, en el caso de exportadores hacia los mercados de Estados Unidos y europeo. Si un producto no puede ingresar a un mercado porque no satisface los requisitos, las ventajas que podrían derivarse de un acuerdo de libre comercio se ven con frecuencia neutralizadas. De ahí la importancia de los requisitos de higiene que se deben cumplir para lograr la inocuidad de los alimentos, con absoluto respeto de las normativas existentes y con pensamiento creativo y criterio sanitario para la aplicación de las mismas (Díaz & Uría, 2009; CACIA 2010).

3.8. Análisis de costos

De acuerdo a lo señalado por Páramo (1990), un costo representa un desembolso de dinero para un fin determinado. Cuando un producto es elaborado se está incurriendo en un cúmulo de gastos, llamados costo de fabricación.

A la hora que se desea colocar un producto en el mercado, se debe contemplar no sólo que sea agradable para el consumidor, sino que tenga un precio aceptable en comparación con su competencia; para esto se requiere estimar los costos de producción, según recomienda Matthews (1983). Los costos de una empresa pueden variar con el volumen de producción. Los costos variables son aquellos en los que el costo total cambia en proporción directa con los cambios en el volumen de producción, en tanto que el costo unitario se mantiene constante. Por ejemplo, si los costos variables de los materiales directos como las materias primas, el consumo energético, consumo de agua y la mano de obra son ¢100, cada vez que se fabrica una unidad adicional, el costo variable aumentará en ¢100. Los costos fijos son aquellos que no varían, independientemente del nivel de producción que alcance la empresa; tales como alquileres, seguros, salarios de puestos administrativos, depreciación de la infraestructura y los equipos (Murillo, 2008).

Se puede realizar la clasificación de los costos variables en costos directos e indirectos:

• Directos: son los que pueden identificarse y relacionarse sin ninguna ambigüedad con un costo o un precio de costo. Son los costos de los materiales que pasan a convertirse en parte principal del producto terminado, como, por ejemplo, la materia prima y el empaque.

• Indirectos: son los costos de los materiales que son usados en la producción, pero no constituyen una parte principal del producto terminado, o bien, son de un valor tan pequeño en relación con el producto total que no merecen un tratamiento especial, tal es el caso de los gastos de energía o desgaste de los equipos durante producción.

En la estimación de los costos de producción, el cálculo de la materia prima es el principal y el más fácil de calcular, puesto que éste es el único elemento con carácter físico. En los procesos de elaboración de productos alimenticios se genera una gran cantidad de desperdicios los cuales disminuyen el rendimiento del proceso y por lo tanto el costo del producto varía (Páramo, 1990).

Las empresas operan para obtener un rendimiento conveniente sobre la inversión y, para hacer esto, se debe vender el producto y obtener una utilidad. La magnitud de la utilidad está determinada por los márgenes que se aplican y en última instancia, por el precio final de venta (Matthews, 1983). Estos márgenes son aplicados independientemente por los dueños de la empresa considerando el margen de ganancia que desean obtener y el precio de los productos competencia colocados ya en el mercado.

4. Materiales y métodos

4.1. Localización

Las pruebas de laboratorio físico-químicas y análisis microbiológicos y sensoriales se llevaron a cabo en el laboratorio de química y el laboratorio de análisis sensorial de la Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica, sede Rodrigo Facio. El análisis microbiológico, el marinado de las piezas y su almacenamiento se llevó a cabo en el laboratorio de microbiología y la Planta Piloto del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA), respectivamente.

4.2. Materiales

4.2.1. Carne de conejo

Se utilizaron conejos de la raza Nueva Zelanda blanco en su mayoría, y California en menor grado. Los resultados obtenidos por Herrera (2015) demostraron que no existe variabilidad asociada con respecto a los parámetros medidos a la carne durante este estudio, provenientes de la granja cunícola de *Rabbits de Costa Rica*, ubicada en Pacayas de Alvarado, Cartago, Costa Rica. Su cosecha se realizó por el encargado de producción y sus colaboradores en la planta ubicada dentro de las mismas instalaciones de la granja, que cuenta con los permisos de ley pertinentes para funcionamiento. La toma de las canales se hizo aleatoriamente el día de distribución a supermercados de manera directa de la línea de producción, sin hacer diferenciación entre los conejos destinados a la venta y los destinados a este estudio. Se transportaron en hieleras a temperatura de refrigeración hasta su procesamiento en la Universidad de Costa Rica. Los conejos tenían entre 75 y 80 días de edad al momento de su cosecha y un peso aproximado de 2 a 2,2 kg, que se traducen en canales de entre 1 a 1,2 kg, para un rendimiento de 50 a 53%, según Serrano (2014). Para el estudio se utilizaron

solamente los muslos (ambos) de los conejos, que representa la forma en que la empresa comercializa habitualmente el producto y sobre el cual existió mayor interés en que se hiciera el desarrollo. El nacimiento de los conejos se planificó y supervisó con antelación de modo que se cumplieran las especificaciones antes señaladas.

4.2.2. Empaque

Los muslos se empacaron al vacío en bolsas laminadas de tereftalato de polietileno y polietileno (PET/PE), y fueron mantenidos en refrigeración (entre 4 y 5 °C) previo a su procesamiento. Se emplearon los mismos empaques usados por la empresa, así que se utilizó la misma marca y tamaño de empaque que se utilizan en la empresa para la comercialización del producto. Las muestras fueron tomadas sin hacer diferenciación sobre cuales iban destinadas para la venta o para este estudio; posteriormente, fueron trasladados a las instalaciones de la Universidad de Costa Rica en hieleras que permitieron mantener, durante el transporte la temperatura de refrigeración especificada anteriormente.

4.3. Pruebas preliminares

4.3.1. Corroboración de Buenas Prácticas de Manufactura en la empresa Rabbits de Costa Rica

Se realizó una corroboración preliminar de Buenas Prácticas de Manufactura en la planta de cosecha y procesamiento ubicada dentro de las instalaciones de la empresa de Rabbits de Costa Rica (Figura 6). Esta visita se realizó con varios propósitos en mente, en primera instancia para familiarizarse con la realidad de la empresa; su entorno, capacidad, equipos, empleados y posibilidades de mejora. En segunda instancia para verificar que la planta cumplía las especificaciones a tal grado que no se tengan dudas a *priori* sobre la inocuidad del producto. Para lo anterior, se elaboró una lista de chequeo basada en las recomendaciones del Reglamento Técnico Centroamericano sobre principios generales de Buenas Prácticas de Manufactura para la industria de bebidas y alimentos procesados, así como las recomendaciones de los profesores asesores, que se adjunta en el Anexo A.1.

Figura 6. Imágenes recopiladas en la visita a la empresa Rabbits de Costa Rica durante la corroboración de las Buenas Prácticas de Manufactura.

4.3.2. Estimación preliminar del tiempo de almacenamiento

Usando la información obtenida de estas entrevistas se desarrollaron dos productos: una formulación de vino blanco con especias y otra de mostaza. Se hizo un estimado del tiempo de almacenamiento adecuado para el producto. Con esta prueba se definieron los tiempos de muestreo para el análisis microbiológico e instrumental del producto final. El tiempo máximo de almacenamiento que se estableció basándose en la carga microbiológica del recuento de psicrófilos/psicrótrofos anaerobios (máximo 10^6 UFC/g), olor y apariencia de la carne luego de ser almacenada en refrigeración, empacada al vacío, fue de aproximadamente 28 días, por lo que el muestreo se realizó en cinco puntos equidistantes en los días 0, 7, 14, 21 y 28 (Pereira & Malfeito-Ferreira, 2015).

4.4. Preparación del producto

Para este proyecto se elaboró un producto de carne cunícola preparado, listo para su cocción. Se desarrollaron dos formulaciones: una de vino blanco con especias y otra de mostaza. Para el estudio se utilizaron los muslos de los conejos, los cuales se distribuyeron aleatoriamente entre los tratamientos, del mismo día de cosecha por bloque para todas las pruebas (15 muslos para cada tratamiento), con 3 réplicas (bloques).

Se realizaron dos formulaciones distintas. La preparación de vino blanco con especias fue marinada estáticamente por 24 horas en refrigeración. Se sumergió la carne en un líquido por un

periodo de 24 horas en refrigeración en las proporciones de la formulación expresadas en la ficha técnica del producto proporcionada en el Anexo A.2. En el adobado, se frotó manualmente cubriendo toda la pieza y se dejó reposar por el mismo periodo de 24 horas. Ambas preparaciones fueron almacenadas en refrigeración en recipientes plásticos herméticos tapados, para evitar contaminación cruzada durante el marinado, en la cámara de refrigeración de la planta piloto del CITA. Al marinado y al adobo se les llevó un registro de su formulación: ingredientes, porcentajes, forma de mezclado y otras observaciones, previo a ser usado para tratar la carne.

Una vez concluido el tiempo de preparación de 24 horas, las piezas preparadas, pesadas y terminadas fueron empacadas en bolsas PET-PE al vacío. Fueron identificadas según su formulación y se rotularon de manera aleatoria para el posterior muestreo en los días 0, 7, 14, 21 y 28. Las muestras fueron almacenadas en una canasta plástica en la cámara de refrigeración de la planta piloto del CITA a una temperatura de 5 ^{0}C.

4.5. Metodología

4.5.1. Desarrollo de los productos

En la Figura 7 se observa el proceso general para el desarrollo de productos y a continuación se describe cada una de las etapas.

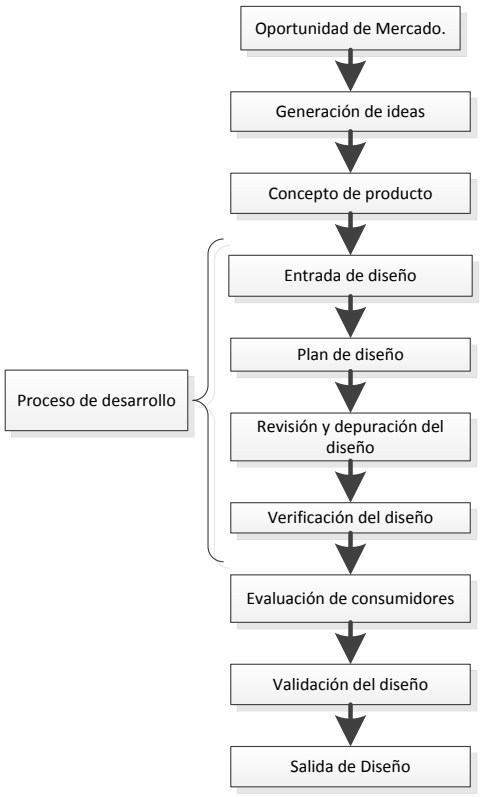


Figura 7. Esquema de proceso para el desarrollo de productos (Earle & Earle 2009).

- Oportunidad de mercado: Se buscaron vacíos de mercado, nichos o demandas insatisfechas, extensiones de línea, entre otros, con base en el criterio del productor, así como con la información de las entrevistas descritas en la sección 4.6.2.
- Generación de ideas: Se generaron varias ideas, en conjunto con la empresa, de productos derivados de conejo como: paté, carne preparada, tortas de hamburguesa, embutidos, entre otros, que pudieran ser implementados (Earle & Earle, 2009). Eventualmente, por interés directamente de la empresa, se determinaron las carnes preparados como el producto a desarrollar.

- Concepto de producto: Se establecieron las características generales del producto: qué es, para quién es, cómo se hizo, cómo fue, que características eran importantes para el consumidor y que lo diferencia de otros productos similares, basadas en la información de las entrevistas (sección 4.6.2) y en conjunto con el productor.
- Proceso de desarrollo: Una vez establecido el concepto de producto se procedió al desarrollo del producto, el cual cuenta con las siguientes etapas:
    - <u>Entrada de diseño.</u> Se establecieron las características y detalles del producto: los sabores, ingredientes, texturas, presentación, empaque, método de preparación y otros factores que se establecieron con base en el gusto del consumidor como: etiqueta limpia, no uso de preservantes, que no fuese un producto congelado, preparaciones con vino, mostaza, especias y otros sabores naturales, según la información obtenida del estudio cualitativo del mercado e identificación de hábitos de consumo del punto 4.6.2.
    - <u>Plan de diseño.</u> Basándose en la entrada de diseño se elaboraron dos prototipos que respondieron a la información del consumidor obtenida, así como a las especificaciones legales y técnicas del producto: una preparación con mostaza y otro con vino blanco y especias (Figura 8). Se llevó un control y registro de las formulaciones de los prototipos durante las pruebas de desarrollo en una bitácora con la información incluida en el Anexo A.3 (Earle & Earle, 2009).

Figura 8. Prototipos de productos terminados para ambas formulaciones, posterior al almacenamiento en refrigeración.

- Revisión y depuración del diseño. Una vez establecidas las formulaciones iniciales de los productos se procedió a depurar el diseño de las mismas, basados en resultados de paneles sensoriales informales y criterio de los asesores, y se escogieron las dos formulaciones finales que fueron llevadas al panel sensorial y análisis del producto en almacenamiento para su caracterización.
- Verificación del diseño. Una vez elegidos los prototipos que fueron presentados en el panel sensorial y se analizaron instrumentalmente, según el procedimiento descrito en la sección 4.6, se constató cualitativamente que su diseño respondiera a lo establecido en la entrada de diseño y al concepto de producto. Esta verificación se hizo basándose en los costos de las formulaciones, disponibilidad geográfica y costos de los proveedores, el criterio técnico del estudiante apoyado por su comité asesor, su factibilidad de implementación en la empresa y el resultado de un panel informal con respecto al sabor, olor y apariencia de los prototipos, así como en el criterio del productor (Earle & Earle, 2009).

- Evaluación de consumidores. La evaluación por parte de los consumidores para los prototipos finales se llevó a cabo usando un panel de agrado con consumidores que se detalla en el punto 4.6.3.
- Validación del diseño. Una vez que los prototipos fueron evaluados por los consumidores, se procedió a hacer las correcciones o mejoras pertinentes en el diseño. Se caracterizó el producto en el almacenamiento para ambos prototipos, siguiendo la metodología del punto 4.6.4. Posteriormente se eligió el producto idóneo para la preparación con base en lo explicado en el punto 4.6.5.
- Salida de diseño. Se presentó una salida de diseño que consiste en la ficha técnica del producto, con el análisis de costos y la evaluación instrumental, así como otra información adicional del producto que se detalla más adelante en las secciones 4.6.6. y 4.6.7.

4.5.2.Estudio cualitativo del mercado e identificación de hábitos de consumo

El segmento de mercado en Costa Rica para personas que consumen carne de conejo de manera habitual es muy limitado (Serrano, 2014). Debido a este factor, resulta muy difícil realizar

el número adecuado de encuestas que brinden información fidedigna para este nicho. Por recomendación de Ivankovich (2014), se realizaron entrevistas con diez consumidores habituales de carne de conejo. Se buscó que estas personas preparen, consuman y estén dispuestas a consumir productos cunícolas, con la intención de caracterizar los gustos, preferencias y hábitos de consumo de este segmento del mercado. Con base en las necesidades del estudio y las recomendaciones de Ivankovich (2014), se escogieron como pertinentes tres ejes temáticos en los que se fundamentó la entrevista a los consumidores (ver Anexo A.3). Se buscó conocer: edad, sexo, nacionalidad, hábitos y frecuencias de consumo, intensión de compra y formas de preparación de productos cunícolas, así como percepciones varias en torno a la carne de conejo.

4.5.3. Evaluación sensorial de los productos seleccionados

4.5.3.1. Prueba de agrado con consumidores

Para ambos productos, la preparación con vino blanco y especias y la de mostaza, se realizaron pruebas de agrado general en un panel sensorial no entrenado al día 1 de almacenamiento del producto, según el procedimiento descrito en el punto 4.7.1.

4.5.3.2. Diseño experimental

Se realizó un diseño de bloques completos aleatorizados con arreglo unifactorial de dos tratamientos: la preparación de vino blanco con especias y otra con mostaza. El producto fue preparado usando conejos del mismo día de cosecha por bloque para todas las pruebas, con 3 repeticiones (por limitación de la empresa proveedora).

4.5.3.3. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de conglomerados (cluster) por el método de Ward y, adicionalmente, un análisis de varianza (ANDEVA) para cada conglomerado con el fin de determinar el agrado por los diferentes productos.

4.5.4. Estudio de almacenamiento de los productos seleccionados

4.5.4.1. Descripción del procedimiento

Para cada uno de los productos preparados se midió el pH inicial de la carne cruda preparada, así como el rendimiento de preparación y, posteriormente, se almacenó en refrigeración empacada al vacío en bolsas PET-PE. En el almacenamiento se midió el pH de la carne cruda, color y textura (TPA y fuerza de corte) de la carne cocida, y el rendimiento de cocción en cinco puntos en el tiempo (0,7,14,21,28 días), que fueron determinados según el resultado en las pruebas preliminares dividendo el máximo de vida útil obtenido entre cinco puntos equidistantes en el tiempo. Adicionalmente, se le midió el recuento de psicrófilos/psicrótrofos anaerobios en los mismo cinco puntos para ver el comportamiento en el tiempo de la flora de deterioro y establecer un estimado de vida útil para cada formulación, según el método descrito en la sección 4.7.7.

4.5.4.2. Diseño experimental

Se realizó un diseño de bloques completos aleatorizados con arreglo factorial de 2 factores: la preparación (vino o mostaza) y el tiempo (0,7,14,21,28 días) como un factor continuo. El producto fue preparado usando conejos del mismo día de cosecha por bloque para todas las pruebas, con 3 repeticiones (por limitación de la empresa proveedora).

4.5.4.3. Análisis estadístico

Se aplicó un ANDEVA para analizar los datos, así como una representación gráfica para ver el comportamiento en el tiempo de las variables que presentaron diferencias significativas en la interacción de los factores.

4.5.5. Elección del método de preparación

Se realizó la elección de la formulación y método de preparación basándose en varios factores: el nivel de agrado del panel sensorial, la factibilidad de la implementación del proceso en la empresa debido a sus capacidades técnicas y disponibilidad de los proveedores, el análisis de costos, el resultado de los parámetros de calidad de la carne medidos, así como en el criterio técnico del estudiante apoyado por el comité asesor.

4.5.6. Cálculo de los costos variables para la elaboración del producto

Se utilizó el método para la determinación de costos variables sugerido por Acón (1995) y aplicado por Rojas (2005), definiendo como costos directos la materia prima y el empaque, y de la mano de obra. Para determinar el costo de la mano de obra se consideró un solo operario no calificado, ya que es suficiente para el proceso. Se dividió el proceso en las siguientes partes para la preparación de un lote de 5 kg de producto, para estimar el tiempo que tardaba el operario en cada una de ellas.

- Recibo de materia prima. Incluye la recepción de las materias primas del producto.
- Preparación del marinado. Incluye el pesado y desinfección de los ingredientes del producto, así como su mezcla y preparación final antes del empaque.
- Empaque. Incluye el empaque final del producto en la selladora al vacío y su almacenamiento en refrigeración.

En cuanto al empaque y materia prima se consultó los precios con los distribuidores. Para la estimación de los costos indirectos como los son la energía y agua se siguió la recomendación de Rojas (2005), en donde estos gastos se establecen como un 5% de los costos directos del producto.

4.5.7. Elaboración de la ficha técnica del producto

Para facilitar una eventual implementación en la empresa Rabbits de Costa Rica, se elaboró una ficha técnica, la cual constituye una herramienta sencilla que une toda la información necesaria para que el proceso de elaboración de las carnes marinadas se pueda reproducir de manera estándar.

Se desarrolló la ficha técnica para el producto final siguiendo los lineamientos empleados por el CITA (2014), que incluyen: introducción, descripción del producto, materia prima y aditivos, equipo necesario, proveedores, formulación, flujo de proceso, especificaciones de proceso, puntos críticos del proceso, rendimiento, empaque y análisis recomendados, según lo realizado por Corrales (2004).

4.6. Métodos de análisis

4.6.1. Panel sensorial y percepción del consumidor

El agrado general de los productos fue evaluado por un panel no entrenado de cien personas, consumidoras de productos cárnicos, para con ello evaluar la aceptación de los productos. Se utilizó la escala híbrida descrita por Villanueva *et al*. (2002) y Villanueva *et al*. (2005), en la cual los panelistas indicaron, trazando una raya sobre la línea horizontal, cuánto les gustó el producto.

Por recomendación de Pineda (2014) se realizaron 3 paneles, uno para cada bloque, dos de 34 consumidores cada uno y un tercero con 33; los panelistas estaban en cabinas separadas, iluminadas con luz blanca y con aire acondicionado a una temperatura de 23 °C, probaron cada muestra enjuagándose entre muestras con agua y expectorando antes de continuar con la siguiente. Las muestras de la carne ya cocinada y caliente fueron servidas sin acompañamiento y se presentaron y presentaron de manera aleatorizada y balanceada y codificadas con números de 3 cifras para evitar sesgo (Lawless & Heymann, 2010).

4.6.2. Determinación de pH

Con un pHmetro previamente calibrado, se midió el pH introduciendo el electrodo directamente en la pieza de conejo luego del marinado y adobo en cada tiempo establecido (Onega, 2003; Ramírez, 2004; Ariño, 2006).

4.6.3. Determinación de textura

Se realizaron dos tipos de ensayo con la carne cocinada: el test de ruptura o fuerza de corte usando la sonda Warner-Bratzler y el test de compresión para el análisis de perfil de textura (TPA) (Onega, 2003).

En los ensayos de evaluación de textura es importante considerar dos factores fundamentales: el tamaño y geometría de las muestras, así como la dirección de las fibras en el momento del ensayo (Ramírez, 2004). En el caso de la fuerza de corte la fuerza se aplica de manera perpendicular a la dirección de las fibras, mientras que en el TPA la fuerza se aplica de manera normal con respecto

a la dirección de las fibras (Figura 9). En ambos casos se realizaron las pruebas utilizando trozos de carne en forma de cubos de 1 cm x 1 cmx 1 cm (Figura 10).

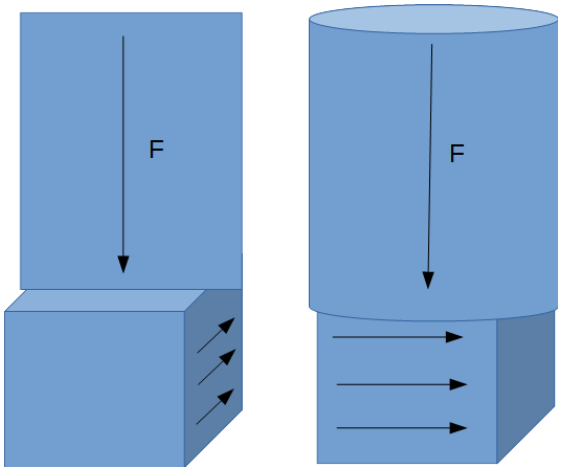


Figura 9. Ilustración de la dirección en que se aplica la fuerza con respecto a la dirección de las fibras musculares para la fuerza de corte (izquierda) y TPA (derecha).

Figura 10. Muestras de cubos de carne de conejo de 1 centímetro por 1 centímetro por 1 centímetro utilizados durante el ensayo de análisis de perfil de textura y fuerza de corte.

4.6.3.1. Determinación de la fuerza de corte

Se usó un texturómetro Modelo TA-XT Plus (Stable Micro Systems Texture Analyser, Reino Unido), utilizando la chuchilla de Warner-Bratzler, según lo descrito por Honikel (1998, citado por Cubero, 2011). Las condiciones de la determinación de fuerza fueron las recomendadas por Onega (2003), que se presentan el Cuadro 4.

Cuadro 4. Condiciones de operación de la prueba de fuerza de corte con la sonda Warner-Bratzler.

Condición	***Valor***
Velocidad pre-ensayo	2,0 mm/s
Velocidad durante el ensayo	2,0 mm/s
Velocidad post-ensayo	10,0 mm/s
Distancia	30 mm
Fuerza de gatillo	Auto 20 g
Modo de tarado	Automático
Tasa de adquisición de datos	200 pps

Fuente: Onega 2003.

Para determinar la fuerza de corte es necesario hacerlo sobre las piezas de carne cocidas. Para esta operación, se siguió el método descrito por la *American Meat Science Association* (AMSA) para la cocción de la carne, usado y citado por Chacón (2007) y Cubero (2011) (ver Figura 11). Éste método consiste en la cocción de las piezas en modo *Broil* en un horno a 149 ^{o}C (300 ^{o}F); las mismas se colocaron sobre papel aluminio sin cubrir la superficie de las mismas. Se cocinaron por aproximadamente la mitad del tiempo (10 minutos) y luego se voltearon y se cocinaron por otros diez minutos o hasta alcanzar una temperatura interna de 70 ^{o}C que fue monitoreada mediante el uso de un termómetro para carne previamente calibrado en un baño con hielo. Posteriormente, se obtuvieron cortes de carne cocinada de 1 cm^3 para utilizar en la prueba de Fuerza de Corte con la cuchilla War-

ner-Bratzler. Se realizó el corte perpendicularmente con respecto a la dirección de las fibras, cuidando que no hubiese nervios, cartílagos u otras irregularidades que afectaron la medición de la textura posterior (Onega, 2003).

Figura 11. Fotografía recopilada durante la cocción de las muestras siguiendo el método de *American Meat Science Association* hasta una temperatura interna de 70 ^{o}C.

4.6.3.2. Determinación del TPA

Se realizó un análisis de perfil de textura (TPA, por sus siglas en inglés) en la carne de conejo, utilizando el texturómetro modelo TA. XTPlus (Figura 12). Al igual que la fuerza de corte, se realizó con el texturómetro, utilizando una sonda cilíndrica de aluminio de 25 mm de diámetro. En este ensayo se ejerce una presión determinada de manera normal con respecto a la dirección de las fibras de la muestra (un cubo de 1 cm^3) hasta un valor determinado de compresión (Figura 12). Se efectuaron 2 ciclos de compresión separados por un tiempo de 5 segundos (Onega, 2003). Las condiciones del análisis se presentan en el Cuadro 5.

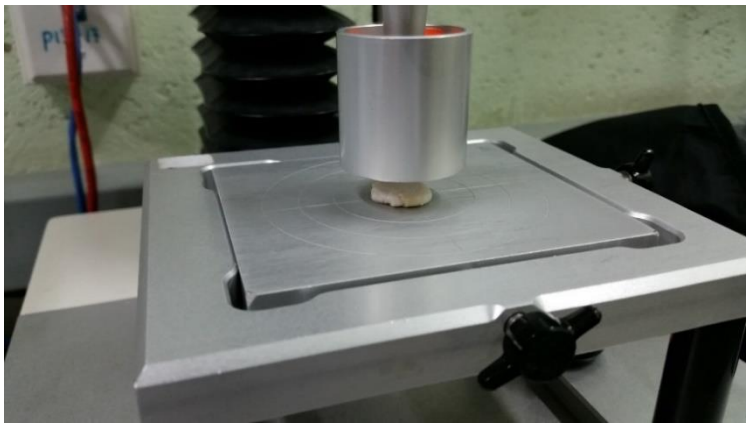


Figura 12. Fotografía tomada durante la realización de la prueba de análisis del perfil de textura en el laboratorio de química de la escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica.

Cuadro 5. Condiciones de operación de la prueba de TPA con la sonda de aluminio.

Condición	**Valor**
Velocidad pre-ensayo	1,0 mm/s
Velocidad durante el ensayo	1,0 mm/s
Velocidad post-ensayo	1,0 mm/s
Distancia	5 mm
Tiempo (entre compresiones)	5,0 s
Fuerza de gatillo	Auto 20 g
Modo de tarado	Automático
Tasa de adquisición de datos	200 pps

Fuente: Onega, 2003.

Para este análisis, la carne también debe estar cocinada, por lo tanto, se usó el método ya descrito para la determinación de la fuerza de corte (Sección 4.6).

4.6.4. Determinación del color

El color de la carne se determinó por medio del colorímetro HunterLab modelo ColourFlex® 430, usando los sistemas de color CIEL*a*b* y CIEL*C*°h, en la carne cocinada una vez preparada. Se hizo la calibración previa con los patrones de teja blanco y negro, usando el iluminante D_{65} con un ángulo de 10° para el observador y un ángulo de iluminación de 45°/°0; se corroborará la calibración con la teja patrón color verde, como lo especifica el software del equipo.

Se realizó usando trozos de carne de conejo, eliminando zonas de grasa o de pigmentación atípica para realizar las mediciones, de manera que los trozos cubrieran el fondo de la placa de petri de 5 cm y no existieran filtraciones de luz. Para cada muestra se realizaron 5 réplicas girando la placa Petri 90 grados luego de cada medición para que el resultado fuera representativo (Onega, 2003).

4.6.5. Determinación del rendimiento de preparación de la carne (RP)

Se determinó el rendimiento de preparación de carne como la diferencia entre la masa del muslo de conejo fresco y la del muslo 24 horas luego de la preparación, según lo descrito en la literatura (Hui, 2012). Se pesó cada pieza y se marcó cada una con un listón de nilón inerte para poder diferenciarlas. Posteriormente al tiempo de marinado, cada pieza se volvió a pesar. El cálculo se efectuó con la siguiente fórmula.

$$\textbf{RP} = \frac{\boldsymbol{peso\ preparado - peso\ inicial}}{\boldsymbol{peso\ inicial}} * 100$$

4.6.6. Determinación del rendimiento de cocción (RC)

El rendimiento por cocción se relaciona directamente con la capacidad de retención de agua y las características de los ingredientes usados en la preparación de la carne. Se calcula como la diferencia de peso entre el producto crudo y el cocido (Hui, 2012). En cada uno de los tiempos (0,7,14,21 y 28 días) se pesó el producto crudo en una balanza, se procedió a la cocción según el método de la AMSA y luego de que se enfriara a temperatura ambiente se procedió a determinar el peso post cocción.

$$\textbf{RC} = \frac{\boldsymbol{peso\ crudo - peso\ cocido}}{\boldsymbol{peso\ crudo}} * 100$$

4.6.7. Métodos microbiológicos para la determinación de psicrófilos/psicrótrofos

Se realizó un análisis para cuantificar la presencia y el crecimiento de microorganismos anaerobios psicrófilos/psicrótrofos de deterioro en la carne de conejo. El objetivo de esta prueba era evaluar la carga microbiana presente al cabo de las primeras 24 horas después de la cosecha y posterior a la preparación (día 0 del producto terminado), y evaluar el efecto del tipo de preparación y el tiempo sobre el crecimiento de la flora de deterioro presente en la carne de conejo, midiendo la carga microbiana en el tiempo (7,14,21 y 28 días) (Cousin *et al.*, 2001; Chacón, 2007; Wong, 2014). Para ambos casos, se realizó un plateo en agar estándar en placas plásticas por la técnica de esparcimiento de diluciones decimales de la muestra (ver Figura 13). Posteriormente, las placas se incubaron a 7 ^{o}C en ausencia de oxígeno, lograda en jarras especiales para anaerobiosis, usando sobres para este propósito y papel indicador para garantizar que no hubiese oxígeno, durante 10 días, y pasado este tiempo se hizo el conteo (Dale, 2001; Cousin *et al.*, 2001).

El recuento de microorganismos psicrófilos/psicrótrofos anaerobios en la carne de conejo se determinó mediante el método P-SA-MM-015 de recuento de bacterias psicrófilas, adaptado por el CITA (2012) a partir de Ito & Pouch (2001).

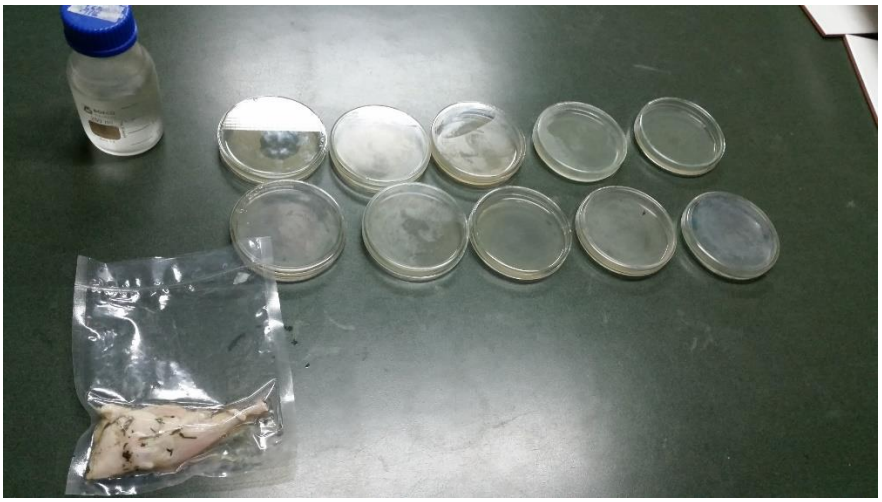


Figura 13. Montaje de placas por duplicado de agar estándar por esparcimiento para el conejo con preparación de vino.

4.6.8. Esquema del proceso experimental

En la parte experimental del trabajo cada repetición contó con 15 muslos de conejo a los cuales se realizó en el tiempo 1 (día 0) el panel sensorial, así como el resto de pruebas, según la metodología descrita en el punto 4.6. En el resto de los tiempos (días 7,14,21,28) se realizaron todas las pruebas del punto 4.6 excepto el panel sensorial (ver Figura 14).

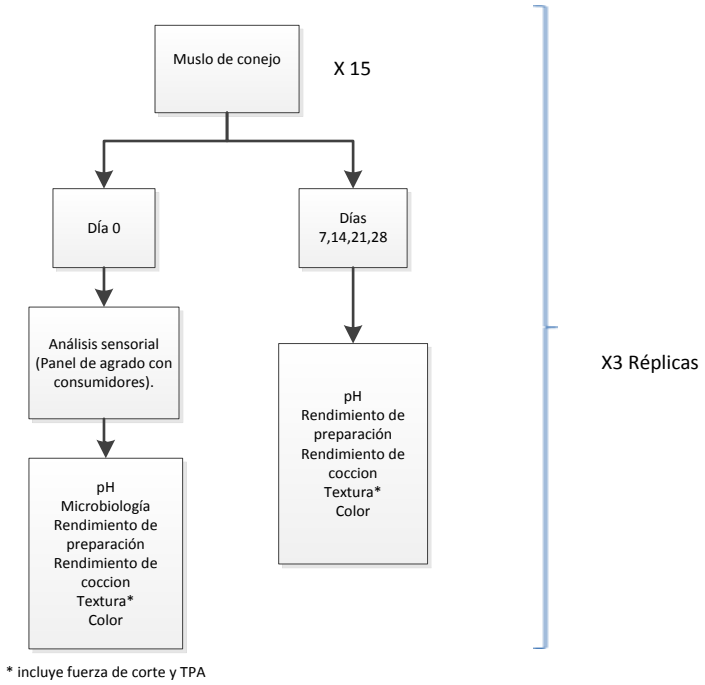


Figura 14. Esquema de la parte experimental.

En el análisis microbiológico, para cada punto en el tiempo se procedió a realizar diluciones decimales (10^{-1} a 10^{-5}) y fueron plateadas en agar estándar por duplicado siguiendo el procedimiento descrito en el punto 4.6.7 (ver Figura 15).

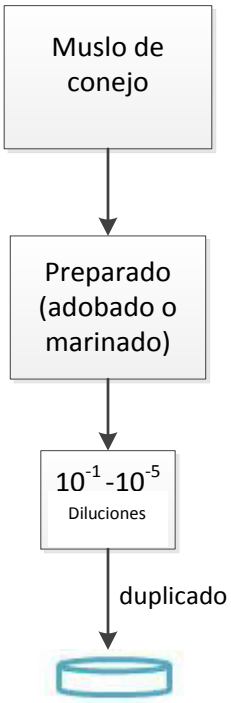


Figura 15. Esquema del procedimiento del análisis microbiológico (psicrótrofos/anaerobios en carne) a realizar en las piezas de carne de conejo.

5. Resultados del desarrollo de producto y discusión

5.1. Oportunidad de mercado y generación de ideas

La oportunidad de mercado para la empresa en este caso nace como una necesidad de expandir la línea de productos existentes que consisten únicamente en conejo fresco en distintas presentaciones. Se desea dar valor agregado a la carne de conejo tanto para llevarla a nuevos consumidores y aumentar el consumo por parte de los ya existentes. Mediante una lluvia de ideas con la empresa se determinaron varias posibilidades de productos: carnes marinadas, pates, carne molida, tortas de carne entra otras.

5.2. Concepto de producto

Se determinó como concepto de producto en conjunto con la empresa las carnes marinadas lista para cocinar. Esto debido a la facilidad para la posible implementación, menor necesidad de equipo y espacio para la producción de este producto.

5.3. Proceso de desarrollo de productos

5.3.1. Entrada y plan de diseño.

A partir de las entrevistas con los consumidores se obtuvo información importante para el desarrollo de prototipos para la carne preparada de conejo. Esta información resumida y agrupada se presenta en el Anexo A5. La mayoría de los individuos tuvo contacto con la carne de conejo debido a lazos o vínculos con países europeos de los que son provenientes, vivieron por algún tiempo o tienen algún contacto personal cercano. Por otro lado, en el caso de los costarricenses el contacto es debido principalmente al consumo de platos en restaurantes. La excepción son dos personas que consumían conejo ya que tenían producción cunícola para la venta. Con respecto a la preparación de los platillos y los sabores asociados a ellos sobresalen: la presencia de mostaza y salsas propias de la comida francesa, la presencia de vino blanco y especias frescas como las usadas en la comida española e italiana, el uso de marinados como curry o salsa de tomate, estofados, salsas y asados, entre otros. Con base en esta información se decidió realizar dos entradas de diseño: basada en los sabores de la comida francesa con mostaza y especias y otro más en tendencia a la comida española e italiana usando vino blanco y especias frescas sin preservantes y sin congelar. Se elaboraron dos formulaciones iniciales distintas basadas en el plan de diseño con base en: la información obtenida

en las entrevistas, recetas de cocina de la comida francesa y española, así como consultas con un chef.

5.3.2. Revisión y verificación del diseño de producto.

Una vez preparada las primeras versiones de los prototipos básicos se llevó a cabo un panel sensorial informal donde se evaluó el agrado general, apariencia, sabor, presentación y posibles mejoras al producto. Estas pruebas se llevaron a cabo en un periodo de aproximadamente un mes. Con base en la retroalimentación obtenida se ajustaron las formulaciones según la información. Se llevaron registro de las cantidades, ingredientes, forma de aplicación, orden de adicción y otros comentarios adicionales. Se repitió el proceso hasta llegar a una formulación que fue considerada apropiada. Se requirió de cuatro prototipos para la preparación de vino blanco con especias y de tres prototipos para la preparación con mostaza. Ambas formulaciones, su evolución y ajustes entre las distintas versiones se adjuntan en el Anexo 5.

5.4. Validación del diseño

5.4.1.Prueba de agrado con consumidores

Se evaluaron los dos prototipos de carne de conejo preparada: una de vino blanco con especias y otra con mostaza. Esta prueba se realizó con una población de consumidores de productos cárnicos en general y no específicamente consumidores de carne de conejo, por recomendación de Ivankovich (2014), debido a la dificultad de conseguir la cantidad necesaria de consumidores de carne de conejo para obtener resultados representativos. Esta prueba con potenciales consumidores de productos cunícolas va en línea con el propósito de la empresa involucrada de ampliar su segmento de mercado y brindar a nuevos consumidores la oportunidad de incorporar carne de conejo a su dieta (Serrano 2014).

Luego de obtener los datos, se procedió a realizar un análisis de conglomerados, de manera que los resultados fueran más confiables y representativos. Como se detalló en la sección 3.6.4.1, el análisis de conglomerados es una herramienta importante en el análisis sensorial, especialmente en la evaluación del agrado. Si en una población de estudio existen conglomerados (consumidores que se agrupan de acuerdo con diferentes características) y no se toman en cuenta, es posible que los promedios generales no sean representativos de ninguno de los grupos; por lo que se estaría

tomando un valor de aceptación que no corresponde a ninguno de ellos (Murillo, 2008). Se encontraron 3 conglomerados, en donde el 33% de los panelistas corresponde al conglomerado 1, el 47% al conglomerado 2 y el 20% restante al conglomerado 3.

En el Cuadro 6 se muestran los resultados del análisis de varianza. En ninguno hay diferencia significativa en los jueces, como es de esperar, ya que se comportan de manera similar dentro de cada conglomerado. Sí hay diferencia en la preparación de la muestra en el conglomerado 1 y 3. Esto quiere decir que el agrado por las muestras en estos conglomerados es diferente estadísticamente (alfa 0,05).

Cuadro 6. Probabilidad asociada al análisis de varianza para los conglomerados y la preparación sobre el agrado del producto.

Efecto	Conglomerado					
	1		2		3	
	g.l.	P	g.l.	P	g.l.	P
Juez	32	0,3355	46	0,0219	19	0,7725
Preparación	1	0,0001	1	0,2979	1	0,0050

Como se observa en la Figura 16, el ochenta por ciento los consumidores presentan un alto nivel de agrado por la preparación de mostaza, mientras que solo él veinte por ciento mostro desagrado. En el caso de la preparación con vino y especias se observa un agrado por el sesenta y siete por ciento de la población de estudio. El treinta y tres por ciento restante de la población mostro indiferencia por la preparación, pero no desagrado.

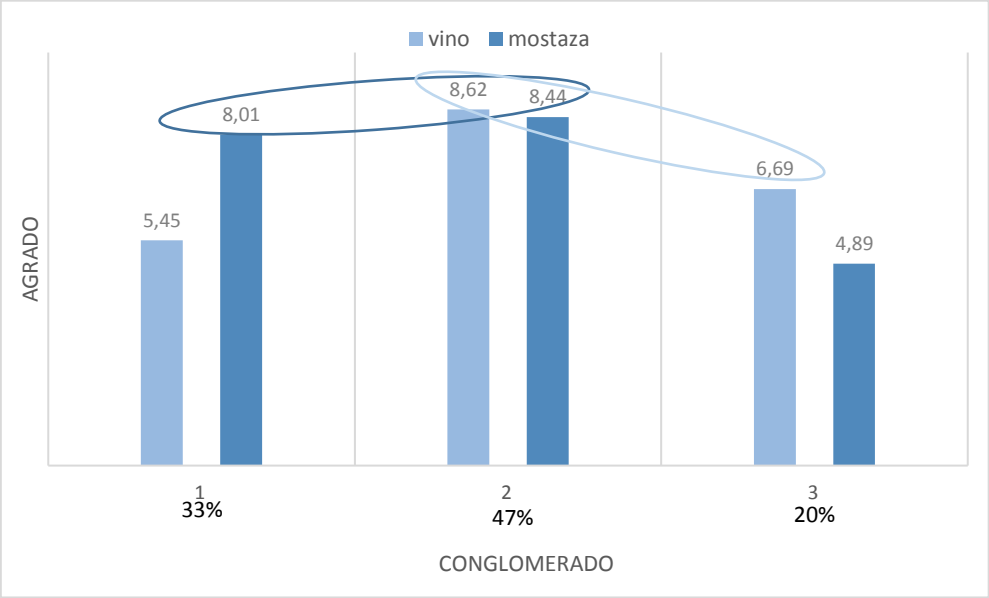


Figura 16. Valores promedio de agrado en el panel sensorial para el conejo al vino blanco y conejo a la mostaza en cada conglomerado.

Basado en estos resultados se puede inferir que ambos productos fueron aceptados por un segmento importante de los consumidores habituales de productos cárnicos. Esto representa un beneficio para el productor, si el producto fue aceptado por nuevos consumidores que no consumen carne de conejo de manera habitual es probable que el producto sea aceptado por personas que sí incluyen este tipo de carne en su dieta de manera regular. Por otro lado, la aceptación del producto por un segmento importante de la población podría significar que existe un nicho no explotado de potenciales consumidores de productos cunícolas en el mercado costarricense, lo cual podría aumentar el segmento de mercado de la empresa y, a su vez, permitiendo la incorporación al mercado de éste y otros productos derivados de carne de conejo.

5.4.2. Rendimiento preparación

El rendimiento de preparación está relacionado con la capacidad de retener líquidos y otros ingredientes que se adicionan a la carne al ser preparada. La capacidad de retención de agua es una característica importante para la industria de los subproductos cárnicos (Walukonis *et al.*, 2002; Galián, 2007; Di Luca, 2011). Una elevada capacidad de retención de agua de la carne de conejo

haría apetecible el uso de esta carne para la elaboración de embutidos u otros productos cárnicos derivados.

Como se observa en el Cuadro 7, existe una diferencia significativa ($p<0,05$) en el rendimiento de preparación de los productos según el tratamiento. Esto podría deberse no solo a las diferentes preparaciones sino también al modo de aplicación de las mismas y material adherido a la superficie.

Cuadro 7. Probabilidad asociada al análisis de varianza para el porcentaje rendimiento de preparación para el producto.

Efecto	g.l.	Probabilidad asociada
Preparación	1	0,0484
Lote	2	0,0042

Se obtuvo para el conejo a la mostaza un promedio de 7,38% y para el conejo con vino un 5,29%. Estos valores son relativamente bajos al compararlos con productos similares elaborados con pollo (Fabre 2014). Esto era esperable ya que, según la información proporcionada por los consumidores habituales de carne de conejo obtenidos en la entrevista (ver sección 4.3.2), se buscaba un producto sin aditivos ni preservantes; de manera que no se utilizaron fosfatos, sales u otros aditivos para aumentar la capacidad de retención de agua como suele utilizarse en este tipo de productos. Aunque el tratamiento con mostaza presenta un mayor rendimiento de preparación que el de vino, es importante relacionar este rendimiento con el de cocción para determinar si el rendimiento de preparación tiene un efecto significativo sobre la capacidad de retención de agua, o si la diferencia se debe a los sólidos adheridos a la superficie del producto o agua absorbida (pH y rendimiento).

5.4.3. Redimiendo cocción

Al igual que el rendimiento de preparación, el de cocción está relacionado con la capacidad de retener líquidos y otros ingredientes que se adicionan a la carne al ser preparada. En este caso,

la pérdida de líquidos, en su mayoría, y compuestos volátiles, en menor medida, durante su cocción, determinan este parámetro (Onega, 2003). Como se observa en el Cuadro 8 no existe ningún efecto sobre el rendimiento de cocción del producto según el método de preparación a través del tiempo.

Cuadro 8. Probabilidad asociada al análisis de varianza del porcentaje rendimiento de cocción del producto.

Efecto	Grados de libertad	Probabilidad asociada
Preparación	1	0,3227
Día	1	0,2964
Lote	2	0,4419
Preparación*día	1	0,2200

Al comparar estos resultados con los obtenidos en el rendimiento de preparación, se puede evidenciar que los distintos tratamientos no alteraron la capacidad de retención de agua de manera significativamente distinta entre sí. Por lo que las diferencias encontradas anteriormente podrían deberse más a sólidos adheridos a la superficie del producto en el caso del conejo a la mostaza. El rendimiento de cocción promedio fue de de 25,38% de disminución en peso.

Con respecto a la variación en el tiempo, se puede argumentar que ambos productos fueron estables y no perdieron agua de manera adicional al ser cocinados luego del almacenamiento. Esto es un buen indicador de calidad y es una característica deseable para este tipo de productos. Los valores para el rendimiento de cocción de la carne de conejo fueron similares a los encontrados para pechuga de pollo marinadas por Fabre (2014). Esto es un buen indicio de que el conejo cuenta, en este apartado específico de rendimiento de cocción, con potencial tecnológico para producir productos marinados con rendimientos similares al pollo.

5.4.4. pH

Para el caso del conejo, el pH habitualmente se mide en el *longissimus dorsi* (lomo) y en el *bíceps femoris* (pierna). Algunos autores reportan valores de pH de 6,870 y 6,030 para la pierna (Ramírez, 2004). En el caso de este producto, el pH se midió exclusivamente en las piernas de conejo

luego de ser marinadas. Se presenta en el Cuadro 9 el resultado de la probabilidad asociada para el tratamiento y tiempo sobre el pH de la muestra.

Cuadro 9. Probabilidad asociada al análisis de varianza del producto para el pH.

Efecto	Grados de libertad	Probabilidad asociada
Preparación	1	0,0009*
Día	1	0,0299*
Lote	2	0,0189*
Preparación*día	1	0,0006*

Se observa que existen diferencias significativas en los lotes, lo que se debe a la gran variabilidad que existe al tratar con productos animales frescos. Como era de esperarse, hay una variación del pH en el tiempo debido a la degradación del músculo, así como el crecimiento de microorganismos productores de ácidos que varían el pH del producto (Onega, 2003). Existe también una diferencia significativa en el método de preparación sobre el pH del producto.

Cabe recalcar que el efecto más importante es la interacción del método de preparación y el tiempo sobre el pH del producto. Lo que implica que el efecto del tiempo depende del método de preparación, que se presenta en la figura 17. Todos los valores obtenidos están dentro del rango reportado en literatura para carne de conejo. Ockerman (1996) reporta para la carne de conejo *post rigor* luego de 24 horas un rango de pH entre 5,900 y 6,000; Furukawa *et al*. (2004) reportan datos entre 5,700 y 5,800 también después de 24 horas de la cosecha. Sin embargo, los valores de pH obtenidos en este estudio se encuentran por debajo de los reportados por Herrera (2015) para la carne de conejo de Rabbits de Costa Rica. Esto es esperable, ya que se trata de productos marinados a los cuales se les midió el pH a través del tiempo, por lo que es de esperar variaciones durante el almacenamiento, así como las debidas a los tratamientos aplicados.

Como se observa en la Figura 17, en ambos casos el pH aumenta hasta el día 14 y disminuyó del día 14 al 21. El pH puede ascender debido a los cambios naturales que suceden al inicio de la maduración, por ejemplo, el efecto tampón de proteínas, péptidos y amino ácidos provenientes de

la proteólisis, así como sales, especias y alcohol provenientes del marinado (Belitz y Grosch, 1992; Furukawa *et al.*, 2004). Durante los primeros 21 días la preparación con vino tuvo valores de pH más bajos posiblemente debido al contendido de vino presente en su formulación. Del día 21 al 28 el valor de pH del vino subió mientras que el de la preparación con mostaza disminuyó. Con respecto a la disminución del pH, este fenómeno puede relacionarse con la producción de ácidos orgánicos por los microorganismos. Especialmente en empaques al vacío donde la flora de carne de conejo está dominada por bacterias ácido lácticas (Rodríguez-Calleja 2010). En el caso del conejo con vino, el crecimiento de microorganismos fue mucho más lento por lo que en este periodo de tiempo no se vio un descenso tan marcado del pH como se observó en el otro tratamiento (Ramírez, 2004; Chacón, 2004).

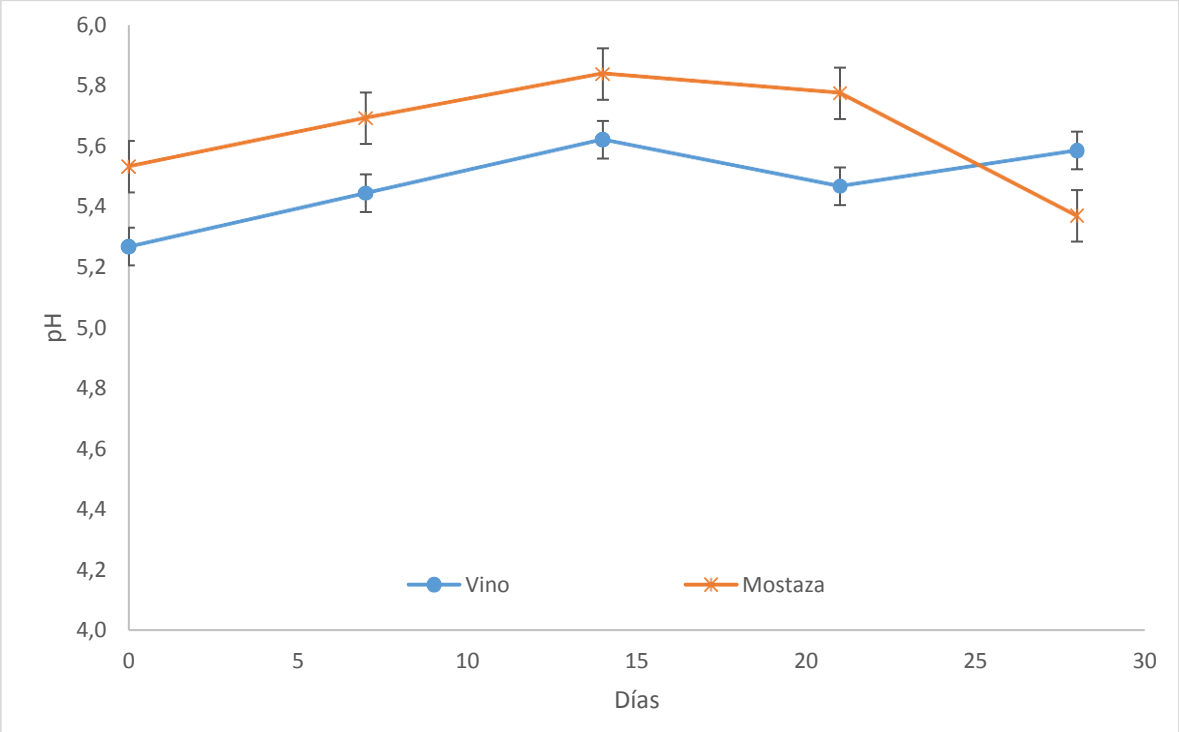


Figura 17. Gráfica del valor de pH medido directamente en el muslo en función del tiempo en días para la preparación de conejo con vino blanco y conejo a la mostaza.

No se puede analizar de manera aislada el efecto y comportamiento del pH en las distintas variables medidas a los productos. Existen variables muy importantes que dependen de este valor.

Se puede inferir que las variaciones de pH debido a los tratamientos y en el tiempo se deben en buena parte al crecimiento de microrganismos y sus metabolitos. Estos cambios a su vez tienen un impacto directo en otros parámetros medidos a la carne de conejo, principalmente la textura, CRA, y en menor medida el color.

Desde un punto de vista de la inocuidad, al tratarse de un producto cárnico empacado al vacío con un pH superior a 4,600, existe el peligro de crecimiento de *Clostridium botulinum* y la producción de su toxina. Debido a que dentro de los requerimientos de los consumidores habituales de conejo entrevistados estaba que no se utilizaran preservantes o compuestos sintéticos en el producto, no es posible prevenir el crecimiento de este microorganismo usando sales de cura o preservantes sintéticos. Otra opción sería el acidular el producto a un pH menor a 4,6; sin embargo, habría que estudiar el efecto de este cambio en las características de calidad de la carne. Por lo que resulta de gran importancia en este producto en específico que tanto la empresa productora como el consumidor final conozcan la importancia de mantener la cadena de frío del producto, así como la cocción adecuada del producto para eliminar la toxina que se pudiera producir por este microorganismo (Solomon *et al.*, 2001).

5.4.5. Crecimiento microbiológico

El crecimiento microbiológico y eventual descomposición del producto es el principal limitante de la vida útil del producto fresco (Onega, 2003). En este caso se usó empaque al vacío para prolongar la vida útil del producto. Según el estudio realizado por Rodríguez-Calleja (2010), cuando se usan empaques al vacío en carnes de conejo, la flora dominante suelen ser bacterias ácido lácticas: y se ha reportado aumento de vida útil en carne sin marinar de hasta 3-4 semanas de tiempo. Como se observa en el Cuadro 10, existe un efecto significativo del método de preparación y el tiempo sobre el crecimiento microbiológico del producto.

Cuadro 10. Probabilidad asociada análisis de varianza del tiempo y preparación del producto sobre el crecimiento de microorganismos.

Efecto	Grados de libertad	Probabilidad asociada
Preparación	1	<0,0001*
Día	1	<0,0001*
Lote	2	0,0003*
Preparación*día	1	0,3419

El efecto del lote muestra una vez más la variabilidad de los productos cárnicos frescos. El efecto del tiempo sobre el crecimiento de microorganismos fue el esperado. Como se observa en la Figura 18, conforme pasa el tiempo aumenta la cantidad de microorganismos en el producto, debido al crecimiento de los mismos durante el almacenamiento. Se inició con una carga inicial baja ya que el producto fresco venia previamente desinfectado por la empresa proveedora, lo cual es esencial para garantizar una vida útil más larga, menor peligro de contaminación y por ende un producto de mejor calidad (Onega, 2003). La preparación del producto no modifico el efecto de la desinfección.

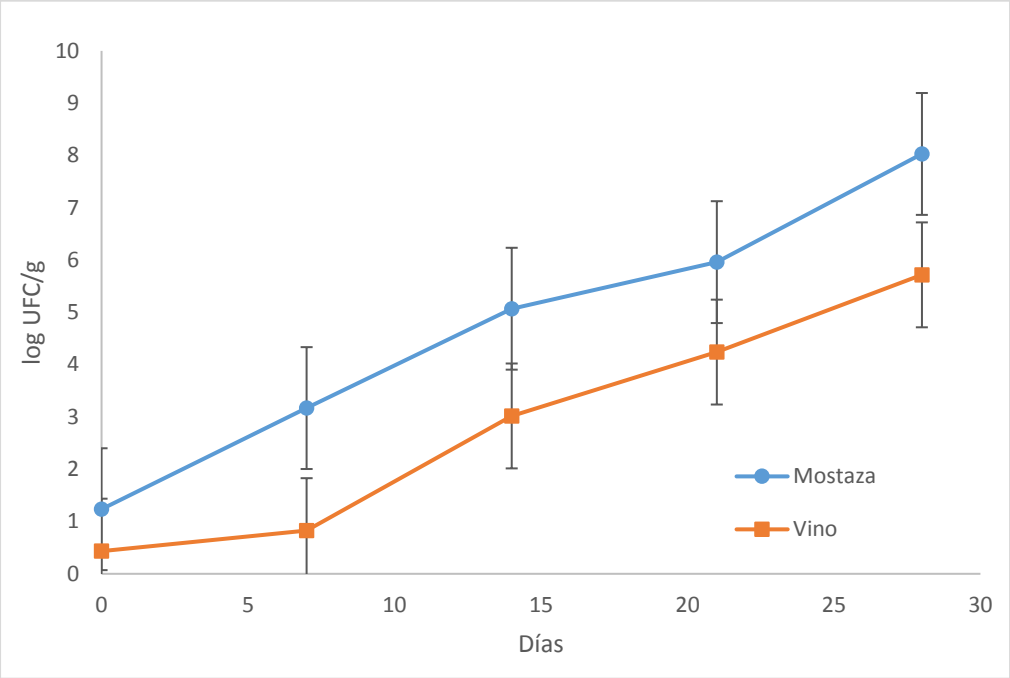


Figura 18. Gráfica de valor promedio de Log UFC/g en función del tiempo en días para las carnes marinadas de conejo durante el estudio de almacenamiento en refrigeración a 5 ^{o}C.

En cuanto al efecto de la preparación sobre el crecimiento de microorganismos, durante el almacenamiento, se obtuvo un valor promedio del log UFC/g para la preparación con conejo a la mostaza que fue de 4,51 log UFC/g, mientras que para el conejo con vino fue de 2,70 log UFC/g.

Las diferencias en la UFC/g se deben a las distintas formulaciones. En el caso de la preparación con vino, esta cuenta con varios ingredientes que pueden tener un efecto negativo sobre el crecimiento de microorganismos. Entre ellos el contenido de alcohol proveniente del vino blanco, los aceites esenciales de las especias utilizadas que tienen un efecto bacteriostático y antioxidante comprobado como lo son el ajo, romero y tomillo (Zhang *et al*. 2010), así como el contenido de sal en el marinado; mientras que la mostaza no tenía alcohol, pero si las otras especias y sal en menor medida. La diferencia fue tal que ningún producto de marinado con vino llego a log 6 UFC/g en el tiempo de almacenamiento de 28 días (Ramírez, 2004).

Los resultados discutidos tienen varias implicaciones que inciden en la escogencia de un prototipo u otro. Según estos, la formulación de vino blanco con especias tiene una mayor estabilidad debido a un menor crecimiento de microorganismos en el tiempo y menor carga inicial de flora

microbiana que la de mostaza. Estos factores la hacen más idónea para el desarrollo en la empresa Rabbits de Costa Rica, ya que proporciona una vida útil más larga, permitiendo mayor tiempo en anaquel para su venta. Por otra parte, el valor de pH por debajo de 6, menor que el del conejo fresco reportado por Herrera (2015), podría indicar algún grado de protección del producto y una barrera que ayudó al menor crecimiento de microorganismos. El hecho de que el producto tuviese una estabilidad por la que no se alcanzó la carga microbiológica donde se consideraba descompuesto y no apto para el consumo, en un periodo de hasta 28 días, permite afirmar que fue posible lograr uno de los requisitos de los consumidores habituales de carne de conejo que querían un producto con etiqueta limpia, sin congelar y sin aditivos o preservantes artificiales.

5.4.6. Color

En el Cuadro 11 presentan los resultados del análisis estadístico de los distintos parámetros de color medidos en los productos de carne de conejo.

Cuadro 11. Probabilidad asociada al análisis de varianza para el tipo de preparación y tiempo sobre los parámetros de color en la carne de conejo preparadas.

Efecto	Grados de libertad	Probabilidad asociada				
		L*	***a****	***b****	**C**	***°h***
Preparación	1	<0,0001*	0,0002*	0,0104*	0,0003*	0,0002*
Día	1	0,5567	0,0588	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
Lote	2	0,2669	0,0506	0,2845	0,9981	0,0003*
Preparación*Día	1	<0,0001*	0,2236	<0,0001*	0,0095*	0,1985

5.2.6.1. Parámetro de color L*

La luminosidad presenta una estrecha relación con diversas propiedades físicas, químicas y funcionales de la carne como las de aves de corral y el conejo. Distintas investigaciones han evaluado la relación entre este parámetro y características de calidad, tales como la capacidad de retención de agua y la composición. Se reportó que las variaciones de la coordenada L* se correlacionaron significativamente con la humedad, la capacidad de retención de agua, la capacidad de emulsifica-

ción, la absorción de marinado, las mermas por cocción, la fuerza de corte de carne cocida y la composición química (proteínas y cenizas) en carne de pechuga de pollos, datos que podrían ser similares para el conejo (Nollet & Toldr 2008).

Como se observa en el Cuadro 11, existen diferencias significativas en los valores de L* obtenidos con las distintas formulaciones. Más importante aún es la interacción que existe entre el tiempo de almacenamiento y el método de preparación del producto. Se observa en la Figura 21 cómo para el producto con mostaza el valor de *L aumenta en el tiempo, mientras que en el caso del vino este tiende a disminuir en el tiempo.

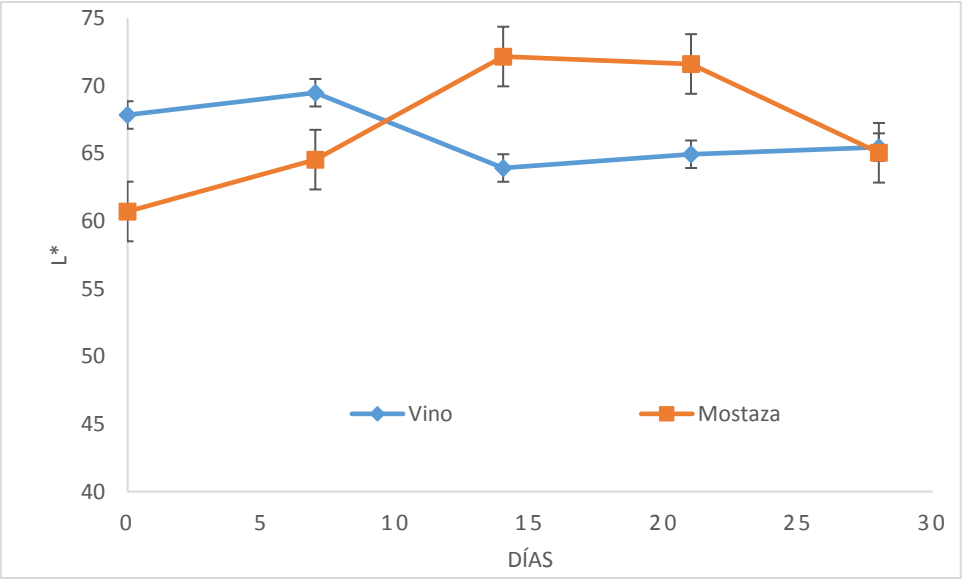


Figura 19. Gráfica del valor de parámetro de color L* en función del tiempo en días para el conejo al vino blanco con especias y conejo a la mostaza.

El aumento de L* con el tiempo de almacenamiento observado para la preparación de mostaza podría ser causado por la reducción gradual del pH del músculo, que afecta la retención de agua, translucidez de la superficie y la reflectancia del músculo; es decir, a medida que el pH muscular disminuye, los valores de luminosidad aumentan (Nollet & Toldr 2008).

Algunos autores mencionan que se puede considerar una carne como “blanca” (pechuga de pollo – *pectoralis*) si su valor de L* es mayor a 52. En el estudio de Ramírez (2004), se observa que son el pollo, el cerdo y el conejo las carnes que presentan valores por encima de esta magnitud, siendo la pechuga de pollo la carne más blanca con valores alrededor de 70, y el cerdo y el conejo

con valores muy similares pero menores que la pechuga de pollo. Cabe indicar que, a diferencia del cerdo, el conejo no presenta el problema de carnes pálidas, suaves y exudativas (PSE, por sus siglas en inglés) por lo que se puede considerar la carne de conejo como blanca, pero no exudativa o sin problemas de textura que el consumidor pueda relacionar con su parámetro L*. La carne de conejo en estos productos se puede considerar como blanca, basándose en el valor L* mayor a 52, lo que implica que los consumidores la podrían percibir como más saludable que las carnes rojas, o tan saludable como la carne de pollo (Dalle & Szendrő, 2011). Esta percepción podría ser aprovechada por el productor para atraer un segmento de mercado que busque una alimentación con carnes más saludables, posicionando los productos cunícolas como una nueva opción en línea con estas tendencias de alimentación saludable.

5.6.2.2. Parámetro de color a*

Para el valor de a* obtenido existe un efecto significativo del método de preparación, (Cuadro 11). Se obtuvo un promedio para el valor del parámetro de color a* para el tratamiento de conejo a la mostaza de 3,54 mientras que el del tratamiento con vino blanco fue de 2,73. Lo que quiere decir que el tratamiento con mostaza es ligeramente más rojo que el de vino blanco. Comparando con los valores obtenidos por Herrera (2015), el valor de a* para el tratamiento con vino es más bajo que el del conejo sin marinar. Esto podría deberse a que la incorporación de la solución de marinado tiene un efecto diluyente sobre el color rojo inherente de la carne que de todas formas es muy leve en la carne de conejo (Nollet & Toldr 2008).

5.4.6.3. Parámetro de color b*

En las preparaciones existe diferencia significativa en el valor de b* (Cuadro 11). Pero es más importante analizar la interacción de preparación*tiempo donde también se presenta un efecto significativo. Como se observa en la Figura 20, los tratamientos se comportan de manera muy distinta. El tratamiento de conejo a la mostaza tiende a disminuir el valor de b* conforme pasa el tiempo mientras que el de conejo con vino tiende a ir aumentando; ambas tendencias se invierten en el día 21.

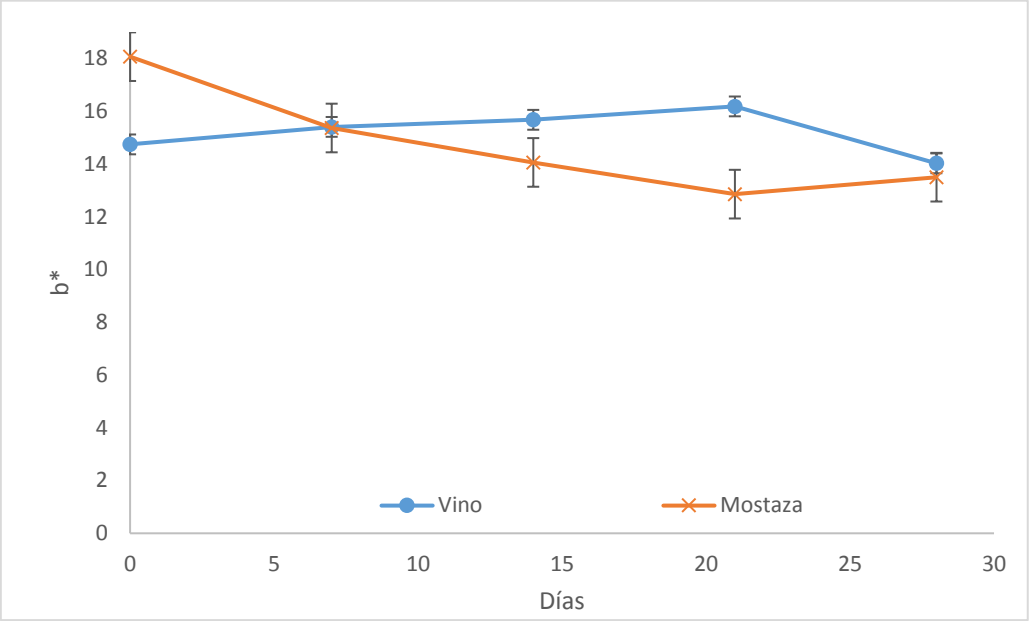


Figura 20. Gráfica del valor del parámetro de color b* en función del tiempo en días para el conejo al vino blanco con especias y conejo a la mostaza.

Estas diferencias se deben en parte a la preparación y sus ingredientes: el valor de b* más alto, al inicio, en el tratamiento con mostaza se puede deber a los compuestos de color amarillo presentes; sin embargo, este valor disminuye en el tiempo. Para el tratamiento con vino se observó un aumento del valor de b* en el tiempo hasta los 21 días, presentándose luego una fuerte caída en el valor. El comportamiento de esta variable en el tiempo podría deberse, como se explicó anteriormente, a los cambios en el pH y al efecto que tiene sobre la estructura del músculo y como refleja la luz; en el caso de la mostaza la disminución puede deberse a la degradación de componentes coloridos en el producto a causa del crecimiento microbiológico (Nollet & Toldr 2008).

5.4.6.4. Parámetro de color C*

El croma o cromaticidad depende tanto de a* o de b*, por lo que un cambio en alguno de ellos se verá reflejado en ese parámetro. Como se puede observar en la Ecuación 2 (sección 3.5.2.2), una disminución en la intensidad de a* como b*, conlleva una disminución de la cromaticidad, pues es proporcional al valor de ambos parámetros de color a* y b*.

El valor de a* no se modificó significativamente en el tiempo; sin embargo, el valor de b* sí varió y, como se observa en la Figura 21, se comporta de la manera esperada según los valores de b* obtenidos. En la preparación con mostaza hay en términos generales una disminución de cromaticidad en el tiempo, mientras que en el caso del vino se observó un aumento en la cromaticidad o intensidad del color hasta el día 21 y luego un fuerte descenso como era de esperar según los valores de b* obtenidos. Sin embargo, para ambos productos se obtuvo un valor de cromaticidad bajo por lo que la coloración de la carne tiene una baja saturación de color (Ramírez, 2004). Debido a los bajos valores de C* y a la alta luminosidad, es posible que esta diferencia, aunque significativamente distinta, no sea detectada por los consumidores a simple vista (Castigliego *et al*. 2012). Debido a esto, los resultados no permiten formar un criterio para la escogencia del producto a desarrollar basándose solo en este parámetro.

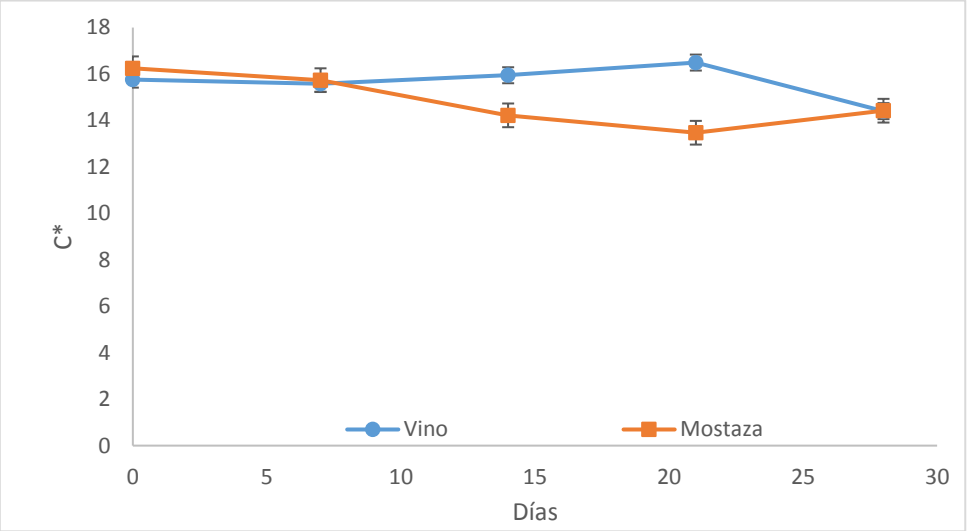


Figura 21. Gráfica del valor del parámetro de color C* (cromaticidad) en función del tiempo para el conejo al vino blanco con especias y conejo a la mostaza.

5.4.6.5. Parámetro de color *h°*

Al igual que el croma, el *h°* es afectado tanto por el valor *a** como de *b**, por lo que un cambio en alguno de ellos se verá reflejado en ese parámetro, según la Ecuación 1 (sección 3.5.2.2). Se obtuvo una diferencia significativa en el valor de *hue* según el método de preparación (Cuadro 11). La preparación de conejo con vino y especias presentó un valor promedio de 79,77, mientras

que el conejo a la mostaza presentó un promedio de 76,76. Las preparaciones tienen un efecto sobre el croma del conejo fresco, si se comparan los valores con los reportados por Herrera (2015) que rondaban valores de 76. Esto significa que la carne de conejo de las preparaciones tiene una coloración amarillo-naranja, con más tendencia al amarillo en el caso de la preparación con vino. Sin embargo, las diferencias son pequeñas y podrían no ser percibidas a simple vista, esto puede deberse a que la medición del color se realiza en el musculo cocinado removiendo piel y pigmentaciones anormales, y no directamente en la piel o en la superficie del musculo (Castigliego *et al*. 2012).

Como se observa en la Figura 22, el color es casi constante de los 0 a 14 días, aunque posteriormente hay disminución del valor de ^{o}h hacia colores más naranja. Esto es congruente con los valores obtenidos anteriormente y se explica ya que el valor a* permanece constante mientras el valor b* disminuye. La diferencia es pequeña, esto aunado al alto valor de L* y bajo valor de C* hace que la diferencia sea difícilmente percibida a simple vista (Castigliego et al., 2012).

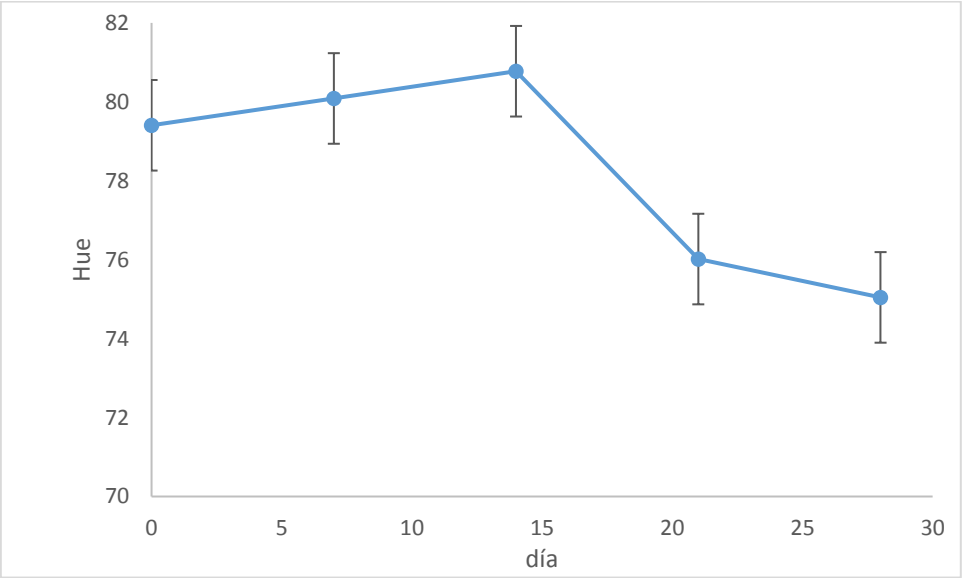


Figura 22. Gráfica de valor de parámetro de color h^{o} (Hue) para los productos de carne de conejo marinado en función del tiempo en días.

A partir de los resultados obtenidos en los parámetros de color se puede concluir que existen diferencias significativas en los valores de los parámetros a*, b*, C y ^{o}h obtenidos; no obstante, las diferencias en muchos casos son muy pequeñas entre los tratamientos y en el comportamiento

en el tiempo, por lo que estos no son factores que permitan formar un criterio a nivel del desarrollo de producto, ya que podrían no ser detectadas por los consumidores o simplemente asumidas como variaciones debido a la naturaleza del producto animal que es cambiante. Lo más importante a rescatar de los resultados es que la carne de ambos productos se presenta como una carne que podría ser relacionada con un producto más saludable que las carnes de res o cedo (Dalle & Szendrő, 2011).

5.4.7. Textura

En el cuadro 12 se muestran las probabilidades asociados al análisis de varianza para los parámetros de textura medidos en las preparaciones.

Cuadro 12. Probabilidad asociada al análisis de varianza para el tipo de preparación y tiempo sobre los parámetros para el ensayo de textura.

Efecto	g.l.	Probabilidad asociada				
		Fuerza corte (N)	Dureza (N)	Elasticidad (mm)	Cohesividad	Masticabilidad (N)
Preparación	1	0,1012	0,9094	0,2872	0,6541	0,6170
Día	1	0,0001*	0,0003*	0,4353	0,0002*	<,0001*
Lote	2	0,2236	0,1215	0,5655	0,4358	0,1750
Preparación*día	1	0,0131*	0,0014*	0,0334*	0,1070	0,0004*

*** Diferencia significativa a p<0,05**

5.4.7.1. Fuerza de corte

La fuerza de corte es un parámetro de suma importancia en el consumo y aceptación de carne y productos cárnicos. Como se observa en la Figura 23, ambos productos tienen valores de fuerza de corte que podrían calificarla como una carne suave (Boleman *et al*., 1997).

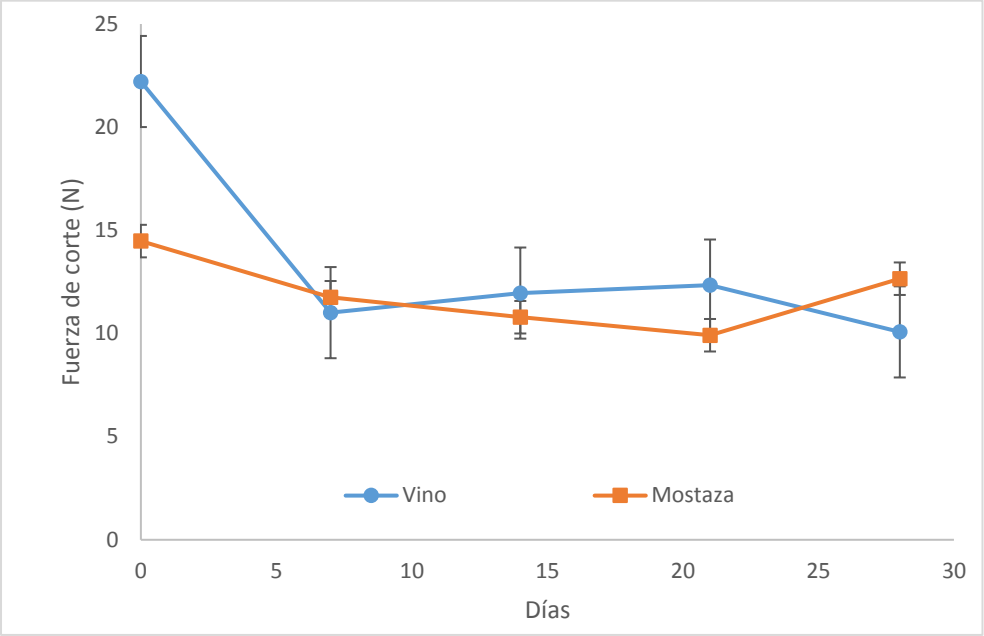


Figura 23. Gráfica de la fuerza se corte (N) para conejo al vino blanco con especias y conejo a la mostaza en función del tiempo en días.

Se reporta que carnes con una fuerza de corte (FC) entre 5,90-7,45 kg/cm^2 (57,82-73,01 N/cm^2) tienen una aceptación de menos del 1,8%; carnes con una FC entre 4,08-5,90 kg/cm^2 (39,98-57,82 N/cm^2) tienen una aceptación del 3,6%; mientras que aquellas entre 2,27-3,58 kg/cm^2 (22,25-35,08 N/cm^2) son aceptadas por el 94,6% de las personas (Boleman *et al.,* 1997). Los valores de fuerza de corte para los productos preparados fueron muy similares a los obtenidos por Herrera (2015) para carne de conejo, del mismo proveedor y madurada durante 7 días. De igual manera, la carne de los conejos producidos en Rabitts de Costa Rica en ambos estudios presentan valores de dureza que están muy por debajo de los reportados por Ramírez (2004), cosa que podría deberse a las razas de conejo usadas, la edad del animal, alimentación y otra serie de factores que se discutieron en la sección 3.1.

Es importante destacar que los valores obtenidos con los productos marinados son muy similares a los de conejo sin marinar. Esto es un indicativo de que se puede marinar la carne de conejo brindándole un valor agregado y dándole mejor sabor, apariencia y alargando su vida útil sin afectar significativamente su fuerza de corte. Por otro lado, son importantes los valores obtenidos

para este parámetro de textura, ya que podría intuirse que casi la totalidad de las personas aceptarían la carne de conejo debido a su suavidad y color, dando la idea de una carne más saludable (Cury *et al*., 2011; Dalle & Szendrő, 2011).

5.4.7.2. Dureza

La dureza es la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares, indicador de la suavidad de la carne. Como se observa en la Figura 24, el valor de dureza para ambas preparaciones tiende a disminuir en el tiempo, aunque para el tratamiento con vino su comportamiento es más irregular. Esto es lo esperado para ambos casos, ya que, conforme pasa el tiempo en almacenamiento, hay un ablandamiento y ruptura del tejido muscular por efecto del pH, enzimas propias de la carne, así como la acción de microrganismos sobre el producto (Nollet & Toldr 2008).

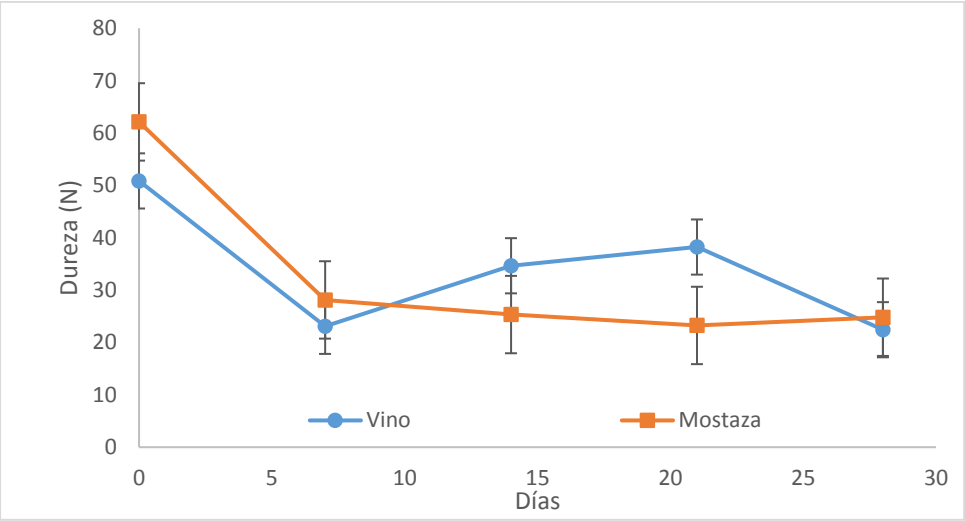


Figura 24. Gráfica de la dureza (N) para conejo al vino blanco con especias y conejo a la mostaza en función del tiempo en días.

La primera caída en dureza se debe a la acción de enzimas proteolíticas propias de la carne, por lo que ambos productos presentan una acentuada disminución en este parámetro al día 7. Posteriormente, para el conejo a la mostaza sigue una caída de la dureza más leve en el tiempo que se relaciona con los valores de pH para el producto y la acción de microrganismos (Chacón 2004). En el caso del conejo con vino blanco, el crecimiento de microorganismos fue mucho más leve con

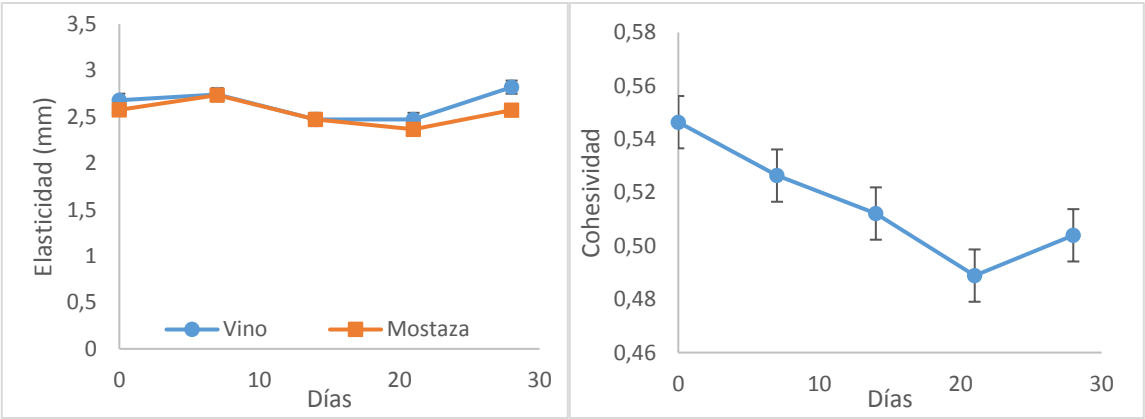
menores cargas UFC/g por lo que la disminución final en la dureza no se observó hasta después de los 21 días.

Es importante notar que los valores obtenidos para dureza en ambos productos están por debajo de los 94,6 N reportados por Ramírez (2004). Aunque los datos iniciales están por encima de los reportados por Herrera (2015), aún se consideran valores de una carne con una baja dureza, lo cual es positivo para la aceptación del producto por parte de los consumidores (Nollet & Toldr 2008; Cury *et al.,* 2011).

Cabe resaltar que, al presentarse valores de dureza iniciales superiores a los reportados por Herrera (2015,) se puede intuir que la preparación parece tener un efecto sobre la dureza, pero no sobre la fuerza de corte del producto.

5.4.7.3. Elasticidad y cohesividad

Como se observa en la Figura 25, aunque ambos valores tienden a bajar en el tiempo, la elasticidad se comporta de manera irregular donde sube ligeramente, luego baja y vuelve a subir al tiempo 28 días. La cohesividad tiende a disminuir con el paso del tiempo y no existe diferencia significativa (alfa 0,05) entre los tratamientos.



A. B.

Figura 25. A. Gráfica de la elasticidad para el conejo con vino y conejo a la mostaza en función del tiempo en días y B. Gráfica de la cohesividad en función del tiempo en días para la preparación de carnes de conejo marinadas.

La elasticidad mide cuanto se ha roto la estructura del alimento por la compresión y cuanto de su forma se recupera luego de la primera compresión. La cohesividad se basa en la fuerza con la que están conformadas las partículas del producto, o sea cuanto puede deformarse sin romperse. Ambas están ligadas a la estructura del tejido muscular y la interacción entre sus fibras. Con el paso del tiempo la acción de las enzimas proteolíticas, la variación de pH y la acción de microrganismos afectan los tejidos musculares, ya sea hidrolizando enlaces, afectando la solubilidad o hidratando las fibras, de esta forma disminuyendo la dureza, fuerza de corte, la elasticidad y la cohesividad del producto (Chacón, 2007; Nollet & Toldr, 2008).

Es importante rescatar que tanto los de valores cohesividad como de elasticidad para ambos productos son muy similares a los reportados por Herrera (2015) para la carne de conejo sin marinar y con adicción de $CaCl_2$. Esto quiere decir que el producto retiene una elasticidad y cohesividad similar al producto fresco aun siendo sometido al marinado u adobado por un periodo de hasta 28 días en almacenamiento.

5.4.7.4. Masticabilidad

Como se observa en la Figura 26, la masticabilidad de ambos productos tiende a disminuir en el tiempo debido a la acción de los distintos factores ya mencionados en 5.4.7 que afectan dureza, elasticidad y cohesividad. Esto es esperado ya que las masticabilidad están relacionada con la ecuación **E3,** por lo que como todos los valores disminuyen en el tiempo, la masticabilidad se comporta de igual manera (Ramírez, 2004).

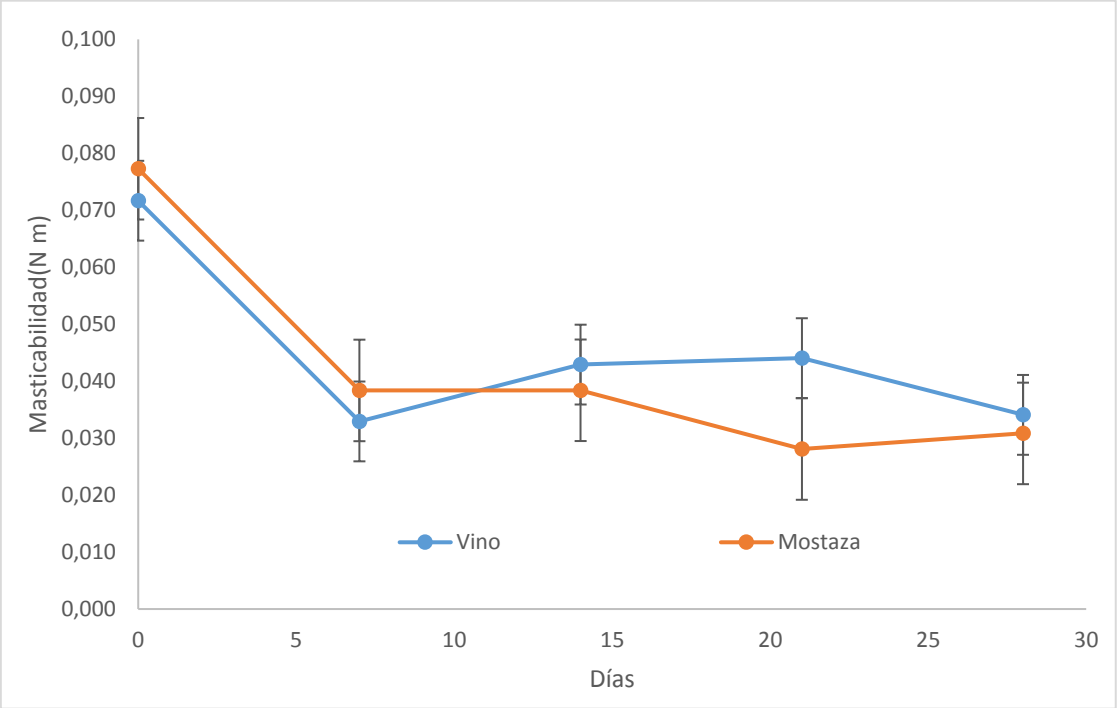


Figura 26. Gráfica de la masticabilidad para el conejo con vino y conejo a la mostaza en función del tiempo en días.

E3 Masticabilidad =Dureza*Cohesividad*Elasticidad.

Se observa que para el conejo con vino los valores son más irregulares que los del conejo a la mostaza. Luego de la primera caída en el tiempo a los 7 días para ambos productos, que fue generada las enzimas proteolíticas propias de la carne, la masticabilidad del conejo con vino y especias tiende a aumentar, cosa que no sucede con la preparación del conejo a la mostaza. Estas diferencias se deben probablemente al efecto del crecimiento de microorganismos presentes en los productos. El tratamiento con mostaza tenía una mayor carga de microorganismos, por lo que la masticabilidad disminuye desde el día 7, mientras que en el vino hay una disminución igual hasta el día 28 (Ramírez, 2004; Chacón, 2007). La masticabilidad de ambos productos es baja y, aunque se encuentra por encima de los reportado por Herrera (2015), son productos suaves que no requieren de mucho trabajo para ser desintegrados antes de ingerirlos.

El valor de masticabilidad obtenido es bajo lo cual es positivos para un producto de este tipo. Esto resulta importante ya que como se mencionó anteriormente, la carne de conejo se puede

marinar, brindando valor agregado, un rendimiento de cocción similar al pollo, mejorar sabor, olor, apariencia y mayor vida útil sin afectar la textura. El producto mantuvo la fuerza de corte y dureza baja y sin adquirir una masticabilidad, cohesividad o elasticidad que podrían afectar su aceptación por parte de consumidores como un producto demasiado suave o completamente desintegrado a la hora de ser consumido (Cury *et al.,* 2011).

5.5. Salida de diseño

5.5.1.Elección del método de preparación para el producto final

Uno de los factores más importantes en la elaboración del producto es la vida útil del mismo. Según Serrano (2014), se busca un producto que tenga de dos a tres semanas de vida en anaquel, que es la vida útil que se establece para el producto fresco. Por ende, se buscaba elaborar un producto según el gusto del consumidor que tomara en cuenta los sabores y la aceptación sensorial del mismo, así como otros elementos importantes para los consumidores, determinados durante las entrevistas, como una etiqueta limpia, no usar aditivos y nunca congelar el producto. Además, deben tomarse en cuenta los elementos importantes para la empresa como el costo de producción, rendimientos de producto, equipo necesario, facilidad de implementación y disponibilidad de proveedores, entre otros.

Con respecto a la vida útil, se eligió inicialmente el empaque al vacío para extender la vida útil en refrigeración de las preparaciones, ya que existían estudios previos en carne de conejo que recomendaban este empaque, aunque no para productos marinados (Rodríguez-Calleja *et al.,* 2010). Sin embargo, existe una diferencia significativa en el crecimiento de microorganismos según el método de preparación, donde el conejo con vino presentó un crecimiento mucho menor que el conejo a la mostaza; además, durante los 28 días de almacenamiento el prototipo con vino nunca alcanzó la carga de 10^6 UFC/g necesaria para que el producto se considerara descompuesto y no apto para consumo (Pereira & Malfeito-Ferreira, 2015).

Otro elemento importante para analizar es el agrado del consumidor. Como se observó en el análisis del panel sensorial, ambos productos presentaron un alto agrado por una proporción importante de la población. El conejo a la mostaza presentó un mayor agrado en el conglomerado 1 que era el segundo conglomerado más grande; en el conglomerado 2, que era el más grande, no

hubo diferencias significativas, aunque los valores eran altos; y en el conglomerado 3 obtuvo mayor agrado el conejo con vino. Si no hubiese más factores a tomar en cuenta, la preparación con mostaza sería el producto elegido ya que obtuvo un mayor agrado general, pero hay que tomar en cuenta también el crecimiento de microorganismos y los otros factores mencionados.

Con respecto al rendimiento de preparación, el conejo a la mostaza presentó un valor ligeramente mayor; sin embargo, esto no se vio reflejado en el rendimiento de cocción, donde no existe diferencia significativa entre los tratamientos. El valor del pH del conejo con vino fue ligeramente menor que el del conejo a la mostaza, aunque no afectó mucho el producto final, por lo que estos factores no afectan la elección del producto.

Con respecto al color, ambos productos se pueden considerar productos blancos debido al valor de L* muy por encima de 52. Esto es positivo porque las carnes de este color, como la de aves de corral, son percibidas como más saludables por parte de los consumidores (Ramírez, 2004; Nollet & Toldr 2008). Aunque la preparación con vino tiene un valor de a* más alto, los valores de ambas preparaciones son muy bajos, las diferencias pequeñas y podrían no ser percibidas a simple vista. Con respecto al color amarillo, ambos productos pierden este color en el tiempo, como se observa en la caída de valor de b*; este mismo comportamiento se observa para la cromaticidad. Aunque los valores tienden a disminuir para ambos productos, tanto b* como C* son más estables para el producto con vino y se pierden más lentamente, por lo que hay menor perdida de intensidad de color en este producto. Con respecto al matiz o *hue* (h^o) hay diferencias significativas, pero que podrían no ser percibidas a simple vista y se considera que ambos productos presentan coloraciones de una carne más clara que res o cerdo (Castigliego *et al*., 2012).

Ambos productos presentan una fuerza de corte similar a la reportada por Herrera (2015) y, aunque la dureza es mayor que le reportada en ese estudio, se consideran ambas como carnes muy suaves. No se presentan diferencias significativas en los valores de elasticidad, cohesividad ni masticabilidad según los tratamientos, pero existe una interacción entre en la preparación y el tiempo, donde la preparación con vino varía menos en el tiempo, o sea, tiene una textura más estable en almacenamiento.

Con base en los factores analizados anteriormente, se escogió como la preparación más idónea para la implementación por parte de la empresa la de vino blanco con especias (Figura 27). El prototipo presentó un alto nivel de agrado por una proporción importante de los consumidores,

aun cuando fue un poco inferior al de la preparación con mostaza. Se tomaron en cuenta otra serie de factores importantes como el crecimiento microbiológico, la textura y el color del producto (Ramírez, 2004; Nollet & Toldr 2008). Adicionalmente a los factores analizados anteriormente, la preparación con vino requiere menos equipo y espacio de operación. Además, no requiere calentamiento o cocción del marinado, ni licuado de los ingredientes antes de ser mezclado con el producto, por lo que lo hace de más fácil implementación en la empresa.

Figura 27. Prototipo final del producto elegido para su implementación en la empresa Rabbits de Costa Rica: Conejo marinado al vino blanco con especias.

5.5.2.Elaboración ficha técnica y Análisis de Costos

Se elaboró una ficha técnica del producto elegido con el fin de poner a disposición de la empresa toda la información pertinente para la implementación del producto en sus líneas de producción. Para mayor facilidad del productor, así como cualquier interesado en la información de la ficha técnica, se adjuntó la misma en el Anexo A.1. A continuación se detalla el análisis de costos del producto elegido para el cual se desarrolló la ficha técnica.

Para el producto elegido se calcularon los costos variables directos para la producción en pequeña escala usando los precios presupuestados por los proveedores. Se asignó el costo de carne

conejo con un valor de ¢3760 colones como un estimado de precio de venta según el estudio realizado por Mora y Solano (2015).

Dentro de los costos variables se incluyeron la mano de obra, materia prima y el empaque como costos directos, y como costos indirectos el agua y la energía; siguiendo lo indicado en el apartado 3.8. Los costos fueron determinados para el período comprendido entre febrero y septiembre del año 2015, tomando el tipo de cambio de dólar del día 21 de abril del 2016, el cual fue de ¢ 541,87 según el dato cambiario del Banco Central de Costa Rica.

En el Cuadro 13 se observan los costos y su distribución en el costo del producto tanto en colones como en dólares.

Cuadro 13. Análisis de costos variables directos en colones y su equivalente en dólares para la producción de carne de conejo al vino blanco con especias.

Ingrediente	Cantidad (g)	Precio/unidad (¢)	Costo (¢)	Precio/unidad ($)	Costo ($) *
Carne conejo	4000	3,76	15040	0,01	27,76
Vino blanco	1000	2,42	2420	0,00	4,47
Aceite de oliva	250	4,44	1111	0,01	2,05
Ajo	55	2,00	110	0,00	0,20
Romero	3	495,00	1485	0,91	2,74
Tomillo	4	495,00	1980	0,91	3,65
Eneldo	4	495,00	1980	0,91	3,65
Sal	8	0,56	5	0,00	0,01
Pimienta	4	29,00	114	0,05	0,21
Empaque	-	49,00	49	0,09	0,09
Total	5328	-	24294		
Costo total/g	-	-	5		0,01

*Dólar tipo Cambio Banco Central de Costa Rica 21 abril 2016 1$=¢ 541,87.

En el cuadro 14 se observa el cálculo aproximado del costo de mano de obra para la elaboración del producto, se usó como referencia la tabla de salario mínimos del Ministerio de Trabajo para el primer ciclo del 2016. Debido a que se trata de un proceso sencillo, se determinó el uso de

un trabajador no calificado en pago por horas. Este valor, en conjunto con el costo de materia prima, constituyen los costos directos del producto.

Cuadro 14. Costo de la mano de obra requerida en la elaboración de carne de conejo al vino con especias 5 kg.

Etapa	horas operario	Costo (¢)	Precio/unidad (¢)	Costo (¢)	Precio/unidad ($)
Recibo de materia prima	0,2	1932,61	0,39	3,57	0,0007
Preparación marinada	0,2	1932,61	0,39	3,57	0,0007
Empaque	0,2	1932,61	0,39	3,57	0,0007
Total	0,6	5797,82	1,16	10,70	0,0021

Calculando los costos directos e indirectos del producto se obtuvo un valor aproximado del costo de producción del conejo al vino con especias de 6,98 colones por gramo (0,0129 dólares por gramo) (Cuadro 15). Con estos valores el productor puede tener una referencia de los costos necesarios para la producción, permitiendo así establecer el margen de ganancia deseado y el precio de venta. Cabe recalcar que estos costos son estimados basándose en el precio de mercado de la carne de conejo. Si se partiera del precio real que le cuesta al productor la carne, que por razones propias a la empresa no se estima, el precio sería más bajo y por ende más atractivo para el consumidor.

Cuadro 15. Costos directos e indirectos de la elaboración de elaboración de carne de conejo al vino con especias.

Tipo de costo		Costo por gramo (¢)	Costo por gramo ($)	Porcentaje de costo
Directo	Materia prima	5,49	0,0101	79
	Mano de obra	1,16	0,0021	17
Indirecto		0,33	0,0006	5
Total		6,98	0,0129	100

6. Conclusiones

- Ambos productos formulados obtuvieron altas calificaciones de agrado por parte de un segmento importante de los consumidores de productos cárnicos en el panel no entrenado. La aceptación del producto por la población general podría significar que existe un nicho no explotado de potenciales consumidores de productos cunícolas en el mercado costarricense.
- El rendimiento de cocción de la carne de conejo preparada obtuvo valores similares a los preparados de pollo mencionados en la literatura. En este rubro el conejo cuenta con potencial tecnológico similar al pollo para producir productos marinados u otros derivados cárnicos.

- El pH de ambos productos es mayor a 4,6 y se trata de un producto cárnico crudo empacado al vacío sin preservantes, por lo cual es necesario la adecuada cocción del producto.

- Los lotes de carne de conejo son relativamente homogéneos y no presentaron diferencias significativas en los parámetros de color y textura medidos. La empresa logra un producto homogéneo en los parámetros más importantes para los consumidores de productos cárnicos: suavidad y color.

- Existieron diferencias significativas en el método de preparación sobre la carga microbiológica final del producto, y el crecimiento de microrganismos con preparación de vino fue significativamente menor que la del producto con preparación de mostaza. Estos factores la hacen más idónea para el desarrollo en la empresa Rabbits de Costa Rica, ya que proporciona una vida útil más larga al producto permitiendo mayor tiempo en anaquel para su venta.

- Se logró desarrollar un producto con una estabilidad microbiológica en un periodo de hasta 28 días, logrando los requisitos de los consumidores habituales de carne de conejo que querían un producto con etiqueta limpia, sin congelar y sin aditivos o preservantes artificiales.

- Ambos productos presentaron un valor de L* alto, por lo que se consideran carnes blancas, y, aunque existen diferencias en los valores de a*, b*, C y *hue* estas son muy pequeñas y probablemente no pueden ser detectadas por el ojo humano.

- Considerando la fuerza de corte, dureza y masticabilidad, ambos productos son considerados suaves. Lo cual es una ventaja, ya que es más probable que sean aceptadas por los consumidores.

- Los valores de fuerza de corte, dureza, masticabilidad, elasticidad y cohesividad fueron similares a las de conejo fresco sin marinar. Lo que quiere decir que la carne de conejo tiene

potencial tecnológico para el desarrollo de productos con valor agradado, en este caso marinados, permitiendo impartir sabores, olores e inclusive alargar su vida útil sin afectar de manera negativa la textura del producto final.

- Se eligió como producto idóneo para la implementación en la empresa y realización de su ficha técnica la preparación con vino, debido principalmente al menor crecimiento de microorganismos, que le proporciona una mayor vida útil, alto agrado general, características de textura, así como su mayor facilidad para la implementación debido a menos etapas de proceso y equipos necesarios para su producción.

7. Recomendaciones

- Determinar si las diferencias de color halladas entre los productos son percibidas por los consumidores en un panel entrenado.
- Relacionar las características de textura instrumental con las percibidas en un panel sensorial entrenado.
- Determinar el efecto del pH y diferentes marinados con distintos valores de pH sobre las características de la carne de conejo.
- Estudiar el efecto de la luz sobre las características de color de la carne.
- Estudiar el efecto de marinados comerciales, fosfatos, sales y aditivos sobre el rendimiento de preparación y cocción de la carne de conejo.
- Estudiar el efecto de técnicas distintas para la preparación de productos marinados y su efecto sobre las características de la carne.
- Realizar un estudio de vida útil para el producto elegido.
- Realizar otros desarrollos de producto como la carne molida de conejo y tortas de carne, entre otros.

8. Bibliografía

AGAPI, I. DOULGERAKI A. ERCOLINI, B. VILLANI, F. NYCHAS, G. 2012. Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions. International Journal of Food Microbiology 157 130–141.

ARCE, S. 2012. PYME se alía a cadena de supermercados para vender carne de conejo. La Nación, San José. Abril 9. 29 A.

ARIÑO, B. 2006. Variabilidad genética de la calidad de la carne de conejo. Tesis Dr. en Ciencia Animal, Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

BADR, H. 2004. Use of irradiation to control foodborne pathogens and extend the refrigerated market life of rabbit meat. Meat Science 67: 541–548.

BADUI, S. 1989. Química de los alimentos. 5 ed. Alhambra Mexicana, México.

BARRÓN, M. HERRERA J. G. SUÁREZ, M. ZAMORA, M. LEMUS, C. 2004. Evaluación de características de canal en tres razas de conejo. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 38(1): 19-24.

BARTHOLOMEW, D. STEELE, F. GALBRAITH, J. MOUSTAKI, I. 2008. Analysis of Multivariate Social Science Data, Second Edition. Chapman & Hall/CRC Statistics in the Social and Behavioral Sciences. Estados Unidos.

BELITZ, H. D. GROSCH, W. 1992. Química de los alimentos. 4 ed. Acribia, Zaragoza.

BOLEMAN, S.J. BOLEMAN, S.L. MILLER, R.K. TAYLOR, J.F. CROSS, H.R. WHEELER, T.L. KOOHMA RAIE, M. SHACKELFORD, S.D. MILLE, M.F. WEST, R.L. JOHNSON, D.D. SAVELL, J.W. 1997. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. Journal of Animal Science 75: 1521-1524.

CACIA (CAMARA COSTARRICENSE DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA). 2010. Buenas prácticas de manufactura aspectos generales. Costa Rica.

CAPRA, G. FRADILETTI, F. MARTÍNEZ, R. COZZANO, S. REPISO, L. IBÁÑEZ, F. MÁRQUEZ, R. 2012. Rabbit meat as functional food: meat quality produced with and without fresh alfalfa *ad libitum*. In World Congress of Food Science and Technology - IUFoST, 16º & Latin American Seminar of Food Science and Technology – ALACCTA, 17º, Foz do Iguaçu. Anales. Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

CASTIGLIEGO, L. ARMANI, R. GUIDI, A. 2012. Handbook of Meat and Meat Processing, 2 ed. CRC Press.

CHACÓN, A. 2000. Estudio de la maduración, la inyección de cloruro de calcio, la cocción y el congelamiento como fundamentos de un proceso para el mejoramiento de la suavidad del solomo. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Escuela de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica. San José.

CHACÓN, A. 2004. La suavidad de la carne: implicaciones físicas y bioquímicas asociadas al manejo y proceso agroindustrial. Revista Agronomía Mesoamericana 15(2): 225-243.

CHACÓN, A. 2005. Evaluación de la maduración, cocción y congelamiento sobre la suavidad, rendimiento y carga microbiana del corte solomo (outside). Revista Agronomía Mesoamericana 16(2): 199-213.

CHACÓN, A. 2007. Efecto de la inyección de $CaCl_2$ sobre la suavidad del corte de solomo (outside). Revista Agronomía Mesoamericana 18(1): 37-54.

CITA. 2012. Servicios Analíticos: métodos de análisis. 3 ed. Métodos P-AS-MQ-004, PSA- MQ-005 y P-SA-MM-015. Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. San José.

CORRALES, J. CHACÓN, A. 2005. Estudio de opinión de consumidores sobre el queso fresco de cabra (*Capra hircus*) en Costa Rica. Revista de Agricultura Tropical 35(1): 39-49.

CORRALES, J. 2004. Elaboración de un queso fresco a partir de leche de cabra adaptado a las condiciones técnicas de la Asociación Costarricense de Criadores de Cabras (A.C.C.C) y al gusto del consumidor nacional. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos, San José.

CORTÉS, J. HALABI, P. BARBOZA, S. MADRIZ, E. & LEIVA, J. 2004. Programa de formación en espíritu emprendedor. I.T.C.R., San José.

COUSIN, M. JAY, J. VASAVADA, P. 2001. Psychrotrophic Microorganisms. *In Pouch Downes*, F. & Ito, K., eds. Compendium of methods for the microbiological examination of food. APHA, Washington, D. C.

CUBERO, R. 2011. Efecto de la maduración sobre la terneza del Solomo Bíceps Femoris en vacas de descarte *Bos indicus* y *Bos taurus*, evaluado mediante métodos instrumentales y sensoriales. Tesis Lic. en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José.

CURY, K. MARTÍNEZ, A. AGUAS, Y. OLIVERO, R. 2011. Caracterización de carne de conejo y producción de salchicha. Revista Colombiana Ciencia Aminal 3(2): 269-282.

DALE, R. 2001. Aerobic plate count. *In* Pouch Downes, F. & Ito, K., eds. Compendium of methods for the microbiological examination of food. APHA, Washington, D. C.

DALLE ZOTTE, A. SZENDRŐ, Z. 2011. The role of rabbit meat as functional food. Meat Science 88(1): 319-331.

DÍAZ A, URÍA, R. 2009. Buenas Prácticas de Manufactura. Una guía para pequeños y medianos agroempresarios. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. San José, Costa Rica.

DI LUCA, A. MULLEN, A. ELIA, G. DAVEY, G. HAMILL, R. 2011. Centrifugal drip is an accessible source or protein indicators of pork ageing and water holding capacity. Meat Science, Elsevier.

EARLE MD. EARLE RL. 2009. Creating New Foods. The Product Developer's Guide, the Web Edition. The New Zealand Institute of Food Science & Technology Inc. Disponible en: http://www.nzifst.org.nz/creatingnewfoods/

FABRE, R. 2014. Efecto de la maduración, estimulación eléctrica, marinado y congelación sobre la calidad de carne de pechuga de ave. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos. España.

FURUKAWA, V. SOBRAL, P. HABITANTE, A. GOMES, J. 2004. Analise térmica da carne de coelhos. Ciência e Tecnolgía de Alimentos, Campinas 24(2): 265-269.

GALIÁN, M. 2007. Características de la canal y calidad de la carne, composición mineral y lipídica del cerdo Chato Murciano y su cruce con Ibérico. Efecto del sistema de manejo. Tesis Dr. Departamento de tecnología de los alimentos, nutrición y bromatología de la Facultad de veterinaria, Universidad de Murcia. Murcia.

GENOT, C. 2003. Congelación y calidad de la carne. Acribia, Zaragoza.

HERRERA, J. 2015. Análisis de la composición química y determinación de características de calidad (pH, CRA, color, textura) y microbiológicas (microorganismos psicrótrofos anaerobios) así como del efecto del $CaCl_2$ sobre estas, en carne de conejo (*Oryctolagus cuniculus)* madurada. Tesis Lic. En Ingeniera de alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de tecnología de alimentos, San Jose.

HORA, I. TEIXEIRA, R. FERREIRA, E. 2007. Processamento e aceitação sensorial do hambúrguer de coelho (*Orytolagus cunicullus*). Ciência e Tecnología de Alimentos, Campinas 27(3): 633-636.

HUI, Y. 2012. Handbook of Meat and Meat Processing, Second Edition. CRC Press, California.

ITO, K. POUCH, F. 2001. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4 ed. American Public Health Association, Washington, D.C.

IVANKOVICH, C. 2014. Investigación de hábitos de consumo en segmentos de mercado. Universidad de Costa Rica, San José. Comunicación personal.

JOSHI, P. BRIMELOW, C. 2002. Colour measurement of foods by colour reflectance. In Douglas MacDougall. Colour in food: Improving quality. CRC Press LLC, Boca Ratón. Pp. 80-114.

KIRK, R. SAWYER, R. EGAN, H. 2006. Composición y análisis de alimentos de Pearson. 9 ed. Continental, México, D.F.

LAWLESS, H.T. HEYMANN, H. 2010. Sensory evaluation of food: principles and practices. 2 Ed. Springer, New York.

LAWRIE, R. LEDWARD, D. 2006. Lawrie's Meat Science. 7 ed. CRC Press, Boca Ratón.

MACDOUGALL, D. 2002. Colour measurement of food: Principles and practice. In Douglas MacDougall. Colour in food: Improving quality. CRC Press LLC, Boca Ratón. Pp. 33-63.

MATTHEWS, L. 1983. Estimación de costos de producción. McGraw-Hill, México.

MORA, E. 2014. Características del marinado y procesamiento de carnes preparadas. Universidad de Costa Rica, San Pedro. Comunicación personal.

MORA, D. SOLANO, M. 2015. Estudio bioeconómico para el negocio de la producción y semi-industrialización de conejo en Costa Rica. Revista Nutrición animal tropical 9(1): 102-123.

MINISTERIO DE SALUD. 2006. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06. Industria De Alimentos Y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas De Manufactura. Principios Generales. Costa Rica.

MINISTERIO DE SALUD. 2010. Reglamento Técnico RTCR 400:2006. Etiquetado de la carne cruda, molida, marinada, adobada, tenderizada y vísceras. Costa Rica.

MURILLO, L. 2008. Desarrollo y caracterización sensorial y físico-química de un dulce de leche sin grasa y sin azúcar elaborado a nivel de laboratorio. Tesis Lic. En Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.

MUTHUKUMARAPPAN, K. KARUNANITHY, C. 2010. Texture. In Leo Nollet & Fidel Toldrá. Sensory Analysis of Foods of Animal Origin. CRC Press, Boca Ratón. Pp. 341-352.

NEUNER, J. DEAKIN, E. 1994. Contabilidad de costos: Principios y práctica. Limusa, México, D.F.

NOLLET, L. TOLDR, F. 2008. Handbook of Processed Meats and Poultry Analysis. CRC Press. Estados Unidos.

OCKERMAN, H. 1996. Chemistry of meat tissue. 11 ed. Ohio State University & Ohio Agricultural Research and Development Center, Ohio.

OLIVARES, R. GOMEZ, M. SCHWENTESIUS, R. CARRERA, B. 2009. Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. Región y Sociedad 21(46): 191-207.

ONEGA, M. E. 2003. Evaluación de la calidad de carnes frescas: aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales. Tesis Dr., Departamento de nutrición y bromatología III de la Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

OSECHAS, D. BECERRA, L. 2006. Producción y mercadeo de carne de conejo en el estado de Trujillo, Venezuela. Revista Científica FCV-LUZ 16(2): 129-135.

PÁRAMO, R. 1990. Teoría y cálculo de costos industriales. Limusa, México, D.F.

PEREIRA, M. MALFEITO-FERREIRA, M. 2015. A simple method to evaluate the shelf life of refrigerated rabbit meat. Food Control. 49: 70-74.

PÉREZ-ARÉVALO, M. MORÓN-FUENMAYOR, O. GALLARDO, N. VILA, V. ARZALLUZ-FISCHER, A. PIETROSEMOLI, S. 2009. Caracterización anatómica y física de los músculos del conejo. Revista Científica FCV-LUZ 19(2):134-138.

PÉREZ, M. 1998. Efecto de las calpaínas sobre el efecto de las propiedades fisicoquímicas, ultraestructurales y sensoriales de carne roja. Tesis Dr., Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F.

PINEDA, M. 2014. Paneles sensoriales y pruebas de agrado con consumidores. Universidad de Costa Rica, San Pedro. Comunicación personal.

RAMÍREZ, J. 2004. Características bioquímicas del músculo, calidad de la carne y de la grasa de os conejos seleccionados por la velocidad de crecimiento. Tesis Dr., Departamento de ciencia animal, Facultad de veterinaria, Universidad de Bellaterra. Barcelona.

RAMÍREZ, R. 2012. Guía de buenas prácticas de diseño: Herramientas para la gestión del diseño y desarrollo de productos. 1a ed. – Instituto Nacional de Tecnología Industrial, INTI. San Martín, Argentina.

RODRÍGUEZ-CALLEJA, J. GARCÍA-LÓPEZ, M. SANTOS, J. ANDRÉS OTERO, A .2005. Development of the aerobic spoilage flora of chilled rabbit meat. Meat Science 70: 389–394.

RODRÍGUEZ-CALLEJA; SANTOS, J. ANDRÉS OTERO, A.J. GARCÍA-LÓPEZ; M. 2010. Efecto del envasado al vacío y en atmósfera modificada en la vida útil de la carne de conejo. CyTA Journal of Food. 8(2):109-116.

ROJAS, W. 2005. Evaluación del efecto de diferentes proporciones de leche de vaca y leche de cabra sobre las características químicas, físicas y sensoriales de un yogurt batido de fresa. Tesis Lic.

en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.

ROJAS, W., CHACÓN, A. PINEDA, M. L. 2007. Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y de cabra. Revista Agronomía Mesoamericana 18(2): 221-237.

SANTOS, E. M. JIMÉNEZ, P. SÁNCHEZ, I. CASTRO, J. ZÚÑIGA, A. 2010. Aplicación de sales de ácidos orgánicos en la conservación de la carne de conejo. XII Congreso nacional de ciencia y tecnología de alimentos. 27 y 28 de mayo. Guanajuato, México.

SERRANO, M. 2014. Características del conejo, su crianza y mercadeo. Granja cunícola Rabbits, Pacayas de Alvarado, Cartago. Comunicación personal.

SOLOMON, H. JOHNSON, E. BERNARD, D. ARNON, S. FERREIRA, J. 2001. *Clostridium botulinum* and its toxins. In Pouch Downes, F. Ito, K., eds. Compendium of methods for the microbiological examination of food. APHA, Washington, D. C. Pp. 317-324.

SOUZA, A. MARQUES DE ARTHUR, V. CANNIATTI-BRAZACA, S. COUTO, M., LUZIA. 2008. Efeito da irradiação em carne de coelho congelada. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas. Campinas.

TAVARES, R. DA CRUZ, A. DE OLIVEIRA, T. BRAGA, A. DOS REIS, F. DA HORA, I. TEIXEIRA, R. FERREIRA, E. 2007. Processamento e aceitação sensorial do hambúrguer de coelho (*Orytolagus cuniculus*). Ciência e Tecnología de Alimentos, Campinas 27(3): 633 636.

TOMPKIN, R. MCNAMARA, A. ACUFF, G. 2001. Meat and poultry products. In Pouch Downes, F. & Ito, K., eds. Compendium of methods for the microbiological examination of food. APHA, Washington, D. C. Pp. 463-472.

VILLALOBOS, M.G. 2008. Usos alternativos del chayote (*Sechium edule* Sw.): Elaboración y aplicación de un puré de chayote como sustituto de grasa en alimentos. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José.

VILLANUEVA, N.D.M., DA SILVA, M.A.A.P. Y PETENATE, A.J. 2002. Performance of the hybrid and self-adjusting hedonic scales in the generation of internal preference maps. 2002 IFT Annual Meeting, July 15-19, 2002. Anaheim, California.

VILLANUEVA, N.D.M.; PETENATE, A.J. Da SILVA, M.A.A.P. 2005. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. Food Quality and Preference 16: 691-703.

WALUKONIS, C.; MORGAN, M.; GERRARD, D. & FORREST, J. 2002. A technique to predicting water-holding capacity in early postmortem muscle. Purdue University, Swine Research Report, Lafayette, IN Pp. 110-117.

Watts, B. M., Ylimaki, G. L., & Jeffery, L. E. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. International Development Research Centre, Ottawa.

WONG, E. 2014. Microorganismos de deterioro y patógenos en la carne de conejo. Universidad de Costa Rica, San Pedro. Comunicación personal.

YOUNG, O. ROGERS, R. HUI, H. NIP, W. 2001. Meat Science and Applications. CRC Press, New York.

ZHANG, W. XIAO, S. SAMARAWEERA, H. LEE, E. AHN, D. 2010. Improving functional value of meat products. Meat Science 86:15–31.

Anexos

A 1. Lista de chequeo para corroboración de BPM.

Cuadro A 1. Lista de chequeo para Buenas prácticas de Manufactura en la planta de Rabbits de Costa Rica adaptada del Reglamento Técnico Centro Americano, 2006. Los puntajes máximos de las distintas categorías se basan en las recomendaciones del manual del Ministerio de Salud.

Elemento	Puntaje	Observaciones
1. EDIFICIO		
1.1 Planta y sus alrededores		
1.1.1 Alrededores		
a) Limpios		
b) Ausencia de focos de contaminación		
SUB TOTAL		
1.1.2 Ubicación		
a) Ubicación adecuada		
SUB TOTAL		
1.2 Instalaciones físicas		
1.2.1 Diseño		
a) Tamaño y construcción del edificio		
b) Protección en puertas y ventanas contra insectos y roedores y otros contaminantes		
c) Área específica para vestidores y para ingerir alimentos		
SUB TOTAL		
1.2.2 Pisos		
a) De materiales impermeables y de fácil limpieza		
b) Sin grietas ni uniones de dilatación irregular		
c) Uniones entre pisos y paredes redondeadas		
d) Desagües suficientes		
SUB TOTAL		
1.2.3 Paredes		
a) Paredes exteriores construidas de material adecuado		
b) Paredes de áreas de proceso y almacenamiento revestidas de material impermeable, no absorbente, lisos, fáciles de lavar y color claro		
SUB TOTAL		

Anexo A 1. Continuación.

Elemento	Puntaje	Observaciones
1.2.4 Techos		
a) Construidos de material que no acumule basura y anidamiento de plagas		
SUB TOTAL		
1.2.5 Ventanas y puertas		
a) Fáciles de desmontar y limpiar		
b) Quicios de las ventanas de tamaño mínimo y con declive		
c) Puertas de superficie lisa y no absorbente, fáciles de limpiar y desinfectar, ajustadas a su marco		
SUB TOTAL		
1.2.6 Iluminación		
a) Intensidad mínima de acuerdo a manual de BPM		
b) Lámparas y accesorios de luz artificial adecuados para la industria alimenticia y protegidos contra ranuras, en áreas de: recibo de materia prima; almacenamiento; proceso y manejo de alimentos		
c) Ausencia de cables colgantes en zonas de proceso		
SUB TOTAL		
1.2.7 Ventilación		
a) Ventilación adecuada		
b) Corriente de aire de zona limpia a zona contaminada		
SUB TOTAL		
1.3 Instalaciones sanitarias		
1.3.1 Abastecimiento de agua		
a) Abastecimiento suficiente de agua potable		
b) Instalaciones apropiadas para almacenamiento y distribución de agua potable		
c) Sistema de abastecimiento de agua no potable independiente		
SUB TOTAL		

Anexo A 1. Continuación.

Elemento	Puntaje	Observaciones
1.3.2 Tubería		
a) Tamaño y diseño adecuado		
b) Tuberías de agua limpia potable, agua limpia no potable y aguas servidas separadas		
SUB TOTAL		
1. 4 Manejo y disposición de desechos líquidos		
1.4.1 Drenajes		
a) Sistemas e instalaciones de desagüe y eliminación de desechos, adecuados		
SUB TOTAL		
1.4.2 Instalaciones sanitarias		
a) Servicios sanitarios limpios, en buen estado y separados por sexo		
b) Puertas que no abran directamente hacia el área de proceso		
SUB TOTAL		
1.4.3 Instalaciones para lavarse las manos		
a) Lavamanos con abastecimiento de agua caliente y/o fría.		
b) Jabón líquido, toallas de papel o secadores de aire y rótulos que indican lavarse las manos		
SUB TOTAL		
1.5 Manejo y disposición de desechos sólidos		
1.5.1 Desechos sólidos		
a) Procedimiento escrito para el manejo adecuado		
b) Recipientes lavables y con tapadera		
c) Depósito general alejado de zonas de procesa-miento		
SUB TOTAL		
1.6 Limpieza y desinfección		
1.6.1 Programa de limpieza y desinfección		
a) Programa escrito que regule la limpieza y desinfección		
b) Productos utilizados para limpieza y desinfección aprobados		

Anexo A 1. Continuación.

Elemento	Puntaje	Observaciones
c) Productos utilizados para limpieza y desinfección almacenados adecuadamente		
SUB TOTAL		
1.7 Control de plagas		
1.7.1 Control de plagas		
a) Programa escrito para el control de plagas		
b) Productos químicos utilizados autorizados		
c) Almacenamiento de plaguicidas fuera de las áreas de procesamiento		
SUB TOTAL		
2. EQUIPOS Y UTENSILIOS		
2.1 Equipos y utensilios		
a) Equipo adecuado para el proceso		
b) Equipo en buen estado		
c) Programa escrito de mantenimiento preventivo		
SUB TOTAL		
3. PERSONAL		
3.1 Prácticas higiénicas		
a) Prácticas higiénicas adecuadas, según manual de BPM		
b) El personal que manipula alimentos utiliza ropa protectora, cubrecabezas, cubre barba (cuando proceda), mascarilla y calzado adecuado		
SUB TOTAL		
4. CONTROL EN EL PROCESO Y EN LA PRODUCCIÓN		
4.1 Materia prima		
a) Control y registro de la potabilidad del agua		
b) Materia prima e ingredientes sin indicios de contaminación		
SUB TOTAL		
4.2 Operaciones de manufactura		
a) Controles escritos para reducir el crecimiento de microorganismos y evitar contaminación (tiempo, temperatura, humedad, actividad del agua y pH)		
SUB TOTAL		
4.3 Envasado		

Anexo A1. Continuación.

Elemento	Puntaje	Observaciones
a) Material para envasado almacenado en condiciones de sanidad y limpieza		
b) Material para envasado específicos para el producto e inspección antes del uso		
SUB TOTAL		
4.4 Documentación y registro		
a) Registros apropiados de elaboración, producción y distribución		
SUB TOTAL		
5. ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN		
5.1 Almacenamiento y distribución.		
a) Materias primas y productos terminados almacenados en condiciones apropiadas		
c) Vehículos autorizados por la autoridad competente		
d) Operaciones de carga y descarga fuera de los lugares de elaboración		
e) Vehículos que transportan alimentos refrigerados o congelados cuentan con medios para verificar y temperatura		
SUB TOTAL		
Total		

A.2. Ficha técnica muslo de conejo al vino con especias.

Introducción.

Los alimentos preparados han tenido éxito en el mercado actual debido a la practicidad y ahorro de tiempo que presentan a los consumidores. Las carnes preparas brindan una manera sencilla, nutritiva y práctica que solo requiere de ser cocinada para su consumo. Son de venta común en país y de consumo habitual la carne de animales como res, cerdo y pollo preparada para su uso en asados o prepararlos en casa.

Las carnes preparadas pueden ser marinadas o adobadas. El marinado y adobado comprenden la adición de ingredientes funcionales que ayudan a dar sabor y mejorar las características del producto, entre ellas, la suavidad, la jugosidad y el incremento de la vida útil. En el caso del marinado se usa una salmuera o base líquida en la que se sumerge la carne para impartirle las características deseadas.

El consumo de carne de conejo se da en menor medida en el país que otros tipos de carne y no existe actualmente ningún producto preparado listo para cocinar en el mercado. Este producto permitiría incorporar proteína de buena calidad en una alimentación saludable y balanceada de manera sencilla. No lleva ningún aditivo y es preparado con ingredientes frescos. Esto facilita que personas que no saben preparar conejo, o no tienen tiempo, puedan disfrutarlo e incorporar las cualidades nutricionales de esta carne a su dieta.

Descripción del producto.

Los productos son muslos de conejo marinados al vino blanco con especias frescas empacadas al vacío y que deben mantenerse en refrigeración. La carne de conejo es blanca y magra, se observan trozos de especias y vino blanco en la bolsa. Tiene un olor a romero, tomillo y vino blanco que caracteriza al producto.

pH: 5,48

Temperatura: almacenar a menos de 5 ^{o}C, nunca congelado, durante su vida en anaquel.

Peso aproximado: 220 g.

Materia prima

Se enlista la materia prima necesaria para la elaboración del producto exceptuando la carne de conejo que fue proporcionada por Rabbits de Costa Rica, (ver Cuadros A2 y A3).

Cuadro A 2 Proveedores de la materia prima usada en el desarrollo de producto

Materia prima	Proveedo-res	Teléfono	Correo	Sitio web
Material de Empa-que	Plástico tico	2282 8717	info@plasticotico.com	www.plastico-tico.com
Vino	Alpiste	2587-0600	info@alpiste.co.cr	www.alpiste.co.cr
Aceite	Alpiste	2587-0600	info@alpiste.co.cr	www.alpiste.co.cr
Especias	Los patitos	2239 2111	servicioalcliente@lospati-tos.com	www.lospatitos.com

Cuadro A 3 Otros posibles proveedores de materia prima para la producción.

Materia Prima	Proveedores	Teléfono	Correo	Sitio web
Material de Empa-que	Plástico tico	2282 8717	info@plasticotico.com	http://www.plastico-tico.com
Material de Empa-que	Coinversiones Cor-porativas	2293-1193	info@coincorp.net	http://www.coin-corp.net/
Material de Empa-que	Corporación Yanber		ventas@yanber.com	www.yanber.com/
Vino	Grupo Pampa S.A.	2293-0101	na	www.grupo-pampa.com/
Vino	Belca Foodservice	2509-2000	na	www.belcacr.com/
Vino	Alpiste	2587-0600	info@alpiste.co.cr	www.alpiste.co.cr/
Aceite	Belca Foodservice	2509-2001	na	www.belcacr.com/
Aceite	Alpiste	2587-0600	info@alpiste.co.cr	www.alpiste.co.cr/
Aceite	Inolasa	2636-0300	servicioalcliente@ino-lasa.com	www.inolasa.com/
Especias	Alserro	24 41 03 03	info@alserro.com	www.alserro.com/
Especias	Doña Rosa Produc-tos Alimenticios	2268-5157	ventas@donarosa-cr.com	www.donarosa-cr.com/

Equipo necesario

Se enlista el equipo necesario para la elaboración del producto, así como para estimar los parámetros determinados en la ficha técnica (ver Cuadro A 4).

Cuadro A 4 Proveedores de equipo necesario para la producción

Materia prima	Proveedores	Teléfono	Correo	Sitio web
pH metro	Diprolab Costa Rica	2234-8242	http://diprolabcostarica.com/contactenos/	diprolabcostarica.com/
pH metro	Scanco	2215-3555	ventas@scancotec.com	www.scancotec.com/
pH metro	HANNA Instruments Costa Rica	na	na	www.hannainst.cr/
Termómetro	Diprolab Costa Rica	2234-8242		diprolabcostarica.com/
Termómetro	Scanco	2215-3555	ventas@scancotec.com	www.scancotec.com/
Termómetro	HANNA Instruments Costa Rica	na	na	www.hannainst.cr/
Balanza	Romanas Polini	2224 4779	servicio@romanaspolini.com	www.romanaspolini.com/
Balanza	Romanas Ocony	2253-3535	ventas@romanasocony.com	www.romanasocony.com/
Balanza	Ballar Casa De La Romana	2297-4000	ventas@romanasballar.com	www.romanasballar.com/
Selladora al vacío	Novamart Solution Srl	2239-3114	na	www.novamart.com/
Selladora al vacío	Amecsa	2231 02 02	na	www.amecsa-cr.com/
Selladora al vacío	Indelsa	2272 – 1282	indelsa@indelsacr.com	www.indelsacr.com
Insumos Microbiología	Prelab SA	2297-2900		www.prelab.com/
Insumos Microbiología	Scanco	2215-3555	ventas@scancotec.com	www.scancotec.com/

Formulación

Se presenta la formulación en porcentajes para el producto, vale rescatar que no se agregó ningún preservante artificial (ver Cuadro A 5).

Cuadro A 5 Formulación para la preparación del conejo marinado con vino blanco y especias

Ingrediente	Cantidad (g)	Porcentaje
Carne conejo	4000	75,08
Vino blanco	1000	18,76

Aceite de oliva	250	4,692
Ajo	55	1,032
Romero	3	0,056
Tomillo	4	0,075
Eneldo	4	0,075
Sal	8	0,150
Pimienta	4	0,075

Flujo de proceso

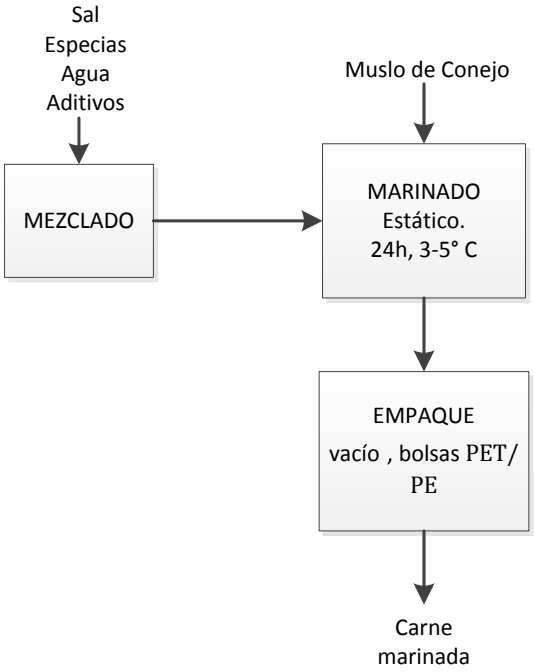


Figura A 1. Diagrama de Flujo para la elaboración de conejo marinado

Especificaciones de proceso

Descripción de las operaciones.

1. Pesado de ingredientes: se pesan los ingredientes en las proporciones mencionadas en formulación.
2. Limpieza y desinfección: se procede a seleccionar y desinfectar las especias frescas, tales como romero, tomillo, ajo y eneldo en un baño de ácido per acético 150 ppm durante 5 min.
3. Picado: se pican las hierbas de manera manual usando tablas y cuchillos previamente desinfectados.
4. *Mezclado de ingredientes:* se mezclan los ingredientes pre pesados y desinfectados. Se comienza agregando las especias, sal y pimienta y de último el vino y el aceite poco a poco para evitar grumos. Se mezcla hasta que la mezcla sea homogénea y no haya grumos.
5. *Marinado:* se sumergen las piezas de conejo limpias y pre pesadas en la mezcla del marinado en recipientes cerrados refrigeración (3 a 5 °C) por un periodo de 24 horas.
6. *Empaque*: una vez pasado el tiempo de reposo para el marinado se retiran las piezas del marinado y se empacan en bolsas PET/PE usando la selladora de empaque al vacío con presión de -65 kPa.
7. *Almacenamiento:* una vez empacadas las bolsas al vacío con el producto, este será almacenado en refrigeración (3 a 5 °C).

Observaciones de puntos críticos del proceso.

- Dentro de los puntos críticos del proceso están el tiempo que tarda la carne en llegar a la temperatura de refrigeración.
- Mantener la cadena de frío en el transporte y almacenamiento del producto.
- El empaque del producto debe ser adecuado, no deben existir fugas o huecos en la bolsa. La empacadora debe estar en buen estado.

HACCP

Para obtener los puntos críticos de control (PCC) del proceso se debe suponer que las buenas prácticas y los programas de soporte están implementados: Buenas prácticas de manufactura (BPM), procedimientos estándar de operación y desinfección (SOP SSOP). En el Cuadro A V, se presenta el análisis de riesgos de cada una de las etapas del proceso de marinado de carne.

Cuadro A 6 Análisis de HACCP para muslo de conejo marinado

Etapa	Peligros	¿Relevancia?	Control De Peligro	¿Es PCC?
Pesado de ingredientes	Físico: si Químico: si Biológico: si	Presencia de patógenos, objetos u sustancias peligrosas en cantidad inaceptables.	BPM y SSOP, control de proveedores	no
Desinfección especias	Físico: no Químico: no Biológico: si	Presencia de patógenos en cantidad inaceptables.	BPM y SSOP, control de proveedores	no
Picado	Físico: no Químico: no Biológico: no	no	BPM y SSOP	no
Mezclado	Físico: no Químico: no Biológico: no	no	BPM y SSOP	no
Marinado	Físico: no Químico: no Biológico: si	Contaminación con patógenos en cantidad inaceptables	BPM y SSOP	no
Empaque	Físico: no Químico: no Biológico: si	Contaminación con patógenos en cantidad inaceptables	BPM y SSOP	no
Almacenamiento	Físico: no Químico: no Biológico: si	Crecimiento de patógenos por almacenar a temperatura inadecuada.	BPM y SSOP	no

El proceso para elaboración de carne marinada de conejo lista para consumir no presenta puntos críticos de control.

Rendimiento y vida útil

- El rendimiento de marinado es variable, pero ronda entre el 105% a 107% del peso de la pieza de conejo.
- En el estudio de almacenamiento que se realizó se obtuvieron resultados de que el producto puede almacenarse en refrigeración sellado hasta por un mes y ser consumido sin peligro ni deterioro aparente del producto.

Empaque y análisis recomendados

- Se recomienda empacar al vacío y mantener en refrigeración (temperatura <5 °C) manteniendo la cadena de frío, ya que el producto no posee preservantes.
- Se recomienda además realizar análisis de microrganismos anaerobios psicrófilos.
- Se recomienda indicar que el producto cuenta con una etiqueta “limpia” sin ningún tipo de aditivos.
- Se recomienda indicar en el empaque la adecuada cocción del producto para evitar peligros microbiológicos.

A.3. Ejes temáticos para las entrevistas con consumidores de productos cunícolas.

Cuadro A 7 Ejes temáticos utilizados durante las entrevistas con consumidores acerca de hábitos de consumo de productos cunícolas en Costa Rica.

Nombre: Sexo: Edad: Nacionalidad: Domicilio:		
Eje temático	**Objetivo**	**Preguntas**
Frecuencia de consumo de productos cárnicos y cunícolas.	Conocer la frecuencia y ocasiones de consumo de productos cunícolas.	- ¿Qué lo motiva a consumir este tipo de productos? ¿Factores culturales, sabor, beneficios nutricionales, etc.? - ¿Con qué frecuencia consume conejo? - ¿En qué ocasiones consume productos cunícolas? ¿Ocasiones especiales, de consumo diario o rutinario, fiestas, platillos especiales? - ¿Dónde compra o consigue este tipo de productos? ¿Restaurantes, supermercados, etc.?
Cultura alrededor de la cocina y preparación de la carne.	Conocer las formas de preparación y los hábitos culturales alrededor de la carne de conejo.	- ¿En qué forma suele consumir productos cunícolas? ¿Restaurantes, en casa, reuniones con amigos o familia, ocasiones especiales? - ¿Suele consumirlo como plato principal, como acompañamiento, como ingrediente en una receta, etc.? - ¿Sabe cómo preparar platillos usando productos cunícolas? - ¿Suele preparar usted platillos usando productos cunícolas? - ¿Qué tipos de platillos prepara; ¿paté, estofados, asados, paella, etc.? - ¿De qué forma prepara estos platillos? ¿Qué tipos de ingredientes suele usar? ¿Qué tipos de sabores prefiere en este tipo de platillos? ¿Dulces, amargos, picantes, especias, sabores suaves, otros? - ¿De qué forma suele cocinarlos: ¿asados, horneado, frito, sopas o estofados, etc.?
Intención de compra de productos preparados.	Conocer la opinión e intención de compra de los consumidores acerca de un producto listo para cocinar a base de conejo.	- ¿Qué tipos de productos listos para cocinar le parecerían más atractivos? - ¿Qué sabores o preparaciones preferiría en este tipo de productos? - ¿Qué cosas le parecen importantes en este tipo de productos? ¿Ingredientes, empaque, beneficios nutricionales, recetas adicionales, sugerencias de uso, comodidad, etc.? - ¿Es importante para usted la practicidad en este tipo de productos? - ¿Estaría dispuesto a comprar un producto preparado listo para cocinar?

A.4. Resultados obtenidos experimentalmente.

Cuadro A 8 Resultados de la información obtenida en las entrevistas a los consumidores habituales de conejo.

Nombre	Sexo	Edad	Nacionalidad	Consumo	Preparación	Percepción	Sabores	Platillos	Varios
C1	M	56	Costarricense	preparación en casa, consumo en restaurantes	con salsas, tomate, curry. Vino y mostaza sabores más característicos	carne con excelente sabor y característica de comida francesa.	mostaza, curry, vino, hierbas frescas	estofados, asados, salsas, arroz, paella.	Intercambio de estudios en Francia. Costaba conseguir carne antes. Compra conejo en Auto Mercado
C2	F	58	Costarricense	preparación en casa, consumo en restaurantes	Vino y mostaza sabores más característicos	carne de buen sabor y saludable	mostaza, curry tomate, vino	estofados, asados, salsas, arroz, curry.	Vivió en Francia varios años. Se comía en casa inculcando la cultura en sus hijos desde pequeños. Compra conejo en Auto Mercado
C3	M	52	Costarricense	preparación en casa	salsas, estofados, asados, pate. Mostaza es lo más asociado	carne de muy buen sabor y textura	mostaza, salsas, vino, hierbas, ajo	estofados, asados, pate.	casado con una francesa, consumo de conejo habitual
C4	F	45	Francesa	preparación en casa	estofados, asados, platillos franceses, pate. Mostaza es sabor más característico	carne de muy buen sabor de consumo normal.	mostaza, salsas, vino, hierbas,	estofados, asados, pate.	Francesa nacionalizada. Consumo habitual de conejo por su cultura desde niña.
C5	M	65	Alemana	preparación en casa	estofados, asados, platillos italianos y españoles.	carne de buen sabor. Para ocasiones especiales	vino, hierbas frescas, romero, tomillo, ajo.	estofados, asados, pastas, arroz.	Consumo de carne en ocasiones especiales, recetas italianas y españolas. Gusta de cocinar.
C6	F	58	Alemana	preparación en casa	estofados, asados, platillos españoles.	Para ocasiones especiales.	vino, hierbas frescas.	estofados, asados, pastas, arroz.	consumo de carne desde niña, cultivaban conejo en sus casas para consumo interno. Recetas alemanas, estofados y asados.
C7	F	56	Costarricense	preparación en casa, consumo en restaurantes	estofados, asados, frito, salsas	carne de consumo normal. Muy buen sabor y cualidades nutricionales	tomate, hierbas, vino, Ginebra, vinagre.	estofados, asados, pastas, arroz.	tenían una granja de producción cunícola. Consumo habitual para consumo interno y la venta. Compra conejo en auto mercado
C8	M	59	Costarricense	preparación en casa, consumo en restaurantes	estofados, asados, frito, salsas	carne de consumo normal. Muy buen sabor y cualidades nutricionales	tomate, hierbas, vino, Ginebra, vinagre.	estofados, asados, pastas, arroz.	tenían una granja de producción cunícola. Consumo habitual para consumo interno y la venta. Compra conejo en auto mercado
C9	F	60	Costarricense	principalmente consumo en restaurantes	paella, asado, estofados	carne de buen sabor, platillos especiales	salsas, estragón, hierbas, vino,	estofados, asados, pastas, arroz.	consumo inicio en restaurantes españoles y franceses. Esporádicamente se prepara en casa para ocasiones especiales. Compra conejo en Auto Mercado
C10	M	59	Española	preparación en casa, consumo en restaurantes	paella, asado, estofados, frito, embutidos, pate	carne de excelente sabor, su tipo de carne favorita.	vino, hierbas, tomate, pate, ginebra,	estofados, asados, salsas, arroz, paella.	Costa Rica es difícil conseguir este tipo de carne. Consumo habitual desde niño por su cultura, sabor exquisito, carne favorita. Compra conejo en Auto Mercado

Cuadro A 9 Resultados de la información registrada durante la preparación de los prototipos para el conejo al vino con especias.

prototipo: vino 1.1		Fecha: 04-feb-05		
ingrediente	cantidad (g o mL)	orden de adición	modo aplicación	comentarios adicionales.
vino blanco	250	1	mezclar	
aceite de oliva	62,5	1	mezclar	
ajo fresco	12	1	mezclar	majado y sin cascara
tomillo fresco	1	1	mezclar	entero
orégano fresco	1	1	mezclar	entero
romero fresco	1	1	mezclar	entero
sal	3	1	mezclar	
pimiento en grano	5	1	mezclar	granos majados con cuchillas
Panel sensorial informal: falta ajo, muchísimo sabor a romero, mucha pimienta. No combina bien el sabor del orégano se recomendó usar eneldo. Sería mejor picar las hierbas más finas.				
prototipo: vino 1.2		Fecha: 11-feb-15		
ingrediente	cantidad (g o mL)	orden de adición	modo aplicación	comentarios adicionales.
vino blanco	250	1	mezclar	
aceite de oliva	62,5	1	mezclar	
ajo fresco	18	1	mezclar	triturados
tomillo fresco	1,5	1	mezclar	entero
eneldo fresco	1,2	1	mezclar	entero
romero fresco	0,7	1	mezclar	entero
sal	3	2	mezclar	
pimiento en grano	5	1	mezclar	triturados
Panel sensorial informal: mejor sabor, romero más balanceado. Especias con tamaño muy grande no permite dar sabor uniforme.				
prototipo: vino 1.3		Fecha: 20-feb-15		
ingrediente	cantidad (g o mL)	orden de adición	modo aplicación	comentarios adicionales.
vino blanco	250	1	mezclar	
aceite de oliva	62,5	1	mezclar	
ajo fresco	18	1	mezclar	triturados
tomillo fresco	1,5	1	mezclar	picado finamente
eneldo fresco	1,2	1	mezclar	picado finamente
romero fresco	0,7	1	mezclar	picado finamente
sal	3	2	mezclar	
pimiento en grano	5	1	mezclar	triturados
Panel sensorial informal: sabor, olor y apariencia deseables mucho sabor a pimienta. Las hierbas picadas dan mejor apariencia y sabor más uniforme.				
prototipo: vino 1.4		Fecha: 04-mar-15		
ingrediente	cantidad (g o mL)	orden de adición	modo aplicación	comentarios adicionales.
vino blanco	1000	1	mezclar	
aceite de oliva	250	1	mezclar	
ajo fresco	55	1	mezclar	triturados
tomillo fresco	4	1	mezclar	picado finamente
eneldo fresco	4	1	mezclar	picado finamente
romero fresco	3	1	mezclar	picado finamente
sal	8	2	mezclar	
pimiento en grano	4	1	mezclar	triturados
Panel sensorial informal: se cuadruplicó la preparación para poder tener siguiente marinado para un lote completo, el sabor color y apariencia es muy similar al prototipo 1.3 y gusto se procederá a usar esta formulación en el trabajo final.				

Cuadro A 10 Resultados de la información registrada durante la preparación de los prototipos para el conejo a la mostaza.

Prototipo: Mostaza 1.1		Fecha: 20-feb-15		
Ingrediente	Cantidad (g o ml)	Orden de adición	Modo aplicación	Comentarios adicionales.
vino blanco	500	1	mezclar	
cebolla	100	1	mezclar	
ajo fresco	10	1	mezclar	majado y sin cascara
tomillo fresco	1	2	mezclar	entero
mostaza en polvo	30	3	mezclar	entero
romero fresco	1	2	mezclar	entero
miel	5	4		
panel sensorial informal: muy líquido, buen sabor y color, falta sal.				
Prototipo: Mostaza 1.2		Fecha: 04-mar-15		
Ingrediente	Cantidad (g o ml)	Orden de adición	Modo aplicación	Comentarios adicionales.
vino blanco	250	1	mezclar	
cebolla	100	1	mezclar	
ajo fresco	10	1	mezclar	majado y sin cascara
tomillo fresco	1	2	mezclar	entero
mostaza en polvo	30	4	mezclar	entero
romero fresco	1	2	mezclar	entero
miel	5	3		
sal	2	3		
ajo fresco	6	2		
panel sensorial informal: sabor muy fuerte, muy dulce, buena textura, mucho sabor a mostaza.				
Prototipo: Mostaza 1.3		Fecha:13-mar-15		
Ingrediente	Cantidad (g o ml)	Orden de adición	Modo aplicación	Comentarios adicionales.
vino blanco	375	1	mezclar	
cebolla	120	1	mezclar	
ajo fresco	10	1	mezclar	majado y sin cascara
tomillo fresco	1	2	mezclar	entero
mostaza en polvo	30	4	mezclar	entero
romero fresco	1	2	mezclar	entero
miel	5	3		
sal	5	3		
panel sensorial informal: buen sabor, color olor y textura. Funciona como buen adobado esta formulación se utilizará en el trabajo final.				

Cuadro A 11 Resultados para el rendimiento de preparación.

Lote	Preparación	Peso sin Marinar (g)	Peso Marinado (g)	Porcentaje de rendi-miento de preparación
1	mostaza	154	162	105,19
1	mostaza	81	86	106,17
1	mostaza	148	157	106,08
1	mostaza	63	69	109,52
1	mostaza			
1	vino	151	153	101,32
1	vino	85	88	103,53
1	vino	83	88	106,02
1	vino	152	154	101,32
1	vino			
2	mostaza	123	127	103,25
2	mostaza	78	84	107,69
2	mostaza	141	149	105,67
2	mostaza	96	104	108,33
2	mostaza	81	84	103,70
2	vino	109	111	101,83
2	vino	70	74	105,71
2	vino	142	145	102,11
2	vino	73	78	106,85
2	vino	131	138	105,34
3	mostaza	142	151	106,34
3	mostaza	93	102	109,68
3	mostaza	168	183	108,93
3	mostaza	86	95	1010,47
3	mostaza	93	105	1012,90
3	vino	90	104	1015,56
3	vino	155	163	105,16
3	vino	88	98	1011,36
3	vino	148	156	105,41
3	vino	186	193	103,76

Cuadro A 12 Resultados para el rendimiento de cocción.

Lote	Preparación	Tiempo	Peso crudo (g)	Peso cocido (g)	Porcentaje de rendi-miento de cocción
1	Vino	0	125,61	101,45	19,23
1	Vino	7	63,61	40,87	35,75
1	Vino	14	79,54	51,01	35,87
1	Vino	21	111,01	87,66	21,03
1	Vino	28	114,45	93,06	18,69
2	Vino	0	78,78	57,66	26,81
2	Vino	7	75,28	55,12	26,78
2	Vino	14	114,99	94,83	17,53
2	Vino	21	98,96	81,9	17,24
2	Vino	28	86,87	66,3	23,68
3	Vino	0	105,82	77,36	26,89
3	Vino	7	87,68	66,02	24,70
3	Vino	14	111,52	86,6	22,35
3	Vino	21	64,04	69,12	-7,93
3	Vino	28	143,61	102,67	28,51
1	Mostaza	0	77,02	50,74	34,12
1	Mostaza	7	126,05	90,59	28,13
1	Mostaza	14	100,65	73,49	26,98
1	Mostaza	21	78,15	52,1	33,33
1	Mostaza	28	127,15	101,41	20,24
2	Mostaza	0	105,15	77,38	26,41
2	Mostaza	7	69,72	46,05	33,95
2	Mostaza	14	67,36	42,5	36,91
2	Mostaza	21	96,55	74,97	22,35
2	Mostaza	28	118,81	99,62	16,15
3	Mostaza	0	87,04	59,1	32,10
3	Mostaza	7	127,57	99,89	21,70
3	Mostaza	14	115,33	85,45	25,91
3	Mostaza	21	82,5	56,03	32,08
3	Mostaza	28	88,25	58,32	33,92

Cuadro A 13 Resultados para el conteo placas microbiología

Preparación	Día	Lote	UFC/g
Mostaza	0	1	<10
Mostaza	7	1	3,00e+01
Mostaza	14	1	8,00e+03
Mostaza	21	1	4,50e+03
Mostaza	28	1	3,50e+07
Vino	0	1	<10
Vino	7	1	<10
Vino	14	1	3,00e+02
Vino	21	1	1,50e+03
Vino	28	1	2,50e+04
Mostaza	0	2	1,50e+01
Mostaza	7	2	1,47e+05
Mostaza	14	2	4,30e+05
Mostaza	21	2	Inc.
Mostaza	28	2	Incom-pleto.
Vino	0	2	<10
Vino	7	2	3,00e+02
Vino	14	2	1,90e+04
Vino	21	2	5,00e+04
Vino	28	2	1,35e+07
Mostaza	0	3	3,40e+02
Mostaza	7	3	7,30e+02
Mostaza	14	3	4,70e+05
Mostaza	21	3	1,30e+07
Mostaza	28	3	3,50e+07
Vino	0	3	2,00e+01
Vino	7	3	<10
Vino	14	3	2,00e+02
Vino	21	3	7,00e+04
Vino	28	3	4,20e+05

Cuadro A 14 Resultados medición de pH

Prototipo	Lote	Tiempo	PH	PH	PH	PH	PH
Mostaza	1	0	5,914	5,964	5,850	5,798	5,780
Mostaza	1	7	5,790	5,800	5,830	5,929	5,739
Mostaza	1	14	5,773	5,690	5,785	5,797	5,937
Mostaza	1	21	5,805	5,910	6,020	5,991	5,860
Mostaza	1	28	5,126	5,380	5,428	5,563	5,420
Vino	1	0	5,650	5,374	5,426	5,307	5,500
Vino	1	7	5,540	5,318	5,029	5,120	5,201
Vino	1	14	5,740	5,890	5,810	5,837	5,790
Vino	1	21	5,240	5,199	5,390	5,315	5,280
Vino	1	28	5,503	5,611	5,669	5,686	5,588
Mostaza	2	0	5,498	5,248	5,501	5,467	5,449
Mostaza	2	7	5,650	5,540	5,450	5,514	5,587
Mostaza	2	14	5,793	5,974	5,991	5,881	5,862
Mostaza	2	21	5,809	5,889	5,745	5,801	5,831
Mostaza	2	28	5,150	5,100	4,950	4,970	5,100
Vino	2	0	5,760	5,671	5,451	5,363	5,680
Vino	2	7	5,642	5,332	5,247	5,208	5,278
Vino	2	14	5,595	5,587	5,608	5,519	5,495
Vino	2	21	5,688	5,793	5,828	5,842	5,811
Vino	2	28	5,930	5,880	5,960	5,880	5,910
Mostaza	3	0	5,273	5,249	5,220	5,237	5,253
Mostaza	3	7	5,805	5,613	5,773	5,570	5,793
Mostaza	3	14	5,850	5,806	5,821	5,785	5,826
Mostaza	3	21	5,863	5,539	5,568	5,554	5,430
Mostaza	3	28	5,929	5,555	5,539	5,479	5,854
Vino	3	0	4,652	4,643	4,678	4,565	4,683
Vino	3	7	5,807	5,761	5,740	5,693	5,748
Vino	3	14	5,446	5,469	5,513	5,538	5,478
Vino	3	21	5,410	5,370	5,270	5,260	5,310
Vino	3	28	5,716	5,328	5,448	5,317	5,561

Cuadro A 15 Resultado panel de agrado con consumidores

	Preparación	Agrado	Preparación	Agrado	Juez	Preparación	Agrado	Preparación	Agrado
1	Conejo vino	7,0	Conejo mostaza	8,0	**40**	Conejo vino	7,5	Conejo mos-taza	8,0
2	Conejo vino	6,1	Conejo mostaza	7,3	**41**	Conejo vino	4,3	Conejo mos-taza	3,5
3	Conejo vino	9,6	Conejo mostaza	6,1	**42**	Conejo vino	8,0	Conejo mos-taza	7,5
4	Conejo vino	5,7	Conejo mostaza	7,4	**43**	Conejo vino	10,0	Conejo mos-taza	10,0
5	Conejo vino	8,0	Conejo mostaza	9,0	**44**	Conejo vino	6,0	Conejo mos-taza	9,0
6	Conejo vino	7,0	Conejo mostaza	4,0	**45**	Conejo vino	7,0	Conejo mos-taza	8,0
7	Conejo vino	10,0	Conejo mostaza	10,0	**46**	Conejo vino	5,6	Conejo mos-taza	7,6
8	Conejo vino	9,0	Conejo mostaza	8,0	**47**	Conejo vino	4,1	Conejo mos-taza	9,0
9	Conejo vino	9,1	Conejo mostaza	7,5	**48**	Conejo vino	7,8	Conejo mos-taza	10,0
10	Conejo vino	3,0	Conejo mostaza	10,0	**49**	Conejo vino	7,0	Conejo mos-taza	8,0
11	Conejo vino	9,0	Conejo mostaza	10,0	**50**	Conejo vino	6,1	Conejo mos-taza	8,0
12	Conejo vino	8,0	Conejo mostaza	7,0	**51**	Conejo vino	7,3	Conejo mos-taza	3,6
13	Conejo vino	10,0	Conejo mostaza	8,1	**52**	Conejo vino	10,0	Conejo mos-taza	8,0
14	Conejo vino	9,0	Conejo mostaza	8,0	**53**	Conejo vino	8,5	Conejo mos-taza	6,5
15	Conejo vino	5,0	Conejo mostaza	10,0	**54**	Conejo vino	6,0	Conejo mos-taza	6,0
16	Conejo vino	7,9	Conejo mostaza	9,0	**55**	Conejo vino	3,0	Conejo mos-taza	6,5
17	Conejo vino	5,1	Conejo mostaza	8,0	**56**	Conejo vino	8,0	Conejo mos-taza	9,0
18	Conejo vino	9,0	Conejo mostaza	10,0	**57**	Conejo vino	6,0	Conejo mos-taza	7,0
19	Conejo vino	6,1	Conejo mostaza	9,0	**58**	Conejo vino	6,0	Conejo mos-taza	7,0
20	Conejo vino	8,0	Conejo mostaza	6,0	**59**	Conejo vino	5,0	Conejo mos-taza	8,1
21	Conejo vino	10,0	Conejo mostaza	10,0	**60**	Conejo vino	3,5	Conejo mos-taza	7,0
22	Conejo vino	6,5	Conejo mostaza	8,0	**61**	Conejo vino	5,0	Conejo mos-taza	7,0
23	Conejo vino	7,0	Conejo mostaza	8,0	**62**	Conejo vino	6,1	Conejo mos-taza	7,5
24	Conejo vino	9,2	Conejo mostaza	7,1	**63**	Conejo vino	7,0	Conejo mos-taza	8,0
25	Conejo vino	10,0	Conejo mostaza	10,0	**64**	Conejo vino	5,0	Conejo mos-taza	6,0
26	Conejo vino	7,7	Conejo mostaza	8,0	**65**	Conejo vino	9,0	Conejo mos-taza	9,5
27	Conejo vino	10,0	Conejo mostaza	4,0	**66**	Conejo vino	9,5	Conejo mos-taza	10,0
28	Conejo vino	5,0	Conejo mostaza	8,0	**67**	Conejo vino	9,0	Conejo mos-taza	8,0
29	Conejo vino	8,0	Conejo mostaza	8,3	**68**	Conejo vino	5,6	Conejo mos-taza	6,0
30	Conejo vino	3,5	Conejo mostaza	5,5	**69**	Conejo vino	6,0	Conejo mos-taza	8,0
31	Conejo vino	8,4	Conejo mostaza	7,3	**70**	Conejo vino	8,7	Conejo mos-taza	9,0
32	Conejo vino	8,1	Conejo mostaza	7,0	**71**	Conejo vino	8,7	Conejo mos-taza	1,6
33	Conejo vino	6,0	Conejo mostaza	8,0	**72**	Conejo vino	8,5	Conejo mos-taza	9,0
34	Conejo vino	8,0	Conejo mostaza	8,0	**73**	Conejo vino	8,0	Conejo mos-taza	9,0
35	Conejo vino	7,5	Conejo mostaza	9,3	**74**	Conejo vino	4,1	Conejo mos-taza	5,6
36	Conejo vino	6,0	Conejo mostaza	8,5	**75**	Conejo vino	8,0	Conejo mos-taza	5,0
37	Conejo vino	6,6	Conejo mostaza	5,6	**76**	Conejo vino	8,0	Conejo mos-taza	5,2
38	Conejo vino	9,2	Conejo mostaza	9,7	**77**	Conejo vino	8,0	Conejo mos-taza	9,0
39	Conejo vino	7,8	Conejo mostaza	8,7	**78**	Conejo vino	3,0	Conejo mos-taza	8,0

Continuación cuadro A 15.

Juez	Preparación	Agrado	Preparación	Agrado
79	Conejo vino	7,9	Conejo mostaza	9,0
80	Conejo vino	8,0	Conejo mostaza	7,0
81	Conejo vino	6,1	Conejo mostaza	5,0
82	Conejo vino	10,0	Conejo mostaza	8,1
83	Conejo vino	9,0	Conejo mostaza	6,0
84	Conejo vino	9,0	Conejo mostaza	7,0
85	Conejo vino	6,0	Conejo mostaza	5,1
86	Conejo vino	2,9	Conejo mostaza	7,0
87	Conejo vino	9,0	Conejo mostaza	5,0
88	Conejo vino	5,0	Conejo mostaza	8,0
89	Conejo vino	4,0	Conejo mostaza	7,9
90	Conejo vino	8,0	Conejo mostaza	6,4
91	Conejo vino	7,5	Conejo mostaza	9,0
92	Conejo vino	6,6	Conejo mostaza	8,0
93	Conejo vino	7,9	Conejo mostaza	6,4
94	Conejo vino	9,0	Conejo mostaza	10,0
95	Conejo vino	3,0	Conejo mostaza	5,0
96	Conejo vino	10,0	Conejo mostaza	9,2
97	Conejo vino	6,7	Conejo mostaza	9,5
98	Conejo vino	8,1	Conejo mostaza	9,0
99	Conejo vino	8,5	Conejo mostaza	7,0
100	Conejo vino	7,0	Conejo mostaza	4,0

Cuadro A 16 Resultados mediciones de color

	Día	Lote	L*	a*	b*	c*	ºh
Mostaza	0	1	61,66	5,04	19,16	15,70	84,10
Mostaza	0	1	61,56	4,93	19,23	15,24	83,17
Mostaza	0	1	61,64	4,78	18,79	15,18	82,37
Mostaza	0	1	61,39	5,06	19,35	15,22	81,75
Mostaza	0	1	61,27	5,10	19,40	15,25	81,55
Mostaza	7	1	66,39	4,39	15,48	16,09	74,17
Mostaza	7	1	66,15	4,89	15,58	16,33	72,56
Mostaza	7	1	65,69	4,75	15,96	16,65	73,44
Mostaza	7	1	66,32	4,82	15,57	16,30	72,79
Mostaza	7	1	66,28	4,85	15,50	16,24	72,62
Mostaza	14	1	75,06	1,98	14,96	15,09	82,45
Mostaza	14	1	75,11	1,93	15,02	15,15	82,68
Mostaza	14	1	75,46	2,00	15,09	15,22	82,47
Mostaza	14	1	75,03	2,00	15,06	15,19	82,44
Mostaza	14	1	75,45	1,07	15,77	15,81	86,11
Mostaza	21	1	79,05	2,11	12,76	12,93	80,59
Mostaza	21	1	79,50	1,94	12,61	12,76	81,26
Mostaza	21	1	78,45	4,06	10,84	11,57	69,48
Mostaza	21	1	78,66	3,46	11,43	11,94	73,14
Mostaza	21	1	78,83	3,09	11,68	12,09	75,19
Mostaza	28	1	74,49	2,03	13,45	13,60	81,40
Mostaza	28	1	75,15	1,53	13,88	13,97	83,72
Mostaza	28	1	75,52	0,79	14,58	14,60	86,88
Mostaza	28	1	75,06	1,98	13,54	13,68	81,67
Mostaza	28	1	75,11	1,84	13,60	13,73	82,31
Mostaza	0	2	63,72	3,72	17,54	17,93	78,02
Mostaza	0	2	63,69	3,79	17,52	17,93	77,80
Mostaza	0	2	63,50	3,82	17,41	17,82	77,61
Mostaza	0	2	63,01	4,09	17,51	17,98	76,86
Mostaza	0	2	63,05	3,95	17,60	18,04	77,35
Mostaza	7	2	68,05	1,61	15,62	15,70	84,10
Mostaza	7	2	68,73	1,81	15,13	15,24	83,17
Mostaza	7	2	68,38	2,02	15,05	15,18	82,37
Mostaza	7	2	67,73	2,18	15,06	15,22	81,75
Mostaza	7	2	67,42	2,24	15,08	15,25	81,55
Mostaza	14	2	75,25	3,37	12,71	13,15	75,14
Mostaza	14	2	76,09	2,12	13,76	13,92	81,24
Mostaza	14	2	76,12	2,06	13,82	13,97	81,52

Continuación cuadro A 16

Preparación	Día	Lote	L*	a*	b*	c*	ºh
Mostaza	14	2	75,71	2,35	13,71	13,91	80,29
Mostaza	14	2	75,18	3,37	12,79	13,23	75,24
Mostaza	21	2	72,61	3,34	10,21	10,74	71,86
Mostaza	21	2	72,58	3,87	9,88	10,61	68,61
Mostaza	21	2	72,59	3,90	9,91	10,66	68,50
Mostaza	21	2	72,67	3,86	10,04	10,75	68,95
Mostaza	21	2	72,66	3,86	10,01	10,72	68,91
Mostaza	28	2	54,95	8,02	12,26	14,65	56,79
Mostaza	28	2	55,16	7,89	12,39	14,69	57,50
Mostaza	28	2	55,15	7,88	12,43	14,72	57,62
Mostaza	28	2	54,98	7,39	12,71	14,70	59,82
Mostaza	28	2	54,74	7,90	12,32	14,64	57,32
Mostaza	0	3	57,24	4,17	15,00	15,57	74,47
Mostaza	0	3	57,19	4,30	14,93	15,54	73,94
Mostaza	0	3	57,19	4,24	14,81	15,41	74,04
Mostaza	0	3	57,12	4,41	14,72	15,36	73,31
Mostaza	0	3	57,29	4,07	14,99	15,53	74,81
Mostaza	7	3	59,24	2,68	15,48	15,71	80,17
Mostaza	7	3	59,07	2,74	15,29	15,53	79,82
Mostaza	7	3	59,06	2,81	15,23	15,49	79,55
Mostaza	7	3	59,90	2,76	15,51	15,75	79,92
Mostaza	7	3	59,60	3,37	14,98	15,35	77,32
Mostaza	14	3	65,13	1,87	13,26	13,39	81,99
Mostaza	14	3	65,20	1,64	13,38	13,48	83,01
Mostaza	14	3	65,87	1,15	13,94	13,99	85,29
Mostaza	14	3	66,17	0,65	14,43	14,44	87,41
Mostaza	14	3	65,46	1,89	13,24	13,37	81,89
Mostaza	21	3	63,34	5,02	16,60	17,34	73,18
Mostaza	21	3	63,30	5,04	16,66	17,40	73,16
Mostaza	21	3	63,54	4,99	16,75	17,47	73,41
Mostaza	21	3	63,13	5,17	16,77	17,55	72,88
Mostaza	21	3	63,13	5,23	16,75	17,55	72,67
Mostaza	28	3	65,60	2,86	14,67	14,94	78,95
Mostaza	28	3	65,40	2,75	14,45	14,71	79,22
Mostaza	28	3	64,90	3,76	13,55	14,06	74,50
Mostaza	28	3	64,51	4,00	14,04	14,60	74,09
Mostaza	28	3	64,89	3,20	14,67	15,01	77,70
Vino	0	1	68,90	2,36	14,55	17,70	83,63
Vino	0	1	69,30	1,89	14,52	16,77	81,53
Vino	0	1	67,82	2,28	14,28	16,34	81,22

Continuación cuadro A 16

Preparación	Día	Lote	L*	a*	b*	c*	ºh
Vino	0	1	67,06	2,44	14,11	16,86	80,67
Vino	0	1	68,44	2,05	14,33	16,79	80,07
Vino	7	1	75,69	1,70	14,51	14,61	83,30
Vino	7	1	75,56	1,77	14,51	14,61	83,04
Vino	7	1	75,43	1,79	14,57	14,68	83
Vino	7	1	76,02	0,59	15,56	15,57	87,84
Vino	7	1	75,50	1,62	14,68	14,77	83,71
Vino	14	1	64,42	3,09	15,65	15,95	78,81
Vino	14	1	64,48	3,13	15,59	15,90	78,66
Vino	14	1	64,96	2,04	16,50	16,63	82,95
Vino	14	1	64,39	3,04	15,69	15,98	79,04
Vino	14	1	64,35	3,11	15,73	16,04	78,82
Vino	21	1	65,35	2,72	15,97	16,20	80,33
Vino	21	1	65,35	2,75	16,03	16,26	80,25
Vino	21	1	65,76	1,95	16,50	16,62	83,25
Vino	21	1	65,63	2,19	16,02	16,17	82,20
Vino	21	1	65,37	2,79	15,63	15,88	79,87
Vino	28	1	75,32	2,12	15,49	15,63	82,22
Vino	28	1	75,37	2,85	14,71	14,98	79,05
Vino	28	1	75,47	2,77	14,82	15,07	79,43
Vino	28	1	75,16	2,83	14,82	15,09	79,18
Vino	28	1	75,11	2,94	14,76	15,05	78,73
Vino	0	2	77,00	1,67	15,65	15,73	83,92
Vino	0	2	77,01	1,64	15,62	15,70	84,01
Vino	0	2	77,33	1,57	15,66	15,73	84,26
Vino	0	2	77,93	1,14	16,02	16,06	85,94
Vino	0	2	77,92	0,85	16,47	16,49	87,05
Vino	7	2	68,60	1,96	17,59	17,70	83,63
Vino	7	2	68,62	2,47	16,58	16,77	81,53
Vino	7	2	68,86	2,49	16,15	16,34	81,22
Vino	7	2	68,61	2,73	16,64	16,86	80,67
Vino	7	2	68,53	2,90	16,54	16,79	80,07
Vino	14	2	67,07	2,50	16,04	16,23	81,15
Vino	14	2	66,26	3,66	14,96	15,40	76,26
Vino	14	2	66,32	2,74	15,78	16,02	80,13
Vino	14	2	65,96	3,52	15,02	15,43	76,80
Vino	14	2	66,27	2,91	15,62	15,88	79,44
Vino	21	2	68,61	3,00	16,54	16,81	79,73
Vino	21	2	68,98	2,21	17,17	17,31	82,68
Vino	21	2	69,12	2,79	16,44	16,68	80,35

Continuación cuadro A 16

Preparación	Día	Lote	L*	a*	b*	c*	^{o}h
Vino	21	2	68,68	3,17	16,34	16,65	79,03
Vino	21	2	68,92	2,61	16,83	17,03	81,19
Vino	28	2	60,36	4,19	13,77	14,40	73,08
Vino	28	2	60,34	4,22	13,71	14,34	72,87
Vino	28	2	60,99	4,43	13,97	14,66	72,39
Vino	28	2	60,95	4,59	13,84	14,58	71,65
Vino	28	2	60,96	4,55	13,91	14,63	71,91
Vino	0	3	57,71	3,63	13,91	14,37	75,36
Vino	0	3	57,68	3,74	13,86	14,36	74,90
Vino	0	3	58,01	2,97	14,49	14,80	78,41
Vino	0	3	57,67	3,70	13,85	14,33	75,04
Vino	0	3	57,70	3,71	13,87	14,35	75,02
Vino	7	3	63,11	3,43	14,25	14,66	76,49
Vino	7	3	64,13	2,55	14,64	14,86	80,12
Vino	7	3	64,36	2,13	15,07	15,22	81,95
Vino	7	3	64,46	2,79	14,70	14,96	79,25
Vino	7	3	64,71	2,28	15,16	15,33	81,45
Vino	14	3	61,40	2,32	16,10	16,26	81,80
Vino	14	3	60,77	3,44	14,94	15,33	77,05
Vino	14	3	60,89	2,13	16,20	16,34	82,52
Vino	14	3	60,60	2,70	15,65	15,88	80,21
Vino	14	3	60,61	2,64	15,71	15,93	80,46
Vino	21	3	60,08	3,85	16,16	16,62	76,61
Vino	21	3	60,93	4,00	15,72	16,22	75,72
Vino	21	3	60,95	3,84	15,86	16,32	76,38
Vino	21	3	60,12	4,08	15,79	16,31	75,51
Vino	21	3	60,14	4,05	15,80	16,31	75,61
Vino	28	3	60,16	2,23	13,26	13,45	80,47
Vino	28	3	61,17	2,34	13,43	13,63	80,13
Vino	28	3	61,15	2,35	13,34	13,55	80,00
Vino	28	3	59,66	2,32	13,26	13,46	80,08
Vino	28	3	59,71	2,19	13,33	13,51	80,67

Cuadro A 17 Resultados TPA

Trata-miento	Tiempo (días)	Lote	Distan-cia (mm)	Fuerza 1 (n)	Distan-cia 2 (mm)	Fuerza 2 (n)	Distan-cia 3 (mm)	Fuerza 3 (n)	Área f-t 1:3 (n.sec)	Área f-t 4:6 (n.sec)	Área f-t 3:4 (n.sec)
Mostaza	0	1	9,583	11,312	4,586	-0,054	7,582	10,448	15,850	9,470	-0,021
Mostaza	0	1	11,078	2,554	6,082	-0,048	8,747	2,094	5,400	2,040	-0,021
Mostaza	0	1	9,650	6,944	4,653	-0,047	8,113	5,658	12,900	6,200	-0,023
Mostaza	0	1	13,435	5,125	8,437	-0,035	11,673	4,571	13,870	7,580	-0,004
Mostaza	0	1	11,222	4,866	6,222	-0,041	9,851	4,290	11,280	5,550	0,001
Mostaza	7	1	7,661	24,656	2,664	-0,061	5,399	21,225	27,060	14,250	-0,037
Mostaza	7	1	7,697	29,313	2,700	-0,124	5,255	26,260	35,970	19,650	-0,044
Mostaza	7	1	8,461	10,074	3,464	-0,062	6,693	8,474	12,660	6,520	-0,044
Mostaza	7	1	9,944	8,036	4,944	-0,088	8,493	7,270	11,960	7,390	-0,058
Mostaza	7	1	8,929	7,400	3,932	-0,075	7,024	6,385	11,440	6,300	-0,062
Mostaza	14	1	7,020	23,481	2,025	-0,038	4,848	20,984	30,370	14,650	0,000
Mostaza	14	1	7,598	11,128	2,601	-0,053	4,983	10,385	16,330	7,420	-0,011
Mostaza	14	1	6,751	14,161	1,754	-0,048	3,712	12,755	15,100	7,360	-0,040
Mostaza	21	1	7,017	24,714	2,022	-0,050	4,079	21,688	25,270	13,010	-0,043
Mostaza	21	1	7,000	27,755	2,005	-0,051	4,261	24,295	28,920	15,170	-0,019
Mostaza	21	1	7,355	17,412	2,358	-0,100	4,466	15,176	18,780	9,500	-0,052
Mostaza	21	1	7,380	13,617	2,383	-0,120	4,745	11,637	14,190	6,880	-0,073
Mostaza	28	1	7,765	14,721	2,768	-0,149	5,234	12,185	18,210	8,120	-0,187
Mostaza	28	1	7,902	8,331	2,905	-0,101	5,251	6,893	9,400	4,150	-0,131
Mostaza	28	1	7,522	33,153	2,525	-0,235	5,145	27,409	40,060	19,220	-0,193
Mostaza	28	1	8,330	25,151	3,333	-0,087	6,333	22,297	34,460	19,910	-0,034
Mostaza	0	2	5,544	107,905	0,549	-3,165	2,559	99,950	87,180	51,140	-0,613
Mostaza	0	2	5,692	103,117	0,697	-3,409	2,474	96,451	90,330	52,380	-0,892
Mostaza	0	2	6,277	75,696	1,282	-0,376	3,308	67,796	80,790	41,280	-0,109
Mostaza	0	2	6,165	87,141	1,170	-0,684	3,160	79,428	102,890	51,260	-0,182
Mostaza	0	2	5,531	131,947	0,536	-2,481	2,481	121,299	124,420	72,720	-0,607
Mostaza	7	2	6,985	31,849	1,990	-0,232	3,756	28,731	34,810	17,390	-0,110
Mostaza	7	2	6,507	38,912	1,512	-0,107	3,669	34,723	39,950	18,570	-0,049
Mostaza	7	2	6,958	36,866	1,961	-0,457	4,374	33,154	42,940	22,210	-0,093
Mostaza	7	2	6,086	56,127	1,091	-0,456	3,069	48,915	52,920	26,030	-0,067
Mostaza	14	2	9,449	19,080	4,452	-0,098	7,119	16,138	31,660	16,830	-0,156
Mostaza	14	2	8,834	13,594	3,837	-0,101	6,465	11,857	18,960	10,530	-0,135
Mostaza	14	2	9,889	15,424	4,892	-0,058	7,761	13,674	29,090	16,590	-0,118
Mostaza	14	2	8,049	23,277	3,052	-0,186	5,380	20,129	35,910	17,470	-0,136
Mostaza	21	2	7,073	18,972	2,076	-0,439	4,483	15,726	18,830	8,330	-0,097
Mostaza	21	2	7,565	15,502	2,568	-0,094	4,780	12,553	15,850	6,820	-0,060
Mostaza	21	2	8,190	17,295	3,193	-0,080	5,517	14,630	22,780	10,740	-0,034
Mostaza	21	2	8,358	6,750	3,361	-0,125	5,201	5,427	8,840	3,360	-0,066

Continuación cuadro A 17

Tratamiento	Tiempo (días)	Lote	Distancia (mm)	Fuerza 1 (n)	Distancia 2 (mm)	Fuerza 2 (n)	Distancia 3 (mm)	Fuerza 3 (n)	Área f-t 1:3 (n.sec)	Área f-t 4:6 (n.sec)	Área f-t 3:4 (n.sec)
Mostaza	28	2	9,46	10,78	4,46	-0,05	7,23	9,84	19,71	9,55	-0,03
Mostaza	28	2	6,44	74,02	1,44	-1,78	3,95	65,13	77,70	37,28	-0,38
Mostaza	28	2	7,18	48,33	2,18	-0,61	4,43	40,95	53,27	24,92	-0,26
Mostaza	28	2	8,73	17,91	3,73	-0,11	6,56	15,74	25,80	14,15	-0,04
Mostaza	0	3	6,30	120,85	1,30	-1,97	3,71	106,15	127,15	74,39	-0,50
Mostaza	0	3	6,23	105,73	1,24	-0,63	3,73	94,06	117,18	63,53	-0,21
Mostaza	0	3	7,18	43,97	2,19	-0,36	4,64	38,76	46,05	25,34	-0,42
Mostaza	0	3	7,50	62,33	2,50	-0,18	5,48	55,48	71,08	41,77	-0,17
Mostaza	7	3	8,22	19,13	3,22	-0,15	5,99	16,81	25,80	14,69	-0,03
Mostaza	7	3	8,10	27,66	3,10	-0,24	5,98	25,60	37,52	21,39	-0,12
Mostaza	7	3	7,40	30,66	2,40	-0,10	5,84	26,41	37,38	19,21	-0,06
Mostaza	7	3	7,67	44,86	2,67	-0,37	5,68	40,69	56,79	32,95	-0,25
Mostaza	14	3	6,38	75,65	1,38	-3,21	3,83	65,45	74,58	40,39	-0,42
Mostaza	14	3	7,26	28,95	2,27	-0,15	4,39	24,39	30,85	15,34	-0,07
Mostaza	14	3	6,97	28,45	1,97	-0,13	4,07	25,14	29,16	14,66	-0,15
Mostaza	14	3	7,38	40,75	2,38	-0,10	5,63	36,42	46,48	27,50	-0,17
Mostaza	14	3	6,37	60,24	1,38	-2,64	3,47	51,42	51,57	26,81	-0,23
Mostaza	21	3	7,83	26,19	2,84	-0,06	5,70	23,42	29,66	16,88	-0,03
Mostaza	21	3	6,99	38,69	1,99	-0,04	4,67	35,20	42,56	22,19	0,00
Mostaza	21	3	8,48	16,75	3,49	-0,05	6,50	14,89	22,98	12,38	-0,06
Mostaza	21	3	6,63	55,31	1,64	-0,63	3,91	47,60	60,31	29,35	-0,14
Mostaza	28	3	8,89	13,40	3,89	-0,06	6,62	12,08	21,90	11,57	-0,02
Mostaza	28	3	7,61	20,43	2,61	-0,07	4,83	17,69	27,71	12,00	-0,06
Mostaza	28	3	8,91	15,36	3,91	-0,06	6,64	14,06	26,00	13,24	-0,11
Mostaza	28	3	8,39	16,23	3,39	-0,06	5,82	14,53	26,32	11,72	-0,08
Vino	7	1	7,93	27,81	2,93	-0,04	5,99	25,00	42,91	19,88	0,01
Vino	7	1	8,17	28,25	3,17	-0,03	5,68	25,24	37,04	20,32	0,02
Vino	7	1	7,28	35,27	2,28	-0,04	5,66	31,00	53,67	24,42	0,01
Vino	7	1	8,35	9,97	3,35	-0,03	6,35	8,30	13,17	6,36	0,03
Vino	14	1	6,62	32,05	1,62	-0,04	4,13	27,37	34,70	16,10	-0,01
Vino	14	1	6,79	24,89	1,79	-0,06	3,74	20,39	28,92	12,54	-0,02
Vino	14	1	6,23	68,19	1,24	-0,05	3,91	61,11	73,03	39,75	-0,02
Vino	14	1	6,24	46,59	1,24	-0,04	3,52	40,51	48,26	22,26	0,00
Vino	14	1	7,23	22,13	2,23	-0,05	4,43	19,25	24,75	12,51	-0,01
Vino	21	1	5,82	68,12	0,83	-1,49	2,33	60,65	53,82	26,88	-0,22
Vino	21	1	6,88	58,79	1,89	-0,04	4,17	51,35	67,75	34,40	0,01
Vino	21	1	8,20	27,49	3,20	-0,04	5,79	25,10	43,87	21,55	0,01
Vino	21	1	7,14	18,13	2,15	-0,04	4,39	16,25	20,08	9,31	0,00
Vino	21	1	7,09	22,60	2,09	-0,03	4,79	20,37	25,56	12,43	0,02

Continuación cuadro A 17

Tratamiento	Tiempo (días)	Lote	Distancia (mm)	Fuerza 1 (n)	Distancia 2 (mm)	Fuerza 2 (n)	Distancia 3 (mm)	Fuerza 3 (n)	Área f-t 1:3 (n.sec)	Área f-t 4:6 (n.sec)	Área f-t 3:4 (n.sec)
Vino	28	2	8,116	19,226	3,119	-0,093	6,010	15,710	23,400	11,010	-0,128
Vino	28	2	8,638	17,153	3,641	-0,049	6,553	14,750	23,240	11,690	-0,008
Vino	28	2	8,543	14,199	3,546	-0,054	6,177	12,458	18,290	9,630	-0,010
Vino	28	2	7,791	26,920	2,794	-0,125	5,347	23,592	31,200	15,850	-0,064
Vino	0	3	8,437	26,056	3,442	-0,205	5,963	23,450	31,980	19,030	-0,049
Vino	0	3	6,057	104,232	1,062	-1,170	3,399	93,536	104,230	56,960	-0,246
Vino	0	3	7,486	35,225	2,491	-0,037	5,282	31,738	39,600	21,900	-0,021
Vino	0	3	6,538	60,286	1,543	-0,325	3,813	53,361	70,770	34,540	-0,130
Vino	21	3	6,517	65,243	1,522	-0,138	4,426	55,944	87,250	38,740	-0,039
Vino	21	3	7,050	50,074	2,053	-0,038	4,294	43,241	57,060	27,960	0,014
Vino	21	3	7,090	64,892	2,095	-0,043	4,753	57,958	72,020	37,650	-0,066
Vino	21	3	6,097	116,874	1,102	-1,835	3,100	106,208	111,220	65,400	-0,329
Vino	28	3	8,551	12,641	3,554	-0,036	6,293	11,216	19,730	9,160	-0,003
Vino	28	3	8,571	17,793	3,574	-0,037	6,399	16,103	28,020	13,060	-0,002
Vino	28	3	8,191	22,843	3,194	-0,037	6,068	20,649	32,750	15,540	-0,009
Vino	0	1	9,475	13,123	4,478	-0,042	7,800	11,915	20,470	11,690	-0,037
Vino	0	1	6,835	55,046	1,840	-0,657	4,250	48,230	65,790	30,790	-0,109
Vino	0	1	9,835	9,235	4,838	-0,038	8,360	7,772	19,700	9,490	0,004
Vino	0	1	8,180	37,511	3,185	-0,038	6,668	32,859	47,230	27,270	-0,015
Vino	28	1	8,942	12,639	3,945	-0,076	6,929	11,566	17,600	9,910	-0,021
Vino	28	1	7,387	40,649	2,392	-0,038	5,973	35,727	43,910	26,750	0,009
Vino	28	1	8,050	23,303	3,053	-0,055	5,913	20,512	28,370	16,700	-0,109
Vino	28	1	7,750	33,181	2,755	-0,086	5,198	29,741	42,680	23,670	-0,038
Vino	28	1	7,255	28,612	2,260	-0,125	4,817	24,859	30,350	15,930	-0,103
Vino	0	2	6,882	57,325	1,887	-0,459	4,305	51,265	57,130	32,650	-0,241
Vino	0	2	6,017	82,578	1,022	-3,523	3,159	73,220	65,190	39,780	-0,971
Vino	0	2	6,205	78,286	1,210	-0,844	3,867	71,109	66,390	42,730	-0,248
Vino	0	2	6,637	51,197	1,642	-1,326	3,931	44,810	43,780	25,360	-0,504
Vino	7	2	7,917	17,750	2,920	-0,039	5,928	15,819	35,150	13,390	0,008
Vino	7	2	8,805	15,915	3,808	-0,040	6,340	14,880	31,250	14,350	-0,008
Vino	7	2	7,380	40,422	2,385	-0,124	4,975	36,668	45,610	27,390	-0,024
Vino	7	2	7,797	11,977	2,800	-0,090	5,311	10,944	15,660	8,690	-0,059
Vino	7	2	8,145	8,950	3,148	-0,056	6,049	8,050	12,770	6,900	-0,012
Vino	14	2	8,049	11,432	3,052	-0,037	6,273	9,680	15,250	7,250	-0,022
Vino	14	2	7,972	6,465	2,975	-0,040	5,545	5,797	10,050	4,870	-0,002
Vino	14	2	8,999	5,992	4,002	-0,036	6,959	5,713	10,690	5,930	0,002
Vino	14	2	8,547	23,317	3,550	-0,041	6,224	21,159	39,440	18,820	-0,029
Vino	14	2	8,262	24,785	3,265	-0,037	5,881	22,472	34,300	18,820	0,004
Vino	21	2	8,692	5,583	3,695	-0,054	6,256	4,074	7,540	3,100	-0,041

Continuación cuadro A 17

Tratamiento	Tiempo (días)	Lote	Distancia (mm)	Fuerza 1 (n)	Distancia 2 (mm)	Fuerza 2 (n)	Distancia 3 (mm)	Fuerza 3 (n)	Área f-t 1:3 (n.sec)	Área f-t 4:6 (n.sec)	Área f-t 3:4 (n.sec)
Vino	21	2	8,545	12,947	3,548	-0,068	6,496	11,137	17,370	8,750	-0,053
Vino	21	2	7,700	11,542	2,703	-0,063	5,040	9,709	12,480	5,760	-0,097
Vino	21	2	11,280	4,924	6,280	-0,046	9,619	4,480	9,740	5,490	-0,005
Vino	21	2	8,212	7,812	3,215	-0,059	5,535	6,215	9,950	4,050	-0,018
Vino	7	3	7,536	31,608	2,541	-0,127	5,219	28,969	36,360	21,310	-0,155
Vino	7	3	7,516	26,430	2,519	-0,104	5,073	23,789	30,920	17,190	-0,076
Vino	7	3	7,533	35,176	2,538	-0,098	4,899	32,099	39,490	22,720	-0,162
Vino	7	3	8,516	10,509	3,519	-0,050	6,086	9,248	15,450	8,010	0,001
Vino	14	3	7,551	23,057	2,554	-0,105	4,681	20,832	28,500	14,980	-0,119
Vino	14	3	7,451	43,620	2,456	-0,105	4,881	38,125	52,740	27,700	-0,050
Vino	14	3	6,763	55,918	1,768	-0,062	4,082	49,811	61,660	31,370	-0,029
Vino	14	3	6,423	88,912	1,428	-0,093	3,706	79,208	89,380	49,200	-0,054
Vino	14	3	7,518	42,277	2,523	-0,069	4,820	37,931	50,900	27,830	-0,011

Cuadro A 18 Resultados Fuerza de corte

Tratamiento	Tiempo (días)	Lote	Fuerza de corte (N)	Tratamiento	Tiempo (días)	Lote	Fuerza de corte (N)
Mostaza	0	1	6,547	Mostaza	7	2	7,833
Mostaza	0	1	8,524	Mostaza	7	2	8,097
Mostaza	0	1	16,314	Mostaza	7	2	10,357
Mostaza	0	1	14,232	Mostaza	14	2	14,878
Mostaza	7	1	10,861	Mostaza	14	2	22,666
Mostaza	7	1	12,981	Mostaza	14	2	14,441
Mostaza	7	1	16,675	Mostaza	14	2	10,603
Mostaza	7	1	10,316	Mostaza	14	2	10,711
Mostaza	7	1	21,187	Mostaza	21	2	11,868
Mostaza	14	1	3,353	Mostaza	21	2	7,298
Mostaza	14	1	7,349	Mostaza	21	2	5,784
Mostaza	14	1	6,469	Mostaza	21	2	4,609
Mostaza	14	1	4,123	Mostaza	28	2	6,570
Mostaza	14	1	8,165	Mostaza	28	2	19,537
Mostaza	21	1	4,764	Mostaza	28	2	18,974
Mostaza	21	1	5,973	Mostaza	28	2	11,441
Mostaza	21	1	14,408	Mostaza	0	3	29,556
Mostaza	21	1	13,217	Mostaza	0	3	23,329
Mostaza	21	1	11,854	Mostaza	0	3	14,417
Mostaza	28	1	19,366	Mostaza	0	3	10,744
Mostaza	28	1	19,436	Mostaza	7	3	13,531
Mostaza	28	1	15,472	Mostaza	7	3	9,815
Mostaza	28	1	17,343	Mostaza	7	3	11,492
Mostaza	28	1	12,352	Mostaza	7	3	10,050
Mostaza	0	2	17,233	Mostaza	7	3	9,960
Mostaza	0	2	12,854	Mostaza	14	3	7,400
Mostaza	0	2	11,983	Mostaza	14	3	10,739
Mostaza	0	2	10,519	Mostaza	14	3	17,395
Mostaza	0	2	11,957	Mostaza	14	3	7,623
Mostaza	7	2	10,690	Mostaza	14	3	15,888
Mostaza	7	2	12,476	Mostaza	21	3	13,646

Continuación cuadro A 18

Tratamiento	Tiempo (días)	Lote	Fuerza de corte (N)	Tratamiento	Tiempo (días)	Lote	Fuerza de corte (N)
Mostaza	21	3	14,583	Vino	28	1	15,57
Mostaza	21	3	8,603	Vino	28	1	10,95
Mostaza	21	3	11,608	Vino	28	1	13,04
Mostaza	21	3	10,591	Vino	0	2	29,16
Mostaza	28	3	4,675	Vino	0	2	26,61
Mostaza	28	3	5,688	Vino	0	2	33,05
Mostaza	28	3	5,718	Vino	0	2	32,19
Mostaza	28	3	7,941	Vino	7	2	6,23
Vino	21	2	10,705	Vino	7	2	9,27
Vino	21	2	16,174	Vino	7	2	15,75
Vino	21	2	21,354	Vino	7	2	14,92
Vino	21	2	28,838	Vino	7	2	8,85
Vino	28	2	5,089	Vino	14	2	12,18
Vino	28	2	3,988	Vino	14	2	15,01
Vino	28	2	5,454	Vino	14	2	22,29
Vino	28	2	10,766	Vino	14	2	15,74
Vino	28	2	6,807	Vino	14	2	10,40
Vino	0	1	23,293	Vino	0	3	9,98
Vino	0	1	12,783	Vino	0	3	20,66
Vino	0	1	25,561	Vino	0	3	23,48
Vino	0	1	17,581	Vino	0	3	20,41
Vino	0	1	13,998	Vino	7	3	9,12
Vino	7	1	11,182	Vino	7	3	8,14
Vino	7	1	4,326	Vino	7	3	18,92
Vino	7	1	18,470	Vino	7	3	6,82
Vino	7	1	11,116	Vino	14	3	20,12
Vino	14	1	4,917	Vino	14	3	12,92
Vino	14	1	5,773	Vino	14	3	13,14
Vino	14	1	7,567	Vino	14	3	18,03
Vino	14	1	5,565	Vino	21	3	5,81
Vino	14	1	3,775	Vino	21	3	2,65
Vino	21	1	7,078	Vino	21	3	9,13
Vino	21	1	16,420	Vino	21	3	12,46
Vino	21	1	7,090	Vino	28	3	10,75
Vino	21	1	7,615	Vino	28	3	15,36
Vino	21	1	15,176	Vino	28	3	10,10
Vino	28	1	11,653	Vino	28	3	11,47