



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM- AMECAMECA  
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

---

**Evaluación Sensorial y Características Fisicoquímicas  
de Carne de Conejo Alimentado con Romero (*Rosmarinus  
officinalis* L) y Tomillo (*Thymus vulgaris*).**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MÉDICO VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

CAROLINA GUTIÉRREZ NEGRÍN

Asesora:

Mtra. María Zamira Tapia Rodríguez

Co-asesor.

Dr. Enrique Espinosa Ayala

AMECAMECA DE JUÁREZ, MÉXICO, AGOSTO DE 2018.



## I. Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a mi mamá, ya que estoy muy agradecida por tener a la persona más extraordinaria como guía en el camino de la vida.

Agradezco mucho que jamás permitas que me rinda, que me impulses para que logre alcanzar mis metas, por ser un gran ejemplo de bondad, cariño, lealtad, sabiduría y perseverancia pero sobre todo por tu gran amor.

Quiero decirte que siempre serás para mí el mejor ejemplo a seguir.

## II. Agradecimientos

A mis maestros.

Quisiera agradecer a la Mtra. Zamira Tapia por su paciencia, lealtad, dedicación y apoyo incondicional pero sobre todo por enseñarme que es más fácil alcanzar metas cuando sientes amor por lo que haces.

Al Dr. Enrique Espinosa por todo el apoyo que me brindó durante la licenciatura y en la elaboración de esta tesis.

Finalmente al Mtro. Antonio Juárez y a la MVZ Jaqueline Ramírez por marcar importantes etapas de mi camino universitario y por ayudarme con asesorías y a resolver dudas presentadas en la elaboración de este trabajo.

A mi familia

Me gustaría agradecer a mi papá por todo su cariño y por ser mi cómplice en todo momento.

Agradezco a mi hermana Gemma por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida y por ser un ejemplo de fortaleza, perseverancia y lealtad.

Quiero agradecer a todas mis tías por su apoyo y ejemplo a lo largo de mi vida.

A mi tía María Eugenia Negrín por su ayuda en este proyecto y porque además de ser mi tía ha sido para mí como una segunda mamá.

A mis amigos

Por apoyarme en cada momento de mi vida y por enseñarme que no todos los hermanos comparten la misma sangre.

### III. Resumen

El objetivo fue comparar carne de conejo alimentados con romero y tomillo mediante una prueba de aceptación del consumidor y los efectos sobre las propiedades fisicoquímicas y organolépticas. Se determinó para la aceptación el color, textura, olor y sabor, mientras que para el fisicoquímico fue el pH, capacidad de retención de agua por presión (CRAp), capacidad de retención de agua por cocción (CRAc) y color. Para cumplir con el objetivo se tomó carne de piernas de conejo tratados con diferentes niveles de adición de romero y tomillo (1.5% y 3.0% de cada uno), así como un tratamiento control el cual no fue adicionado y solo se alimentó con alimento comercial, con la carne se hicieron cubos de 1 cm<sup>3</sup> el cual se cocinó a 75°C por 4 minutos (ambos lados), los trozos se proporcionaron a jueces no entrenados y se realizó una prueba de aceptación (Watts, 1992); con otra porción se realizó la prueba fisicoquímica de pH y capacidad de retención de agua por presión y cocción (Braña et al., 2011), la información fue analizada mediante un diseño completamente al azar con una significancia de 0.05, no se encontraron resultados significativos en las pruebas fisicoquímicas. Luego del análisis de datos se puede afirmar que la carne de conejo alimentado con adición de romero y tomillo representa una opción favorable como alimento por sus cualidades organolépticas. La población encuestada la considera una carne de aroma intenso, de sabor agradable, color claro y buena aceptación. Así mismo no hubo cambios estadísticos significativos en las pruebas fisicoquímicas.

**Palabras clave:** conejo, romero y tomillo, evaluación sensorial, pruebas fisicoquímicas.

# Índice

<b>I.</b>	<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>I</b>
<b>II.</b>	<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>II</b>
<b>III.</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>III</b>
	<b>ÍNDICE .....</b>	<b>IV</b>
	<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>VI</b>
	<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>VII</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
2.1	EVALUACIÓN SENSORIAL .....	3
2.2	LOS SENTIDOS .....	4
2.3	PROPIEDADES SENSORIALES.....	7
2.4	ERROR EN LA RESPUESTA DEL PANEL.....	7
2.5	LOS JUECES .....	9
2.6	LAS PRUEBAS.....	11
2.6.1	<i>Pruebas orientadas al consumidor .....</i>	<i>11</i>
2.6.2	<i>Pruebas orientadas al producto .....</i>	<i>12</i>
2.6.3	<i>Pruebas afectivas.....</i>	<i>12</i>
2.6.4	<i>Pruebas discriminativas.....</i>	<i>13</i>
2.6.5	<i>Pruebas descriptivas.....</i>	<i>14</i>
2.7	INSTALACIONES PARA PRUEBAS SENSORIALES.....	17
2.7.1	<i>Instalaciones permanentes para pruebas sensoriales .....</i>	<i>17</i>
2.7.2	<i>Instalaciones temporales para pruebas sensoriales.....</i>	<i>20</i>
2.8	CONSUMO DE CONEJO.....	20
2.8.1	<i>La producción de conejo en el mundo .....</i>	<i>22</i>
2.8.2	<i>El conejo en México y su producción.....</i>	<i>24</i>
2.9	PROPIEDADES DE LA CARNE DE CONEJO .....	28
2.9.1	<i>Características fisicoquímicas de la carne .....</i>	<i>30</i>
2.10	ANTIOXIDANTES DE ORIGEN VEGETAL.....	38
2.10.1	<i>Introducción al romero (Rosmarinus officinalis L.) .....</i>	<i>38</i>
2.10.2	<i>Propiedades antioxidantes y organolépticas del romero (Rosmarinus officinalis L.).....</i>	<i>39</i>
2.10.3	<i>Introducción al tomillo (Thymus vulgaris).....</i>	<i>41</i>
2.10.4	<i>Propiedades antioxidantes y organolépticas del tomillo (Thymus vulgaris) .....</i>	<i>42</i>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>44</b>
<b>4</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>46</b>
5.1	GENERAL .....	46
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	46

<b>6</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODO</b> .....	<b>48</b>
7.1	LÍMITE DE TIEMPO .....	48
7.2	LÍMITE DE ESPACIO .....	49
7.3	TIPO DE ESTUDIO .....	49
7.4	UNIVERSO Y MUESTRA.....	49
7.5	CRITERIO DE INCLUSIÓN .....	49
7.6	RECURSOS HUMANOS.....	50
7.7	RECURSOS MATERIALES.....	50
7.8	MÉTODO.....	52
7.8.1	<i>Método para evaluación sensorial</i> .....	52
7.8.2	<i>Método para pruebas fisicoquímicas</i> .....	54
<b>8</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>57</b>
8.1	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL.....	57
8.1.1	<i>Color</i> .....	57
8.1.2	<i>Olor</i> .....	57
8.1.3	<i>Sabor</i> .....	58
8.1.4	<i>Textura</i> .....	59
8.1.5	<i>Grado de aceptación</i> .....	60
8.2	RESULTADOS DE PRUEBAS FISICOQUÍMICAS.....	61
8.2.1	<i>pH</i> .....	61
8.2.2	<i>Capacidad de agua por presión CRAp</i> .....	62
8.2.3	<i>Capacidad de retención de agua por cocción (CRAc)</i> .....	63
8.2.4	<i>Color</i> .....	64
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>66</b>
<b>10</b>	<b>SUGERENCIAS A LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>67</b>
<b>11</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>68</b>
<b>12</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>81</b>
12.1	EL SENTIDO DE LA VISTA O DE LA VISIÓN.....	81
12.2	SENTIDO DEL OÍDO O DE LA AUDICIÓN.....	82
12.3	SENTIDO DEL GUSTO .....	83
12.4	SENTIDO DEL OLFATO Y EL OLOR .....	87
12.5	SENTIDO DEL TACTO .....	88
12.6	FORMATO DE EVALUACIÓN PARA PANELISTAS .....	91
12.7	EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS.....	92

## Índice de figuras

Figura 1 Sentido del gusto .....	6
Figura 2 Espacio del color en la escala CIE L* a* b* y sus coordenadas cilíndricas C* y H°. .....	35
Figura 3 Imagen de CIELAB.....	82
Figura 4 Conformación de la lengua. ....	84
Figura 5 Descripción posterior de cavidad bucal. ....	85
Figura 6 Formato de evaluación. ....	91
Figura 7 Plato identificado.....	92
Figura 8 Capacitación a jueces consumidores.....	92
Figura 9 Deshuesado de piernas.....	93
Figura 10 Muestras para degustación.....	93
Figura 11 Pruebas sensoriales.....	94
Figura 12 Pruebas fisicoquímicas .....	94
Figura 13 Toma de color .....	95



## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Tipos de percepción del sentido .....	4
Cuadro 2 Principales países productores de carne de conejo en el mundo en 1990.....	23
Cuadro 3 Creencias sobre la carne de conejo en etapas ancestrales.....	25
Cuadro 4 Pérdida de agua (%) por cocción (asado) de carne de conejo de acuerdo a la edad y contenido de grasa. ....	33
Cuadro 5 Parámetros de color medidos en la superficie de la canal en diferentes músculos.....	37
Cuadro 6 Resultados estadísticos sensoriales de carne de conejo alimentado con inclusión de plantas aromáticas.....	58
Cuadro 7 Resultados estadísticos de las variables fisicoquímicas, en carne de conejo. ....	61
Cuadro 8 Parámetros de color medidos en canal de conejo .....	65
Cuadro 9 Resultados visuales de color .....	65
Cuadro 10 Patrones para evaluar cada una de las características de textura.....	90

## 1 Introducción

El consumo de carne en el mundo ha sido uno de los elementos más importantes en el desarrollo evolutivo del ser humano. Hasta hace 70 años se creía que los ancestros del hombre coexistían gracias a que eran meramente cazadores, sin considerar la posibilidad de que el humano hubiese sido en sus orígenes un ser carroñero. Actualmente sabemos que los primeros homínidos consumían cualquier alimento en su entorno.

En la actualidad el comer carne es de suma importancia para la sociedad, lo que ha dado origen a la industria cárnica que ha sufrido grandes modificaciones a través de la historia dados a los cambios económicos y sociales, ya que los humanos y sus costumbres van evolucionando de acuerdo a las necesidades del momento.

En México la industria cárnica crece cada año, gracias a la exportación de diversos productos de origen animal a aproximadamente 60 países. En México se procesan y comercializan a nivel nacional e internacional productos cárnicos de res, ave, cabrito, equino, al igual que comidas preparadas, huevo, lácteos, miel, entre otros.

Más del 90% de la carne que se consume en el mundo es de cerdo, res y aves, solo el 0.5 corresponde al conejo. En Italia, el consumo por persona es de 5.3 kg al año, y en México la demanda es de alrededor de 40 gramos. México produce 200,000kg de carne de conejo al año, lo cual lo sitúa en el décimo cuarto lugar mundial como productor. Aunque la cría y el consumo de conejo son bajos, la cunicultura es una actividad que beneficia a pequeños y medianos campesinos, ya que el conejo se reproduce y maneja fácilmente, por lo que la inversión se recupera rápidamente y se puede tener un ingreso durante todo el año. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) la carne de conejo tiene propiedades alimenticias y comerciales únicas.

La carne de conejo suele ser muy valorada gracias a sus propiedades nutricionales, es una carne magra, con bajo contenido de grasa y con menos ácidos grasos saturados y colesterol que otras carnes. Es una carne suave, con muy buena textura y consistencia, contiene niveles muy bajos de grasa. Tiene olor natural y suave pues tiene mucho menos olor que el pollo, la codorniz, la ternera y demás especies.

Para mantener las características de la carne es necesario detener el deterioro de ella, para lo cual se utilizan antioxidantes, los cuales retardan la oxidación lipídica. Muchos antioxidantes son de origen sintético, lo cual trae repercusiones para el ser humano, por eso es importante implementar el uso de antioxidantes de origen natural que además de ser benignos para la salud no alteren el sabor de la carne.

## 2 Antecedentes

### 2.1 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es una disciplina en la cual se evalúan las propiedades organolépticas de algún producto alimenticio a través de los sentidos humanos de acuerdo a Espinosa (2007), así mismo Watts (1992) la describe como una ciencia multidimensional en la cual se evalúa un alimento u otro material a través de los sentidos, mediante panelistas humanos.

Mediante estas pruebas se sabe qué opina el consumidor sobre un alimento en específico, si hay aceptación o rechazo, además de su consistencia, sabor, y aroma. Para la interpretación adecuada de resultados de evaluaciones sensoriales se requiere de conocimiento de aspectos psicológicos y fisiológicos del personal analizador. Los analizadores reciben el estímulo que se transmite a través de un nervio conductor y lo transforman en sensaciones, lo cual crea la percepción. Ésta es la respuesta ante las características organolépticas; es el reflejo de la realidad que es más o menos objetiva, dependiendo la técnica realizada (Espinosa, *óp. cit.*).

El mismo autor menciona que para reconocer ciertas percepciones en el consumidor se recurre a conceptos como el umbral. Lo anterior se refiere al valor a partir del cual se hacen perceptibles los efectos de un estímulo. Se reconocen cuatro tipos de umbral:

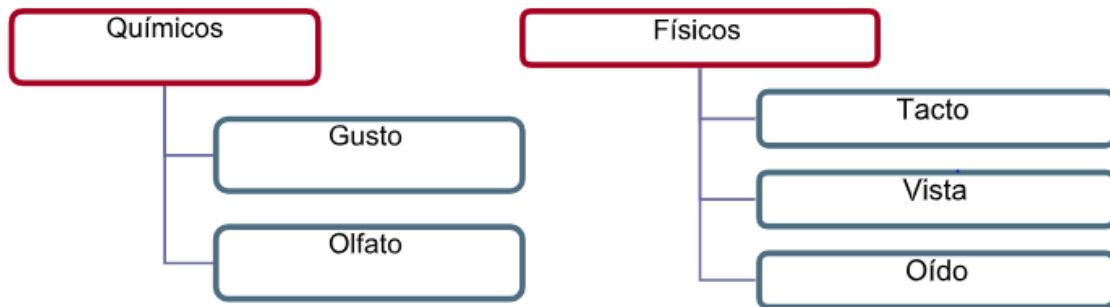
- Umbral de detección: mínima cantidad de estímulo para producir una sensación.
- Umbral de reconocimiento (identificación): mínima cantidad de estímulo para identificar una sensación.
- Umbral diferencial: mínima cantidad de estímulo para producir una diferencia perceptible en la intensidad de la sensación.
- Umbral terminal: máxima cantidad de estímulo en el cual no hay diferencia a la intensidad de la sensación.

Los umbrales tienen variaciones dependiendo de la sustancia que se utilice y los factores del individuo.

## 2.2 Los sentidos

Los sentidos son el medio al que recurre el ser humano para percibir y detectar el mundo que lo rodea, tradicionalmente se identifican cinco sentidos los cuales son: vista, tacto, olfato, gusto y audición, mismos que están clasificados en dos ramas distintas, químicos y físicos (Hernández, 2005) (cuadro 1).

Cuadro 1 Tipos de percepción del sentido



Fuente: Hernández, óp. cit.

El ojo es el órgano encargado del sentido de la vista, es un receptor altamente especializado, formado de un sistema óptico y una región foto receptora, la cual detecta la luz. Los rayos de luz que provienen del objeto visualizado atraviesan la córnea por los lentes del ojo y son refractados en el cristalino. Después la luz llega a la retina en donde se convierte en impulsos nerviosos en conos y bastones.

El color es percibido gracias a los conos; existen tres tipos de conos: azul, verde y rojo. El color detectado depende de la combinación del nivel de estímulo de cada uno (Severiano, 2017).

Por otro lado, gracias al órgano de la vista se obtiene el sentido de la visión el que nos permite distinguir una gran gama de colores. Lo cual es de suma importancia en evaluación sensorial ya que los alimentos se asocian con diferentes colores. La asociación por apariencia suele ser motivo de aceptación o rechazo del producto. El color es uno de los atributos sensoriales más importantes ya que en el momento de elegir la primera compra la apariencia del producto es el único parámetro que el comprador puede usar para juzgar la calidad (Alfaro, 2013).

Así mismo, el oído es el sentido mediante el cual se captan diferentes sonidos que son el resultado de vibraciones del aire provocadas por las cuerdas vocales, labios y lengua o por objetos en movimiento, entre otros. Dichas vibraciones se transmiten hacia las orejas las cuales son amplificadas en el tímpano y los huesos pertenecientes al oído medio y oído interno, estas vibraciones son interpretadas por el cerebro (Alfaro, *óp. cit.*).

El sentido del tacto es el único que está distribuido en todo el cuerpo. Consiste en nervios en la piel y en la mayor parte del cuerpo, cuya función es transmitir sensaciones al cerebro. Algunas de dichas partes del cuerpo tienen mayor número de receptores nerviosos y por lo consiguiente son más sensibles. Se han identificado cuatro clases de sensaciones de tacto: frío, calor, contacto y dolor (Watts, *óp. cit.*).

El sentido del gusto está compuesto por distintos órganos que permiten identificar los sabores, es decir los receptores del gusto, son las papilas gustativas que se encuentran principalmente en la lengua, pero también en el paladar y cerca de la faringe. Las papilas gustativas tienen la capacidad de detectar cuatro variedades básicas: salado, dulce, amargo y agrio (figura 1). La lengua también puede identificar un sabor llamado "umami" por los receptores sensibles a los aminoácidos. Por lo general, las papilas gustativas en la punta de la lengua son sensibles a los gustos dulces, en tanto que las papilas en la parte posterior de la lengua son sensibles a los gustos amargos. Las papilas gustativas

de la parte superior y a los costados de la lengua son sensibles a salados y ácidos. En la base de cada papila se encuentra un nervio que envía las sensaciones al cerebro. El sentido del gusto funciona junto o en coordinación con el sentido del olfato. El número de papilas depende de cada persona y un número mayor de papilas obviamente aumenta la sensibilidad a los sabores (Espinosa, *óp. cit.*).

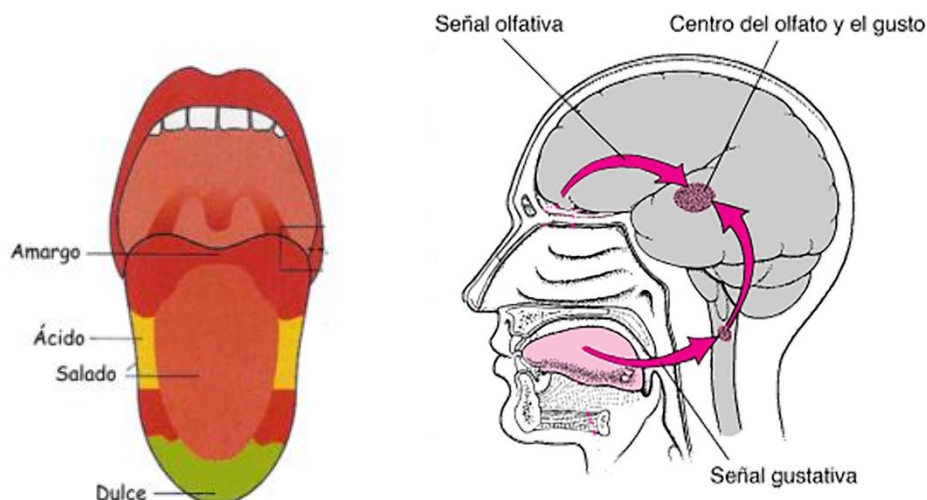


Figura 1 Sentido del gusto

Fuente: Sánchez, G. (2010), con adaptaciones

El sentido del olfato está compuesto por quimiorreceptores los cuales se encuentran ubicados en las pituitarias amarillas, que está en la parte superior de las fosas nasales. Para que las células olfatorias sean estimuladas es necesario que las sustancias sean volátiles, es decir que desprendan vapores que puedan entrar en las fosas nasales además de que sean solubles en agua para que estas puedan disolverse en el moco y lleguen a las células olfatorias. Estas células transmiten un impulso nervioso al bulbo olfatorio y de este a los centros olfatorios de la corteza cerebral que es en donde se interpreta la sensación. Se estima que existen siete tipos de células olfatorias, de las cuales cada una sólo es capaz de detectar un tipo de moléculas. Estos olores primarios son: alcanforado (olor a alcanfor), almizclado (olor a almizcle), floral, mentolado,

etéreo (olor a éter), picante y pútrido (olor a podrido). Las células olfatorias llegan a fatigarse si se presenta un estímulo prolongado a la misma sustancia, haciendo que estas dejen de emitir impulsos nerviosos respecto a esta, pero siguen detectando todos los demás olores. El olor de los alimentos se origina por sustancias volátiles que se desprenden de los alimentos y pasan a la nariz siendo percibidos por los receptores olfatorios (Alfaro, *óp. cit.*).

### 2.3 Propiedades sensoriales

Propiedad sensorial es el conjunto de atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Cabe la posibilidad de que algunas propiedades se perciban por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más de ellos (Anzaldúa, 1994). El estudio de esta especialidad es importante en las ramas de la ciencia dirigidas a evaluar inicialmente las características de la materia sin la ayuda de instrumentos de medición (Watts, *óp. cit.*).

### 2.4 Error en la respuesta del panel

Al realizar las pruebas sensoriales las respuestas de los jueces pueden verse afectadas por distintos factores psicológicos. Dicha influencia debe ser tomada en cuenta tanto en la planificación como en la ejecución del experimento; de no hacerlo los resultados pueden ser erróneos. Los factores psicológicos pueden determinar distintos tipos de errores (Watts, *óp. cit.*).

Existen cuatro tipos de fallos que pudieran presentarse en el panel. Estos errores serán descritos a continuación:

- Error por expectación; estos errores pueden darse cuando los jueces reciben mucha información sobre el tipo de muestra a evaluar antes de que se realice el experimento. Si hay diferencias en las muestras los jueces se enfocarán en encontrar dichas diferencias. Los panelistas deben contar



únicamente con la información necesaria para que puedan realizar la evaluación, es importante que los jueces no discutan las impresiones que tienen de la muestra entre ellos.

Para evitar dicho error, la muestra debe codificarse utilizando un número aleatorio en tres cifras, pues estos no influyen en los juicios de los jueces de la misma forma que los de un número o una letra (Watts, *óp. cit.*).

- Errores por estímulos; estos se dan cuando los jueces se ven influidos por diferencias que no fueron consideradas en las muestras, como la diferencia de tamaño, forma o color en los modelos presentados. Las muestras exhibidas deberán ser lo más similares que sea posible para evitar este tipo de errores, exceptuando las características que serán evaluadas (Anzaldúa, *óp. cit.*). Para reducir el margen de error se debe evaluar cada característica por separado.
- Error por contraste; en este caso los jueces que evalúan una muestra agradable antes de evaluar una desagradable, podrían dar a la segunda un porcentaje inferior al que le habrían dado si hubieran evaluado una muestra menos agradable anteriormente. De forma similar, si se evalúa una muestra desagradable antes de una agradable, es posible que se le dé mayor puntuación a la muestra agradable. Al evaluar una muestra de sabor con intensidad media y posteriormente una con intensidad alta, la respuesta se verá influenciada por el contraste de intensidad entre ambas (Watts, *óp. cit.*). Los efectos de contraste no pueden ser eliminados durante la prueba, pero si cada juez recibe muestras en distinto orden el impacto de contraste puede ser balanceado para todo el panel.

## 2.5 Los jueces

Se les denomina como catadores, evaluadores o jueces a todas las personas que realizan la evaluación sensorial; se les elige dependiendo el tipo de prueba que se va a realizar, tomando en cuenta su entrenamiento, interés, habilidad o disponibilidad (Ibáñez, 2013).

Es recomendado reclutar por lo menos el doble de los jueces que se desea utilizar en el panel para poder tener un margen de deserción y selección en los panelistas.

Ya que los panelistas son reclutados se debe realizar una primera sesión en la cual se les proporcione a los jueces la información que requieren para llevar a cabo la prueba, los objetivos deseados, las condiciones en las cuales deben presentarse para la realización de la prueba y los horarios en los cuales se llevará a cabo la evaluación sensorial (Arnau *et al.*, 2011).

Se distinguen en tres modalidades o especialidades dependiendo el grado de entrenamiento según la complejidad de la evaluación a realizar (Watts, *óp.cit.*):

- Jueces expertos: son personas caracterizadas por su entrenamiento, sensibilidad para notar y describir ciertas características de la muestra y experiencia para catar cierto tipo de alimento estos jueces deben contar con conocimiento del producto. Estos especialistas se encargan principalmente del control de calidad, seguimiento de procesos, suelen intervenir en degustaciones de productos de alto valor económico ya que su entrenamiento ha sido largo y costoso (Larmond, 1977).

Los jueces expertos deben estar en buena condición física para que los resultados de la prueba sean satisfactorios, por tanto deben abstenerse de fumar, consumir alimentos con alto contenido de condimentos, así como bebidas con temperaturas muy altas o muy bajas y nunca deben consumir el producto con el cual están trabajando (Ackerman, 1990 consultado en Anzaldúa, *óp. cit.*).

El entrenamiento de estos jueces está en constante crecimiento y consiste en realizar pruebas para saber si ha aumentado su nivel de percepción o si se mantiene invariable, al igual se realizan pruebas para agudizar los sentidos tanto del gusto como el olfato.

- Jueces entrenados: son personas que tienen grandes habilidades para la detección de alguna propiedad en específico, ya sea textura, sabor o aroma, cuenta con aprendizaje teórico y práctico acerca de evaluación sensorial y tiene conocimiento de los parámetros a medir en una prueba, además de realizar exámenes sensoriales con cierta regularidad.

Cuando se efectúan pruebas con este tipo de jueces se debe contar con 7 personas como mínimo y 15 como máximo. Ya que con menos de 7 jueces los resultados carecen de validez y con más de 15 el grupo se vuelve difícil de manejar y el número de datos es innecesariamente grande, al usar más de 15 jueces los costos de preparación y tiempo tanto de realización como de entrenamiento son más altos (Larmond, *óp. cit.*).

Al igual que los jueces expertos y entrenados, los evaluadores de laboratorio deben abstenerse de hábitos que alteren su capacidad de percepción del gusto y el olfato como son el tabaco, alimentos muy condimentados o picantes, entre otros.

- Jueces de laboratorio: son personas que tienen un entrenamiento similar a los entrenados ya que realizan pruebas sensoriales frecuentemente, aunque generalmente las pruebas que realizan son discriminativas sencillas y no requieren una definición tan precisa de términos o escala.

Al utilizar este tipo de jueces se debe tener claro que sólo se pueden realizar diferenciaciones de muestras y no medir propiedades o utilizar escalas como forma de medición.

Las pruebas que se realicen con jueces de laboratorio deben contar con un mínimo de 10 jueces y un máximo de 25, los jueces deberán realizar las pruebas por triplicado para asegurar su validez (Larmond, *óp. cit.*).

- Jueces consumidores: estas personas se eligen al azar y no tienen ningún tipo de información ni entrenamiento en evaluación sensorial. Los jueces de este tipo deben emplearse únicamente en pruebas afectivas.

Al escoger a los jueces se debe tomar en cuenta que estos deben ser consumidores habituales del producto o en caso de productos totalmente nuevos es preferible que sean los consumidores potenciales quienes realicen las pruebas (Amerine, *et al*, 1965).

Para que la prueba sea válida se deben utilizar un mínimo de 30 personas y un máximo de 40 por cada muestra a evaluar; este número de personas es importante para que la prueba tenga validez estadística en los datos recolectados (Amerine, *óp. cit.*, Watts, *óp.cit.*).

## 2.6 Las pruebas

Son los procesos basados en ciertas normas para realizar la evaluación sensorial con resultados repetibles y adecuados. Tres de las condiciones más importantes a la hora de realizar las pruebas son: i) Debe efectuarse en un ambiente limpio, a temperatura cómoda y en horarios adecuados; ii) En cada sesión no deben evaluarse muchas muestras, ya que este trabajo puede provocar fatiga a los jueces; iii) De ser posible, se debe evitar la transportación del producto y ofrecer cantidades controladas de muestra y a temperaturas óptimas.

### 2.6.1 Pruebas orientadas al consumidor

De acuerdo a Watts (*óp. cit.*), las pruebas orientadas al consumidor se efectúan siguiendo este procedimiento: se selecciona un grupo de personas al azar que

pertenezca a la población de posibles consumidores, con el fin de obtener información sobre sus preferencias. Para esta prueba no se requieren personas entrenadas y suelen ser grupos de 100 a 500 individuos. Las pruebas iniciales o exploratorias pueden realizarse en lugares públicos, como los mercados y escuelas. En ocasiones, se realizan paneles internos de consumidores en la etapa inicial del producto. Estos paneles son conformados por el personal no capacitado de la institución y se realizan antes de iniciar las pruebas definitivas, que se dirigen al consumidor. Estos paneles están integrados entre 30 y 70 personas. No se deben suplir las pruebas al consumidor con paneles internos.

### 2.6.2 Pruebas orientadas al producto

Watts (*óp. cit.*) afirma que las pruebas orientadas al producto requieren de pequeños paneles entrenados, los cuales fungen como instrumento de medición. Se utilizan para identificar diferencias entre productos similares o para medir características como sabor, textura y apariencia. Estos paneles constan de 5 a 15 panelistas entrenados.

Por otro lado, Reglero (2011) menciona las pruebas sensoriales se dividen en tres: afectivas, discriminativas y descriptivas.

### 2.6.3 Pruebas afectivas

Son pruebas en que los jueces expresan valorativamente si el producto les gusta o les disgusta. Estas pruebas suelen realizarse por jueces consumidores, con un panel de al menos 30 personas.

Las pruebas de preferencia consisten en la colocación de dos muestras distintas, y el juez selecciona la de su preferencia. Esta prueba requiere de la aplicación de un breve cuestionario en el cual se especifica que producto prefiere y el porqué.

Las pruebas de grado de satisfacción. Se aplican cuando el número de muestras es mayor a 2 o cuando se requiere obtener más información sobre el producto.

Se utilizan escalas hedónicas, las cuales miden sensaciones agradables y desagradables. Estas escalas hedónicas pueden ser verbales o gráficas (Anzaldúa, *óp. cit.*).

#### 2.6.4 Pruebas discriminativas

Se utilizan principalmente para el control de calidad o para ver el efecto de cambio de algún proceso. Sirven para conocer la diferencia entre una o más muestras. Suelen realizarse con 8 y 15 jueces de laboratorio. En algunas ocasiones, suelen requerirse jueces entrenados. Las pruebas discriminativas se subdividen en las siguientes (Amerine, *óp. cit.*):

- Prueba de comparación apareada simple. El juez compara dos muestras según su propiedad sensorial.
- Prueba triangular. El juez evalúa tres pruebas y distingue las dos iguales.
- Prueba dúo – trio. Se le dan al evaluador tres muestras de las cuales una va marcada, y se le pide que identifique la que es diferente.
- Prueba de comparación apareada. En esta prueba se comparan varias muestras en parejas, y se analiza la magnitud de las diferencias existentes entre ellas (Scheffé, 1952 consultado en Ríos, 2015; Larmond, *óp. cit.*).

Se identifican dos muestras distintas, y se aplica un cuestionario a los jueces en el cual se pide que comparen ciertas características del producto. Por ejemplo, A es extremadamente más salado que B.

- Prueba de comparaciones múltiples. Cuando se tiene un gran número de muestras se pueden comparar simultáneamente, refiriéndolas a un patrón o muestra estándar, esta comparación es muy útil para evaluar variaciones en una formulación (Larmond, *óp. cit.*).
- Prueba de ordenamiento. Los jueces ordenan tres o más muestras según una determinada propiedad. Por ejemplo, del más ácido al más dulce. Este tipo

de prueba se utiliza para obtener información preliminar sobre los productos o para seleccionar a los jueces según su habilidad para diferenciar entre las muestras con diferencias previamente conocidas (Watts, *óp. cit.*).

#### 2.6.5 Pruebas descriptivas

Estas pruebas se utilizan para definir y medir de la forma más objetiva posible las propiedades de un alimento. No se da relevancia a la preferencia o diferencias entre las muestras, sino a la magnitud o intensidad de los atributos del alimento (Amerine, *óp. cit.*).

Para la realización de estas pruebas se requieren jueces expertos ya que a partir de sus resultados se determinarán las propiedades de un producto.

- Clasificación con escala no estructurada. Se mide con una línea que en cada extremo tiene el mínimo o el máximo de intensidad del atributo en la cual el juez pondrá una marca, de acuerdo a su percepción. Las lecturas se traducen con valores numéricos según lo que mida la línea. Una de las ventajas de esta prueba es que no se necesita describir las características del producto, solamente establecer el mínimo y el máximo. La desventaja de esta prueba es que la calificación queda solamente a criterio del juez, lo cual provoca un cierto grado de subjetividad en los resultados (Anzaldúa, *óp. cit.*).

Las escalas de quince centímetros de longitud son las adecuadas ya que si son más largas los jueces tienden a perderse en la escala y pueden llegar a colocar calificaciones siempre cargándose hacia un extremo de la línea, lo cual puede producir dos distribuciones de valores (Amerine, *óp. cit.*; Anzaldúa, *óp. cit.*). Si la línea es más corta los jueces tienden a confundirse al indicar su apreciación y esto provoca que los resultados sean menos confiables.

- Clasificación por medio de escalas de intervalo. Es una escala de intervalos con la que el juez clasifica cada muestra. Como ejemplo, ligeramente salado, moderadamente salado, muy salado, sumamente salado. Estas escalas

constan de tres a más puntos, es necesario explicar detalladamente a los jueces cada uno de los puntos de la escala (Anzaldúa, *óp. cit.*).

Una de las ventajas de esta prueba es que los puntos están perfectamente aclarados y no se dejan al criterio de los jueces. Su principal desventaja es que es complicado describir de forma adecuada cada punto.

- Clasificación por medio de escalas estándar. Son escalas de intervalo que en lugar de medir intensidad, comparan la muestra con imágenes de alimentos que podrían tener atributos comparables. Estas escalas han sido utilizadas con mayor frecuencia en evaluación de textura, aunque también se utilizan para sabor y olor (Amerine, *óp. cit.*; Larmond, *óp. cit.*).

La ventaja de esta muestra es que los jueces no tienen que ser expertos ya que sólo necesitan comparar la muestra con los estándares y asignar como calificación el número estándar que le corresponda (Anzaldúa, *óp. cit.*).

- Calificación proporcional o estimación de magnitud. En esta prueba se realiza un cuestionario en el cual el juez asigna un valor arbitrario a la muestra piloto y después evalúa las muestras con múltiplos de la muestra de referencia. En esta prueba la relación entre los puntos es proporcional a la magnitud de la diferencia en la propiedad media por lo que el atributo se considera más objetivamente, lo cual hará que se obtengan mejores correlaciones con medidas físicas y químicas (Anzaldúa, *óp. cit.*).

Para realizar esta prueba se les presenta a los jueces una muestra estándar, la cual tiene valores conocidos del atributo a evaluar a continuación se les pide a los jueces que asignen un valor al atributo de la muestra de referencia y con base a ese valor que califiquen la muestra a evaluar (Anzaldúa, *óp.cit.*).

Los resultados se analizan mediante una gráfica de las respuestas de los jueces en papel probabilístico de forma que la media geométrica de los datos sea igual a 1 para tratar de obtener el exponente de la ecuación:

$$s = k \phi^n$$



Donde  $s$  es el atributo sensorial bajo medición,  $k$  es una constante y  $c$  es la concentración. Los valores de  $k$  y  $n$  pueden obtenerse de la gráfica, y se ha observado que el valor  $n$  es un buen indicador de la variación del atributo sensorial en cuestión con respecto a la concentración. Después, las calificaciones asignadas a las muestras se dividen entre el valor dado al estándar, después de normalizado (Anzaldúa, *óp. cit.*).

- Medición de atributos sensoriales en relación al tiempo. El objetivo de esta prueba es la estimación de la relación intensidad – tiempo para un determinado atributo. Persistencia se le llama al tiempo que permanece cierta característica en la boca, puede ser sabor, textura, gusto. Percepción retardada son los atributos que requieren cierto tiempo para sobresalir en el alimento, lo que significa que, aunque la muestra haya sido consumida la sensación del atributo sigue siendo percibida, esto es muy importante en el gusto ya que por esta razón el producto puede ser rechazado, aunque su sabor sea bueno (Navarro, 1975). Por ejemplo, la persistencia de cierto condimento.

En el caso de los alimentos que contienen endulzantes artificiales es muy importante esta medición ya que muchos de ellos suelen dejar una sensación de sabor amargo o metálico por lo cual es importante estudiarlos para evitar sabores desagradables (Larson y Pangborn, 1978). Determinación de perfiles sensoriales o pruebas de perfil. Se utilizan para evaluar varias características del producto conjuntamente. El juez asignará puntuaciones a cada nota sobre una gráfica, de modo que para cada muestra se obtiene un trazo con un perfil característico del producto.

Este análisis consiste en describir minuciosamente cada una de las características o notas que conforman el sabor o la textura, seguida de la medición de estas. Se presentan de forma gráfica para tener una idea cualitativa y cuantitativa de los atributos (Boume, 1984).

Se establece una muestra estándar con las características que se desea tener del producto, después los jueces realizan la evaluación para determinar cuáles

son las características que se deben tomar para la descripción del producto. Posteriormente con una escala de intervalos o mediante escala no estructurada se dividen dichas características (Anzaldúa, *óp. cit.*).

## 2.7 Instalaciones para pruebas sensoriales

Las pruebas sensoriales no requieren instalaciones muy complejas y por esto se puede adaptar el espacio de laboratorio para ser realizadas. Para poder llevar a cabo las pruebas de valuación sensorial se debe contar con instalaciones ya sean permanentes o temporales es necesario que cuenten con áreas básicas, las cuales constan de: área de preparación de alimentos, área para discusión del panel, cabinas de degustación, área de oficina, material y equipo para servir las muestras (Watts, *óp. cit.*).

### 2.7.1 Instalaciones permanentes para pruebas sensoriales

Las áreas dedicadas al análisis sensorial deberán estar pintadas de colores neutros. Los materiales de las superficies de pisos y mostradores deberán carecer de colores llamativos (Larmond, *óp. cit.*).

- Área de preparación de alimentos. Deberá contener mostrador, lavaplatos, equipo de cocción, refrigeradores y espacio de almacenaje. El área de preparación debe estar bien ventilado e iluminado.

1. Mostradores: es necesario contar con esta superficie para la preparación de alimentos y colocación de las muestras antes de presentárselas a los jueces. La altura recomendada para estos mostradores es de 90 cm ya que es una altura cómoda para trabajar, la profundidad debe ser de 60cm aproximadamente.

2. Lavaplatos: se debe contar con 2 lavaplatos como mínimo y ambos deben contar con agua fría y caliente. De igual forma es necesario contar con un surtidor de agua destilada para la realización de las pruebas sensoriales, el agua

contribuye en olores y sabores por lo cual es necesario que los jueces hagan los enjuagues con agua destilada. También es recomendable que al preparar y lavar los materiales se utilice esta agua.

3. Equipo de refrigeración: es importante contar con equipos de refrigeración para mantener la cadena fría de los alimentos y tener así una buena conservación de los mismos. Es importante guardar los alimentos a temperaturas bajas y constantes antes de ser preparadas y servidas a los jueces. También es de gran utilidad contar con un congelador para los ingredientes que requieran una conservación prolongada para el almacenamiento de muestras de referencia o para poder guardar y luego evaluar juntos alimentos que hayan sido preparados en tiempos diferentes.

4. Espacio de almacenamiento: se debe contar con alacenas, repisas o aparadores para el almacenamiento de utensilios y equipo a utilizar. Estos lugares de almacenamiento deberán estar ubicados en la parte de abajo de los mostradores y sobre las ventanillas de paso entre el área de preparación y el área de degustación. Es útil contar con una repisa sobre las ventanillas de paso, para colocar ahí las bandejas con las muestras.

5. Ventilación: las campanas de ventilación deben estar colocadas sobre las estufas en las cuales se prepararán las muestras, son importantes ya que con estas se disminuirá la cantidad de olores que sean producidos a la hora de la preparación y esto disminuye los errores en la respuesta el panel (Larmond, *óp. cit.*).

- Área de deliberaciones del panel. Estas áreas son importantes para que los panelistas puedan encontrarse con el encargado, el cual les dará instrucciones se podrán realizar intercambio de opiniones o ideas. Esta área debe ubicarse totalmente a parte del área de preparación de alimentos, de esta forma ni el ruido ni los olores interferirán con el trabajo de los panelistas; deberá estar situada de forma que no ocurran interrupciones del resto de personal del laboratorio. Esta área debe ser cómoda y contar con buena iluminación y área

para que los panelistas puedan sentarse, también debe contar con un pizarrón situado en un área de fácil visibilidad para los panelistas.

- Cabinas para degustación. Este espacio al igual que el área de discusión debe estar completamente a parte de la zona de preparación, aunque es preferible que el área de degustación y el área de discusión estén por separado, también estas dos pueden combinarse. Debe ser un espacio bien iluminado y totalmente aislado del área de preparación. Esta área debe tener cabinas individuales, donde el panelista pueda evaluar la prueba sin interrupciones y sin influencia de otros miembros. Por lo general el área cuenta con 5 o 10 cabinas de degustación, cada una de las cuales debe tener un mostrador, una silla y una ventanilla de comunicación con el área de alimentos. Las cabinas pueden construirse de forma permanente o con divisiones movibles, cada una debe tener 60cm de profundidad por 60cm de ancho. Para facilitar el paso de las bandejas de muestra, el mostrador de la cabina deberá estar a la misma altura que el mostrador del otro lado de la ventanilla, la altura más conveniente suele ser de 90cm. Cada cabina debe contar con una silla que quede a la altura apropiada para que el panelista se sienta cómodo; disponer de luz individual y toma corriente; debe estar ventilada adecuadamente, además de mantener la humedad y temperatura adecuadas para la comodidad del panelista.
- Área de oficina. En esta área el encargado preparará las boletas o informes, analizar datos y archivar los resultados de las pruebas; este espacio debe contar con escritorio, archivo, calculadora con funciones estadísticas y computadora la cual deberá contar con programas estadísticos.
- Utensilios y equipo. Estos son necesarios para la preparación de alimentos. Ninguno de los materiales debe liberar sabores u olores, ya que eso puede afectar la muestra. Todos los utensilios deben ser específicos para el área sensorial. Pueden usarse también materiales desechables. Los utensilios que se requieren para la preparación de alimentos son: balanza de precisión, ollas de vidrio o cerámica. Los recipientes de muestra serán seleccionados según el

tamaño y tipo de muestra. Es conveniente utilizar recipientes desechables. La bandeja para colocar la muestra antes de servir al panelista debe ser metálica; se requerirán también utensilios de mesa como son cucharas, tenedores, cuchillos, servilletas, vasos de vidrio o desechables.

### 2.7.2 Instalaciones temporales para pruebas sensoriales

Si no se cuenta con instalaciones permanentes o se requiere realizar las pruebas en lugares lejanos a las instalaciones, se pueden utilizar paneles temporales siempre y cuando cumplan con los siguientes requisitos:

- Área de preparación de alimentos. Se puede realizar en el laboratorio utilizando hornillas (Larmond, *óp. cit.*).
- Área de panel. La evaluación se puede realizar en cualquier área separada siempre y cuando esté aislada de ruido y olores. Se pueden utilizar divisiones portátiles para mejorar la comodidad del panelista.
- Área de oficina. El encargado requiere espacio para organizar las encuestas y poder analizar los datos.
- Utensilios y equipo para las pruebas sensoriales. Se requerirán los mismos utensilios que en las instalaciones permanentes.

### 2.8 Consumo de conejo

Los conejos silvestres se formaron en la península ibérica, durante la glaciación Würm que ocurrió aproximadamente entre 50,000 y 100,000 años, en el periodo interglaciario. Para este momento ya existían poblaciones humanas como Neandertales y nuestros ancestros directos los hombres anatómicamente modernos que seguramente iniciaron la caza de conejos. Se pueden afirmar tres corolarios:

- El conejo es el único animal doméstico que está claramente localizado y determinado geográficamente (península ibérica).
- Es el único animal doméstico con procedencia exclusiva de Europa.
- A pesar de la gran facilidad reproductora, los conejos suelen ser víctimas grandes depredadores especialistas y por tanto su expansión hacia el resto de Europa fue muy lenta. Hasta la Edad de Bronce no habían superado el río Garona en Francia. Fueron los romanos, con sus legiones, quienes ayudaron a su expansión (Camps, 2011).

La primera domesticación del conejo sucedió en las costas de la Península ibérica. Hoy en día se conoce la evolución del conejo mediante el análisis de ADN mitocondrial, en restos paleontológicos en conejos de monte y en conejos domésticos. Se puede dividir a los conejos en dos grupos: los definidos como “A” que son el grupo más antiguo y que aún se encuentran en forma silvestre en algunas zonas de Andalucía y del sur de Portugal y el “B” que apareció antes de la llegada de los romanos y lo forman los conejos de monte y razas domésticas. A medida que pasaron los siglos de manera natural o con ayuda de las personas, los conejos entraron a nuevas áreas y se iniciaba su caza y su consumo. Vista la alta fecundidad de conejas y también de liebres, en muchas ocasiones confundidos como especies similares, las culturas ancestrales creaban mitos sobre hechos de la naturaleza y otros de origen totémico. En relación a los lepóridos, algunas culturas les dieron valor simbólico vinculado con la fecundidad igual que a la luna. Consecuentemente supusieron que comer carne de conejo o de liebre, fomentaba la potencia sexual (Camps, *óp. cit*).

Al llegar el cristianismo a los países del norte de Europa, se inició la lucha contra estas creencias e incluso se prohibió el consumo de carne de conejo, tal como pidió el Papa Zacarías en el año 152. Antes del año 800, el emperador Carlomagno contribuyó a la organización de la caza, separándola entre caza mayor (la cual incluía a los faisanes) y estaba dedicada a la realeza y a los nobles. La caza menor, que estaba permitida al pueblo, incluía a los conejos. A

partir de esta normativa, cada reino y nación fue desarrollando nuevas leyes de caza basadas en las de Carlomagno.

### 2.8.1 La producción de conejo en el mundo

Un estudio realizado por Colin y Lebas (1994) indica que el consumo de conejo a nivel mundial en esos momentos era de 1,2 millones de toneladas de canal. En una estimación un poco más reciente, en el año 1994, está incluida la mayoría de los países del mundo; los mismos autores calculan que el consumo de conejo a nivel mundial es de 1,5 millones de toneladas aproximadamente, lo cual daría un consumo aproximado de 280g de carne de conejo por habitante; este nuevo es teórico ya que en algunos países el consumo de conejo es nulo para la mayor parte de los habitantes. La producción está concentrada principalmente en Europa. Los principales países productores de carne de conejo son: Italia, Rusia, Ucrania, Francia, China y España. En total Europa aporta el 75% de la producción mundial. La segunda fuente importante de producción de conejo está situada en China. Según los estudios de estos autores la producción anual de carne de conejo en México es de 15,000 toneladas aproximadamente (Lebas *et al.*, 1996).

Cuadro 2 Principales países productores de carne de conejo en el mundo en 1990.

País	Producción estimada (miles de ton de canal)	País	Producción estimada (miles de ton de canal)
Italia		Portugal	
CEI (ex URSS)	300	Marruecos	20
Francia	250	Tailandia	20
China	150	Viet Nam	18
España	120	Filipinas	18
Indonesia	100	Rumania	18
Nigeria	50	México	16
Estados Unidos de América	50	Egipto	15
	35	Brasil	15
Alemania	30		12
Rep. Checa y Eslovaquia	30		
Polonia		Total estimado de la producción mundial.	
Bélgica	25		
	24		1,516
Hungría	23		

\*Países cuya producción supera las 10 000 toneladas.

Fuente: Colin y Lebas, *óp. cit.*

De acuerdo al cuadro 2 citado en 1990, tres años después, Errecart (2015) menciona que en el año 1993 la producción de carne porcina significó el 46.3%, la carne bovina representó el 31.7%, siguiendo la de ave con el 22%. A la vez que se observa que en décadas anteriores no se tiene registró de la producción y consumo de la carne de conejo como una carne de abasto sino como carne exótica.

En Estados Unidos de América la cría y el consumo de conejo están concentrados en Washington, Oregón, California, Missouri y Arkansas. En estos



lugares se consumen animales jóvenes, de 1,8 kg peso vivo (pv) aproximadamente y la carne se come frita. En la costa el consumo de conejo es prácticamente nulo, pero figuran como animales de compañía.

En Canadá, la cría de conejo sigue siendo baja; se concentra en Quebec y Ontario, en este lugar el conejo se consume con un peso mayor a 1,8 kg/pv.

En México, gracias a la promoción de criaderos familiares en las zonas rurales se estima una producción de más de 10,000 toneladas anuales, en coexistencia con pequeños criaderos (en progreso); estos son orientados al autoconsumo y criaderos comerciales. Los de pequeña escala (20 a 100 hembras), utilizan casi exclusivamente piensos compuestos completos y en los criaderos familiares generalmente se alimentan a base de forrajes (alfalfa, paja de maíz o sorgo) además de los desperdicios de la cocina. En el año 1900 la crianza de conejo en México fue gravemente afectada gracias a la enfermedad Hemorrágica viral (VHD) que acabó con la mayor parte de las granjas. Actualmente ha habido un gran avance en la recuperación y repoblación de granjas cunícolas (Lebas, *óp. cit.*).

En las islas del Caribe, la crianza de conejo es específicamente familiar y generalmente se alimenta con forrajes. Estos pertenecen a razas locales de pequeño tamaño obtenidas de animales importados hace varios cientos de años, cabe resaltar que se ha realizado un esfuerzo para el desarrollo, mejora de razas y métodos más intensivos en Cuba (Lebas, *óp. cit.*).

### 2.8.2 El conejo en México y su producción

En México, la relación entre el hombre y la naturaleza siempre fue muy estrecha; ésta va permeada de temor, respeto y misticismo. Los animales no sólo se utilizaban para consumo, sino también como elementos de la naturaleza con espacios propios, necesidades específicas y como parte de un universo en equilibrio. De esta manera, desde etapas ancestrales se consideran una serie de

clasificaciones según la era temporal por la que se suscitaron ciertas características, dichas etapas se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3 Creencias sobre la carne de conejo en etapas ancestrales

Periodo	Características
Horizonte Preclásico (1800-100 A.C.)	La cultura Olmeca, también denominada “Cultura Madre” que tuvo su origen en esta época, fue llamada así por haber influenciado de forma significativa a las otras culturas.
Horizonte Clásico (100 A.C. a 850 D.C) Postclásico (850 a1250 D.C.) Histórico (1250 a 1521 D.C	Zapotecas, Mayas. Toltecas y Aztecas). En todas las culturas, el conejo tiene una evocación mágica-religiosa, estudios arqueológicos demuestran que los olmecas intentaron domesticar al conejo ( <i>Sylvilagus</i> ); estas conclusiones se obtuvieron a partir del análisis de ruinas de Cacaxtla, Tlaxcala. Por otro lado, la cultura maya también tenía un vínculo estrecho con el conejo ya que a este se le relacionaba con la luna. De forma romántica se menciona, que se halló un vaso en el cual se veía representada la diosa luna, la cual tiene en su amparo un conejo
(1345-1525 D.C.)	En la Cultura Azteca, Tochtli (conejo en náhuatl), era el símbolo de la fertilidad y de las grandes cosechas, y se constituye en el octavo signo de los veinte que aparecen en el centro de su calendario. En cada ciclo de 52 años (ciclo religioso), 13 estaban destinados para Tochtli. Ometochtly (“dos conejos”) es la deidad del pulque y de las bebidas embriagantes.

El conejo silvestre que habitaba en México desde ese momento era el zacatuche también llamado teporingo o conejo de los volcanes es perteneciente al género *Sylvilagus spp*, esta especie de conejo es autóctono a la cordillera volcánica que circunda a la Ciudad de México y cuyo nombre científico es *Romerolagus diazi*, pertenece a la familia *Paleolaginae*. Los conejos del género *Oryctolagus* llegaron a México gracias a los españoles en los siglos XVI y XVII, en estas épocas la importancia económica del conejo era elevada, pero después de la guerra de independencia, la cunicultura detuvo su crecimiento hasta el siglo XIX en el cual tuvo una importante regresión (Jandete *et.al.*, 2005).

En las décadas de los años 1920 y 1930, nuestro país tuvo un papel importante como productor de pelo de conejo de Angora; sin embargo, al iniciar la segunda guerra mundial en el año 1939, las condiciones económicas globales cambiaron; conforme fue avanzando el conflicto, fue más difícil suministrar los alimentos que el pueblo demandaba, principalmente los países que estaban involucrados directamente. En ese momento el conejo obtuvo relevancia, demanda y aprecio. El conejo se podía criar en espacios reducidos y alimentarse de pasto y de una gran variedad de alimentos de cocina. De esta manera, el conejo pasó a ser una excelente alternativa para la obtención de proteína de origen animal. Al finalizar la guerra en el año 1945 los europeos fomentaron la crianza de conejos a nivel doméstico dando pie a la crianza de nivel industrial. Durante las décadas de los años 1950 y 1960 se establecieron las bases tecnológicas que permitieron el inicio de una cunicultura con carácter empresarial (Jandete *et al.*, *óp. cit.*).

En México, el gobierno empezó a promover la cunicultura y diversas ramas menores de la ganadería, en el año 1970 fueron implementados diversos programas sociales para mejorar la condición de vida y de alimentación de la gente más desamparada del país. Con la intención de fomentar el consumo de carne de conejo y con el propósito de generar líneas genéticas de alta calidad para abastecer de pie de cría a los centros de pequeña producción (SAGARPA, 2012).

Para las familias de bajos recursos económicos se crearon programas de extensionismo pecuario, como son los “paquetes familiares”, los cuales consistían en entregar a familias de bajos recursos económicos y situación rural del país, un paquete de conejos que incluía 1 macho y 3 hembras, así como un paquete básico necesario para que las familias pudieran reproducir a los conejos. También se les proporcionaba apoyo técnico. Al pasar un año de la entrega de los paquetes familiares, los beneficiarios debían reponer los animales dados con animales jóvenes. Por desgracia, debido a cuestiones políticas y económicas el programa se fue viniendo abajo. En los años ochenta se intentó fomentar y promocionar el consumo de conejo, sin embargo, cuando la producción estaba

incrementando, surge la introducción de la Enfermedad Hemorrágica Viral. Por descuido y/o corrupción de las aduanas, se permitió la introducción de canales con virus las cuales provenían de China, esto obligó al gobierno a tomar medidas contundentes. Después de ser analizado el problema a nivel técnico epizootiológico, se tomó la decisión de erradicar la población cunícola, lo cual lograría eliminar la enfermedad del país (Jandete, *et al.*, *óp. cit.*).

México es el único país que ha logrado la erradicación de la Enfermedad Hemorrágica Viral de forma rápida y eficaz. Obviamente después de lo sucedido se tuvo que iniciar de nuevo con la producción cunícola, por ignorancia y por ejecución de campañas publicitarias negativas para el consumo de carne de conejo, después de la erradicación, el consumo de conejo prácticamente desapareció.

Actualmente, el consumo de carne de conejo ha aumentado poco a poco gracias al esfuerzo de muchos cunicultores y en el año 2002 se inició con difusión por parte del gobierno que, con el fin de incrementar el consumo de carne de conejo, se impulsarían granjas de traspatio o familiares. A partir de estas iniciativas se hizo apertura de créditos encaminados a la producción y comercialización del conejo. Con esto se ha intentado dar una fuente de ingresos y alimentos, a través de la reactivación de las actividades pecuarias regionales. En el 2005 se fomentaron programa similar a la población en la década de 1970, pero esta vez impulsado por asociaciones civiles (Jandete, *et al.*, *óp. cit.*).

## 2.9 Propiedades de la carne de conejo

El sacrificio del conejo suele ser a temprana edad, esto garantiza la ternura de la carne, también se caracteriza por tener menos grasa que otras carnes animales lo cual la hace de fácil digestión. La carne de conejo, está considerada como carne “blanca”, como la de las aves. Los alimentos además de sus cualidades nutrimentales, tienen el aspecto satisfactorio, que dan sus cualidades organolépticas (aroma, sabor, textura) y la carne de conejo es especialmente apreciado por ello (Bixquert *et al.*, 2011).

La aceptación de esta carne se debe a su bajo contenido calórico, el cual es inferior de otras carnes recomendadas como el pavo y el pollo. Además de tener un alto porcentaje en proteínas de elevado valor biológico, su bajo contenido de grasa (mono y poli-insaturadas), especialmente en colesterol y su gran contenido de minerales importantes (hierro y calcio) y ciertas vitaminas (como niacina y vitamina B12). Así mismo, la carne de conejo cuenta con buen aporte de magnesio, potasio, vitamina B6, vitamina E y ácido fólico, además de ser baja en sodio (Bixquert *et al.*, *óp. cit.*).

Otra de las características de la carne de conejo es que tiene niveles muy bajos de ácido úrico y purinas, a diferencia de algunos pescados como son; arenques, anchoa, bacalao, trucha, salmón, también algunos mariscos; como, cangrejo y ostras, las vísceras, ciertas carnes como son de vacuno, cerdo y pavo, contemplando también ciertas legumbres como las alubias, garbanzos, lentejas y las espinacas.

Gracias a estas cualidades, la carne de conejo está recomendada como alimento para personas con diversas enfermedades. También se debe tomar en cuenta que la canal de un conejo pesa entre 1.3 a 1.5 kg, la cuarta parte de ella, descontando los huesos, tiene un peso de 100 a 110 g de carne magra, que proporciona unos 25 a 30g de proteínas, el 50% de los requerimientos diarios en cualquier circunstancia, (adulto, crecimiento, embarazo, lactancia) y el 60% pasando los 65 años. Aunado a todos sus beneficios este alimento también

contiene una respetable cantidad de micronutrientes (lípidos, vitaminas, minerales, amino ácidos) a los cuales se les atribuyen efectos antioxidantes, los cuales son muy importantes actualmente para disminuir diversas enfermedades crónicas y el retraso del envejecimiento corporal (Bixquert *et al.*, *óp. cit.*).

Es difícil el acceso a la información con respecto a las propiedades organolépticas de la carne de conejo; generalmente está expuesta a valoraciones subjetivas. Se le describe como carne con sabor enormemente delicado y suave para el sistema digestivo. De acuerdo a la página especializada en alimentación *Eat the Seasons* (2015), la carne de conejo salvaje o silvestre tiene como característica un sabor entre sutil y jugoso, así como una consistencia más magra a diferencia del conejo criado en granjas y al de la liebre que tiene una carne con un sabor más intenso. También se reconoce que la carne de conejo es muy versátil y funciona bien con los ingredientes que se utilizan con frecuencia para la preparación de platillos a base de pollo. Por ejemplo, la preparación con mostaza y crema en Francia, tomate y hierbas en Italia y el ají en Latino América.

Bixquert *et al.*, (*óp. cit.*), hace mención de que la carne de conejo es similar en apariencia a la carne de pollo, a diferencia de que la carne de conejo es de textura más firme. El sabor puede acentuarse más al remojar la carne en agua con sal o agua con un poco de vinagre durante tres horas antes de ser preparado, al realizar este proceso también se garantiza la desaparición de residuos de sangre.

## 2.9.1 Características fisicoquímicas de la carne

### 2.9.1.1 pH

El pH es una medida de la acidez o basicidad de una solución. El pH es la concentración de iones o cationes de hidrógeno ( $H^+$ ) presentes en determinada sustancia. La sigla significa potencial de hidrógeno y se representa mediante una escala que establece una recta numérica que va desde el 0 hasta el 14, el número siete corresponde a las soluciones neutras (Jiménez *et al.*, 2000).

El pH es una de las características más importantes a la hora de evaluar carne, ya que afecta directamente a la estabilidad y propiedades de las proteínas y su valor final (medido generalmente 24 h post-mortem); de ella dependen prácticamente todos los atributos importantes de la calidad de la carne, por ejemplo: la capacidad de retención de agua (textura) y color. La evaluación del pH de la carne de conejo se inicia a partir del pH del músculo, según Bate y Bendall (1949) en animales vivos, es decir una cifra muy cercana a 7.0. Posterior al sacrificio el músculo pierde el aporte de oxígeno y nutrientes, por lo que trata de conservar su integridad emitiendo todas sus reservas de energía y sufriendo cambios en sus propiedades durante la etapa post-mortem (rigor mortis), las cuales dependen de las condiciones ante-mortem (estrés, ayuno, transporte, producción de ácido láctico, método de aturdimiento, etc.) y de la disponibilidad de glucógeno. (Gondret, *et al.*, 1998). Una de las consecuencias de este fenómeno en carne de conejo, es la disminución del pH, que pasa de un valor en el músculo de 7.0 a 7.2, a un pH último dependiendo del músculo, que oscila entre 5.6 (en músculos de actividad glucólica) a 6.4 (en músculos oxidativos) (Cabanes, 1996; Delmas y Ouhayoun, 1990) y de los factores ante-mortem.

El pH último puede variar según el tipo de músculo, su histología y sus propiedades bioquímicas como el tipo, número y proporciones de cada fibra muscular, así como de sus propiedades glicolíticas y oxidativas (Onopiuk *et al.*, 2016).

El pH es tan importante que para poder llamar a una carne de cerdo pálida, suave y exudativa (PSE, por sus siglas en inglés de *pale, soft & exudative*) y oscura, firme y seca (DFD, por sus siglas en inglés de *dark, firm & dry*) se realizan evaluaciones que comprueben que el pH es el indicado para cada una de ellas (Castrillón, *et al.*, 2005).

En la carne de bovino (Ramírez, 2004) menciona que la velocidad de acidificación es más lenta en los músculos rojos (oxidativos) que en los blancos (glucolíticos) mientras que en la carne de conejo la velocidad de acidificación es la misma, tanto en músculos oxidativos como en glucolíticos (Renou *et al.*, 1986). Los músculos de la porción delantera de la canal tienen mayor pH que los músculos de la parte trasera.

Bendall (1973), detalla tres fases del establecimiento del rigor en conejos, la primera fase es la fase de latencia. En esta etapa el músculo se mantiene extensible, pues igual que en el momento del sacrificio, la duración de ésta puede variar según la acumulación de glucógeno, en animales con mayor contenido de glucógeno muscular, tendrá mayor concentración de ácido láctico lo que el pH será más ácido.

La segunda fase es la de instauración. En esta fase se observa una rápida disminución de la extensión del músculo.

La última fase es la de inextensibilidad, en la cual la variación del pH post-mortem puede caracterizarse por su velocidad de caída, la cual está en proporción a la actividad ATPasa de la miosina y por su amplitud, la cual depende de la cantidad de glucógeno degradado.

La limitada caída del pH causada por estímulos tales como condiciones de estrés, frío, enfermedad, calor, contracciones extenuantes de los músculos antes del sacrificio, también pueden causar la obtención de canales que tengan carne oscura y potencialmente dura, gracias a los cambios mencionados anteriormente. En el caso del conejo, el pH se mide normalmente en el músculo *Longissimus* y en el bíceps *femoris* (Blasco y Piles, 1990; Ouhayoun y Delmas,



1998). Oliver *et al.*, (1997) descubrieron valores de pH de 5.70 y 5.77 en el *Longissimus* obtenido de conejos alimentados con dietas suplementadas con aceite vegetal y grasa animal, con pH de 5.66 en dietas control (no suplementada). Otros autores encontraron diferentes valores de pH en el músculo *Longissimus* del conejo: unos pH de 5.66 a 5.71 (Blasco y Piles, *óp. Cit.*), 5.45 a 5.63 (Lambertini *et. al.*, 1996), 5.98 a 6.0 (Niedzwiadek, *et al.*, 1996). Hasta el momento no se han encontrado razas de conejos que presenten cinéticas de acidificación o valores de pH anormales, como es el caso de la carne de cerdo, el cual puede determinar defectos en la carne, de tal forma que la carne de conejo no es exudativa (Hulot y Ouhayoun, 1999).

#### 2.9.1.2 Capacidad de retención de agua (CRA)

La capacidad de retención de agua (CRA) se refiere a la capacidad de la carne para retener agua cuando se somete a factores externos como: corte, presión y temperatura. Cuando se emplea cualquiera de los factores anteriores, la carne presenta pérdidas de humedad debido principalmente al agua libre de su estructura. La CRA es una propiedad de gran importancia en la calidad de la carne, ya que sufre cambios antes, durante y después de la cocción (Koohmaraie, 1994; Ouali, 1992; Roncalés *et al.*, 1995).

La pérdida por goteo a la hora del almacenamiento tiende a ser muy grande y al mismo tiempo de perder agua se pierden algunas proteínas solubles, vitaminas y minerales. Para evaluar la CRA se utiliza un método que mide la “pérdida por goteo” e indirectamente la CRA, pero para la carne de conejo, que es una canal pequeña los procedimientos que se sugieren son poco eficientes, por lo que Pla *et al.*, (1998) sugieren aplicar el método de “Compresión en papel filtro (CRAp)” con el cual se evalúa la cantidad de “agua liberada por presión” como una medida indirecta de la CRA, la cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$CRAp = \frac{\text{Peso del papel filtro húmedo} - \text{peso del papel filtro}}{\text{peso de muestra de carne}} \times 100$$

Pla *et al.*, (*óp. cit.*), calcularon valores de CRA de 34.43, 35.59 y 35.62 %, para tres líneas seleccionadas por diferentes objetivos. También (Ramírez, *óp. cit.*) encontraron valores de CRA 33.5, 36.8 y 30.6 en conejos alimentados con dietas enriquecidas con grasa vegetal y control respectivamente. Los valores anteriores son muy similares a los publicados por Battaglini, *et al.*, (1994), 35.6 a 35.7%. Piles, *et al.*, (2000) publicaron una CRA de 33.83% en conejos seleccionados por velocidad de crecimiento. Dal Bosco, *et al.*, (1973), encontraron valores de CRA de 56.83, 47.05, 44.15 y 47.98 para *Longgisimus* fresco, hervido, frito y asado, respectivamente, empleando el método de centrifugación (Nakamura y Katoh, 1985).

En el cuadro 4, se observa la pérdida de agua por influencia de la edad en el proceso de cocción (asado) de la carne de conejo, la cual reduce al aumentar la edad, esto se debe a que los conejos jóvenes tiene mayor cantidad de agua por lo tanto la perdida es mayor (Fischer y Rudolph, 1979).

Cuadro 4 Pérdida de agua (%) por cocción (asado) de carne de conejo de acuerdo a la edad y contenido de grasa.

	Edad (días)		
	86	96	105
Peso canal, Kg	1.40	1.54	1.63
Pierna	30.9	27.6	27.3
% grasa en la pierna	4.8	4.9	6.0
Lomo	34.1	30.9	30.8
% grasa	1.5	1.7	1.6

Fuente: Fischer & Rudolph, *óp. cit.*

### 2.9.1.3 Color

El color es uno de los factores más importantes que afecta la decisión del consumidor ya que se piensa como un indicador de frescura y por lo tanto se puede anticipar a la palatabilidad (Nieto *et al.*, 2010), el color está relacionado con diferentes factores, como son la concentración de pigmentos, principalmente la mioglobina (Mb) y su estado químico, el potencial antioxidante de la carne, la estructura de la fibra y el estado físico de las proteínas musculares, así como por el tipo y nivel de grasa intramuscular (Ponnampalam *et al.*, 2017).

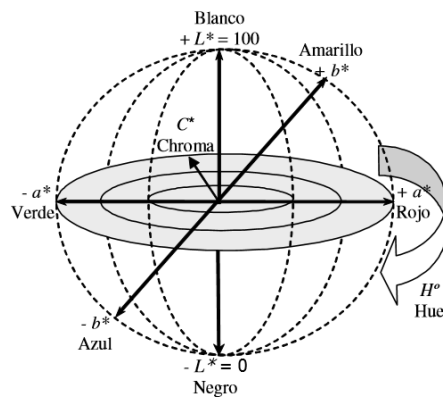
La mioglobina es la proteína más importante para el color de la carne, aunque otras proteínas hemo como la hemoglobina y el citocromo C también son relevantes, es soluble en agua y contiene 8  $\alpha$ -hélices (A-H) unidas por secciones cortas no helicoidales, de los numerosos residuos en mioglobina, la histidina es de gran jerarquía al ser un factor clave en la estructura y función de la mioglobina (Mancini y Hunt, 2005), y se exhibe en tres formas químicas, como la deoximioglobina, que aporta el color púrpura y que se oxigena rápidamente a (O'Grady *et al.*, 2006) oximioglobina ferroso (OxyMb), que es de color rojo brillante y que es la apreciada por los consumidores para mostrar la frescura.

Cuando se prolonga el contacto de Mb con oxígeno lleva a la formación de la forma oxidada, conocida como metmioglobina férrica (MetMb) dando la coloración marrón y que durante el almacenamiento su acumulación en la superficie de la carne se afecta por factores intrínsecos como la edad del animal, raza, sexo, dieta, pH, tipo metabólico del músculo y factores extrínsecos como la temperatura, disponibilidad de oxígeno, tipo de iluminación, crecimiento de superficie microbiana así como tipo de empaque, o bien por una combinación de estos factores (Li *et al.*, 2017); de esta manera puede ser evaluada la edad del animal, generalmente cuando el conejo es mayor la carne suele ser más oscura y más dura; esto se debe a que los músculos contienen mayor cantidad de mioglobina (Cassens, 1994).

La percepción del color es exclusiva en cada individuo, por lo que es muy complicado establecer objetivamente un color específico, sin tener una base de

referencia, por esta razón las primeras medidas del color se realizaron basadas en estándares por medio de comparación. En este momento, para la identificación del color, existen instrumentos que le atribuyen valores numéricos, los cuales hacen objetiva esta propiedad. La Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) de 1976 recomienda para evaluar el color, hacerlo con dos escalas alternativas y uniformes: ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) ó CIELAB y la CIE, 1976 ( $L^*$ ,  $u^*$ ,  $v^*$ ) (figura 2).

Figura 2 Espacio del color en la escala CIE  $L^*$   $a^*$   $b^*$  y sus coordenadas cilíndricas  $C^*$  y  $H^\circ$ .



Fuente: Tomada de Ramirez, 2004.

Esta escala está basada en la teoría de percepción de colores opuestos, la cual establece que un color no puede ser verde, rojo, azul y amarillo al mismo tiempo.

A la hora de expresar un color en CIELAB,  $L^*$ , muestra la luminosidad o claridad;  $a^*$  ( $u^*$ ), indica el valor rojo/verde y  $b^*$  ( $v^*$ ) identifica el valor amarillo/azul. A partir de los valores de  $a^*$  y  $b^*$  puede ser calculado el ángulo Hue:

$$H(\circ)ab = tg - 1b^*/a$$

Y la cromaticidad (Chroma):

$$C^*ab = (a^* 2 + b^* 2)^{1/2}$$

En el caso de la carne, el color es también una característica de importancia comercial, ya que es el primer atributo de calidad que el consumidor puede

apreciar. Para realizar la evaluación en el color de la carne y productos cárnicos, Honikel (1997), recomienda algunos parámetros a considerar, como definir el tiempo de “Blooming” (tiempo de exposición de la carne al aire, exactamente después de cortar la muestra, que de preferencia deben ser dos horas y como mínimo una hora a una temperatura máxima de 3°C) (CIE, 1993) y realizar la lectura por triplicado, habiendo calibrado el fotocolorímetro con los estándares adecuados, mediciones en carne con gran cantidad de grasa intramuscular marmóreo o colágeno, producirán valores de gran variabilidad.

El contenido del pigmento mioglobina es intrínseco al músculo, dependiendo de los factores de producción primarios, tales como especies, raza, edad, tipo de músculo y grado de nutrición. El periodo ante-mortem, el método de sacrificio y las etapas subsecuentes, afectan el color, por la influencia de la velocidad de caída de pH y la disminución de la temperatura. Durante el almacenamiento, distribución y venta, el proceso de oxidación y oxigenación de la mioglobina afectan al color (Honikel, 1998).

Gracias a que la mayor parte de las investigaciones realizadas con color en la carne están aplicadas para especies y cortes de mayor consumo, para la carne de conejo, Blasco (1996), sugiere que las medidas del color se realicen en los músculos de mayor importancia comercial, es decir *Longissimus dorsi* y *bíceps femoris*, considerados los músculos más representativos en estudios realizados en calidad de carne de conejo. Al no haberse precisado los métodos ni la forma de establecer un control de calidad, los distintos autores realizan las mediciones del color en diferentes lugares de la canal, por lo que la comparación de resultados es difícil (Pla *et al.*, *óp cit.*).

En el cuadro 5 se describen las variables de color para distintas especies y varios músculos de conejo (Pla *et al.*, *óp. cit.*), en donde se puede observar cómo los valores de colores para los parámetros L\*, a\* y b\*, varían ligeramente, de acuerdo al músculo donde se haga la lectura. Los valores de luminosidad (L\*) y predisposición al rojo (a\*) en el caso de la carne de vacuno, representan los más

altos de la tabla, en comparación con los valores de las mismas variables para el músculo *pectoralis* de pollo que tiene los más bajos, ambos se deben a su composición y propiedades. El músculo *Longissimus* de cerdo y conejo poseen características semejantes de color, hasta cierto punto. Gil *et al.*, (2001) Encontraron valores para L\* desde 32.2 hasta 38.9, en siete razas de terneras españolas para carne.

Cuadro 5 Parámetros de color medidos en la superficie de la canal en diferentes músculos.

Espece	Músculo	L*	a*	b*
Conejo	<i>Longissimus lumborum</i>			
	○ 7a Vértebra lumbar	56.89	2.35	0.57
	○ 4a Vértebra lumbar	55.57	2.49	1.61
	○ 2a Vértebra lumbar	55.82	2.67	2.0
	<i>Gluteus accesorius</i>	54.12	3.85	3.2
	<i>Bíceps femoris</i>	52.08	3.47	4.4
Pollo	<i>Pectoralis</i>	81.17	2.62	15.9
Cerdo	<i>Longissimus</i>	57.0	7.44	15.9
	<i>L, thoracis</i>	52.0	7.4	3.1
Vacuno	<i>L, lumborum</i>	41.7	20.7	21.1
	<i>L, thoracis</i>	32.2	23.4	13.3

Fuente: Pla *et al.*, óp. Cit; Gil, *et al.*, 2001.

Al evaluar el color de la carne de conejo se obtienen valores que pudieran considerarse pálidos ( $L^* > 52$ ), este tipo de carne no presenta el problema de ser PSE (pálida, suave y exudativa) como en caso del cerdo (Monin, 1988), por lo que la carne de conejo se considera una carne blanca, pero no exudativa (Hulot y Ouhayoun, óp. cit.).

## 2.10 Antioxidantes de origen vegetal

### 2.10.1 Introducción al romero (*Rosmarinus officinalis* L.)

El hombre ha utilizado las plantas a lo largo de su historia para cuidar su salud, es por ello que es complicado encontrar referencias de los primeros usos de plantas medicinales en la prehistoria; para su investigación es necesario utilizar los restos vegetales fosilizados; así se hallaron evidencias de la época Neandertal, desde hace 60,000 años aproximadamente (De Rivera *et al.*, 1995) (Stockwell, 1988).

La planta de romero ha tenido gran importancia en la historia del hombre, esto se debe a las cualidades mágicas o milagrosas que le imputaron distintas culturas (Villiers, 2002). En la primera dinastía faraónica, se colocaban ramas de romero sobre las tumbas con el propósito de aromatizar el viaje hacia el país de los muertos (De Rivera *et al.*, *óp. cit.*).

En Grecia y Roma el romero era apreciado como planta sagrada, se creía que el romero simbolizaba al amor y a la muerte, por estas razones esta planta se utilizaba en bodas y funerales, como símbolo de amor duradero y que ese lazo jamás se rompería; también se tenía la costumbre de quemar ramas de romero en los templos (López *et al.*, 1996; Brines *et al.*, 2007).

En la Edad Media se utilizaba al romero no sólo con fines medicinales o alimentarios sino también como fungicida contra los malos espíritus y protección frente a plagas (Lawless, 1998; Pamplona, 1999; Villiers, *óp cit.*, Carvalho, 2010).

En el año 1300, Arnau de Villanova realizó la primera destilación de romero, lo cual favoreció la obtención de productos más elaborados (Arango, 2006). Como se puede notar, eran muchas y variadas las propiedades que se le atribuían al romero en la antigüedad.

### 2.10.2 Propiedades antioxidantes y organolépticas del romero (*Rosmarinus officinalis* L.)

Los antioxidantes son sustancias capaces de retardar la oxidación de los compuestos lipídicos presentes en los alimentos; de esta forma se reduce el deterioro durante el tiempo que los alimentos pasan en almacenamiento. La oxidación es causada por un conjunto de reacciones complejas, las reacciones de radicales libres son específicamente importantes (Hui, 2006). Los antioxidantes pueden ser naturales o sintéticos. De los antioxidantes sintéticos más utilizados en alimentos están el Hidroxianisol Butilado (BHA) y el Hidroxitolueno Butilado (BHT). Estos compuestos son sumamente volátiles, lo cual es una gran desventaja; además se sospecha que estos son perjudiciales para la salud. Gracias a ello, actualmente hay una gran presión por parte de los consumidores que estimula la elaboración de productos que procedan de fuentes naturales y que estos se realicen con tecnología no contaminante (Valenzuela y Nieto, 2001). En algunas hierbas, especias y otros artículos de origen vegetal se pueden encontrar antioxidantes naturales, los cuales son compuestos polifenólicos. Los extractos que se obtienen por hidrodestilación son llamados aceites esenciales, los cuales se caracterizan por ser altamente aromáticos. Con la idea de aminorar los aromas de los extractos y mantener las características favorables como el poder antioxidante, se utiliza la extracción por solvente (etanol, metanol, acetona, hexano, entre otras.) para obtener extractos llamados oleoresinas. El aceite esencial de romero tiene gran cantidad de compuestos aromáticos como los monoterpenos oxigenados (linalol, verbenona, acetato de isobornilo, entre otras). Las oleostinas tienen diterpenos fenólicos, los cuales tienen un gran potencial antioxidante, como carnosol, ácido carnósico, rosmanol, epirosmanol, etc, (Hirasa y Takemasa, 1998; Nogala y Korczak., 2005; Tainter y Grenis, 1993).

Estudios apuntan que la actividad antioxidante del romero es gracias al carnosol, ácido rosmarinico y ácido carnosico (Castillo, 2016).



El aceite de romero es un potente inhibidor de la oxidación lipídica y estructura proteica ya que tiene un efecto antioxidante que a concentraciones más altas se eleva (Estévez y Cava, 2005).

La oxidación lipídica en empanadas de carne fue inhibida por el extracto de romero extracto de orégano y ácido ascórbico. Al mezclar ácido ascórbico y romero se tiene una mayor protección contra el desvanecimiento del color y oxidación de la mioglobina y lípidos (Sánchez, *et al.*, 2003).

Los fenoles diterpoides son los compuestos responsables de la acción antibacteriana (Castillo, *óp. cit.*). Estos compuestos actúan dañando la membrana celular, conduciendo a la liberación de los componentes celulares, inactivando de ese modo la destrucción de los microorganismos (Oussalah, *et al.*, 2006).

En una investigación que analizó la actividad microbiana del romero se encontró que los dos extractos etanólicos de romero *in vitro e in situ* presentaron efecto antimicrobiano frente a *S. aureus*, *L. Monocytogenes* y *Salmonella tiphynurium* (Faixova *et al.*, 2008).

Gracias a que el romero está compuesto de extractos con propiedades antimicrobianas y antioxidantes, lo cual lo vuelve en una excelente opción para la conservación de productos cárnicos. Por ello es muy importante dosificarlo correctamente ya que de no ser así pueden verse afectadas las propiedades organolépticas en el alimento (Castillo, *óp. cit.*).

El poder utilizar conservadores naturales en lugar de artificiales forma una alternativa hacia el consumo de productos cárnicos, para mejorar la alimentación del ser humano evitando consumir productos que contengan aditivos químicos, manteniendo las características organolépticas del producto (Castillo, *óp.cit.*).

El romero se caracteriza por su intenso sabor, el cual puede ser predominante sobre otros sabores, por esto se recomienda utilizarlo con moderación en el uso culinario, hasta lograr la intensidad que se desea.

### 2.10.3 Introducción al tomillo (*Thymus vulgaris*)

El tomillo pertenece a la familia de las labiadas, género *Thymus*. El número de especies catalogadas sobre pasa a las quinientas, existe la probabilidad de que existan muchas más, esta planta tiene la facilidad de producir hibridaciones y mutaciones. Una de las especies más conocidas en nuestro país y que se propagan con más facilidad son *Thymus zygis*, *T. hyemalis*, *T. vulgaris*, *T. mastichina*, *T. citrídotus*, *T. corydothymus*, *T. loscossi*, *T. pipirella*, *T. rumidicus*, *T. communis*, entre otros. La parte más provechosa del tomillo son las hojas, las cuales se destinan a condimentos y herboristería. Otra forma de aprovechamiento de esta planta es la obtención de aceites esenciales mediante el proceso de destilado. Uno de los componentes fenólicos que se encuentran en el aceite de tomillo es el timol y el carvacrol, que es un isómero del anterior. El timol proporciona al aceite de tomillo sus características olfativas. Dependiendo del lugar del cual proceda y la especie de tomillo, este aceite tiene porcentajes de riqueza fenólica que oscilan del 40 al 80 % de timol y hasta un 55 % de carvacrol. La esencia de tomillo tiene muchas aplicaciones, en medicina y en perfumería. De la esencia de tomillo se extraen sustancias balsámicas, vermícidas y bactericidas de empleo muy diverso (Martínez, 2008).

Las especies del género *Thymus* tienen un elevado interés como especies aromáticas, medicinales y de condimentación, se recolectan en la naturaleza a mayor o menor escala (Martínez, *óp. cit.*). El tomillo es una planta nativa de la región mediterránea, España, Italia, Francia y Grecia, así como del norte de África, Argelia y Túnez se encuentra principalmente en suelos calizos y magros (Martínez, *óp. cit.*).

#### 2.10.4 Propiedades antioxidantes y organolépticas del tomillo (*Thymus vulgaris*)

El tomillo es una *lamiácea* que se emplea principalmente como condimento o como remedio medicinal, en ambos casos se favorece su uso debido a que contiene aceites esenciales como el timol, anetol y borneol que abundan en las hojas, así mismo destaca por su alto contenido de hierro, 1gr de tomillo contiene el 12% de la ingesta diaria recomendada (Moreiras, *et al.*, 2013). También contiene ácidos como el oleico, palmítico, nicotínico y linoleico; aceites esenciales como el carvacrol y el cineol; aminoácidos como la cisteína, valina, glicina e isoleucina.

La oxidación es un proceso natural tanto en sistemas biológicos como en productos alimenticios. Se define como antioxidante a cualquier sustancia capaz de retrasar o inhibir la oxidación de un sustrato por un radical libre. El antioxidante puede actuar a baja concentración, y ejercer su acción a través de su propia oxidación ya que su estructura química le permite reaccionar fácilmente con los radicales libres, así protege a los sustratos, pueden ser los lípidos presentes en la membrana celular; su oxidación tiene lugar como consecuencia de formación de radicales libres en células y tejidos (Martínez, *óp. cit.*).

Muchas plantas y especias contienen antioxidantes y es poco común que sean utilizados en productos cárnicos ya que no siempre son compatibles a la hora de las pruebas sensoriales. El tomillo ha mostrado efectos antioxidantes en diferentes alimentos grasos. Por ejemplo, en hamburguesas de carne de vaca, la dosis de aceite esencial con mejor aceptación por un panel de consumidores fue de 150 mg/kg (Medina, *et al.*, 2003).

La mayor causa de deterioro en la carne y productos cárnicos es la oxidación lipídica. Ya que durante este proceso se forman compuestos responsables del olor y sabor a rancio que además disminuye la calidad nutricional (Medina, *et al.*, *óp. cit.*).

Últimamente los consumidores y empresas encargadas de elaborar productos cárnicos, se han preocupado por la seguridad al usar aditivos sintéticos, lo que ha incrementado la demanda y la investigación de los productos naturales, ya que, al contrario de los productos sintéticos, los productos naturales resultan benignos para la salud (Medina, *et al.*, *óp. cit.*).

Cuando la carne se muele hay efectos adversos, ya que aumenta la superficie expuesta al aire lo cual incrementa la contaminación bacteriana. Cuando las condiciones de almacenamiento no son óptimas, la carne molida tiene cambios en la coloración mucho más rápido. El aceite esencial del tomillo tiene efecto antimicrobiano -de moderado a fuerte- sobre bacterias Gram positivas y negativas además de diferentes hongos en alimentos (Medina, *et al.*, *Óp. cit.*).

### 3 Justificación

La presente investigación propone aplicar técnicas de evaluación sensorial en carne de conejo alimentado con plantas aromáticas en distintas concentraciones de inclusión de plantas aromáticas combinado con dieta comercial, con ello la aceptación del consumidor para determinar si puede ser considerado para proponerlo al mercado.

La inclusión de plantas antioxidantes en la dieta de los animales, aporta estas propiedades a la carne, por lo que su vida de anaquel y calidad biológica mejoran directamente. Sin embargo para considerar un producto, en este caso carne, con innovación en la producción primaria se debe tomar en cuenta la aceptación del consumidor

Es preciso realizar pruebas de evaluación sensorial y pruebas físico químicas con todo el rigor técnico que en definitiva asegurará la aceptación de los consumidores y brindará la viabilidad económica del proyecto, en beneficio de los municipios y de los turistas que visitan la región.

#### 4 Planteamiento del problema

El consumo de carne de conejo en México es bajo, en comparación con el consumo de las distintas especies de abasto. Son distintos los factores que se reconocen por los que el consumo es reducido, ante ello y como propuesta de mejoramiento de la carne se propone el uso de antioxidantes de origen vegetal.

Utilizando herramientas de aceptación de un producto ante el consumidor, se cuenta con pruebas de evaluación sensorial para determinar los niveles de agrado y aceptación de nuevos productos, en este caso con enfoque innovador, ya que se determina si se lograría posicionar el producto en el mercado, de manera inicial en el local y con el tiempo poder expandir su venta al estatal.

Asimismo, se ha previsto que junto con la producción y comercialización de carne de conejo, se puede llevar adelante un proyecto para alentar a los productores a cultivar y producir romero y tomillo, especies que pueden ser parte de la dieta de los conejos. Esta producción agrícola puede alentar la diversificación de la economía de los municipios, además de servir de insumo para la referida producción de carne de conejo.

## 5 Objetivo

### 5.1 General

Evaluar las propiedades organolépticas y características físico-químicas de la carne de conejo al ser alimentado con la inclusión de dos especies vegetales: el romero (*Rosmarinus officinalis* L) y el tomillo (*Thymus vulgaris*) en dietas para conejos.

### 5.2 Objetivos específicos

- i) Analizar atributos sensoriales; color, olor, sabor, textura y grado de aceptación, de la carne de conejo alimentado a base de dieta comercial con inclusión de romero y tomillo.
- ii) Analizar características físico-químicas; pH, PAp, CRAc y color., de la carne de conejo alimentado a base de dieta comercial con inclusión de romero y tomillo.

## 6 Hipótesis

La carne de conejo alimentado a base de dietas con adición de romero (*Rosmarinus officinalis* L) y de tomillo (*Thymus vulgaris*) tendrá mayor aceptación que la carne de conejo alimentado con dieta comercial. Así mismo tendrá un efecto en el sabor de la carne, sin modificar las características fisicoquímicas.



## 7 Materiales y Método

### 7.1 Límite de tiempo

Fecha de inicio de la investigación: septiembre de 2017

Fecha de término de la investigación: junio 2018

El periodo de trabajo en el Taller de Cárnicos se realizó de marzo a mayo de 2018.

El análisis de resultados se realizó en abril de 2018.

Actividad	Año 2017				Año 2018							
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Recopilación de información y revisión de bibliografía	X	X	X									
Diseño de instrumento			X									
Diseño de preparación de carne de conejo			X									
Recopilación de panel				X								
Evaluación sensorial del producto							X					
Interpretación de resultados								X				
Registro de tema de tesis y protocolo								X				
Redacción de tesis							X	X	X			
Presentación de tesis												X

## 7.2 Límite de espacio

El estudio en su modalidad de trabajo de gabinete, fue realizado en las instalaciones del Centro universitario UAEM Amecameca. Taller de Cárnicos CU Amecameca.

## 7.3 Tipo de estudio

La metodología aplicada para esta investigación se basa en un trabajo de campo de tipo mixta investigación-participativa, transversal, descriptiva y estadística.

## 7.4 Universo y muestra

La comunidad universitaria se compone de alumnos, profesores y personal administrativo. Al ser una investigación por invitación, el muestreo es no probabilístico por intención e invitación, para las pruebas sensoriales la metodología a seguir es Watts (1992), la cual indica que para realizar pruebas sensoriales para el consumidor en aceptación del producto, se requiere de al menos 30 evaluadores.

Para las pruebas físico-químicas se realizó por triplicado en las 40 muestras divididas en los cinco tratamientos.

## 7.5 Criterio de inclusión

- La selección de los participantes fue realizada por invitación de los miembros del Centro Universitario UAEM Amecameca.
- Una vez definida la composición de los participantes, se sometió a un reglamento específico que fue elaborado con este propósito.
- Todos los participantes en este proyecto fueron voluntarios.

- Fue completamente necesario que los participantes sean sinceros a la hora de dar los datos solicitados.

#### 7.6 Recursos humanos

- Taller de Cárnicos del CU UAEM Amecameca:
- Mtra. María Zamira Tapia Rodríguez.

Además de la participación académica de estudiantes, docentes y planta administrativa, todos voluntarios.

#### 7.7 Recursos materiales

- Taller de Cárnicos del CU UAEM Amecameca.
  - Carne de conejo alimentado con inclusión de 1.5 y 3% de tomillo.
  - Carne de conejo alimentado con inclusión de 1.5 y 3% de romero.
  - Carne de conejo alimentado con dieta comercial
  - Báscula digital.
  - Cuchillos.
  - Cámara frigorífica.
  - Estufón o parrilla.
  - Panel de evaluación sensorial.
  - Platos desechables.
  - Vasos desechables.
  - Palillos.
  - Servilletas.
  - Sartén.
  - Galletas.
  - Agua.

- Fotocolorímetro Konica Minolta tricromático
- Potenciómetro para carne Hanna Instruments H199163
- Dos galones de agua con un peso de 2.50 kg.
- Papel filtro.
- Básculas grameras.
- Bolsas con cierre hermético.
- Registros de evaluación sensorial de elaboración propia.
- Impresora a color.
- Computadora portátil.
- Cámara fotográfica digital o celular con capacidad de filmación.
- Material de escritorio para los participantes en los talleres (cuadernos, y bolígrafos)

## 7.8 Método

### 7.8.1 Método para evaluación sensorial

Se contó con cinco muestras de carne de conejo, dentro de cinco tratamientos; tratamiento control (Tx 1), tratamiento con 1.5% de tomillo en la dieta (Tx 2), tratamiento con 3% de tomillo en la dieta (Tx 3), tratamiento con 1.5% de romero en la dieta (Tx 4) y tratamiento con 3% de romero en la dieta (Tx 5). El tiempo de cocción fue el mismo para todas las muestras (dos minutos por lado de la muestra), no se les colocó ningún tipo de condimento.

De manera paralela se desarrolló una herramienta de medición para la evaluación sensorial a consumidores. Dichos consumidores fueron participantes voluntarios del CU UAEM Amecameca, quienes podrán ser alumnos de las distintas licenciaturas, profesores adscritos y personal administrativo.

Se solicitó a los participantes que cumplieran con las siguientes condiciones para el ingreso y evaluación del producto:

1. No haber bebido ni comido nada al menos una hora antes de la evaluación
2. No haber ingerido bebidas alcohólicas 24 horas antes.
3. Presentarse sin haber fumado o consumido café al menos dos horas previas.
4. No presentarse con sintomatología de cuadros respiratorios o gastro-entéricos.

Previo a la evaluación sensorial a los participantes se les impartió una capacitación para que siguieran un proceso sistemático de cómo evaluar el producto. La capacitación quedo de la siguiente manera:

1. Elegir un compartimiento de evaluación. Frente a ellos encontraron la primera muestra, de carne de conejo debidamente identificada con los códigos asignados. Un vaso con agua, galletas habaneras (sabor neutro), servilletas,

palillos y el formato de evaluación. Las cuatro muestras siguientes fueron entregadas una por una.

El formato de evaluación fue representado en una escala de Linker de cinco opciones, con un valor ascendente de 0, 2.5, 5, 7.5 y 10. Donde 0 es desagradable y 10 es agradable. Las opciones están representadas en forma gráfica de emoticones

2. Al iniciar la prueba sensorial se tomará una muestra con un palillo y la observara detenidamente, posteriormente se marcará con una "X" el recuadro que le parezca más adecuado según su nivel de agrado del *color*.

3. Con esa misma muestra se precede a evaluar el olor en el formato de evaluación, posteriormente se marcará con una "X" el recuadro que le parezca más adecuado según su nivel de agrado.

4. Llevar la muestra a la boca, primeramente, se dio una mordida con los dientes frontales, en este paso fue posible analizar la textura, seguido del sabor al manejar la muestra con la lengua y ejercer cierta presión con el paladar para identificar el *sabor* de la carne.

5. Se complementó la evaluación de *textura*, donde al llevar la muestra hacia los molares y se presionó para identificar el indicador a evaluar, se marcó en el recuadro correspondiente según el nivel de agrado. Los formatos de evaluación para *textura* fueron llenados de la misma manera que *color* y *olor*.

6. Finalmente, evaluar de manera general el grado de satisfacción de la muestra. Se registró en el recuadro correspondiente según el emoticón que sea más apropiada para la sensación que la muestra le produjo.

7. Esta acción se repite con cada una de las muestras restantes, las muestras fueron entregadas a los panelistas una por una para evitar que confundan las muestras.

8. Al hacer el cambio de una evaluación de una muestra a otra consumir una galleta sabor neutro y al menos tres sorbos de agua, esto con la intención de eliminar rastros de sabor y residuos de la prueba anterior.

9. Se entrega el formato de evaluación al responsable de las pruebas. Se retira del lugar sin hacer ruido ni comentario alguno.

A la par de la capacitación antes descrita se notifica a los participantes de no hablar durante la evaluación, no voltear al panel de un lado, no exagerar gestos, ni sonidos.

Una vez reunidos los datos obtenidos, se recopilaron en una base de datos de Excel y se procedió a análisis probabilísticos a través de la plataforma Statgraphic Centurion XVI, análisis ANOVA con  $p \leq 0.05$ .

#### 7.8.2 Método para pruebas fisicoquímicas

Se contó con 40 muestras de carne de conejo, dividido en cinco tratamientos: tratamiento control (Tx 1), tratamiento con 1.5% de tomillo en la dieta (Tx 2), tratamiento con 3% de tomillo en la dieta (Tx 3), tratamiento con 1.5% de romero en la dieta (Tx 4) y tratamiento con 3% de romero en la dieta (Tx 5).

1. Para las pruebas físico-químicas se realizó según la metodología establecida por Braña, 2011. A cada una de las muestras se realizó la prueba de pH con un potenciómetro Hanna Instruments H199163. Todos los datos fueron anotados en tablas de Excel para posteriormente ser analizados.

2. Para obtener los resultados de capacidad de retención de agua (CRA) se aplicaron dos pruebas distintas:

- a. Capacidad de retención de agua por presión (CRAp) en el cual se pesó en una báscula  $0.3 \pm 0.035$  gramos de carne (Liu et al., 2016), se registró el peso de un papel filtro, se colocó la carne en el papel filtro y se presionó en dos placas con un peso de 2.250 kg durante 5 minutos, transcurrido

ese tiempo se pesó nuevamente el papel filtro, a esos datos se les aplicó la fórmula para la obtención del porcentaje de humedad.

$$CRAp = \frac{\text{peso del papel filtro húmedo} - \text{peso del papel filtro}}{\text{peso de la muestra de carne}} \times 100$$

- b. Capacidad de retención de agua por cocción (CRAc), según la metodología señalada por Braña (2011) en la cual se pesaron 5 gramos de carne cruda tomado de *Biceps femoralis*, se colocaron en bolsas rotuladas, con sello hermético y se procedieron a baño maría a una temperatura de 80°C durante una hora, pasado ese tiempo se retiró del calor y las muestras fueron nuevamente pesadas para obtener el peso final, estos datos se les aplica una fórmula para la obtención del porcentaje de pérdida de agua por el método de cocción..

$$CRAc = \frac{(\text{peso inicial muestra} - \text{peso final muestra})}{\text{Peso inicial muestra}} \times 100$$

3. Los valores para evaluar color se tomaron las muestras al momento del consumo, previamente almacenadas a -18°C, dichas mediciones se tomaron por triplicado con un colorímetro (Konica Minolta, tricromático) y se expresó en términos de CIELAB color (CIE, 1986), en el músculo *Biceps femoralis*, con toma de lectura transversal. Las lecturas se reportaron en el sistema L\*, a\*, b\*, haciendo referencia a luminosidad (L\*) que va de blanco [100] a negro [0], croma (C\*) muestra la saturación del color y ángulo Hue (H\*) que se basa en formar grados en un rango de 0° (rojo) a cercano a 90° (amarillo), 180° (verde) y 270° (azul), todos los valores se calcularon a través de las siguientes fórmulas (Wang et al., 2016):

$$C^* = (a^*^2 + b^*^2)^{1/2}$$

$$Hue = 180 + (\arctan b/a)$$



Además de utilizó la página web [https://www.e-paint.co.uk/Convert\\_lab.asp](https://www.e-paint.co.uk/Convert_lab.asp) para obtener la referencia visual de acuerdo a las coordenadas de  $L^*a^*$  y  $b^*$ .

4. Todas las pruebas se realizaron por triplicado. Una vez reunidos los datos, se recopilaron en una base de datos y se procedió a un análisis probabilístico ANOVA mediante el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI

## 8 Resultados

### 8.1 Resultados de la evaluación sensorial

#### 8.1.1 Color

Los resultados dados por las encuestas que se hicieron en la evaluación sensorial indican que el color en los cinco tratamientos fue de agrado para los participantes, como se puede observar en el cuadro 6. El tratamiento de tomillo del 3% tuvo el grado más alto de aceptación en cuestión al color, esto puede deberse al contenido de sustancia activa del tomillo.

A pesar que no se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), visualmente existe una preferencia a la muestra de tomillo al 3%, quizá debido a los componentes de esta planta que mejoraron la apariencia de la carne.

#### 8.1.2 Olor

Los resultados proporcionados por las encuestas que se hicieron en la evaluación sensorial muestran que el olor en los cinco tratamientos fue satisfactorio para los participantes, como se puede ver en el cuadro 6. Podemos notar que el tratamiento de romero con el 3% de inclusión tuvo el grado más alto de aceptación, probablemente se deba a que ese tratamiento está implementado con 3% de romero, el cual se caracteriza por su riqueza en 1,8-cineol, bornesol, ácidos fenólicos: clorogénico y rosmarínico (Avila *et al.*, 2012). El tratamiento control (dieta comercial) obtuvo 1.02 puntos menos en la aceptación del olor en comparación al tratamiento romero al 3%.

Es común que las variaciones de olor solo se diferencien después de hervir la carne. En los casos más extremos, el olor es claramente desagradable, y el tejido graso exhibe color gris o amarillo y una textura blanda. Dietas altas en aceites de mala calidad o en exceso, darán problemas de color de grasa y de grasa muy líquida (Aberle, 2002).

Cuadro 6 Resultados estadísticos sensoriales de carne de conejo alimentado con inclusión de plantas aromáticas.

	Control	Tomillo		Romero		EEM	P
	0.0%	1.5%	3.0%	1.5%	3.0%		
Color	6.40	6.44	7.06	6.95	6.80	0.29	0.1680
Olor	6.09 <sup>a</sup>	6.05 <sup>a</sup>	6.66 <sup>ab</sup>	6.67 <sup>ab</sup>	7.11 <sup>b</sup>	0.28	0.046
Sabor	5.58 <sup>a</sup>	6.36 <sup>ab</sup>	6.19 <sup>ab</sup>	6.91 <sup>bc</sup>	7.38 <sup>c</sup>	0.34	0.0034
Textura	6.48 <sup>a</sup>	7.18 <sup>ab</sup>	6.42 <sup>a</sup>	7.52 <sup>b</sup>	7.53 <sup>b</sup>	0.30	0.0094
Aceptación	5.54 <sup>a</sup>	6.32 <sup>ab</sup>	6.30 <sup>ab</sup>	6.71 <sup>c</sup>	7.11 <sup>c</sup>	0.3090	0.0080

P<0.05 datos estadísticamente significativos.

### 8.1.3 Sabor

Los resultados que dieron las encuestas que se realizaron en la evaluación sensorial muestran que el sabor en los cinco tratamientos fue grato para los participantes, como se puede ver en el cuadro 6 el tratamiento de romero al 3% tuvo el grado más alto de aceptación al igual que en la evaluación del sabor, a pesar que no hubo diferencia estadística.

Un estudio realizado en efecto de la inclusión de follaje fresco de marango (*Moringa oleifera*) en la alimentación de conejos en desarrollo, realizado por Hernández *et al.* (2015) indican que la carne de conejo con implementación de forraje tuvo mayor aceptación en el sabor que la carne de conejo alimentado con dietas comerciales. En comparación, los resultados obtenidos en la presente investigación exponen que la carne de conejo alimentado con inclusión de romero tuvo mayor aceptación que la carne de conejo alimentado con dietas comerciales y con implementación de tomillo.

Por otro lado, Martínez *et al.*, (2013) comentan que el cambio del sabor en la carne puede deberse principalmente a la incorporación de fuentes lipídicas saturadas e insaturadas en las dietas de los animales.

Según Arzate (2017), el cual realizó un estudio en carne de conejo alimentado con dietas tradicionales adicionadas con ajo, menciona que el olor y sabor causado por determinados tipo de dieta suelen presentar cambios en el olor de la carne, un ejemplo claro es la carne de cerdos alimentados con gran cantidad de harina de pescado o residuos de lino, los cuales huelen y saben frecuentemente a pescado, o bien a rancio.

#### 8.1.4 Textura

Los resultados que arrojaron las encuestas que se realizaron en la evaluación sensorial muestran que la textura en los cinco tratamientos fue de agrado para los evaluadores, como se puede ver en el Cuadro 6. Podemos ver que el tratamiento de romero al 3% tuvo el grado más alto de aceptación al igual que en la evaluación del olor y sabor.

Ramírez *op. cit.* indica que el mayor grado de textura puede deberse al contenido de grasa intramuscular en la carne, ésta tiene cierta influencia sobre las propiedades de textura ya que realiza una función lubricante entre los dientes y la boca durante el proceso de masticación, mediante la disminución de la fuerza de fricción.

En un estudio elaborado por Villa y Hurtado (2016), en el cual realizaron distintos análisis en carne de conejo alimentado con ensilajes, determinaron que la textura de la carne es uno de los parámetros más importantes de calidad y dependen mucho de los factores que puedan ser: a) *antemortem*: especie, raza, edad; b) *prerigor*: caída de pH, acortamiento por frío, rigor de descongelación o *postrigor*: pH final. La edad es uno de los factores que más afecta la textura de la carne, los animales jóvenes con menor cantidad de tejido conectivo y músculos en desarrollo producen carne más blanda.

Un estudio realizado en efecto de la inclusión de follaje fresco de marango (*Moringa oleifera*) en la alimentación de conejos en desarrollo, realizado por

Hernández *et. al.*, (*op. cit*) mencionan que la carne de conejo con implementación de forraje tuvo menor aceptación en la textura que la carne de conejo alimentado con dietas comerciales, situación contraria en esta investigación.

Así mismo, Ariño (2006), menciona que además de factores intrínsecos como la especie, la edad y el tipo de músculo, hay otros factores que intervienen indirectamente en la textura de la carne que son la grasa intramuscular y la capacidad de retención de agua.

#### 8.1.5 Grado de aceptación

Los resultados de las encuestas que se ejecutaron en la evaluación sensorial manifiestan que el grado de aceptación en los cinco tratamientos fue satisfactorio para los evaluadores, como se puede ver en el cuadro 6. Se puede notar que el tratamiento de romero al 3% tuvo el grado más alto de aceptación al igual que en la evaluación del olor, sabor y textura.

Un estudio realizado en efecto de la inclusión de follaje fresco de marango (*Moringa oleifera*) en la alimentación de conejos en desarrollo, realizado por Hernández *et. al.*, *op. cit.* mencionan que la carne de conejo con implementación de forraje tuvo mayor aceptación que la carne de conejo alimentado con dietas comerciales ya que estas muestras tuvieron un resultado intermedio (ni agradable ni desagradable) al igual que en dicha investigación la carne de conejo adicionada con romero tuvo mayor aceptación que las dietas comerciales y las dietas con inclusión de tomillo.

Todo lo anterior se puede explicar debido a que según González (2010), la jugosidad de una carne está relacionado con la cantidad de grasa que contiene, un animal en crecimiento logra la cantidad de tejido conectivo conforme la edad, en este estudio los animales fueron sacrificados a los 70 días de vida, por lo que la cantidad de grasa y tejido conectiva era poca, cerca del 0.10%.

## 8.2 Resultados de pruebas fisicoquímicas

### 8.2.1 pH

Los resultados de pH obtenidos en esta investigación demuestran que los tratamientos de romero y tomillo en ambas inclusiones así como el control se encuentran dentro del rango *normal* de pH (cuadro 7). Según parámetros presentados por García *et al.*, (2012), el pH de la canal de conejo alimentado con dietas balanceadas de tipo comercial debe ser de  $5.6 \pm 0.18$  datos que coinciden con los de este trabajo. Con ello se contempla que CRA no debe haberse afectado.

Cuadro 7 Resultados estadísticos de las variables fisicoquímicas, en carne de conejo.

	Control		Tomillo		Romero		EEM	P
	0.0%	1.5%	3.0%	1.5%	3.0%			
pH	5.78	5.65	5.57	5.57	5.64	0.059	0.1082	
CRAp	29.99	28.89	35.12	32.19	25.74	2.99	0.2601	
CRAc	31.60	31.37	33.25	31.90	32.65	1.50	0.8965	
L*	53.90	55.33	54.77	54.50	53.69	1.26	0.8915	
a*	7.41	5.78	5.15	5.35	7.18	1.43	0.7068	
b*	5.17	4.08	4.65	5.40	3.97	0.89	0.7324	
Croma	29.02	26.30	26.24	27.18	27.59	2.22	0.9002	
HUE	180.58	180.61	180.75	180.80	180.57	0.067	0.0597	

P<0.05 datos estadísticamente significativos. HUE; ángulo HUE

Un estudio realizado por Cori *et al.* (2014) describen los valores del pH de carne de pollo, gallina y codorniz, los cuales resultan similares a los resultados obtenidos en este estudio en carne de conejo, todas ellas consideradas carnes blancas.

A diferencia del estudio realizado por Gámez *et al.*, (2015) el cual revela que el aceite de orégano no tiene efecto significativo sobre el rendimiento de la canal de pollo a excepción del pH y el color, la inclusión de romero y tomillo en las dietas de un grupo de conejos no tuvo efecto significativo en pH y color.

Ariño (óp. cit.) señala que valores entre 5,50 y 6,10 son valores óptimos de pH en carne de conejo, los valores de pH presentados en esta investigación se encuentran entre 5.57 y 5.78, como podemos observar los valores en los diferentes tratamientos se mantuvieron dentro de los parámetros normales para carne de conejo.

### 8.2.2 Capacidad de agua por presión CRAp

Como se observa en el cuadro 7, el rango de capacidad de retención de agua por presión en los cinco tratamientos fue de 25.74 a 35.12%, que a pesar de no existir diferencia estadística significativa el tratamiento de tomillo al 3% fue el que mayor CRAp mostró, con ello se le adjuntan atributos que a la industria le favorece.

López *et al.*, (2016) realizaron en seis grupos de producción un estudio de calidad de carne porcina obteniendo que la pérdida de agua por presión debe encontrarse entre 27.31 y 26.45 en el estudio realizado en carne de conejo se encontró que al menos todos los tratamiento se encuentra dentro de este rango, y se percibe una mejora en la capacidad de retención, nuevamente, son atributos que favorecen a la industria transformadora.

Siendo el pH un factor determinante y directo en la CRA, en este estudio en ninguno de los tratamientos hubo cambios, alteraciones o diferencias significativas y se encuentran en parámetros normales, de tal forma que la composición química del tomillo tuvo un efecto positivo en la CRAp en la inclusión más elevada, al 3%.

### 8.2.3 Capacidad de retención de agua por cocción (CRAc)

Como se observa en el cuadro 7, no hubo diferencia estadística significativa, sin embargo el rango de CRAc en los tratamientos fue de 31.37 a 33.25%, todos ellos son parámetros coincidentes con los obtenidos por Michel *et al.*, (2015) en un estudio realizado en pata y muslo de pollo los valores de la CRAc se encuentran entre  $31.77 \pm 30.04$ , los valores obtenidos en este estudio mejoraron los rangos obtenidos en canal de pollo, lo que favorece a la industria.

En un estudio en canales de conejo realizado por Cury *et al.*, (2011) se observa que la capacidad de retención de agua del músculo *Longgisimus*, tiene un 42% de agua presente. El actual estudio mostró un resultado de 37% de agua presente en *Bíceps femoris*, podemos notar al ser músculos con funciones distintas tienen capacidad similar en la retención de agua.



#### 8.2.4 Color

De acuerdo al cuadro 7, no hubo diferencias estadísticas significativas en ninguno de los parámetros de color. En L\* del tratamiento de tomillo al 1.5 y 3% y romero al 3% son más luminosos a los valores de gallina, codorniz y pollo. En mismos tratamientos los valores de a\* están dentro del rango de los de carne de codorniz, pero diferentes a la carne de pollo y gallina.

Se observa que los valores de b\* en carne de conejos se encuentran dentro de los rangos de los de gallina, pollo y codorniz, lo que coincide al conceptuarse como carne blanca.

Un estudio realizado por Cori *et al.*, *op cit.* describen los valores del color de carne de pollo (L\* - 53.69 ± 3.17, a\* - 2.24 ± 0.52, b\* - 10.27 ± 0.16), gallina (L\* - 52.27 ± 5.13, a\* - 4.28 ± 1.62, b\* - 10.89 ± 0.61) y codorniz (L\* - 44.36 ± 2.10, a\* - 6.29 ± 0.63, b\* - 19 ± 0.33) los cuales resultan similares a los resultados obtenidos en este estudio en carne de conejo.

En un estudio realizado por Onega (2003) sobre evaluación de la calidad de carne fresca obtuvo los valores de color en canal de ternera (L\* - 37.62, a\* - 17.09 y b\* - 5.63) a las 24 horas de sacrificio. Podemos observar que la luminosidad rebasa los rangos en carne de conejo, a\* es inferior y b\* se nota que tratamiento control y romero al 1.5% están dentro de rango de la carne de ternera.

Podemos observar que los resultados de color en *Gluteus accesorius* y *Bíceps femoris* obtenidos por Ramírez *op.cit.*, Renerre, 1982 son similares en L\*, los valores de a\* resultan más altos y los valores de b\* también se encuentran ligeramente superiores a excepción de los tratamientos tomillo al 1.5 y romero al 3% que se encuentran dentro de los parámetros obtenidos por dicho autor (cuadro 8).

Cuadro 8 Parámetros de color medidos en canal de conejo

Canal de conejo	Gluteus accesorius	Bíceps femoris
L*	54.12	52.08
a*	3.85	3.47
b*	3.2	4.2

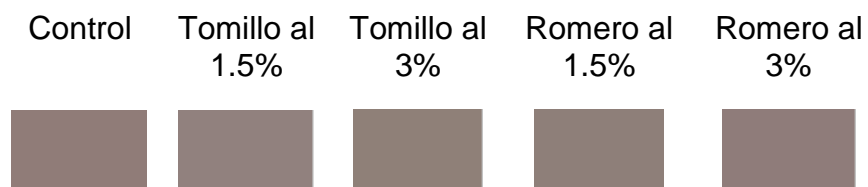
Fuente: Tomada de Ramírez op. cit. Con modificaciones

La carne de conejo presenta una coloración pálida con un bajo índice de rojo. Dentro de los músculos más pálidos se encuentra el *Longissimus*; los músculos de la pierna, como el *Biceps femoris*, presentan valores intermedios (Pla et al., 1996; Hernández et al. 2005).

Así mismo, en un estudio de mejora de calidad de carne de conejo mediante adición de semillas de lino en el alimento, realizado por Astorgano (2018), se demostró que no hay diferencias significativas para los parámetros de color en calidad de la canal.

Finalmente, como se detalla en el cuadro 9, para poder visualizar las tonalidades que CIELAB hace referencia de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, mediante una herramienta digital llamada Convert\_asp se logró presentar lo siguiente:

Cuadro 9 Resultados visuales de color



Resultados visuales de color obtenidos de [https://www.e-paint.co.uk/Convert\\_lab.asp](https://www.e-paint.co.uk/Convert_lab.asp)

## 9 Conclusiones

La carne de conejo alimentado a base de dietas con adición de romero (*Rosmarinus officinalis*) tuvieron mayor grado de aceptación que las muestras de carne de conejo alimentado con dietas comerciales y con dietas con inclusión de tomillo, lo cual confirma que la carne de conejo alimentado a base de dietas con inclusión de plantas antioxidantes tiene efecto en el sabor de la carne.

Las propiedades fisicoquímicas de la carne de conejo se mantuvieron en estándares normales, aun con la implementación de romero y tomillo en la dieta.

## 10 Sugerencias a la investigación

Se puede completar este estudio con un análisis bromatológico de la carne de conejo alimentado con dietas con inclusión de romero y tomillo, ya que este tipo de estudio fortalecerá y respaldará información crucial.

También se pueden realizar pruebas de vida de anaquel, que además de fortalecer los datos obtenidos se puede investigar si de la carne de conejo alimentado con dietas con inclusión de romero y tomillo tiene influencia en la oxidación de la carne.

Se puede incluir también pruebas fisicoquímicas de textura para hacer una comparación con los resultados obtenidos en las pruebas sensoriales.

Este estudio se puede usar como una futura referencia sobre las características o tipos de pruebas que se le pueden aplicar a un producto o subproducto de origen animal.

Se sugiere que este estudio se aplique a consumidores de carne de conejo de la ruta Gastronómica de Sor Juana Inés de la Cruz.

## 11 Bibliografía

1. Aberle, E. D. (2002) *Principles of Meat Science* 4th Edition. Kendall Hunt Publishing Company. Chapter 9. Storage and Preservation of Meat.
2. Alfaro R R. H., Jiménez B. M.R, (2013). *Evaluación Sensorial de la Carne de Cabra y Cabrito*. México: SAGARPA.
3. Amerine M.A & Pangborn R.M & Roessler E.B. (1965). *Principles of sensory evaluation of foods*. Nueva York: Academic Press.
4. Anzaldúa-Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. España: Acribia S.A.
5. Arango-Mejia, M.C. (2006). *Plantas medicinales: botánica de interest médico*. Colombia: Manizales.
6. Ariño, B. (2006). *Variabilidad genética de la calidad de la carne de conejo*. Tesis Doctoral, Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. (Consultado: 01/05/18). Disponible en: <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/5642/tesisUPV2479.pdf?sequence=1>
7. Arnau, L. & Guardia, M. D. & Guerrero, L. & Claret, A. (2011). *Propuesta de guía metodológica para la evaluación sensorial de jamón curado de cerdo blanco*. SENSOJAM PROJECT-RTA 2006-00060-00-00. Barcelona: IRTA, INIA.
8. Arzate S. H. D. (2017). *Efecto de la adición de ajo en la dieta de conejos sobre la calidad sanitaria de la carne*. 26/06/2018, de Universidad Autónoma del Estado de México Sitio web: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/65858>
9. Astorgano E. C. (2018). *Mejora de la calidad de la carne de conejo mediante: actuaciones nutricionales, adición de semillas de lino*. 21/06/2018, de Universidad Pública de Navarra Sitio web: <file:///C:/Users/X541NAGO014T/Desktop/caro/m.%20bibliografico/astorgano%202018.pdf>

10. Avila S. R., Rhode N. A., Vera L. O., Dávila M. R., Melgoza P. N., Meza P. R. (2012). *Romero (Rosmarinus officinalis L.): una revisión de sus usos no culinarios*. 29/ 05/2018, de Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Sitio web: <http://www.umar.mx/revistas/43/0430103.pdf>
11. Barone, C., P. Colatruglio, A. Girolami, D. Matassino and A. Zullo. (2007). *Genetic type, sex, age at slaughter and feeding system effects on carcass and cut composition in lambs*. Livestock Science.
12. Bate-Smith, E.C. y Bendall, J.R. 1949. Factors determining the time course of rigor mortis. J. Physiology.
13. Battaglini, M.B., Castellin, C., Lattaiolo, P. (1994). *Rabbit carcass and meat quality: Effect of strain, rabbitiness and age*. Italian Journal Food Science.
14. Bendall, J.R. (1973). *Post-mortem change in muscle*. En: Structure and Functions of muscle. Ed. Bourne G.H. Academic Press, New York, USA.
15. Bixquert, J.M., Fuentes, G.A., (2011). *Guía científica y gastronómica de la carne de conejo*. España: Organización Interprofesional de la Carne de Conejo de España (INTERCUN).
16. Blasco A., (1996). *Genetics of litter size and does fertility in the rabbit*. 6<sup>th</sup> World Rabbit Congress. (vol 2: 219-228), Toulouse.
17. Blasco, A. y Piles, M. 1990. Muscular pH of the rabbit. Ann. Zootech.
18. Boume, M.C. (1984). *Reología y textura de alimentos*. México: Curso organizado por la Asociación de Técnicos en Alimentos de México.
19. Braña V. D., Ramírez R. E., Rubio L. M. S., Saches E. A. Torres C. U., Arenas M. M L., Partida P. J A., Poce A. E., Ríos R. F.(2011). *Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne*. México: Inifap.

20. Brines, R. & Bautista, A. & Bonanad, I. (2007). *Atlas ilustrado de las hierbas y plantas aromáticas medicinales y culinaria*. España: Susaeta Ediciones.
21. Cabanes, A. (1996). *Qualités de la viande de lapin facteurs de variation des qualités organoleptiques et caracteres corrélés*. Viandes Prod. Carnés.
22. Calderón, F. E. J. (2008). *Glándulas salivales*. Recuperación: Octubre 23, 2017, de Hospital de Caleta Sitio web: [https://cesarejacome.wikispaces.com/file/view/\(TEORIA\)+GLANDULAS+SALIVALES.pdf](https://cesarejacome.wikispaces.com/file/view/(TEORIA)+GLANDULAS+SALIVALES.pdf)
23. Camps, J. (2011). *Evolución del consumo de carne*. Especialmente la de conejo. Recuperación: agosto 11, 2017, de Asociación Española Historia Veterinaria Sitio web: <https://www.historiaveterinaria.org/update/conejo-y-evolucion-1456740081.pdf>
24. Carvalho, A. M. (2010). *Plantas y sabiduría y popular del parque Natural de montesinho: un estudio etnobotánico en Portugal*. Madrid, CS/C.
25. Cassens, R.G. (1994). *Meat Preservation. Preventing losses and assuring safety* Food & Nutrition Press, Inc. U.S.A.
26. Castillo, R.V.A. (2016). *Efecto del uso del romero (Rosmarinus officinalis L.) como aditivo antibacterial en salchichas de pollo tipo Frankfurt*. Ecuador: Universidad de las Américas.
27. Castrillón H. W. E., Fernández S. J. A., Restrepo B. L. F. (2005). *Determinación de carne PSE (pálida, suave y exudativa) en canales de cerdo*. 18/06/2018, de VITAE, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica Sitio web: <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v12n1/v12n1a03.pdf>
28. CIE (1993) *Parametric effects in colour-difference evaluation, technical report*. CIE pub.N°101, Center.Bureau CIE, Vienna Austria .

29. Colin, M. y Lebas, F. (1994). *La production du lapin dans le monde*. Communication aux 6es Journées de la recherche cunicole en France.
30. Cori, M.E., Michelangeli, C., De Basilio, V., Figueroa, R., Rivas, N., (2014) Solubilidad proteica, contenido de mioglobina, color y PH de la carne de pollo, gallina y codorniz. Archivos de Zootecnia [en línea], [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2018] Disponible sitio web:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49530516005>> ISSN 0004-0592
31. Commission Internationale de l'Éclairage (CIE). 1976. Colorimetry. Publication No. 15. Bureau Central de la CIE, Vienna, Australia.
32. Cury K.,Martínez A., Aguas Y., Olivero R.. (2011). *Caracterización de carne de conejo y producción de salchicha*. 14/05/18, de Universidad de Sucre, Facultad de Ingeniería Sitio web: file:///C:/Users/Carolina/Downloads/Dialnet-CaracterizacionDeCarneDeConejoYProduccionDeSalchic-3817306%20(1).pdf
33. Dal Bosco, A., Castellini, C. and Drabikowski, W. (1973). *The origin of 30,000 Dalton protein in tropoin preparations*. FEBS.
34. De Rivera, D. & Obón,C. (1995). *Las plantas, las esencias y los perfumes*. Editora ayuntamiento de Murcia.
35. Delmas; D. y Ouhayoun, J. (1990). *Technologie de l'abattage du lapin. I. Etude descriptive de ma musculature*. Viandes Prod. Carnés. 11.
36. Eat the seasons. (2015). *Eat rabbit*. Recuperación: Diciembre 27, 2017, de Eat the seasons Sitio web: <http://www.eattheseasons.co.uk/Articles/rabbit.php>
37. Errecart, V. (2015). *Análisis del Mercado Mundial de Carnes*. Argentina: Centro de Economía Regional.
38. Espinosa, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Cuba: Universitaria Ministerio de Educación Superior.



39. Estévez, M., y Cava, R. (2005). *Effectiveness of rosemary essential oil as an inhibitor of lipid and protein oxidation: contradictory effects in different types of frankfurters*. *Meat Science*. 72.
40. Faixova, Z., & Faix, S. (2008). *Biological effects of Rosemary (Rosmarinus officinalis L.) essential oil*. *Folia Veterinaria*, 52.
41. Fisher, W. and Rudolph, W. (1979). *Einfluss des Schlachalters auf einige Merkmale der Schlachtkörperqualität von Broiler-kaninchen*. *Wiss Z. Wilhelm-Pieck-Univ Rostock*, 28.
42. Gàmez P. J. Rentería M. A. Durán M. L. Chàvez M. A. Alarcón R. A. Aguilar P. N. Silva V. R. (2015). *Efecto del aceite esencial de orégano en el rendimiento y las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la carne de pollo*. 30 de abril de 2018, de Investigación y Ciencia [en línea] Sitio web: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67446014001>>
43. García A. Còrdova R. Urpin L. Mèndez N. J. Malavè A. A. (2012). *Propiedades fisicoquímicas de la carne de conejos suplementados con follaje de *Gliricidia sepium* y fibra de *Elaeis guineensis**. 01/05/2018, de Laboratorio de Investigación Campus Juanico, Universidad de Oriente (UDO), Programa de Tecnología de Alimentos, Escuela de Zootecnia, UDO, Departamento de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica, UDO, Campus Los Guaritos. Sitio web: [file:///C:/Users/Carolina/Downloads/Dialnet-PropiedadesFisicoquimicasDeLaCarneDeConejosSupleme-6104330%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Carolina/Downloads/Dialnet-PropiedadesFisicoquimicasDeLaCarneDeConejosSupleme-6104330%20(2).pdf)
44. Gil, M., Serra, X., Gispert, M., Oliver, M.a., Sañudo, C., Panea, B., Olleta, J. L., Campo, M., Oliván, M., Osoro, K., García-Cachán, M. D., Cruz-Sagredo, R., Izquierdo, M., Espejo, M., Martín, M. & Piedrafita, J. (2001). *The effect of breed-production systems on the myosine heavy chain I, the biochemical characteristics and the color variables of longissimus thoracis from seven Spanish beef cattle breeds*. *Meat Science*, 58.

45. Gondret, F., Juin, H., Mouro, J. y Bonneau, M. (1998). *Effect of age at slaughter on chemical traits and sensory quality of longissimus lumborum muscle in the rabbit*. Meat Science, 48.
46. González, P. (2010). La producción de carne de conejo en Andalucía, capítulo 13. Universidad de Sevilla, España. 375 - 395p. Disponible en línea: [http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265La\\_produccion\\_de\\_carne\\_en\\_Andalucia.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265La_produccion_de_carne_en_Andalucia.pdf)
47. Hernández D. M., Zeledón T. H. (2015). *Efecto de la inclusión follaje fresco de Marango (Moringa oleifera) en la alimentación de conejos en desarrollo*. 25/05/2018, de Universidad Nacional Agraria (UNA) Sitio web: <http://repositorio.una.edu.ni/3242/1/tnl02h557.pdf>
48. Hernández, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD.
49. Hernández, P., Guerrero, L., Ramirez, J., Mekkawy, W., Pla, M., Ariño, B., Ibañez, N., & Blasco, A. (2005). *A Bayesian approach of the effect of selection for growth rate on sensory meat quality of rabbit*. Meat Science, 69.
50. Hirasa, K. & Takemasa, M. (1998). *Science and Technology*. New York: Marcel Dekker, Inc.
51. Honikel, K.O. (1997). *Reference methods supported by OECD and their use in Mediterranean meat products*. Food Chemistry, 4.
52. Honikel, K.O. (1998). *Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat*. Meat Science, 49.
53. Hui. Y. H. (2006). *Bailey's Industrial Oil & Fat Products*. University of Newfoundland: Fereidoon Shahidi.
54. Hulot, F., Ouhayoun, J. (1999). *Muscular pH and relate traits in rabbits: A review* World Rabbit Science, 7.

55. Ibáñez F. & Barcina Y. (2013). *Catador, evaluador o juez sensorial*. 12 de julio de 2015, de Elika Sitio web: [http://wiki.elika.eus/index.php?title=Catador,\\_evaluador\\_o\\_juez\\_sensorial](http://wiki.elika.eus/index.php?title=Catador,_evaluador_o_juez_sensorial)
56. Jandete, D. H, Martínez, C. M., Gálvez L. A. (2005). *Manual de zootecnia cunicula*. México: UNAM.
57. Jiménez L. M., De Manuel T. E., González G. F., Sallinas L. F. (2000). *La utilización del concepto de pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos*. 15/06/18, de Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. Sitio web: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v18n3/02124521v18n3p451.pdf>
58. Koochmaraie, M. 1994. Muscle proteinases and meat ageing. *Meat Science*, 36.
59. Lambertini, L., Lalatta, G., Petrosino, G., Zaghini, G., Vignola, G., Benassi, M.C. y Gatta, P.P. (1996). *Caractéristiques histoquimiques du muscle et pH de la viande du lapins hybrides sacrifiés á différents ages*. *World Rabbits Science*, 4.
60. Larmond, E., (1977). *Laboratory methods for sensory Evaluation of food*, Canada Department of Agriculture.
61. Larson-Powers, N. y Pangborn, R. (1978). *Paired comparision and time intensity measurements of the sensory properties of beerages and gelatins containing sucrose or synthetic sweeteners*. *Journal of food Science*.
62. Latarjet M., Ruiz L A. (2004). *Anatomía Humana*. Editorial Médica Panamericana. México. 1
63. Lawless, J. (1998). *Guía familiar de aceites esenciales*. España: Tikal
64. Lebas. F., P. Coudert, H. de Rochambeau y R.G. Thébault. (1996) *El Conejo Cría y patología. de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Roma. FAO.

65. Li, X., Zhang, Y., Li, Z., Li, M., Liu, Y. Zhang, D. (2017). *The effect of temperature in the range of- 0.8 to 4° C on lamb meat color stability*. Meat science, 134.
66. Liu, H., Li, K., Mingbin, L., Zhao, J., Xiong, B. (2016). *Effects of chestnut tannins on the meat quality, welfare, and antioxidant status of heat-stressed lambs*. Meat science, 116.
67. López Hernández L. H.\*, González Mendoza M. E., Carrillo Esparza A. L., Cruz Estrella M. G., Anaya Escalera A. M., (2016). *Clasificación de carne de cerdo por atributos de calidad a partir de una escala de color descriptiva nacional*. 14/05/2018, de Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Sitio web: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/7/96.pdf>
68. López, Piñero, JM. & Costa Taléns, M. (1996). *Las plantas del mundo en la historia; ilustraciones botánicas de cinco siglos*. Valencia: Fundación Bancaja.
69. Mancini, R. A., Hunt, M. (2005). *Current research in meat color*. Meat science, 71.
70. Martínez R. R. (2008). *Influencia del Riesgo Sobre el Rendimiento en Cultivo de tres especies del genero Thymus*. Estudio de la Variabilidad Intraespecifica. Murcia: Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario.
71. Martínez Y., Caicedo J., Rodríguez R., Chica J., Liu G. y Betancur C. (2013). *Growth performance, carcass traits and lipid profile of broiler chicks fed with an exogenous emulsifier and increasing levels of energy provided by palm oil*. Journal of Food, Agriculture and Environment.
72. Marvin P. (2006). *Introducción al olfato y al gusto*. 12 feb 18, de Manual MSD, versión para público en general Sitio web: <https://www.msdmanuals.com/es-es/hogar/trastornos-otorrinolaringol%C3%B3gicos/s%C3%ADntomas-de-las-enfermedades-de-la-nariz-y-la-garganta/introducci%C3%B3n-al-olfato-y-al-gusto>.

73. Medina R. D. Dupertuis L. Amadio C. Dip G. Zimmermann M. Espejo C. Raimundo E. (2003). *aceite esencial de tomillo como antioxidante y conservador en hamburguesas funcionales*. Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias.
74. Michel, M.A., Fernández, R., Revidatti, F., Sindik, M., & Sanz, P.. (2015). *Propiedades físico-químicas y tecnológicas de la carne en dos genotipos de pollos de crecimiento lento*. Revista veterinaria, 26. Recuperado en 14 de mayo de 2018, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1669-68402015000200009&lng=es&tng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-68402015000200009&lng=es&tng=es).
75. Monin, (1988). *Evolution post-mortem du tissu musculaire et conséquences sur les qualiés de la viande de pork*. Viandes Prod, Carnés, 9.
76. Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera L., y Cuadrado C., (2013) *Tablas de composición de alimentos*. Editorial Pirámide. 16ed.
77. Nakamura, M. and Katoh, K. (1985). *Influence of thawing method n several properties of rabbit meat*. Bulletin Ishikawa Prefecture College of Agriculture, Japan. 11.
78. Navarro, M. (1975). *Control de calidad Curso de postgrado*. Departamento de Ciencias de la Nutrición y de los Alimentos. México: Universidad Iberoamericana.
79. Niedzwiadek, S., Bielansky, P. y Zajak, J. (1996). *Slaughter traits and meat quality in relation to genotype for 90 days rabbits*. En: Proceeding 6th. World Rabbit Congress, Toulouse, France. 3.
80. Nieto, G., Díaz, P., Bañón, S., Garrido, M. D. (2010). Dietary administration of ewe diets with a distillate from rosemary leaves (*Rosmarinus officinalis L.*): Influence on lamb meat quality. *Meat Science*, 84.
81. Nogala-Kalucka M., y Korczak, J. (2005). *Changes in antioxidant activity and free radical scavenging potential of rosemary extract and*

*tocopherols in isolated rapeseed oil triacylglycerols during accelerated tests.* Food Chemistry, 93.

82. O'Grady, M. N., Maher, M., Troy, D. J., Moloney, A. P., Kerry, J. P. (2006). An assessment of dietary supplementation with tea catechins and rosemary extract on the quality of fresh beef. *Meat science*, 73.

83. Oliver, M. A., Guerrero, L., Díaz, I., Gispert, M., Pla, M. y Blasco, A. (1997). *The effect of fat-enriched diets on the perirenal fat quality and sensory characteristics of meat from rabbits.* Meat Science, 47.

84. Onega P. M. (2003). *Evaluación de la calidad de carnes frescas: aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales.* 14/05/2018, de Evaluación de la calidad de carnes frescas: aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales Universidad Complutense de Madrid facultad de veterinaria departamento de nutrición y bromatología III Sitio web: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/vet/ucm-t27264.pdf>

85. Onopiuk, A., Pótorak, A., Wierzbicka, A. (2016). *Influence of post-mortem muscle glycogen content on the quality of beef during aging.* Journal of Veterinary Research, 60.

86. Ouali, A. (1992). *Proteolytic and physicochemical mechanisms involved in meat texture development.* Biochimie, 74.

87. Ouhayoun, J. y Delmas, D. (1998). *Meat quality of rabbit. I Differences Between muscles in post mortem pH.* En: Proceedings 4th. World Rabbit Congress Budapest Hungary, 2.

88. Oussalah M , Caillet S , Saucier L , Lacroix M .. (2006). *Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a Pseudomonas putida strain isolated from meat.* Meat Science, 73.

89. Pamplona-Roger, J. D. (1999). *Enciclopedia de las plantas medicinales Biblioteca educación y salud*, Toledo: Editorial Safeliz.

90. Piles, M., Blasco, A., Plla, M. (2000). *The effects of selection for growth rate on carcass composition and meat characteristics of rabbits*. Meat Science, 54.
91. Pla, M., Guerrero, L., Guardia, D., Oliver, M. A. & Blasco, A. (1998). *Carcass characteristics and meat quality of rabbit line selected for different objectives: I. Between lines comparison*. Livestock Production Sciences, 54.
92. Pla, M., Hernández, P., & Blasco, A. (1996). *Carcass Composition and Meat Characteristics of two Rabbit Breeds of different Degree of Maturity*. Meat Science, 54.
93. Ponnampalam, E. N., Hopkins, D. L., Bruce, H., Li, D., Baldi, G., Bekhit, A. E. D. (2017). *Causes and Contributing Factors to "Dark Cutting Meat: Current Trends and Future Directions: A Review*. Comprehensive Reviews in Food.
94. Ramírez, J. A., (2004). *Características bioquímicas del músculo, calidad de la carne y de la grasa de conejos seleccionados por velocidad de crecimiento.*, Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. España
95. Reglero, R. G. (2011). *Curso de Análisis Sensorial de Alimentos*. Recuperación: Julio 9, 2017, de Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL) Instituto Mixto CSIC-UAM Sitio web: [digital.csic.es/bitstream/10261/63961/1/358508.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/63961/1/358508.pdf)
96. Renner, M. (1982). *Meat color and its measurement*. Bulletin Technique/Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires de Theix, INRA. 47.
97. Renou, J.P., Canioni, P., Gatelier, P., Valin, C., Cozzone, P.J., (1986). *Phosphorous-31 nuclear magnetic resonance study of post-mortem catabolism and intracellular pH in intact excised rabbit muscle*. Bioch., 68.

98. Ríos, J. (2015). *Tesis de Evaluación Sensorial En Jamón De Conejo que para título presenta*. México: UAEM Amecameca.
99. Roncalés, P., Geesink, G.H., van Laack, R.L.J.M., Jaime. I., Beltrán, J.L., Barnier, V.M.H., Smulders, F.J.M. (1995). *Meat tenderisation: Enzymatic mechanisms*. En, Expression of tissue proteinase and regulation of protein degradation as related to meat quality. A. Ouali, D.I. Demeyer and F.J.M. Smulders, eds, ECCEAMST, Utrecht, The Netherlands.
100. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Comunicación social. *El Estado de México primer lugar en producción y consumo de conejo*. 10/diciembre/2012.
101. Sánchez, G. (2010). *La lengua...un maravilloso órgano muscular, situado en la cavidad de la boca que nos brinda el sentido del gusto*. 12/ febrero 2018, de A vuelo de un kinder. El blog Sitio web: <http://piuraenlambayeque.blogspot.mx/2010/01/la-lenguaun-maravilloso-organo-muscular.html>
102. Sánchez-Escalante, D. Djenane, G. Torrescano, J.A. Beltrán, P. Roncales. (2003). *Antioxidant Action of Borage, Rosemary, Oregano, and Ascorbic Acid in Beef Patties Packaged in Modified Atmosphere*. Journal of Food Science, 68.
103. Severiano, P.P. (2017). *Manual de evaluación sensorial*. México: UNAM.
104. Stockwell, C. (1988). *Natures pharmacy*. Century Hutchinson Ltd, London, United Kingdom.
105. Szczesniak, A., Brandt, M., y Friedman, H. (1963). *Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation*. Journal of Food Science, 28, 397-403.
106. Tainter D. R., Grenis A. T. (1993). *Spices and Seasonings: A Food Technology Handbook*. New York: WILEY-VCH.



107. Valenzuela, A & S. Nieto. (2001). *Aceites y grasas. En Los antioxidantes: protectores de la Calidad en la Industria Alimentaria* pp. 310-321. Argentina: ASAGA.
108. Villa R. R. Hurtado V. J. (2016). *Calidad de la carne de conejo (Orytolagus cuniculus L.) alimentados con ensilajes*. 21/06/2018, de Facultad de Ciencias Agroindustriales, Universidad del Quindío. Colombia  
Sitio web:  
<http://iicta.bogota.unal.edu.co/wpcontent/uploads/2017/02/1378D206.pdf>
109. Villiers, E. (2002). *Diccionario de amuletos y supersticiones*. Barcelona: Obelisco.
110. Wang, J., Su, Y., Elzo, M. A., Jia, X., Chen, S., Lai, S. (2016). *Comparison of carcass and meat quality traits among three rabbit breeds*. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 36.
111. Watts, B. M. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Canadá: International Development Research Centre.

## 12 Anexos

### 12.1 El sentido de la vista o de la visión

El ojo es un receptor altamente especializado, formado de un sistema óptico y una región fotorreptora, la cual detecta la luz. Los rayos de luz que provienen del objeto visualizado atraviesan la córnea por los lentes del ojo y son refractados en el cristalino. Después la luz llega a la retina en donde se convierte en impulsos nerviosos en conos y bastones.

El color es percibido gracias a los conos; existen tres tipos de conos: azul, verde y rojo. El color detectado depende de la combinación del nivel de estímulo de cada uno (Severiano, *óp. cit.*).

Gracias al órgano de la vista, el ojo, se obtiene el sentido de la visión el que nos permite distinguir una gran gama de colores. Lo cual es de suma importancia en evaluación sensorial ya que los alimentos se asocian con diferentes colores. La asociación por apariencia suele ser motivo de aceptación o rechazo del producto.

El color es uno de los atributos sensoriales más importantes ya que en el momento de elegir la primera compra la apariencia del producto es el único parámetro que el comprador puede usar para juzgar la calidad. Muchos factores contribuyen al determinar el color de la carne en producto cárnico: el pH y las características de la superficie del músculo, los sistemas de alimentación, las condiciones y el período de almacenamiento del producto, así como la severidad de los tratamientos térmicos aplicados, entre otros. La percepción del color es un tanto relativa ya que cada persona percibe los colores de manera distinta, los jueces entrenados para evaluación sensorial distinguen más gamas de colores que los consumidores (Alfaro, *óp. cit.*).

El sistema más empleado para la descripción del color ha sido determinado por la Comisión Internacional de Iluminación (usualmente conocida como CIE por las iniciales de su designación en francés *Commission Internationale de l'éclairage*), el cual está basado en condiciones estándares del instrumento y de la

iluminación de la muestra de la cual se obtienen tres colores primarios y a partir de ellos se obtienen las coordenadas de color  $L^*$  (luminosidad),  $a^*$  (coordenada verde-rojo) y  $b^*$  (coordenada azul-amarillo). De esta forma el color determinado queda representado por los valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . También se pueden determinar las diferencias de color y relacionarlas con la percepción de los jueces (Alfaro, *óp. cit*) (figura 3).

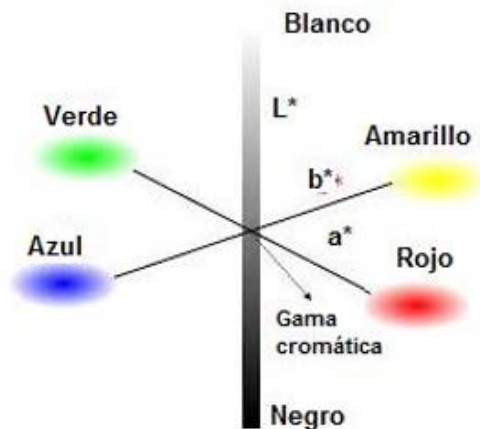


Figura 3 Imagen de CIELAB

Fuente: Tomado de Alfaro, 2013

## 12.2 Sentido del oído o de la audición

El oído es el sentido mediante el cual se captan diferentes sonidos que son el resultado de vibraciones del aire provocadas por las cuerdas vocales, labios y lengua o por objetos en movimiento, entre otros. Dichas vibraciones se transmiten hacia las orejas las cuales son amplificadas en el tímpano y los huesos pertenecientes al oído medio y oído interno, estas vibraciones son interpretadas por el cerebro. El oído humano puede percibir frecuencias a partir de 16 ciclos por segundo, que representa un sonido grave muy profundo, hasta 28,000 ciclos por segundo, que es muy agudo (Alfaro, *óp. cit.*).

### 12.3 Sentido del gusto

Los órganos que permiten identificar los sabores, es decir los receptores del gusto, son las papilas gustativas que se encuentran principalmente en la lengua, pero también en el paladar y cerca de la faringe. Las papilas gustativas tienen la capacidad de detectar cuatro variedades básicas: salado, dulce, amargo y agrio (figura 1). La lengua también puede identificar un sabor llamado "umami" por los receptores sensibles a los aminoácidos. Por lo general, las papilas gustativas en la punta de la lengua son sensibles a los gustos dulces, en tanto que las papilas en la parte posterior de la lengua son sensibles a los gustos amargos. Las papilas gustativas de la parte superior y a los costados de la lengua son sensibles a salados y ácidos. En la base de cada papila se encuentra un nervio que envía las sensaciones al cerebro. El sentido del gusto funciona junto o en coordinación con el sentido del olfato. El número de papilas depende de cada persona y un número mayor de papilas obviamente aumenta la sensibilidad a los sabores. Por lo general, las mujeres tienen un mayor número de papilas gustativas que los varones. Así como sucede en el caso de daltonismo (en el sentido de la vista), determinadas personas pueden ser insensibles a algunos sabores (Espinosa, *óp. cit.*).

La lengua está conformada por dos caras, dos bordes, base y punta.

- En la cara superior o dorsal se encuentra al *foramen caecum* el cual está ubicado en surco terminal, hundimiento en forma de V abierta hacia el frente. En esta zona se encuentran de 9 a 11 papilas gustativas.
- En la porción anterior o bucal se encuentra el surco superior que va de la lengua hasta el *foramen caecum* e incluso en la parte posterior. En esta zona se encuentran las papilas linguales.
- En la porción anterior o faríngea la mucosa es poco adherente y tiene una superficie con abultamientos, en esta zona están ubicados los folículos linfáticos. En la línea media el surco medio superior y en la parte superior se une a la cara

anterior de la epiglotis con tres repliegues llamados glosepigloticos los cuales limitan a las fositas conocidas como valléculas. La mucosa es blanquecina y carece de papilas (figura 4)

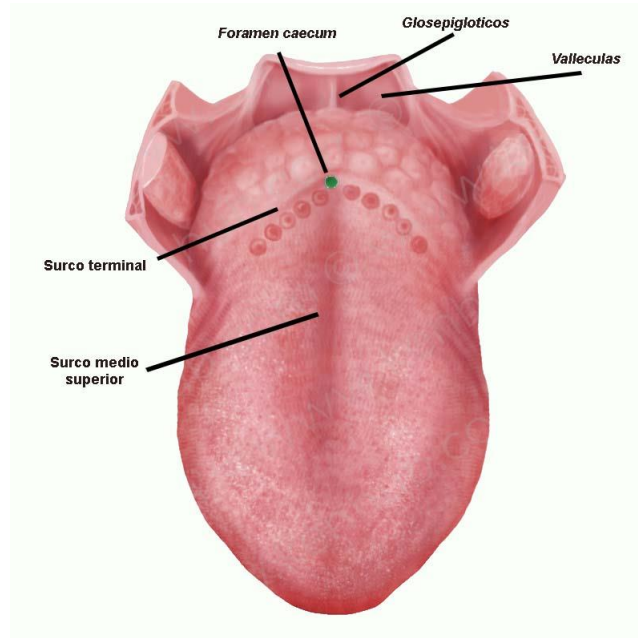


Figura 4 Conformación de la lengua.

Fuente. Marvin P. (2006), con adaptaciones.

La cara inferior ventral se encuentra en el piso de la boca a la cual se une con un pliegue medio denominado frenillo lingual, en cada lado de la línea media se encuentran las canículas sublinguales en cuyo vértice se ven los orificios del conducto de la glándula submaxilar.

A los lados del surco medio inferior están los rodetes longitudinales. La mucosa es lisa, delgada y transparente y carece de papilas. Los canales laterales son depresiones entre los rodetes longitudinales y los bordes laterales. A los lados de la línea media se encuentran un grupo de glándulas seromucosas, sus conductos terminan en la cara inferior de la lengua (figura 5).

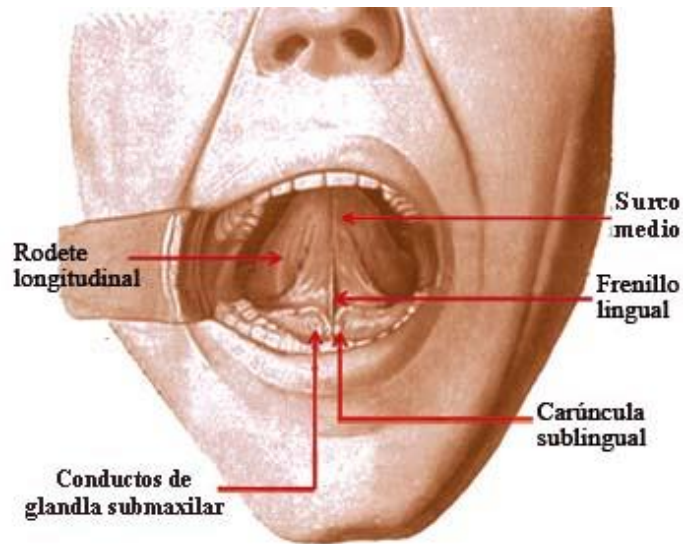


Figura 5 Descripción posterior de cavidad bucal.

Fuente: Imagen tomada de Larajet y Ruiz (2004), con adaptaciones.

Los bordes son libres y redondeados, forman parte de los arcos gingivodentarios. En la extremidad posterior y cerca de la base se encuentran las papilas foliadas.

Es importante conocer la anatomía de la lengua para poder entender cómo funciona el sentido del gusto. El sentido del gusto y el aroma están relacionados fisiológicamente; por esta razón el sabor de varios alimentos es una combinación de ambos.

Calderón (2008) menciona que el gusto consiste en registrar el sabor e identificar determinadas sustancias solubles en la saliva por medio de algunas cualidades químicas. Este se une al olfato que lo complementa. El aroma de los alimentos que son ingeridos asciende por las fosas nasales hacia la mucosa olfatoria.

El mismo autor describe que las papilas de la lengua se dividen en cinco grupos según su forma:

- Papilas Caliciformes o Circunvaladas. Son las más importantes; se encuentran en la cara dorsal de la lengua, por delante de la V lingual; en los bordes y la punta de la lengua, se encuentran en un número de 9 a 11.

Se dividen en tres partes: Papila central, un borde circular que la rodea, un surco circular entre la papila y su rodete. Cada una contiene hasta 100 botones gustativos, generalmente localizados a lo largo de los lados de la papila.

- Papilas Fungiformes. Son de 150 a 200 y están distribuidas por la cara dorsal de la lengua, por la V lingual, en los bordes y punta de la lengua. Tienen forma de hongo y contienen de uno a cinco botones gustativos que sólo se encuentran en la superficie dorsal.

- Papilas Foliadas. Forman unos pliegues ubicados parolateralmente en la parte posterior del borde lingual.

- Papilas Filiformes. Ocupan toda la porción de la cara dorsal de la lengua por delante de la V lingual. Están formados en línea y van del surco medio de la lengua hacia los bordes, no están en relación con el sentido del gusto, porque carecen de botones gustativos; tienen función táctil.

Los botones gustativos son órganos sensoriales para el sentido que corresponde, son corpúsculos ovoides que miden de 50 a 70  $\mu\text{m}$ . Se constituyen por células basales y receptores gustativos, ambos tipos de células cuentan con microvellosidades que se extienden hacia el poro gustativo, un orificio en el epitelio lingual. Está inervado por aproximadamente 50 fibras nerviosas y cada fibra recibe información de 5 botones gustativos de los cuales, en total existen cerca de 10,000 (Calderón *óp. cit.*).

Existen cuatro sensaciones primarias: dulce, salado, ácido y amargo. Lo dulce es percibido con mayor intensidad en la punta de la lengua ya que en esta zona se encuentran las células receptoras que detectan los azúcares; el sabor salado y ácido se perciben mejor en los bordes posteriores y anteriores. El sabor amargo se detecta en la parte posterior o base de la lengua (Espinosa, *óp. cit.*).

El sabor es la sensación que proviene del olor que se percibe a través de la nariz y del gusto (salado, dulce, agrio, amargo y umami) los cuales se perciben en la boca gracias a las papilas gustativas como se ha explicado anteriormente. En el sabor de la carne tiene que ver el tipo de especie animal, la dieta, métodos de cocción y método de conservación. La jugosidad incrementa el sabor e influye en la blandura de la carne lo que provoca que sea más fácil de masticar y estimula la producción de saliva. La retención de agua y el contenido de lípidos (factor que caracteriza el sabor de la carne) es lo que determina la jugosidad. La grasa que se encuentra en la carne ayuda en la retención de líquidos. La pérdida de agua se debe a la evaporación y goteo. La maduración post-mortem de la carne incrementa la retención de agua lo cual aumenta la jugosidad (Braña, *et al.*, *óp.cit*).

De acuerdo a Alfaro, (*óp cit.*) no existe ningún equipo que pueda reemplazar la percepción humana.

#### 12.4 Sentido del olfato y el olor

Los quimiorreceptores del olfato se encuentran ubicados en las pituitarias amarillas, que está en la parte superior de las fosas nasales. Para que las células olfatorias sean estimuladas es necesario que las sustancias sean volátiles, es decir que desprendan vapores que puedan entrar en las fosas nasales además de que sean solubles en agua para que estas puedan disolverse en el moco y lleguen a las células olfatorias. Estas células transmiten un impulso nervioso al bulbo olfatorio y de este a los centros olfatorios de la corteza cerebral que es en donde se interpreta la sensación. Se estima que existen siete tipos de células olfatorias, de las cuales cada una sólo es capaz de detectar un tipo de moléculas. Estos olores primarios son: alcanforado (olor a alcanfor), almizclado (olor a almizcle), floral, mentolado, etéreo (olor a éter), picante y pútrido (olor a podrido). Las células olfatorias llegan a fatigarse si se presenta un estímulo prolongado a la misma sustancia, haciendo que estas dejen de emitir impulsos



nerviosos respecto a esta, pero siguen detectando todos los demás olores (Alfaro, *óp. cit.*).

El olor de los alimentos se origina por sustancias volátiles que se desprenden de los alimentos y pasan a la nariz siendo percibidos por los receptores olfatorios. Los humanos cuentan con 1000 receptores que distinguen alrededor de 10,000 olores distintos. En el interior de la nariz existen regiones cubiertas de mucosa pituitaria, la cual tiene células y terminaciones nerviosas que reconocen distintos olores y transmiten la sensación olfatoria hasta el cerebro (Espinosa, *óp. cit.*).

El olor registra distintas características: predominancia, intensidad o potencia de este y la persistencia. Este sentido se aloja en la nariz y permite detectar la presencia de sustancias gaseosas. En el ser humano el sentido del olfato es muy básico si se compara con el de otras especies (Alfaro, *óp. cit.*).

El olor es la percepción de sustancias volátiles por medio de la nariz y el aroma es la detección que se origina después de haberse puesto en contacto el alimento en la boca (vía retronasal), el aire no influye en la transmisión de la sustancia, si no la membrana mucosa del paladar (Espinosa, *óp. cit.*; Alfaro, *óp. cit.*).

No existe una escala de valores primarios en el olfato sin embargo los analizadores de olfato están más desarrollados que los del gusto.

## 12.5 Sentido del tacto

El sentido del tacto es el único que está distribuido en todo el cuerpo. Consiste en nervios en la piel y en la mayor parte del cuerpo, cuya función es transmitir sensaciones al cerebro. Algunas de dichas partes del cuerpo tienen mayor número de receptores nerviosos y por lo consiguiente son más sensibles. Se han identificado cuatro clases de sensaciones de tacto: frío, calor, contacto y dolor. Las vellosidades o pelos de la piel actúan como amplificadores de esta

sensibilidad, cuya función principal es de un sistema de alerta rápida para el cuerpo (Watts, *óp. cit.*).

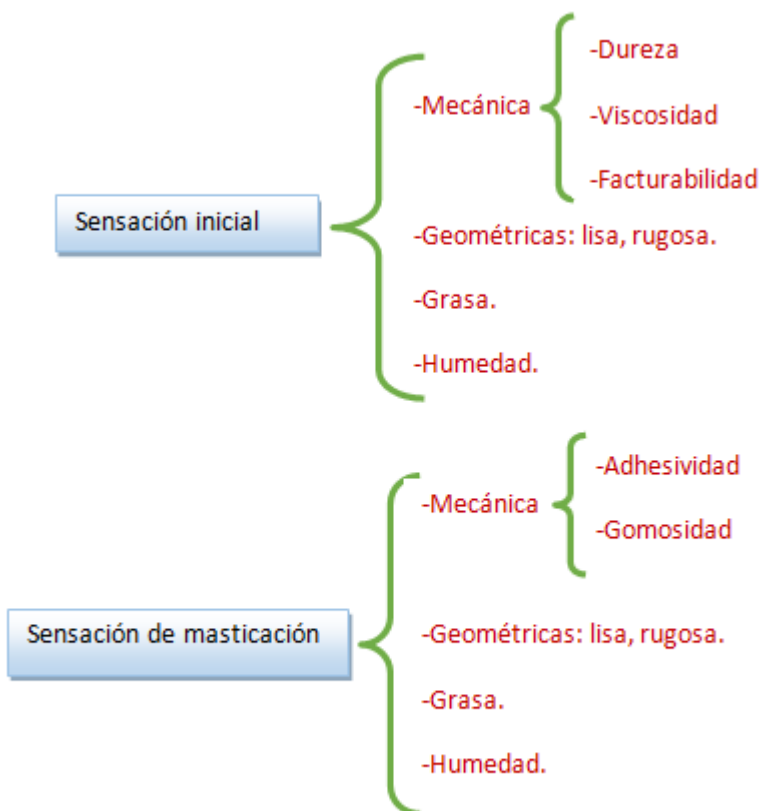
El sentido del tacto sirve para identificar las características de las superficies e incluso la textura de los alimentos; esto es posible gracias a la variedad de texturas que conforman a este sentido.

En una evaluación sensorial de los alimentos son de especial importancia las percepciones táctiles por medio de los dedos, la palma de la mano, la lengua, las encías, la parte interior de las mejillas, la garganta y el paladar ya que en estos se detectan los atributos de textura de los alimentos (Barone, *et al.*, 2007).

La textura se define como la manifestación sensorial y funcional de las propiedades estructurales, mecánicas y de superficie de alimentos, los cuales se detectan mediante los diferentes sentidos, como son la vista, el oído, el tacto y la cinestesia. Por otro lado, esta misma puede ser solo percibida y por lo tanto descrita por un ser humano, solo pueden ser cuantificados algunos parámetros físicos los cuales se interpretan en términos de la percepción sensorial. (Severiano, *óp. cit.*). Existen 7 parámetros que permiten medir la textura:

- Dureza. Es la fuerza que se necesita para masticar y deformar un alimento entre los dientes molares.
- Cohesividad. La cantidad de veces que podemos aplastar y deformar un alimento antes de que este se rompa. Esto muestra la unión que tiene un alimento en las partes que lo forman.
- Adhesividad. Es la fuerza con la cual el alimento se adhiere a los dientes o paladar, esto permite conocer el grado en que el alimento se pega a otra superficie.
- Masticabilidad. Cantidad de veces que se tiene que masticar un alimento para poder ser deglutido. Es producto de la elasticidad, cohesividad, y dureza.

- Homogeneidad. Grado en el cual se dejan de sentir los componentes del alimento y se vuelve una consistencia general.
- Jugosidad. Está determinada por la cantidad de agua y/o grasa que presenta un alimento.



Cuadro 10 Patrones para evaluar cada una de las características de textura.

Fuente: Tomado de Szczesniak, 1963

## 12.6 Formato de evaluación para panelistas

A continuación, se muestra el formato de evaluación (figura 6) implementado en las pruebas sensoriales de carne de conejo alimentado con dietas con inclusión de romero y tomillo, donde se observa que se evaluó el color, olor, sabor, textura y grado de satisfacción de las cinco muestras. Se observa que cada uno está identificado con una clave con letras al azar.

Figura 6 Formato de evaluación.

Color						Olor					
Marca con un "X" la imagen que te parezca más apropiada según la sensación que la muestra te produzca.						Marca con un "X" la imagen que te parezca más apropiada según la sensación que la muestra te produzca.					
QLC						QLC					
MRZ						MRZ					
BOD						BOD					
ESR						ESR					
LFU						LFU					

Textura						Sabor					
Marca con un "X" la imagen que te parezca más apropiada según la sensación que la muestra te produzca.						Marca con un "X" la imagen que te parezca más apropiada según la sensación que la muestra te produzca.					
QLC						QLC					
MRZ						MRZ					
BOD						BOD					
ESR						ESR					
LFU						LFU					

¿Te agrada este producto?					
Marca con un "X" la imagen que te parezca más apropiada según la sensación que la muestra te produzca.					
QLC					
MRZ					
BOD					
ESR					
LFU					

## 12.7 Evidencias fotográficas

Los platos fueron identificados con las claves de las muestras para evitar confusiones.



Figura 7 Plato identificado.



Figura 8 Capacitación a jueces consumidores.



Figura 9 Deshuesado de piernas.



Figura 10 Muestras para degustación



Figura 11 Pruebas sensoriales.



Figura 12 Pruebas fisicoquímicas



Figura 13 Toma de color