
**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CALKINÍ EN EL ESTADO DE
CAMPECHE**

**“Evaluación fisicoquímica de la carne de cordero
marinado con fruto entero de bonete (*Jacaratia
mexicana*)”**

TESIS PARA TITULACIÓN INTEGRAL

INGENIERÍA BIOQUIMICA

**PRESENTA:
MONICA ALEJANDRA CHIM JUAREZ**

**DIRECTOR Y CODIRECTOR:
DR. VICTOR MANUEL MOO HUCHIN
M.C. DANIEL BOLÍVAR MORENO**

Calkiní, Campeche, México

2025



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Subdirección de Planeación y Desarrollo

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante

Calkiní, Campeche 45939
P/10/25/792
INGENIERÍA BIOQUÍMICA

CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA

MODALIDAD: TESIS

C. MONICA ALEJANDRA CHIM JUAREZ 7383
PASANTE DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA BIOQUÍMICA.
PRESENTE

Con relación a lo establecido en el Reglamento de Estudios de Licenciatura, capítulo VII, fracción I, vigente en este Instituto, y una vez emitido el fallo favorable por el director DR. VICTOR MANUEL MOO HUCHIN, y el co-director MC. DANIEL BOLIVAR MORENO, respectivamente, este Instituto consta de no tener inconveniencia para la realización del acto protocolario de titulación integral de su trabajo profesional titulado: **"EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA CARNE DE CORDERO MARINADO CON FRUTO ENTERO DE BONETE (JACARATIA MEXICANA)"**.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Sabiduría, Fortaleza de Nuestra Cultura®

Dr. Jorge Alfonso Hau Puc.
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante.

C.c.p. Archivo



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE CALKINÍ
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN
ESCOLAR Y APOYO A
ESTUDIANTES
CLAVE: 04MSU0013P
CALKINÍ, CAMPECHE, MÉXICO.



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Ah Canul S/N por Carretera Federal, Calkiní, Campeche,
C.P. 24900 Tel. 996-8134870,
e-mail: se_dcalkini@tecnm.mx | Itescam.edu.mx



Agradecimientos

Quiero agradecer principalmente a dios y al universo, quien ha sostenido mi mano durante todo este camino, mi vida y permitirme llegar hasta este punto en mi formación profesional.

Al Dr. Víctor Moo Huchin, mi asesor, por su dedicación, paciencia, y sobre todo por la enseñanza y aprendizaje que me proporciono durante todo este trayecto.

Al Mtro. Daniel Bolívar, quien más que un maestro, ha sido un gran amigo que me extendió la mano durante la carrera y el trayecto de titulación.

A mi madre Miriam Juárez y hermana Jessica Chim, quienes me han apoyado demasiado durante toda mi vida, quienes creyeron en mí, estuvieron en mis días de desvelos y llantos, a mi padre Julio Chim, quien me apoyo hasta el último momento, este logro es también de ustedes.

A mis amigos que estuvieron y escucharon, mis amigos de la carrera con los que compartí momentos de desvelo y retos para llegar hasta donde estamos ahora. A Sandra Mut, por ser mi compañera más fiel durante este reto, por compartir risas, conocimiento a la hora de trabajar y no dejarnos caer la uno a la otra. A Mindel mi alma gemela, quien siempre creyó en mí, a pesar de estar a miles de kilómetros, me daba ánimos para no rendirme.

A mi abuelo Luis Juárez quien ahora no se encuentra en vida, pero este logro también es tuyo y sé que, desde el cielo, estas orgulloso.

Gracias infinitas a todos por estar conmigo hasta este momento de mi vida y formación profesional.

Resumen

La marinación de carnes ha sido una técnica que mejora el color, el sabor y la textura, utilizándose como un método de ablandamiento. El objetivo general fue evaluar algunas propiedades fisicoquímicas de la carne de cordero (brochetas) tratadas con un marinado tradicional con distintas proporciones de jugo de fruto entero de bonete (*Jacaratia mexicana*) para disminuir su dureza. Las brochetas de hombro de cordero (Dorper X Pelibuey) fueron adquiridas de forma comercial. Los frutos de bonete (pulpa con tonalidad naranja) fueron recolectados en distintas localidades del municipio de Calkiní, Campeche. El jugo se obtuvo triturando el fruto entero (incluyendo la pulpa, cáscara y semillas), el cual fue filtrado y conservado en refrigeración hasta su uso. Se diseñaron cuatro tratamientos de marinado sustituyendo el jugo de naranja agria y limón por jugo de Bonete en diferentes proporciones (0 %, 20 %, 50 % y 100 %). Las muestras fueron marinadas mediante inmersión durante 24 h a 4 °C. La carne tratada y control (sin marinar) se analizó tanto en estado crudo como cocido (180 °C durante 10 min). Se evaluaron parámetros fisicoquímicos de la carne como el pH, color CIELab, actividad de agua (a_w), absorción de marinado y textura instrumental. Los hallazgos indican que el pH de la carne es menor a 5.0 cuando fue marinado con 0 %, 20 % y 50 % de jugo de bonete. Dicho comportamiento fue similar para carne cocida. Los valores de color a^* , b^* y C^* se incrementaron en carne cocida respecto a las crudas. Cuando se incrementa la incorporación del jugo de bonete en el marinado, las brochetas crudas redujeron sus valores de L^* . Situación contraria se encontró para brochetas cocidas. El color rojo a^* resultó con mayor valor para brocheta cruda sin marinar en comparación a las brochetas marinadas. La brocheta cruda sin marinar exhibió un valor menor de ángulo de tono (37.76) en comparación a los tratamientos tanto crudos como cocidos. Respecto a la actividad de agua, los tratamientos sin marinar, y marinado con 50 % y 100 % de bonete registraron valores superiores tanto en crudo y cocido. En la absorción de marinado, se observó un aumento proporcional con la adición de Bonete, siendo el tratamiento con 100 % de JB el que obtuvo un valor máximo (12.3 %). La incorporación del jugo de bonete no influyó en los valores de dureza de la carne. Al comparar la carne cruda con cocida, los valores de dureza

de la carne cocida se incrementaron para todos los tratamientos y el control. En conclusión, la incorporación del jugo de Bonete en el marinado modificó algunos parámetros fisicoquímicos de la carne de cordero, como el pH, color, la actividad de agua y absorción de marinado. Los hallazgos de esta investigación sugieren que la incorporación de jugo de bonete en una base de marinado con jugo de naranja agria incrementó el valor de la dureza de la carne respecto al control; sin embargo, el uso de sólo jugo de bonete en la carne permitió mantener su valor de dureza con respecto al control. Por lo tanto, se asume que el jugo de esta fruta tiene nula influencia en el ablandamiento de la carne de cordero.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES	13
2.1 CARNE OVINA	13
2.2 Ovinos de pelo de Yucatán	16
2.3 Calidad de la carne de Ovinos de pelo	20
2.4 Textura en la carne de Ovinos	25
2.5 Marinación	25
2.5.1 Tipos de Marinación.....	27
2.5.2 Tipos de penetración de la salmuera/Marinado	28
2.5.3 Uso de frutas y Jugos en la marinación	29
2.6 Naranja agria.....	29
2.7 <i>Jacaratia mexicana</i> (Bonete)	30
2.8 Estudios de marinación de carne utilizando frutas tropicales.....	34
CAPÍTULO 3. OBJETIVOS	39
3.1 Objetivo General	39
3.2 Objetivos Específicos.....	39
4. JUSTIFICACIÓN	40
CAPITULO 5 MATERIALES Y MÉTODOS	41
5.1 Estrategia del trabajo	41
5.2 Materiales	42
5.3 Obtención del jugo de Bonete (<i>Jacaratia mexicana</i>).....	42
5.4 Tratamientos de marinación.....	42
5.5 Análisis fisicoquímicos en la carne.....	44
5.5.1 Color	44
5.5.2 pH	45
5.5.3 Actividad de agua	45
5.5.4 Textura (Resistencia a la compresión).....	45
5.5.5 Absorción de marinado	46
CAPITULO 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
6.1 pH	47

6.2 Color CIELab.....	48
6.3 Actividad de agua (aw).....	51
6.4 Esfuerzo a la compresión.....	52
6.5 Absorción del marinado	53
CAPITULO 7. CONCLUSION.....	55
BIBLIOGRAFIA	56

Índice de figuras

Figura 1. producción ovina por entidad federativa registrado por SIAP 2023 ..	15
Figura 2. Frutos de Jacaratia mexicana	32
Figura 3. Distribución de Jacaratia mexicana en la República Mexicana.....	33
Figura 4. Estrategia general del trabajo	41
Figura 5. pH de las brochetas de cordero tratadas con diferentes marinados incorporando jugo de Bonete (% JB). a) carne cruda; b) carne cocida.	48
Figura 6. Color CIELab de las brochetas de cordero tratadas con diferentes marinados incorporando jugo de Bonete (% JB). a) L*; b) a*; c) b*; d) Hue° y e) C*.	50
Figura 7. aw de las brochetas de cordero tratadas con diferentes marinados incorporando jugo de Bonete (% JB). a) carne cruda; b) carne cocida.	52
Figura 8. Esfuerzo a la compresión de las brochetas de cordero tratadas con diferentes marinados incorporando jugo de Bonete (% JB). a) carne cruda; b) carne cocida.....	53

Índice de tablas

Tabla 1. Principales entidades federativas con mayor inventario ovino	14
Tabla 2. Producción ovina (ganado en pie y carne en canal) en los municipios de Yucatán.	16
Tabla 3. Características corporales de razas ovinas más comunes.....	20
Tabla 4. Principales enzimas vegetales y microbianas empleadas en la industria cárnica para hidrolizar proteínas musculares.	27
Tabla 5. Proporción de ingredientes para la preparación de una base de marinado tradicional.....	42
Tabla 6. Soluciones y cantidad de jugo de bonete en los tratamientos a emplear.	43
Tabla 7. Porcentaje de absorción de marinado resultante por tratamiento	54

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Angulo de tono ($^{\circ}$ Hue).	44
Ecuación 2. Cromaticidad (C^*).	44
Ecuación 3. Determinación de absorción de marinado.	46

1. INTRODUCCIÓN

La producción de carne ovina en México ha ido adquiriendo importancia en las últimas décadas, impulsado por la alta demanda de productos cárnicos con valor nutricional y por la adaptabilidad de los ovinos en diversos sistemas de producción. La población ovina nacional alcanzó los 132 millones de cabezas y una producción de más de 68,000 toneladas de carne en canal, siendo el estado de México, Hidalgo y Veracruz los principales productores (SIAP., 2023). En la región sureste (un claro ejemplo, Yucatán), la cría de ovinos de pelo como el Pelibuey, Dorper y Katahdin han sido de mayor importancia en producción debido a su capacidad de adaptación a climas tropicales y sistemas de manejo semi- intensivos, representando una fuente significativa de ingreso para productores locales (Hernández- Marín et al., 2017).

La carne ovina ha sido reconocida por su elevado valor nutricional al ser fuente importante de proteínas de alta calidad, vitaminas de complejo B, Hierro, Zinc y nutrientes esenciales para el adecuado funcionamiento del organismo humano (Santaliestra, 2010; Ramírez, 2016). Sin embargo, a pesar de su valor alimenticio, su consumo enfrenta limitaciones relacionadas con las propiedades sensoriales, principalmente la textura. La carne de corderos adultos o provenientes de razas de crecimiento lento tienden a presentar mayor firmeza y resistencia a la masticación, reduciendo la aceptación entre los consumidores (Rant et al., 2019). Esta característica a impulsado la búsqueda de técnicas o tecnologías postmortem orientadas a mejorar la ternura de la carne, manteniendo al mismo tiempo su composición nutricional y características organolépticas.

La marinación es una de las técnicas más utilizadas en la industria cárnica para ablandar, sazonar y prolongar la vida útil de la carne, este proceso es empleado al sumergir, inyectar o masajear la carne con soluciones que pueden estar conformados de ingredientes ácidos, enzimáticos, salinos y especias; actuando de forma conjunta sobre las proteínas musculares, modificando su estructura, favoreciendo el desarrollo de sus características fisicoquímicas y organolépticas (Santos & Ramos, 2017). Diversos estudios han demostrado que el uso de frutas tropicales como papaya, piña, kiwi y mango en formulaciones de marinado han

mejorado de forma significativa la textura en la carne debido a su contenido de enzimas como las proteasas (papaína, bromelina o actinidina) (Bhat et al., 2018; Singh et al., 2019).

En la región de la península de Yucatán, el uso de marinados ácidos ha sido parte de la tradición culinaria, empleando ingredientes locales como la naranja agria (*Citrus aurantium*); sin embargo, los estudios enfocados en aprovechar especies nativas de la región para desarrollar tecnologías cárnicas innovadoras son escasos, por lo que representa una oportunidad para el uso sostenible de recursos locales como las frutas tropicales. Uno de estos recursos es el bonete (*Jacaratia mexicana*), un fruto tropical perteneciente a la familia *Caricaceae*, originario del sureste mexicano, su posible potencial como ablandador se debe a la presencia de mexicaina, una enzima proteolítica con actividad similar a la papaína y bromelina (Moreno, 1980; Pérez et al., 2006). No obstante, pese a sus propiedades bioactivas, la aplicación del jugo de bonete en la marinación de productos ha sido poco explorada.

La presente investigación evalúa el efecto de incorporar jugo de bonete en una base de marinado tradicional sobre diversas propiedades fisicoquímicas en la carne de cordero, analizando su influencia en la textura, color, pH, actividad de agua y absorción de marinado, tanto en muestras crudas y cocidas. De igual forma se busca aportar conocimiento científico sobre el aprovechamiento de especies frutales subutilizadas de la península de Yucatán, ampliando comprensión sobre el papel de las proteasas naturales del bonete en la modificación de la matriz muscular de la carne ovina, generando una alternativa sostenible e innovadora que permita optimizar la calidad sensorial de los productos cárnicos.

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES

2.1 CARNE OVINA

La carne ovina contiene un nivel alto de proteínas de calidad, considerándose así un alimento con un alto valor energético y biológico, cumpliendo con todas las necesidades nutritivas del ser humano (Cariqueo. 2013).

Siendo un alimento con alto valor nutritivo debido a la forma de alimentación de estos, con base en forrajes, cereales, pastas de oleaginosas, etc. La carne ovina proporciona vitaminas del complejo B, como lo son las B1, B2, B3, B6, B9 y B12, las cuales actúan e intervienen en el sistema inmune, ayudan a la producción de glóbulos rojos y formación de hemoglobina, previniendo así alteraciones en el sistema nervioso (Santaliestra, 2010; Guarderas., 2013). Por otra parte, la carne ovina contiene vitamina D (que tiene como función absorber el calcio y vitamina E) y beta-caroteno, que funciona como antioxidante (Ramírez, 2016).

En las regiones tropicales de México la cría de ovinos se percibe como una de las opciones ganaderas con alto potencial de desarrollo (Morales et al., 2004) esto debido a la aceptación por parte de los consumidores quienes incluyen en su dieta la carne ovina (Arteaga, 2007). En México hay regiones para un alto desarrollo de sistemas de manejo que sean amigables con el medio ambiente y con un alto índice de producción aprovechando los recursos naturales disponibles (Partida et al., 2013; Morales et al., 2004).

La producción ovina en México a lo largo del tiempo se ha realizado bajo pastoreo de manera tradicional por regiones, la norte, que se basa en la producción de ovinos de lana y en razas para carne con sistemas tecnificados, la región del centro, se caracteriza por la producción con ganados cruzados (Sufforl o Hampshire y razas de pelo) y las regiones sur y sureste, por sus características tropicales en la región, destacan razas de pelo (Pelibuey y Black Belly); sin embargo, actualmente se han incorporado razas especializadas para la producción de carne (Dorper y Katahdin) (Hernández-Marín et al., 2017).

Alrededor del año 2000 a 2023 la población de ganado ovino incremento de 67 a 132 millones, siendo así el estado de México la entidad federativa que ha registrado

una mayor cantidad de ovinos, las cuales val alrededor de 18 millones, equivalente a un 13.7 % del total a nivel nacional (SIAP, 2023).

En la tabla 1 se muestra la lista de entidades federativas con mayor inventario ovino en pie, representado en toneladas, el precio (pesos por kilogramo) y peso en kilogramos.

Tabla 1. Principales entidades federativas con mayor inventario ovino

Estado	Producción (toneladas)	Precio (pesos por kilogramo)	Peso (kilogramos)
Aguascalientes	1,643.476	41.23	49.290
Baja california	577.849	41.41	39.852
Baja california sur	444.701	37.90	32.281
Campeche	3,337.924	37.63	33.336
Coahuila	1,387.722	35.70	40.659
Colima	215.081	41.66	34.870
Chiapas	3,760.061	38.18	38.352
Chihuahua	3,105.729	36.51	40.196
Ciudad de México	416.105	52.28	43.681
Durango	921.005	35.76	35.018
Guanajuato	4,593.223	42.20	38.668
Guerrero	2,900.078	39.75	38.848
Hidalgo	13,484.404	48.73	41.681
Jalisco	10,186.326	49.03	44.842
México	18,139.969	41.33	42.104
Michoacán	3,617.059	41.33	38.899
Morelos	1,435.452	40.93	40.560
Nayarit	485.155	36.52	40.346
Nuevo león	3,572.831	42.13	31.313
Oaxaca	4,977.079	40.79	35.909
Puebla	8,544.594	33.99	40.999
Querétaro	2,115.440	50.23	45.746
Quintana roo	997.392	45.05	38.173
San Luis Potosí	5,849.346	40.41	43.959
Sinaloa	2,419.613	35.23	33.154
Sonora	1,055.115	39.66	40.412
Tabasco	658.186	44.12	36.515
Tamaulipas	2,798.520	38.78	31.463
Tlaxcala	6,150.120	49.31	44.684
Veracruz	11,751.081	38.78	38.667
Yucatán	2,127.271	38.45	36.978

Zacatecas	8,660.802	40.71	39.721
TOTAL	132,328.709	42.84	39.879

SIAP (2023)

En el 2023, la producción de carne en canal incrementó de forma significativa (33,390.000 t a 68,451.270 t), de ganado en pie (65,315.647 t a 132,328.709 t) y la producción de lana disminuyó (de 4,176.000 t a 3,797.227 t). En el estado de México se produjo la mayor cantidad de ganado en pie y carne en canal, el estado de Hidalgo resultó ser el principal productor de lana (SIAP,2023).

En la figura 1, se representa la producción ovina en toneladas durante el 2023, de lana, carne en canal y ganado en pie por entidades federativas.

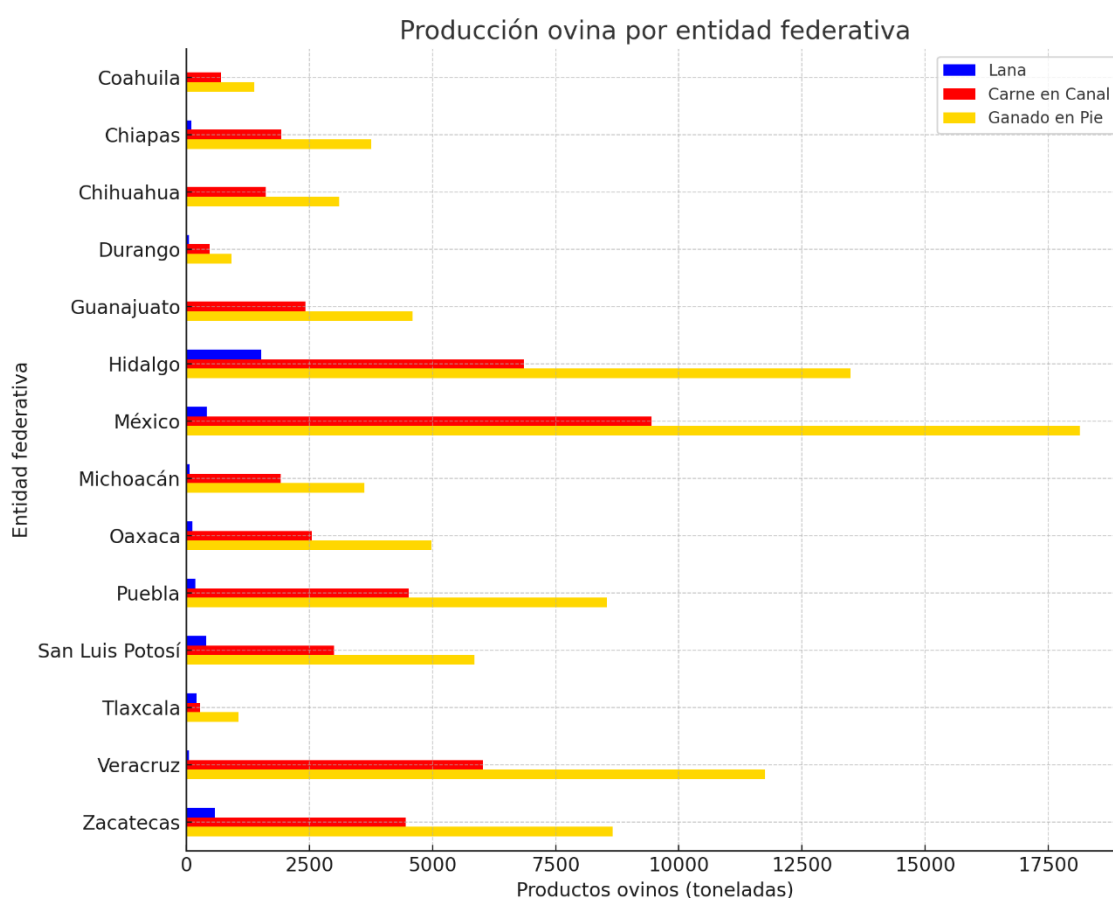


Figura 1. producción ovina por entidad federativa registrado por SIAP 2023

La comercialización de ganado ovino en México se realiza mediante la compra de estos mismos por pieza o también llamado “a bulto” (Gómez M., 2011). Desde 2010, los estados de Puebla, Guanajuato, Zacatecas, Jalisco y Chiapas, han presentado incremento en sus respectivos inventarios ovinos, esto debido a una mejor integración de la producción primaria con los diversos eslabones de transformación, procesamiento y comercialización con respecto a la cadena cárnica y a la diversidad de los productos y subproductos ovinos, así como cortes finos de cordero, carnes frías, embutidos y barbacoa (Gómez, 2009), o con respecto a la preparación del ovino para consumo: cordero al pastor, lechal, birria, etc (Arteaga C., 2007).

2.2 Ovinos de pelo de Yucatán

Los ovinos de pelo han desempeñado un papel importante en cuanto a la producción de carnes en sectores tropicales. Debido a que estas razas son caracterizadas por su alta prolificidad, resistencia a enfermedades y con una capacidad de adaptación a los climas que se presentan en México (Chay- Canul et al., 2016).

La producción de ovinos en México se ha transformado en una actividad pecuaria, con un 24 % que se encuentra en la península de Yucatán, la raza de mayor explotación para la producción de carne es pelibuey (Arce-Recinos et al., 2021). El estado de Yucatán ocupó el lugar dieciocho a nivel nacional de carne ovina en canal en el año 2023, con una cifra de 1,067.585 t de carne en canal y 2,127.271 t de ganado en pie (SIAP, 2023).

En la tabla 2 se muestra la producción ovina registrada en los diferentes municipios del estado de Yucatán, considerando tanto el volumen de ganado en pie como la carne procesada en canal, expresados en toneladas.

Tabla 2. Producción ovina (ganado en pie y carne en canal) en los municipios de Yucatán.

Estado / Municipio	Ganado en pie (toneladas)	Carne en canal (toneladas)
Abala	9.722	4.905
Acanceh	17.393	8.709
Akí	10.024	5.011
Bacá	17.222	8.601

Bokobá	1.954	0.983
Buctzotz	21.055	10.523
Cacalchén	2.682	1.353
Calotmul	29.890	14.885
Cansahcáb	3.775	1.913
Celestún	1.361	0.691
Cenotillo	3.467	1.727
Chapab	8.805	4.422
Chemax	5.592	2.792
Chichimilá	0.460	0.240
Chixulúb Pueblo	21.639	10.982
Chikindzonot	2.241	1.130
Chocholá	12.185	6.242
Chumayél	9.045	4.530
Conkal	36.635	18.359
Cuzuma	0.724	0.359
Dzan	3.692	1.858
Dzemul	4.202	2.219
Dzidzantún	10.652	5.345
Dzilam de Bravo	0.766	0.388
Dzilam González	37.923	19.108
Dzitás	1.892	0.939
Dzoncauich	3.280	1.706
Espita	15.258	7.620
Halachó	9.639	4.849
Hocabá	9.106	4.709
Hoctún	5.097	2.600
Homún	3.633	1.889
Huhí	1.823	0.933
Hunucmá	7.333	3.750
Ixil	25.298	13.009
Izamal	39.981	20.145
Kanasín	38.509	19.353
Kantunil	1.414	0.725
Kaua	0.794	0.400
Kinchil	4.046	1.994
Kopomá	5.846	3.012
Mama	8.353	4.157
Maní	5.163	2.586
Maxcanú	37.735	19.046
Mérida	128.770	64.619
Mocochá	21.893	11.094
Motul	68.063	34.108

Muna	58.896	29.440
Muxupip	2.527	1.303
Opichén	1.501	0.740
Oxkutzcab	25.974	12.986
Panabá	54.541	27.246
Peto	47.845	23.898
Progreso	6.334	3.220
Rio lagartos	3.984	1.986
Sacamul	10.443	5.228
Samahil	0.546	0.276
San Felipe	11.828	5.896
Sanahcat	5.118	2.568
Santa Elena	10.119	5.048
Seyé	11.044	5.427
Sinanché	13.402	6.726
Sotuta	2.055	1.019
Sucila	101.725	50.913
Sudzal	11.077	5.637
Suma	0.376	0.173
Tahmek	27.910	13.936
Teabo	5.983	2.990
Tecoh	8.791	4.505
Tekal de Venegas	9.566	4.430
Tekantó	69.674	4.892
Tekax	69.674	34.831
Tekit	0.383	0.198
Tekom	0.836	0.420
Telchac pueblo	29.529	14.930
Temozón	43.727	21.854
Tepakán	2.713	1.373
Tetiz	9.851	4.765
Teya	2.900	1.461
Ticul	49.938	24.967
Timucuy	36.865	18.438
Tinum	0.987	0.500
Tixcacalcupul	0.565	0.300
Tixkokob	37.198	18.606
Tixmehuac	15.834	7.921
Tixpehual	22.854	11.617
Tizimin	334.045	167.335
Tunkas	4.790	2.396
Tzucacab	132.985	66.612
Ucú	2.975	1.494

Umán	141.550	71.213
Valladolid	5.992	2.990
Xocchel	3.600	1.781
Yaxcaba	3.131	1.560
Yaxkukul	3.380	1.691
Yobain	14.629	7.331
SIAP (2023)		

Yucatán ha tomado gran importancia en la producción de carne ovina, basándose en la implementación de genotipos locales como el ovino Pelibuey, el cual es característico por su rusticidad, a pesar de que esta raza presenta una eficiencia muy baja en la producción de carne, esto debido a que no son sometidos a programas de mejora genética, dando como resultados una fuente importante de ingresos para algunos productores (Ortiz et al., 2000).

En esta región, para lograr obtener más productividad, diversos productores miembros de asociaciones ganaderas han ido obteniendo sementales mejorados de razas con aptitud cárnica para lograr realizar un cruzamiento con hembras del grupo genético pelibuey (Romualdo et al., 2004).

Uno de los factores que afectan la calidad de la canal es la raza, ya que esta se encarga de determinar la madurez del animal, existen razas de ovinos con una madurez temprana quienes logran alcanzar su peso adulto a una edad corta, y otras que son tardías, quienes tardan mayor tiempo en llegar a su peso maduro (Sañudo et al., 1997; Cloete et al., 2004), al existir variaciones en la madurez, afectan unas que otras características de la canal, por ejemplo el peso, la conformación, la muscularidad y el estado del engrosamiento de estas decir que las razas con una madurez precoz depositan una mayor cantidad de grasa corporal a una corta edad, mientras que las razas con una madurez tardía siguen desarrollando músculo durante un mayor período de tiempo, dando como resultado un peso maduro mayor (Beerman et al., 1995; Partida et al., 2011; Hopkins et al., 2011).

En la tabla 3 se muestran las características corporales de diversas razas ovinas más comunes, describiendo el tipo de raza que ocupan según su madurez, el

tamaño que alcanzan a llegar a la adultez, el peso al sacrificio en kg, el peso de la canal que contienen en kg y su rendimiento de la canal en porcentaje.

Tabla 3. Características corporales de razas ovinas más comunes.

Raza	Tipo de raza según su madurez	Tamaño adulto	Peso al sacrificio (kg)	Peso de la canal (kg)	Rendimiento de la canal (%)
Blackbelly	Precoz	Chico	35	15.75	45
Border Leicester	Tardía	Grande	50	25.00	50
Cheviot	Precoz	Chico	35	16.80	48
Charollais	Precoz	Mediano +	45	23.40	52
Colombia	Tardía	Grande	55	29.15	53
Dorper	Precoz	Mediano	50	23.40	52
Dorset	Intermedia	Mediano +	50	26.00	52
Hampshire	Intermedia	Grande	55	29.15	53
Katahdin	Intermedia	Mediano	40	20.00	50
Merino	Intermedia	Mediano -	45	22.50	50
Pelibuey	Intermedia	Mediano +	45	22.05	49
Rambouillet	Tardía	Grande -	55	28.60	52
Romney Mash	Intermedia	Mediano +	45	22.50	50
Polypay	Intermedia	Mediana +	45	22.95	51
Romanov	Precoz	Chico	35	16.80	48
Southdown	Intermedia	Mediano -	40	20.40	51
Suffolk	Tardía	Grande	55	29.15	53
Texel	Intermedia	Mediano +	45	22.90	51

Thomas., (2008); Partida et al., (2013)

2.3 Calidad de la carne de Ovinos de pelo

La calidad en la carne es uno de los factores principales evaluados por parte de los consumidores, debido a las características fisicoquímicas, así como la terneza, jugosidad, color o la cantidad de grasa que este contenga (Rant et al., 2019). Principalmente los factores intrínsecos y productivos son los que influyen en cuanto

a la calidad de la carne, los cuales pueden ser controlados en los criaderos (Alfonso et al., 2001). Si bien la calidad organoléptica de la carne podría verse afectada por diversos factores posteriores al sacrificio (Beriaín et al., 2000) así como la carga y descarga (predio frigorífico), tiempo de espera en el matadero y duración del transporte (Bianchi et al., 2004), quienes influyen en el nivel de estrés del animal previo al sacrificio (Ferguson & Warner, 2008), al igual que existen factores posteriores al sacrificio que afectan la calidad de la carne, como el tiempo de maduración y forma de conservación de la carne, todos estos diversos factores, son los que difícilmente pueden ser controlados por la planta productora y la cadena de comercialización (Beriaín et al., 2000; Alfonso et al., 2001). Con el propósito de mejorar la preservación de los alimentos, algunas hierbas y especias han sido incorporadas de manera tradicional a los alimentos para mejorar las propiedades organolépticas de la carne y también son empleadas como antioxidantes y preservantes (Tsimidou et al., 1995). Es por ello en estudios anteriores han implementado diversas especias en la dieta de los animales, para un mejor rendimiento y calidad en la carne, un ejemplo de ellos, el orégano, debido a su alto contenido de aceites esenciales como lo son el carvacrol y timol (Kulisic et al., 2004; Shan et al., 2005)

La composición química de la carne contribuye con las necesidades nutritivas del hombre, sus componentes mayoritarios, pero varían según la especie de origen, son agua (65-80%), proteína (16- 22%) y grasa (1 a 15%). Estos componentes pueden variar de acuerdo con la raza, sexo, la edad del animal, incluso del alimento que se le administre al animal. También se encuentran en la composición de la carne, cantidades mínimas de sustancias nitrogenadas no proteicas (aminoácidos libres, péptidos, nucleótidos, etc.), minerales de elevada biodisponibilidad (hierro y zinc), vitaminas (B6, B12, retinol y tiamina), al igual que hidratos de carbono (Horcada, A. & Polvillo, O. 2004).

La composición química depende de la especie, y dentro esta misma, podrían variar debido a diversos factores, como son la edad, el sexo y la alimentación (Hernandez.,1999).

El color es uno de ellos factores principales para determinar el valor del producto al momento de su comercialización, existiendo tres factores de variación del color del músculo: (A) Contenido de pigmentos: factor intrínseco más importante, el cual se relaciona con la especie, la edad, la raza, el sexo y el tipo de alimentación del animal, (B) Condiciones del período pre y post sacrificio: este afecta el color de acuerdo a la velocidad de caída del pH y su valor final debido al estrés, temperatura y humedad de la cámara, etc. al momento del sacrificio, (C) Tiempo de almacenamiento y condiciones de comercialización: estos podrían afectar la apariencia en el color debido a los procesos de oxigenación y oxidación (Cañequé Martínez & Sañudo Astiz, 2005).

La carne se compone de dos fracciones las cuales son, el músculo y la grasa, en donde la estructura del músculo y la concentración de pigmentos influirán en la cantidad de luz reflejada, es decir, en su color y el color de la grasa influirá la concentración de pigmentos y la composición química de los diversos ácidos grasos que estructuren el depósito graso. La claridad (<<Lightness>>): se refiere al atributo visual resultante por el área en que se presenta el estímulo, y emite la luz en proporción a la emitida por un área similar iluminada que se perciba como blanco. Está se relaciona con el estado físico en el que se encuentra la carne, debido al pH final de la carne, su estructura de las fibras musculares y la cinética respecto a la instalación del rigor mortis (Cañequé Martínez & Sañudo Astiz, 2005).

El tono (<<hue>>), atributo de la sensación visual en donde el estímulo aparece similar a alguno de los colores percibidos como rojo, amarillo, verde, azul o en ocasiones ciertas proporciones de dos de ellos. Con respecto al color del músculo, se refiere al estado químico del pigmento que ha sido influido por la oxidación de la mioglobina en donde la mioglobina es de color rojo púrpura, la oximioglobina de color rojo vivo y la metamioglobina de un color pardo, este determinará el tono del color y esta correlacionado con los factores post-mortem (Cañequé Martínez & Sañudo Astiz, 2005).

El croma (<<chroma>>) permite valorar el color en un área que parezca más o menos coloreada, generando una sensación de colores vivos o apagados. Este se

relaciona con factores ante-mortem, la cantidad de pigmentos en el musculo, determinara la saturación del color (Cañeque Martínez & Sañudo Astiz, 2005). Hamm en 1960 describió la capacidad de retención de agua como, la capacidad que la carne posee para retener su agua por la cual está constituida, durante la aplicación de fuerzas externas o de diversos tratamientos. Esta puede afectar en aspectos cualitativos en la carne, así como son la retención de vitaminas, minerales o las sales, y de manera cuantitativa como lo son el volumen de agua retenida (Horcada A & Polvillo O.,2009).

El agua se distribuye en el músculo dependiendo de la interacción proteína- agua, así también de la interacción proteína-proteína de los espacios del retículo proteico muscular en donde las moléculas de agua se albergan (efecto estérico). El 70 % aproximadamente del agua constitutiva de la carne fresca se encuentra en las miofibrillas musculares, el 20 % en el sarcoplasma y el resto del tejido conjuntivo (Horcada A & Polvillo O.,2009).

La cantidad total de agua que contiene el músculo, un 4.5 % esta sólidamente asociada a los grupos polares de la proteína y es conocida por “agua ligada”. Esta unión depende de la solubilidad proteica, en el estado de las proteínas miofibrilares y del pH. De esta forma el agua ligada permanece unida a las proteínas inclusive si se aplican fuerzas externas y de gran magnitud al músculo (Horcada A & Polvillo O.,2009).

Hamm en 1986 propuso cuatro formas para lograr medir la capacidad de retención de agua en la carne: (A)Perdida por goteo (drip loss): se determinan por la formación de un exudado sobre la carne, sin la necesidad de la aplicación de alguna fuerza externa, (B) Perdida por descongelación (thawing loss): este origina un exudado sobre la carne, tras haberla sometida en congelación y posteriormente a descongelación, sin aplicación de fuerzas externas, (C) Perdida por cocción (cooking loss):se refiere a los fluidos liberados tras someter la carne a calentamiento sin aplicar fuerzas externas como lo son la centrifugación o la presión, (D) Jugo exprimible (expressible juice): resultante de la carne no calentada e inclusive en la carne descongelada, a través de la aplicación de fuerzas externas provenientes por

métodos de compresión, centrifugación o succión (Cañequé Martínez & Sañudo Astiz, 2005).

La textura en la carne está determinada por las diversas propiedades de las estructuras miofibrilares, conjuntivas y del citoesqueleto, las cuales varía dependiendo la especie, raza, sexo, edad, influyendo sobre estas variables biológicas y tecnológicas. La textura de la carne es considerada por la mayoría de los consumidores, un factor importante que se encarga de determinar la calidad de este (Cañequé Martínez & Sañudo Astiz, 2005).

La textura puede evaluarse a través de diferentes métodos: (A) Subjetivos: atreves de test realizado a consumidores y/o paneles de catadores, (B) Objetivos: estos pueden ser clasificados en, mecánicos (corte, compresión, penetración, etc.) los estructurales, químicos y otros (ultrasonidos, fluorescencia, etc) (Cañequé Martínez & Sañudo Astiz, 2005).

El pH es uno de los parámetros principales que permiten verificar la calidad de la canal, debido a que afecta varias de sus características, como son el color, capacidad de retención de agua, jugosidad, etc (Moya Torres., 2016).

En animales sanos y vivos, el pH se encuentra alrededor de 7.05; sin embargo, tras la muerte este valor disminuye, debido a la degradación del glucógeno mediante vía anaeróbica a ácido láctico (Moya Torres., 2016). Esto debido al aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes que descienden al músculo, por lo cual este debe utilizar sus reservas de energía para sintetizar ATP y poder mantener su temperatura e integridad estructural (Cañequé Martínez & Sañudo Astiz, 2005).

El ATP formado es obtenido a través de la degradación de glucógeno en ácido láctico mediante el glucolisis anaerobio, al ser formado el ácido láctico junto con otros ácidos orgánicos, provocan el descenso del pH muscular hasta que las reservas de glucógeno se agoten (Warris., 2003).

El pH va descendiendo en los músculos mamíferos hasta los valores de 5,4-5, 5, sobre estos valores, el glucógeno se encuentra ausente del musculo en condiciones normales, de igual forma ciertos músculos atípicos pueden llegar a contener hasta

un 1% de glucógeno residual y así presentar un pH por encima del 6 (Cañeque Martínez & Sañudo Astiz, 2005).

Al transcurrir el tiempo entre la muerte y el momento en el que el pH es medido, es un factor relevante, esto debido a la acumulación del ácido láctico ya que con el tiempo cambia y depende de los niveles iniciales del glucógeno muscular, del estrés ante-mortem al cual el animal es sometido y a la temperatura que mantenga el canal (Moya Torres., 2016).

2.4 Textura en la carne de Ovinos

La terneza se considera un parámetro importante de calidad, debido a que solo pueden apreciarse características cualitativas de la carne mediante determinados umbrales de terneza. Siendo un factor que influye en el precio de venta en los diferentes cortes de una canal; siendo así los cortes con un valor mayor, suelen ser los más tiernos y permiten formas rápidas de cocción (Bianchi al., 1994). Cabe recalcar que la textura se refiere a una propiedad sensorial, mientras que la terneza o dureza, se refiere a un atributo de textura, definiéndose, así como la resistencia al corte de la carne (Beltrán y Roncales., 2005).

Existen diversos parámetros que definen la calidad de la canal y de la carne, la textura de esta depende de varios factores que se relacionan con la producción, el manejo previo y posterior al sacrificio, las cuales son, A) Ante-mortem: Intrínsecos: raza, individuo, sexo, peso de faena, edad, otros. Extrínsecos: sistema de producción, dieta, manejo, otros., B) Premortem: Frio, tiempo de maduración, sacrificio, otros, C) Post-mortem: Frio, tiempo de maduración, tipo de músculos, tiempo de conservación, método de cocción, otros (González et al., 2011).

Los factores pre y postmortem influyen de manera fundamental en la terneza de la carne, ya que todos los esfuerzos de producción que se realicen para lograr un producto de calidad pueden resultar en vano si en estas dos etapas no son realizadas correctamente (González et al., 2011).

2.5 Marinación

El marinado es un conjunto de procesos físicos y químicos aplicados a la carne, tratándose de introducir en ella, una solución balanceada de especias, aditivos e

ingredientes, a través de la inmersión, inyección masaje (Procesos físico) para que la carne logre absorber y retener el marinado dentro (proceso químico) (Santos R & Ramos M., 2017).

Los aditivos e ingredientes para implementar en un marinado varían dependiendo al objetivo para cada producto y de lo que se quiera obtener tras el marinado final. La función de cada uno de ellos se centra en aumentar la capacidad de retención de agua y también en su efecto sobre la jugosidad y textura de la carne (Romay O.,2009).

Con el marinado en la carne, esta logra: (A) Adición uniforme de sales y sabores específicos en la carne (Larrazabal M.,2008; Xargayó M., 2004; Fabre, R., 2014) (B) Relajación en las fibras musculares, permitiendo un producto más tierno, jugoso y masticable (Zheng M et al., 2001; Tapasco et al., 2011), (C) Permite una mejor retención de agua en la carne durante la cocción, inclusive cuando se aplica un exceso de cocción debido a algún inconveniente, esto permitiendo más jugosidad en esta, evitando perdida de humedad (Mc Gee et al., 2003).

La marinación y el ablandamiento de carnes ha existido desde la época de los aztecas, ellos envolvían la carne en hojas de Papaya y posteriormente las llevaban a cocción. Otra técnica antigua que se implementaba era la del adobo, el cual otorgaba sabor y ablandamiento a la carne, y son compuestas de diversos ingredientes, pero manteniendo siempre de base un ácido (vinagre, Limón), aceite y especias, de igual forma se le añadía pimentón el cual tiene como función conservar la carne, debido a su contenido de capsaicinoides, permitiendo disolver las grasas penetrando hasta los tejidos (cárnicos: Ablandamiento artificial, 2010).

Los aditivos antioxidantes incorporados en un marinado son sustancias que prolongan el tiempo de almacenamiento en los productos alimenticios, evitando así el deterioro ocasionado por la oxidación, como la rancidez de la grasa y cambios de color. Una de las reacciones de oxidación que más afecta la calidad de los productos cárnicos es la oxidación lipídica la cual está determinada por la composición de los fosfolípidos, debido a la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados en la carne y la presencia de iones libres (Azeredo et al., 2004).

2.5.1 Tipos de Marinación

En los métodos químicos se hace la implementación de sales, ácidos orgánicos y fosfatos, lo cuales pueden ser incorporados en la carne mediante inmersión o inyección, permitiendo tener un efecto de suavidad de la carne. Al ser añadidos estos compuestos químicos, afectan la estructura muscular modificando la solubilidad de las proteínas o mediante acción de proteasas, esto es logrado a través de la marinación o inyección de estas soluciones (Pérez Chabela & Totosa, 2022).

Una marinación con soluciones salinas de cortes duros por ejemplo el suadero, la carne aumenta su suavidad y por ende mejora la jugosidad y el rendimiento del producto, esto es debido a que los fosfatos implementados que interactúan con las proteínas incrementando su capacidad de retener agua, mejorando así su aceptación sensorial (Huerta Leidenz et al., 2016). Esta técnica de marinación en la carne, mejora la calidad microbiológica (Talat et al., 2019). La marinación con una solución salina de NaCl bajo altas presiones (200 MPa a 25 °C) disminuye la dureza y la fuerza de corte en la carne, teniendo como resultado de la modificación de la estructura del sarcómero (Xu et al., 2019).

Los métodos Enzimáticos permiten hidrolizar las proteínas musculares en la carne a través de enzimas endógenas, microbianas o vegetales (provenientes de frutas), sin embargo, uno de los problemas al implementarlas es que se tiene que regular su actividad para que esta no suavice de más la carne generando una textura pastosa, causando de igual forma pérdida de retención de agua (Bhat et al., 2018).

En la tabla 4, se presentan las principales enzimas vegetales y microbianas utilizadas en la industria cárnica, para hidrolizar proteínas musculares, mencionando la fuente en donde se encuentran, la temperatura óptima en la que se activan y su pH óptimo.

Tabla 4. Principales enzimas vegetales y microbianas empleadas en la industria cárnica para hidrolizar proteínas musculares.

Enzima	Fuente	Temperatura óptima	pH óptimo
--------	--------	-----------------------	--------------

Papaína (EC 3.4.22.2)	Látex de la papaya (<i>Carica papaya</i>)	65 °C	5.0-8.0
Ficin (EC3.4.22.3,MW+26 kDa)	Látex del <i>figus glabrata</i> , <i>Ficus antihelmíntica</i> , etc.	60-70 °C	5.0
Bromelina (EC 3.4.22.32,24.5 kDa, corona, y EC 3.4.22.33, 25 kDa del fruto)	Piña (<i>Ananás comosus</i>)	50 °C	6.0-8.5
Actinidina o Actinidaina (EC 3.4.22.14)	Kiwi (<i>Actinidai deliciosa</i>)	58-62 °C	7.3-7.6
Proteasas (EC3.4.24.28)	<i>Bacillus subtilis</i> var. <i>Amyloliquefaciens</i>	50 °C	7.0

(Singh et al., 2019)

2.5.2 Tipos de penetración de la salmuera/Marinado

El método de inmersión es uno de los métodos más antiguos, consiste en sumergir la carne en el marinado, permitiendo que los ingredientes penetren en la carne por difusión, alrededor de 12 a 16 h, sin embargo, este método es poco fiable en la industria cárnica debido a que no proporciona regularidad en la distribución de los ingredientes, además de ser poco práctico debido a los tiempos largos de proceso, limitando la cantidad de marinado a absorber (Xargayo & Cols., 2001).

La marinación rotativa involucra la implementación de unidades masajeadoras, con estos métodos se disminuye el tiempo que se demora la carne en absorber el marinado, de horas a minutos con agitación continua. La carne cruda es colocada junto al líquido de marinado o la mezcla seca en un tambor giratorio (o tumbling) y se deja rodar suavemente en el marinado (Xargayo & Cols., 2001).

La implementación de multi agujas es útil para lograr obtener un producto final de calidad al permitir una distribución homogénea de la salmuera. Al incorporarse el marinado en el músculo, sufre pérdidas mínimas por escurrido y al ser penetrado de manera profunda dentro del musculo, el mayor volumen muscular quedara cubierto por el marinado (Lagares., 2004). En investigaciones realizadas por Serrad

(1999) se pudo observar un efecto de las polifosfatos en la retención de agua, ya que al implementar la inyección con polifosfatos mejoro la retención de agua, produciendo una mejor terneza y jugosidad en la carne.

2.5.3 Uso de frutas y Jugos en la marinación

Existen muchos alimentos naturales como las frutas y vegetales que son implementados en la marinación debido a que contienen ácido ascórbico, siendo características por su capacidad antioxidante (Santos R et al., 2004). El ácido ascórbico provenientes de frutas o cítricos, favorece la estabilidad química, siendo este en el color y olor, de las carnes y productos cárnicos almacenados en atmosferas modificadas (Mancini., 2004).

Diversos estudios han demostrado que el uso de frutas tropicales como papaya, piña, kiwi y mango en formulaciones de marinado han mejorado de forma significativa la textura en la carne debido a su contenido de enzimas como las proteasas (papaína, bromelina o actinidina) (Bhat et al., 2018: Singh et al., 2019). Datos obtenidos por Abdel-Naeem et al. (2022), quienes, al evaluar el efecto de extractos de kiwi y piña en carne de ave, observaron una reducción significativa en los valores de fuerza de cizalla, pasando de 14.42 N en el control a 11.47 N con 5 % de kiwi, 8.81 N con 7 % de kiwi, 7.94 N con 5 % de piña y 3.63 N con 7 % de piña. De forma similar, Santos et al. (2020) al aplicar marinados elaborados con subproductos de piña en cortes de res, reportaron reducciones de hasta 41 % en los valores de dureza respecto al control. Así mismo Ahmad Danial et al. (2022), al marinar carne de res con diferentes concentraciones de papaína observaron una reducción significativa en la dureza medida por compresión. Reportaron que el valor de fuerza disminuyó de 15.82 N en el control hasta 7.36 N en el tratamiento con mayor concentración de papaína. Estos hallazgos respaldan el uso de frutas tropicales como fuente de enzimas proteolíticas que mejoran de forma significativa la textura de la carne.

2.6 Naranja agria

La naranja amarga (*Citrus aurantium*), perteneciente al género Citrus y a la familia Rutacea, siendo un árbol pequeño, de color verde y espinoso, el cual generalmente crece en zonas tropicales y subtropicales. Sus hojas tienen una forma ovalada con

bordes enteros de color verde, con una fragancia fuerte, sus flores son de color blanco y fragantes, con frutos esféricos de piel gruesa que protege la parte interior comestible y jugosa (Jyotsna & Saonere., 2011). Su fruto este compuesto de varios carpelos o gajos, en donde cada uno de estos contiene una pulpa de color entre anaranjado y rojo, con una cantidad abundante de vitamina C, flavonoides y limonoides (Cáceres., 1999).

Los cítricos agrios empezaron a cultivarse en china e india, propagando su cultivo durante el primer milenio antes de la era cristiana, abarcando todos los países del sureste asiático, sur e Japón y archipiélago de Malasia (Praloran., 1997; Schiliserman & Ovsruski, 2004: Palacios, 2005). La naranja agria es conocida como uno de los mejores portainjertos en los cultivos comerciales de cítricos, ya que esta consta de una gran adaptación a las diversas condiciones edafoclimáticas, tolerancia a enfermedades, por el gran tamaño y calidad del fruto resultante para su comercialización (Bar et al., 1989). En México, las plantas como naranja dulce, mandarina, toronja y limón han sido injertados sobre plantas de naranjo agrio (Chávez et al., 2003).

A lo largo del tiempo la naranja agria ha sido empleada en diversos usos, en condimentos, alimentos y de uso medicinal (Pulido 1993; Martínez et al.,2018; Marica, 2012). En México los cítricos son de importancia relevante en la producción y comercialización, tanto para mercados externos como de importación (Valencia & duana., 2019). Las zonas productoras en México se encuentran delimitadas, los lugares lideres en producción Nacional son: Michoacán, Veracruz, Oaxaca, Colima y Yucatán (Cool-Padilla et al., 2022).

El servicio de información Agroalimentaria y pesquera SIAP (2019), ha presentado informes acerca de que la naranja agria es el cítrico que cuenta con mayor sembrada y cosechas en México (58.9%) (60.5%).

2.7 *Jacaratia mexicana* (Bonete)

El género *Jacaratia* está compuesto por 7 especies, las cuales son: *J. digitata*, *J. dolichaula*, *J. mexicana*, *J. corumbensis*, *J. heterophylla*, *J. spinosa*, *J. chocoensis* (Badillo., 1967).

La *Jacaratia mexicana* pertenece a la familia *Caricaceae*, este es conocido de igual manera como “bonete”, es un árbol longevo nativo de los bosques secos tropicales de México, el cual es considerado en mayor peligro de extinción, debido principalmente al cambio de uso del suelo (Janzen.,1988).

La *Jacaratia* cuenta con árboles caducifolios con una altura de hasta 20 m, con tallos mono podicos de una forma cónica, con un diámetro de entre 15 y 80 cm, con respecto a su corteza estas pueden ser lisas o rugosas con una coloración grisácea o parda (Romero R., 2013).

En cuanto a sus hojas, son palmaticompuestas de peciolo de hasta 2 a 22 cm de largo y 5 mm de diámetro; los pedúnculos tienen una medida cercana a 1 cm de largo, donde pueden poseer 1 a 7 folíolos de 2 a 18 cm largo y hasta 18 cm de ancho, con forma ovada, obovados y ovado elípticos (Romero R., 2013).

Los frutos de *Jacaratia mexicana* son de una textura carnosa y maduran durante la estación seca, y las semillas son dispersadas por aves, murciélagos y Pizotes (Valenzuela & Ceballos., 2000; Bullock., 2002). Sus frutos parecen solitarios con una forma ovoide, esferoide o cónica su base puede encontrarse de manera redondeada y con el pericarpio surcado o acostillado; cuando se encuentran en su estado de maduración estos son de un color verde amarillento, sujetos con pedículo alargado (García & Linares., 2012). Su fruto es una baya que puede medir hasta los 30 cm de longitud y los 13 cm de diámetro (Lomeli S., 1998). En la figura 2 se muestran los frutos de Bonete (*Jacaratia mexicana*), teniendo estos una forma ovoide.

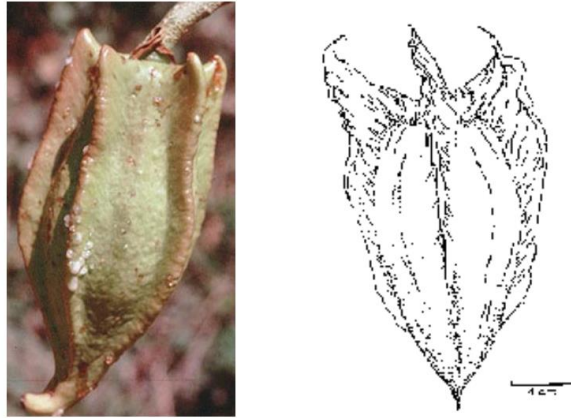


Figura 2. Frutos de *Jacaratia mexicana*

Estas cuentan con un gran número de semillas que van desde las 47 a 676 semillas por fruto, igual contienen una superficie externa mucilaginosa aproximadamente de 8 mm de largo y 5 mm de diámetro, suelen ser ovoides o subglobosas, con una testa lisa o rugosa. Su germinación sucede de los 18 a 33 días después de que se hallan sembrado (Moreno., 1980; Aguirre et al., 2008).

En México, esta especie se encuentra distribuida desde el sur, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Veracruz, Yucatán hasta lo que vendría siendo Guatemala, El Salvador y Nicaragua.

La figura 3 muestra la distribución del fruto de *Jacaratia mexicana* en toda la república mexicana, visualizando desde los sitios de colecta/localización, la probable distribución que tiene y las poblaciones donde se cultiva/ crece.



Figura 3. Distribución de *Jacaratia mexicana* en la República Mexicana

Los datos estadísticos sobre el número de plantas existentes de esta especie son muy escasas, al igual que los datos de producción, debido a su carácter de tipo silvestre; sin embargo, en algunas regiones de nuestro país, estos árboles son muy comunes (Pérez S. et al., 2006).

Los diferentes usos de *J. mexicana*, provienen desde la época prehispánica (Briones., 2002). La utilización de esta planta era en su totalidad, desde hojas, frutas, semillas, etc. Los frutos y las semillas son utilizados como alimento (Niembro., 1980), cocidos, en dulces o en conservas, ya que si esta es consumida en crudo ocasiona el hinchamiento de la mucosa bucal (Pérez S. et al., 2006), de igual forma a estas plantas se han encontrado propiedades antiparasitarias (Niembro., 1980) y en la pulpa de los frutos también está presente una enzima proteasa cisteína llamada “Mexicaina”, análoga a la papaína (Moreno., 1980). Los Tlahuicas y Olmecas utilizaban las hojas del Bonete para envolver la carne de los animales que cazaban, esto con la finalidad de ablandarla (Pérez S. et al., 2006).

2.8 Estudios de marinación de carne utilizando frutas tropicales

Carne	Fruta utilizada en la marinación y formulación	Hallazgos importantes	Autores
Bovino	Cáscara de mango (<i>Mangifera indica</i> L) (Variedades Ataulfo y Manila) Etapas se diseñaron 4 tratamientos, combinando dos factores: variedad de mango con dos niveles (Ataulfo y Manila) y el solvente con dos niveles (etanol 100 % e hidroetanólico 80:20 %) Etapas dos y tres se diseñaron 35 tratamientos como resultados de dos factores: carne con antioxidante considerando siete niveles -CTL: carne sin la incorporación de extractos (Control negativo) - C1A: Carne con extracto de mango Ataulfo a una concentración 1 g/kg de carne. -C2A: carne con extracto de cáscara de mango Ataulfo a una concentración de 2 g/kg carne. - C1M carne con extracto de cáscara de mango manila a una concentración de 1 g/kg carne. - C2M: Carne con extracto de cáscara de mango Manila a una concentración de 2 g/ kg carne	Los extractos etanólicos de la cáscara de mango (La variedad de Ataulfo) demonstraron una alta actividad antioxidante y antimicrobiana Los tratamientos con extracto de cáscara de mango disminuyeron de manera significativa los niveles de oxidación lipídica, mantuvieron un mejor enrojecimiento y redujeron la proliferación microbiana en comparación con los controles. Las concentraciones más efectivas fueron de 2 g/ kg, demostrando un menor deterioro en el pH, es decir que la carne mantuvo un pH más estable y no experimentó cambios que puedan afectar su calidad, obtuvo mayor frescura y menos contenidos de metamioglobina en carne almacenada durante 11 días a 4 °C.	Dalia Zafra et al., (2021)

- ASC: Carne con una solución de ascorbato de sodio (Control positivo)
 -BHT: Carne con Butil-hidroxitolueno al 0.02 % (Control positivo)
 y los días de almacenamiento con cinco niveles (1, 3, 6, 9 y 11)

Carne de pato

Chicha de banano
 Al establecer los tratamientos que se evaluaron, se tomó en cuenta dos factores, el tipo de fermentación empleado para la obtención de la chicha de banano y el tiempo de marinado de la carne de pato
 Fermentación de la chicha de banano
 -A1: Fermentación con kéfir 3 % durante 3 días
 - A2: Fermentación mediante reposo por 15 días sin kefir
 Tiempo de marinado de la carne de pato
 -B1: 12 h
 -B2: 24 h
 Tratamientos que se evaluaron
 -1: kéfir 3 % por 3 días: 12 h
 - 2: kéfir 3 % por 3 días: 24 h
 - 3: reposo por 15 sin kéfir: 12 h

El tratamiento más aceptado de forma sensorial fue la carne de pato marinada 24 h con chicha fermentada sin kéfir durante 15 días, destacando en color, sabor, olor y en la textura.
 Con respecto al análisis de la textura, este mismo tratamiento mostró una menor resistencia a la penetración (2.53 N), indicando una carne más suave.
 En la evaluación de vida útil, las bases nitrogenadas volátiles se mantuvieron por debajo del límite normativo (30 mg/ 100 g) hasta el día 15, y no se detectaron partículas aerobias mesófilas ni coliformes durante el tiempo de almacenamiento en refrigeración

Zurita Ávila, J.J ., (2023)

-4: reposo por 15 días sin kéfir:
12 h

Formulación del marinado para
el ablandamiento:

- Chicha/ agua: 43.54 %
- champiñones: 36.28 %
- Aceite de girasol: 4.35 %
- Ajo: 4.35 %
- Laurel: 7.25 %
- Sal: 2.90 %
- Orégano: 0.73 %
- Pimienta: 0.58 %
- Total= 100.0 %

Carne de res
Lomo
(*Longissimus
toracis*) y la
mano de piedra
(*Semitendinosus*)

Extractos de cáscara, pulpa y corazón de piña.
Los tratamientos fueron seleccionados con base en: cantidad de tejido conectivo del musculo (*Longissimus toracis*: bajo, *semitendinosus*: alto), los extractos (cáscara, pulpa y corazón) y sus concentraciones (0, 50 y 100 %). Realizando 5 réplicas por músculo.
La diferencia de los extractos se realizó dependiendo a su procedencia (cáscara, pulpa y corazón), las cuales fueron sometidas a diluciones de concentración al 50 y 100 %. Los

El extracto de corazón de piña al 50 % obtuvo un mejor rendimiento de terneza con respecto al efecto ablandador en ambos cortes de carne, específicamente en el *Longissimus toracis*.

En el *Longissimus toracis*, los tratamientos más aceptados con respecto a una opinión general fueron los de, cáscara al 50 %, corazón al 50 % y pulpa al 100 %

En el *Semitendinosus* (mano de piedra), los tratamientos

Galarza Muñoz,
D.F., (2002)

controles fueron ambos tipos de músculos a los cuales se les aplicó el extracto de piña.

14 tratamientos en totales fueron ensayados, resultantes de la combinación de tres procedencias de los jugos, dos concentraciones de los jugos, dos tipos de carne, más dos testigos.

con una aceptación sensorial mayor fueron los de cáscara al 50 %, corazón al 50 % y pulpa al 100 %.

Carne de cerdo

Jugos comerciales de marañón (*Anacardium occidentale*) y ciruela pasa (*Prunus domestica*).

Se formularon salmueras con dos concentraciones de jugo de marañón y dos concentraciones de jugo de ciruela pasa, (alta concentración y baja concentración) al igual que un control (sin ningún tipo de jugo, solo agua).

Todas las formulaciones contienen el mismo nivel de sal (1 %) y fosfato (0.5%).

Estos fueron aplicados al 15 % con respecto al peso del lomo de cerdo y se sometió a masajeado al vacío durante 15 min,

La carne que fue tratada con salmuera de jugo de ciruela pasa en una concentración alta, fue más aceptada de forma sensorial, haciendo énfasis con respecto al color, aroma y sabor.

La salmuera con jugo de marañón en una concentración alta mostró una mayor actividad antimicrobiana, reduciendo de manera significativa los conteos de aerobios mesófilos totales, esto debido a que mostró un pH y Aw más bajos, relacionándose así con un menor conteo microbiológico.

Kroker Lobos, M.A., (2008)

posteriormente de una inmersión de 24 h a 4 C.

La carne tratada con salmueras que contenían jugo de ciruela, presentó una tonalidad más rojiza y amarillenta, mientras que los que fueron tratados con salmueras conteniendo jugo de marañón, obtuvieron la misma tonalidad de rojo y amarillo que la carne tratada solo con agua, sal y fosfato.

CAPÍTULO 3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Evaluar algunas propiedades fisicoquímicas de la carne de cordero (brocheta) marinado con jugo de fruto entero de bonete (*Jacaratia mexicana*) para disminuir su dureza.

3.2 Objetivos Específicos

Comparar el efecto de diferentes formulaciones de marinado con jugo de fruto entero de bonete (0, 20, 50 y 100 %) sobre algunas propiedades fisicoquímicas de la carne de cordero.

4. JUSTIFICACIÓN

En México, la ovinocultura representa una actividad de creciente importancia, especialmente en regiones del sureste, donde se crían ovinos de pelo como el Pelibuey, Dorper y Katahdin, estos grupos genéticos se han ido adaptando al clima tropical, desarrollándose bajo sistemas de producción extensivos y semi- intensivos. La carne de cordero ha sido distintiva por su sabor y valor nutricional; sin embargo, con frecuencia presentan una textura firme y rígida, especialmente en cortes extraídos de animales con una edad mayor afectando así su aceptación por parte de los consumidores. En este sentido, existe la necesidad de explorar tecnología para mejorar la textura de la carne de ovinos, pero sin modificar sus propiedades organolépticas ni su valor nutricional. El marinado es una técnica tradicional utilizada para mejorar la textura, sabor y vida útil de los productos cárnicos, consistiendo en la inmersión de la carne en soluciones enzimáticas, ácidas, salinas o condimentos que actúan como conservadores.

En Yucatán el marinado es parte de la tradición culinaria, especialmente en la preparación de carnes adobadas o condimentadas, integrando ingredientes locales, como la naranja agria, pimienta, sal, etc., promoviendo así el uso de recursos endémicos. El jugo de varias frutas que contienen actividad de proteasas también son utilizadas para marinar carne. Uno de estos recursos es el fruto del bonete (*Jacaratia mexicana*), una especie nativa de la región, que ha sido objeto de interés por su potencial enzimático, diversos estudios han identificado en este fruto presencia de una enzima proteolítica conocida como “ Mexicaina”, siendo esta similar a otras enzimas ablandadoras como la papaína o la bromelina; sin embargo su aplicación y estudio en alimentos aun es escasa, por lo que representa una oportunidad para valorizar el fruto mediante su integración en tecnologías alimentarias.

En este estudio se evalúo el efecto de incorporar el jugo de bonete en una base de marinado tradicional sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne de ovino.

CAPITULO 5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Estrategia del trabajo

Se planteo una estrategia de trabajo que consistió en varias etapas (figura 4)

La primera parte consistió en la obtención del fruto entero de Bonete (*Jacaratia mexicana*) en Calkiní, Campeche. La pulpa de la fruta utilizada mostró una coloración naranja, propia de su maduración. Se obtuvieron las brochetas de hombro (*Lamb brochette*) de corderos de pelo Dorper x Pelibuey a partir de un establecimiento comercial Casa Carlota MID. La segunda etapa consistió en la obtención del jugo del fruto entero mediante trituración y filtración. La tercera etapa del estudio correspondió a las formulaciones de los tratamientos utilizando 0, 20, 50 y 100 % de jugo de la fruta utilizando una base de marinado tradicional con especias. El marinado se aplicó mediante inmersión directa de la carne (brocheta) en la solución. Finalmente, se evaluaron las propiedades fisicoquímicas de la carne marinado en crudo y también cocida, haciendo énfasis en la parte de textura.

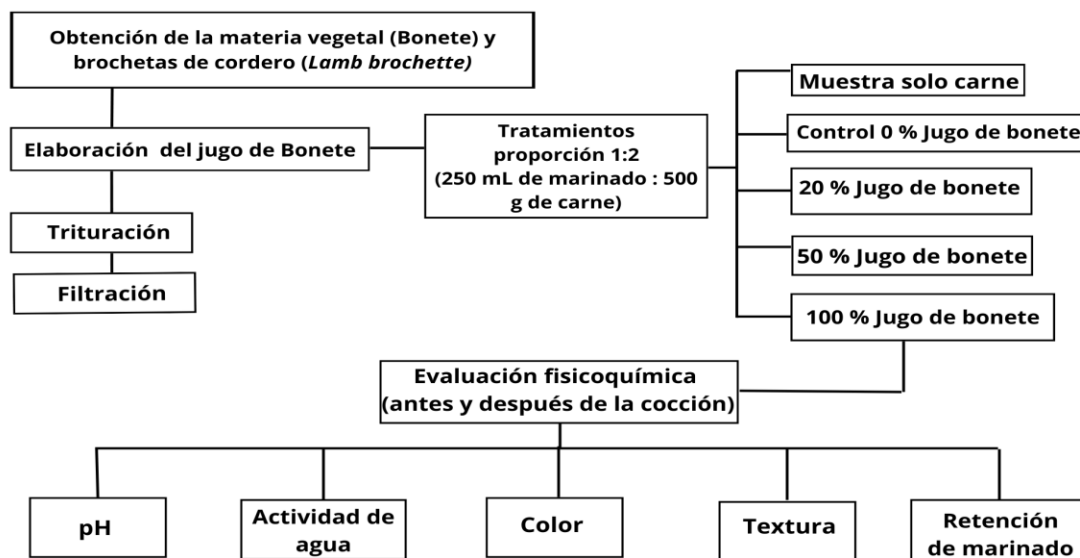


Figura 4. Estrategia general del trabajo

5.2 Materiales

Se compraron 3 kg de brochetas de hombro (*Lamb brochette*) de corderos de pelo Dorper x Pelibuey conservadas al vacío, adquiridas de Casa Carlota, Mérida - Yucatán. La carne se mantuvo en almacenamiento a -20 C, antes de su uso para los tratamientos de marinado. Las especias se adquirieron de forma comercial en Walmart, las cuales fueron: limón, naranja agria, ajo crudo, pimienta negra entera de la marca Great Value®, orégano molido de la marca Badia®, comino molido de la marca Mckormick® y sal de la marca sal sol®.

Las frutas enteras de Bonete (*Jacaratia mexicana*) fueron colectadas de distintas localidades en el municipio de Calkiní-Campeche y trasladadas al Laboratorio de Desarrollo de Alimentos del Instituto Tecnológico de Mérida. Las frutas se seleccionaron con base en la coloración naranja de su pulpa. Los frutos enteros de Bonete fueron desinfectados mediante inmersión en 1 L de agua que contenía de 3 a 5 mL de Microdyn® durante 2 min y con posterior secado.

5.3 Obtención del jugo de Bonete (*Jacaratia mexicana*)

La fruta entera desinfectada fue cortada en trozos pequeños para triturlarla en un procesador de alimentos Nutribullet® utilizando agua purificada en una proporción 1:1 (la cáscara, pulpa y semilla), mezclándose hasta obtener una pasta homogénea. La fruta homogénea fue filtrada con tres capas de gasa hasta que se logró obtener aproximadamente 500 mL de jugo de la fruta. El jugo obtenido se almacenó en refrigeración a 4 °C en frascos de vidrio previamente esterilizados para así evitar la degradación de proteasas y ser utilizada en los tratamientos de marinado.

5.4 Tratamientos de marinación

Se utilizó una formulación base de marinado tradicional con las siguientes proporciones:

Tabla 5. Proporción de ingredientes para la preparación de una base de marinado tradicional.

Componentes	Cantidad (g) o volumen (mL)
Jugo de limón	5 mL
Jugo de naranja	245 mL

Ajo crudo (finamente picado)	10 g
Pimienta quebrada	15 g
Orégano molido	6 g
Comino molido	3 g
Sal	20 g

El jugo de bonete se incorporó en la solución base de marinado en proporción al volumen del jugo de naranja agria. La solución de marinado fue de 250 mL, incluyendo el volumen de jugo de naranja, jugo de limón y jugo de bonete. Los tratamientos resultantes se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Soluciones y cantidad de jugo de bonete en los tratamientos a emplear.

Componentes	Solo carne (s/c)	Control 0%	100% T3		
			20% T1	50% T2	
Jugo de limón	-	5 mL	5 mL	5 mL	5 mL
Jugo de naranja	-	245 mL	196 mL	122.5 mL	0
Jugo de bonete	-	0	49 mL	122.5 mL	250 mL
Ajo crudo (finamente picado)	-	10 g	10 g	10 g	10 g
Pimienta quebrada (no molida)	-	15 g	15 g	15 g	15 g
Orégano molido	-	6 g	6 g	6 g	6 g
Comino molido	-	3 g	3 g	3 g	3 g
Sal	-	20 g	20 g	20 g	20 g

Fuente propia

La relación solución marinado: carne se implementó en una proporción de 1:2 (g de carne: mL de volumen marinado) = 1:2 (250 mL: 500 g).

La carne previamente descongelada durante 12 h en refrigeración sin implementación de alguna fuerza externa se pesó en proporciones de 500 g para los 5 tratamientos a evaluar (sólo carne (s/c), 0 %-C, 20%-T1, 50 %-T2, 100 %-T3). La carne fue expuesta en la solución de marinado por inmersión a 4 °C durante 24

h. Después, la carne con el marinado se drenó sobre un colador para retirar el líquido. La carne resultante se pesó, una parte se analizó inmediatamente y otra parte se envasó a vacío y se almacenó a 4 °C.

Se evaluaron 5 muestras en total, las cuales fueron:

- S/C = Evaluación de solo carne como referencia.
- C = Control. Solo marinado sin jugo de Bonete.
- T1 = 20 % jugo de Bonete con respecto al volumen de jugo de naranja.
- T2 = 50 % jugo de Bonete con respecto al volumen del jugo de naranja.
- T4 = 100 % jugo de Bonete con respecto al volumen del jugo de naranja.

Las brochetas de cordero fueron cocinadas en una plancha eléctrica previamente calentada por 15 min, monitoreándolas con un termómetro de cocina de la marca HANNA, hasta que alcanzarán una temperatura interna de 80 °C durante 10 min. Una vez que las muestras fueran cocinadas, se dejaron atemperar, alcanzando una temperatura interna de 20-25° C y se envasaron al vacío y finalmente, se almacenó a 4 °C.

5.5 Análisis fisicoquímicos en la carne

5.5.1 Color

Este análisis se realizó en la superficie de la carne después del tiempo de marinación y posteriormente después de la cocción, en cada muestra al duplicado.

Se determinaron los parámetros de color en la carne, utilizando el colorímetro FRU WR10QC (China). El visor del equipo se colocó en la superficie de la carne, los valores L*, a*, b* se registraron y se calculó el ángulo de tono (°hue) y la cromaticidad (C*) (Konica Minolta., 2007).

Ecuación 1. Angulo de tono (°Hue).

$$h = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

Ecuación 2. Cromaticidad (C*).

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

De acuerdo con esta escala, el valor L^* indica el nivel de brillo de la superficie, en un rango de 0 a 100 (de oscuro a claro). El valor de a^* mide la intensidad del color variando entre verdes (-60) y rojo (+ 60), mientras que b^* refleja lo que es la intensidad de la luz entre azul (-60) y amarillo (-60). El parámetro h^* define el tono o ángulo del tono y el parámetro C^* determina la cromaticidad o saturación de color (Francis, 1980). Estos fueron medidos tomando tres puntos de referencia distintos en cada muestra de carne.

5.5.2 pH

Este análisis se realizó en la carne después del tiempo de marinación y posteriormente después de la cocción, en cada muestra.

Se pesaron 2 g de carne y se homogeneizó en 20 mL de agua destilada, utilizando una mezcladora Hamilton Beach (70 W-730C-MX) durante 5 min o hasta que se obtenga una carne homogénea. La muestra homogénea se filtró con papel Whatman y se midió el pH del filtrado con un potenciómetro (HANNA Instruments, HI 2210) previamente calibrado con las soluciones buffer (pH= 4 y 7). La medición se realizó por duplicado (León C. Mariana, 2019).

5.5.3 Actividad de agua

Este análisis se realizó en la carne después del tiempo de marinación y posteriormente después de la cocción, en cada muestra.

Para la determinación de la a_w , se utilizó un higrómetro de punto de rocío AquaLab CX 2 (Decagon Devices, Inc. Pullman, WA USA), en donde se depositaron 2 g de carne en la celda y se introdujo al equipo para realizar la medición a 25 C. Se registró el valor de a_w (Petzold M et al., 2006). La medición se realizó por duplicado.

5.5.4 Textura (Resistencia a la compresión)

Este análisis se realizó en la carne después del tiempo de marinación y posteriormente después de la cocción en cada muestra.

Se realizó el ensayo de compresión, de acuerdo con lo descrito por Martínez Cerezo et al. (2005), utilizando un texturometro 4411 (Canton MA, USA) y una probeta cilíndrica.

Las muestras fueron cortadas de forma homogéneas rectangulares de aproximadamente 3 cm de largo × 1 cm de ancho × 1 cm de grosor, medidas recomendadas por V. Ceñeque & C. Sañudo (2005). Las muestras fueron sometidas a 80% de compresión máxima con una celda de carga de 50 kg y una velocidad de cruceta de 50 mm/min. Se reportó la resistencia máxima a la compresión al 80% (N/cm²). La medición se realizó por quintuplicado.

5.5.5 Absorción de marinado

Después del proceso de marinación, la carne se dejó drenar sobre una rejilla durante 5 min a 25 °C, posteriormente se registró el peso. La absorción de marinado (AM, gramos absorbidos / g de carne) se calculó en relación con el peso de carne sin marinar (peso inicial, pi) y el peso de la carne después de marinar y drenado (pf).

Ecuación 3. Determinación de absorción de marinado.

$$AM = \frac{Pf - Pi}{Pi} \times 100$$

Donde:

Pf = peso final después del drenado.

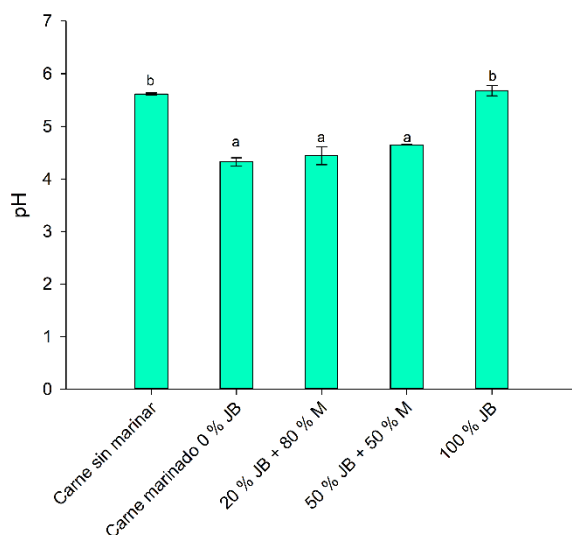
Pi = peso inicial de la carne sin marinar.

CAPITULO 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

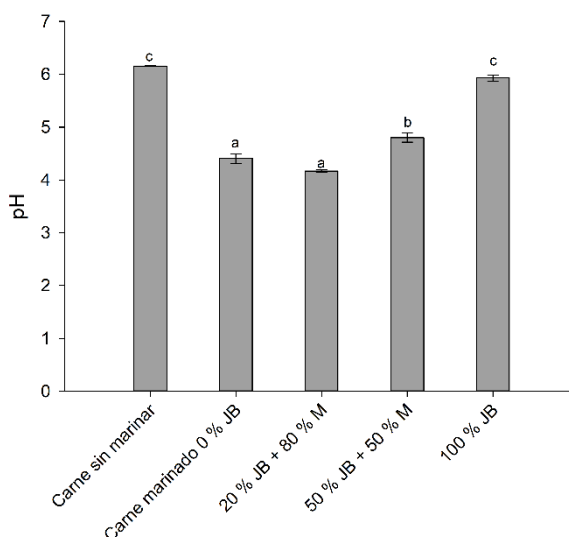
6.1 pH

La figura 5 muestra la comparación de pH en brochetas de cordero tanto crudo (a) como cocido (b), que fueron previamente tratadas en marinado tradicional con distintos porcentajes de jugo de Bonete. El pH de las brochetas, tanto crudo como cocido, resultó con una variación similar entre los diferentes tratamientos. En la carne cruda, los valores de pH oscilaron entre 4.3 y 5.6 en todos los tratamientos evaluados. No obstante, hubo una tendencia al aumento del pH en la carne cocida. En estado cocido, las muestras sin marinar y las tratadas con 100 % JB obtuvieron los valores de pH más altos (~6.0) en relación con los demás tratamientos. Este incremento del pH sugiere una mayor susceptibilidad al deterioro y una calidad inferior de la carne. Por el contrario, los otros tratamientos exhibieron un valor de pH menor a 5, lo que indica una mayor estabilidad microbiológica y mejor conservación de la carne cocida durante el almacenamiento (Kim & Jang., 2018). Los valores de pH más bajos en la carne se pueden atribuir por el efecto del pH del jugo de naranja agria (~3.0) y limón (~2.0), que son típicamente ácidos, contribuyendo a conservar la calidad de la carne incluso después de la cocción (Marfil et al.,2012).

Los valores de pH obtenidos en este estudio coinciden con los reportados por Beltrán-Cotta et al. (2023), quienes al marinar carne con jugo de mombin (*Spodias mombin*) amarillo, encontraron valores finales de pH entre 4.39 y 4.65, similares a los observados en los tratamientos con altos porcentajes de jugo de naranja en este estudio. Por otro lado, Jeong et al. (2018), en su estudio sobre jamón de cerdo cocido mediante el método sous-vide, reportaron un pH significativamente mayor (6.02) en carne sin marinar, en comparación con valores entre 4.30 y 4.42 en los grupos marinados con limón, aceite y hierbas, lo que indica una reducción notable en la carga microbiana en estos últimos.



a)



b)

Figura 5. pH de las brochetas de cordero tratadas con diferentes marinados incorporando jugo de Bonete (% JB). a) carne cruda; b) carne cocida.

6.2 Color CIELab

En la figura 6 se muestra la comparación de los parámetros de color CIELab, en brochetas de cordero tanto crudas como cocidas tratadas en marinado tradicional con distintos porcentajes de jugo de bonete.

En lo general, los valores de luminosidad L^* experimento una disminución en brochetas cocidas respecto a las crudas, mientras que los valores de a^* , b^* y C^* se incrementaron en carne cocida (figura 6). Los valores del ángulo de tono (hue) en brochetas crudas y cocidas variaron poco. Cuando se incrementa la incorporación del jugo de bonete en el marinado, las brochetas crudas reducen sus valores de L^* . Situación contraria se encontró para brochetas cocidas (figura 6 a). Este comportamiento puede atribuirse a que los ácidos cítricos desnaturalizan las proteínas musculares, alterando su estructura original, afectando la forma en que refractan y refleja la luz tornándola más clara o pálida (Kim et al., 2015).

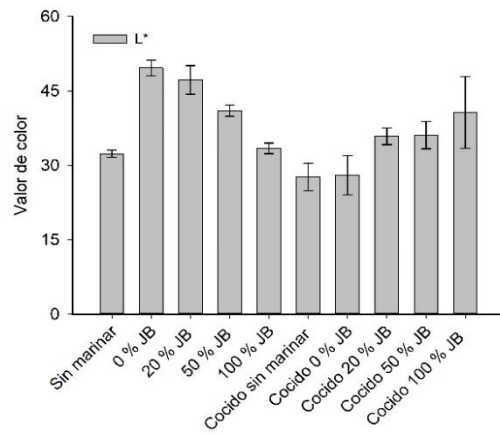
El color rojo a^* resultó con mayor valor para brocheta cruda sin marinar en comparación a las brochetas marinadas (figura 6 b). No obstante, estas diferencias en color a^* ya no fueron observadas cuando la carne fue cocida. El mayor valor de a^* para brocheta cruda sin marinar se asocia a una coloración rojiza, atributo de la

carne fresca por la presencia de la mioglobina (Mancini & Hunt., 2005). También puede relacionarse a que el marinado contenga compuestos antioxidantes de la fruta que protegen a la mioglobina de la desnaturalización, limitando su oxidación preservando el color rojo durante la cocción (Latoch et al., 2023).

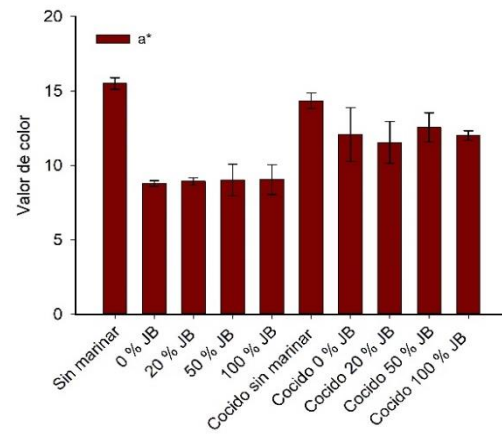
La brocheta cruda marinada con 100 % JB obtuvo un valor superior de b^* (amarillo) en comparación a los demás tratamientos (6 c). Esto puede atribuirse a que el jugo de Bonete aportó componentes que intensificaron la tonalidad amarilla, probablemente por la presencia de pigmentos naturales como carotenoides o flavonoides, comúnmente encontrados en frutas tropicales (Lu et al., 2021).

En otro resultado, la brocheta cruda sin marinar exhibió un valor menor de ángulo de tono (37.76), es decir, tiene una tendencia al color rojo en comparación a los demás tratamientos tanto crudos como cocidos que tuvieron una tendencia al color amarillo (56.37 - 6.39) (figura 6 d). La cromaticidad fue mayor para brochetas crudas sin marinar en comparación a los demás tratamientos (19.72); sin embargo, hubo poca variación de la cromaticidad entre tratamientos para cocidos (23.60- 31.88) (figura 6 e).

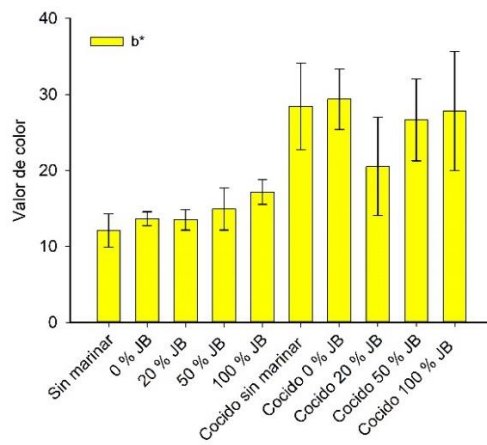
Los valores de color b^* encontrados en este estudio, coinciden con lo reportado por Augustynska -Prejsnar et al., (2023), quienes, al marinar pechugas de pollo con jugo de manzana, limón o mezclados, observaron un aumento significativo en el valor de b^* (saturación amarilla) en los marinados con proporciones de manzana. Así mismo los valores de L^* en la carne cruda coinciden con lo señalado por Dykiel et al., (2025) quienes evaluaron marinados con jugos de frutas (control, jugo de zanahoria negra, jugo de granada y jugo de remolacha roja) en carne de pollo, donde encontraron un aumento en los valores de L^* en las carnes crudas marinadas a comparación del control.



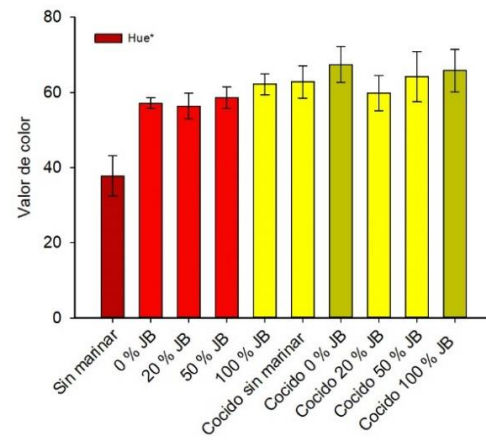
a)



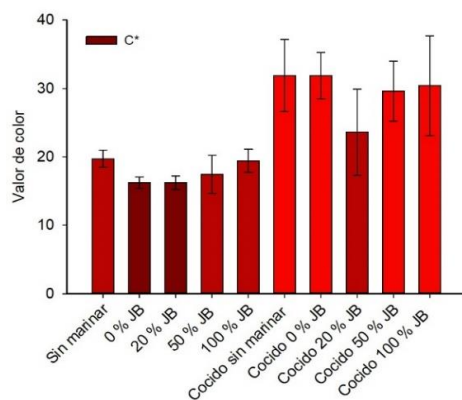
b)



c)



d)



e)

Figura 6. Color CIELab de las brochetas de cordero tratadas con diferentes marinados incorporando jugo de Bonete (% JB). a) L*; b) a*; c) b*; d) Hue° y e) C*.

6.3 Actividad de agua (aw)

La figura 7 exhibe los valores de aw en brochetas de cordero marinadas con diferentes proporciones de jugo de Bonete, tanto en carne cruda (a) y cocida (b). Al comparar los tratamientos, los valores de aw mostraron comportamientos similares en ambas condiciones. Sin embargo, en la carne cruda, las brochetas con mayor porcentaje de jugo de Bonete (50 % JB y 100 % JB) presentaron los valores más altos de aw (0.941 y 0.946, respectivamente), superando a los demás tratamientos. Por el contrario, el menor aw se observó en la carne cruda sin marinar y en las tratadas con 0 % y 20 % JB. Esta disminución se atribuye a la presencia de solutos osmóticos como sales y azúcares presentes en el marinado con jugo de naranja agria y limón, que se unen al agua libre, reduciendo su disponibilidad y, por ende, disminuyendo el valor de aw (Morris et al., 2007). Posterior a la cocción, se observó un ligero incremento de aw en algunos tratamientos (0.85 ~ 0.95). La carne sin marinar (0.95) y 100 % JB (0.94), al compararse con los demás tratamientos obtuvieron valores mayores.

Los valores de aw menores sobre la carne con % de naranja en su marinado encontrados en este estudio coinciden con lo reportado por Huang et al. (2015). Estos autores, al aplicar jugos cítricos en carne de cerdo, observaron que los los tratamientos con porcentajes de cítricos permitían una cierta retención de agua antes y posterior a la cocción, es decir, generando una menor actividad de agua.

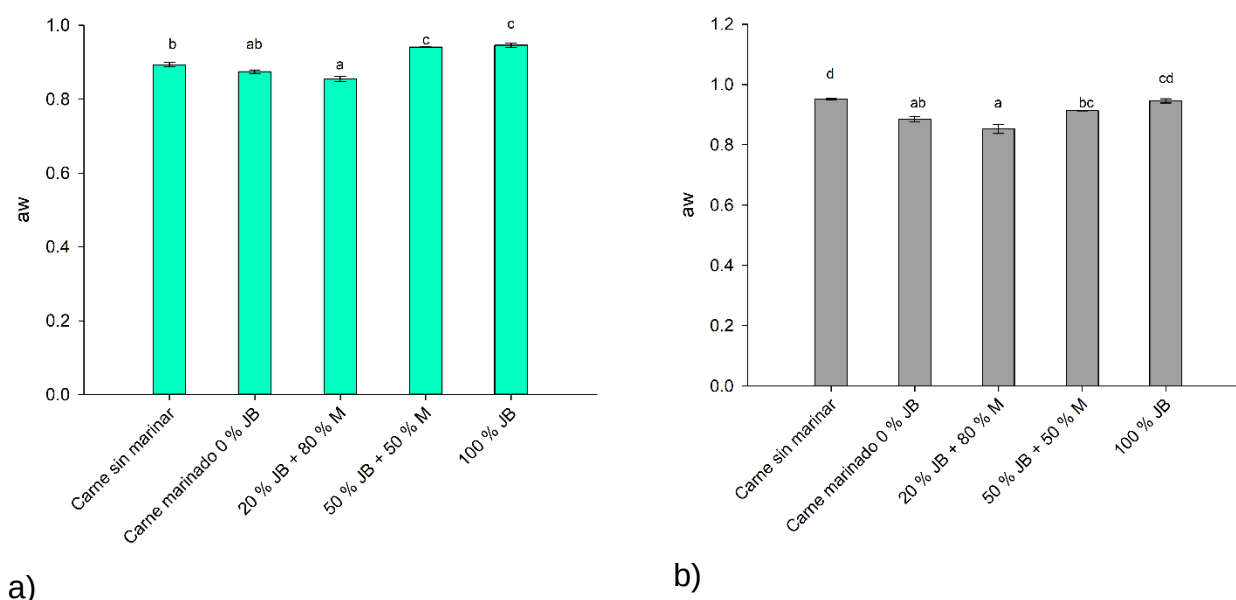


Figura 7. aw de las brochetas de cordero tratadas con diferentes marinados incorporando jugo de Bonete (% JB). a) carne cruda; b) carne cocida.

6.4 Esfuerzo a la compresión

En la figura 8 se muestra los valores de dureza en brochetas de cordero en estado cruda (a) y cocida (b), tratadas en marinado tradicional con diferentes proporciones de jugo de bonete. Al comparar los tratamientos, las brochetas con 0 % JB (48.34 N) y 50 % JB (60.64 N) experimentaron un mayor valor de textura. Este hecho observado podría atribuirse a la presencia de ingredientes ácidos o sales en el marinado que provocan la desnaturalización de las proteínas estructurales, generando una mayor rigidez en el tejido cárnico (Torberg., 2005). Tras la cocción, el bonete con 0 % JB requirió el mayor esfuerzo de compresión (172.87 N), lo que indica que esta carne resultó más rígida en comparación con los demás tratamientos. Esto puede deberse a la gran cantidad de jugo de naranja agria (cítrico) que contiene el tratamiento. Los resultados de dureza obtenidos en este estudio concuerdan con lo reportado por Gómez Salazar et al. (2018), quienes evaluaron la aplicación de ácido cítrico en soluciones de marinado y observaron que al emplear concentraciones elevadas (1.5 %), la carne presentó una disminución en la capacidad de retención de agua, generando mayores pérdidas por cocción y un incremento significativo en la dureza tras el calentamiento. Después de la cocción,

el esfuerzo a la compresión disminuyó gradualmente en las brochetas según el incremento del porcentaje (entre 20 % y 100 % JB) de jugo de bonete en el marinado. En otras palabras, cuanto menor fue la proporción de jugo de naranja agria y mayor la proporción de jugo de bonete, menor resultó la rigidez de la carne.

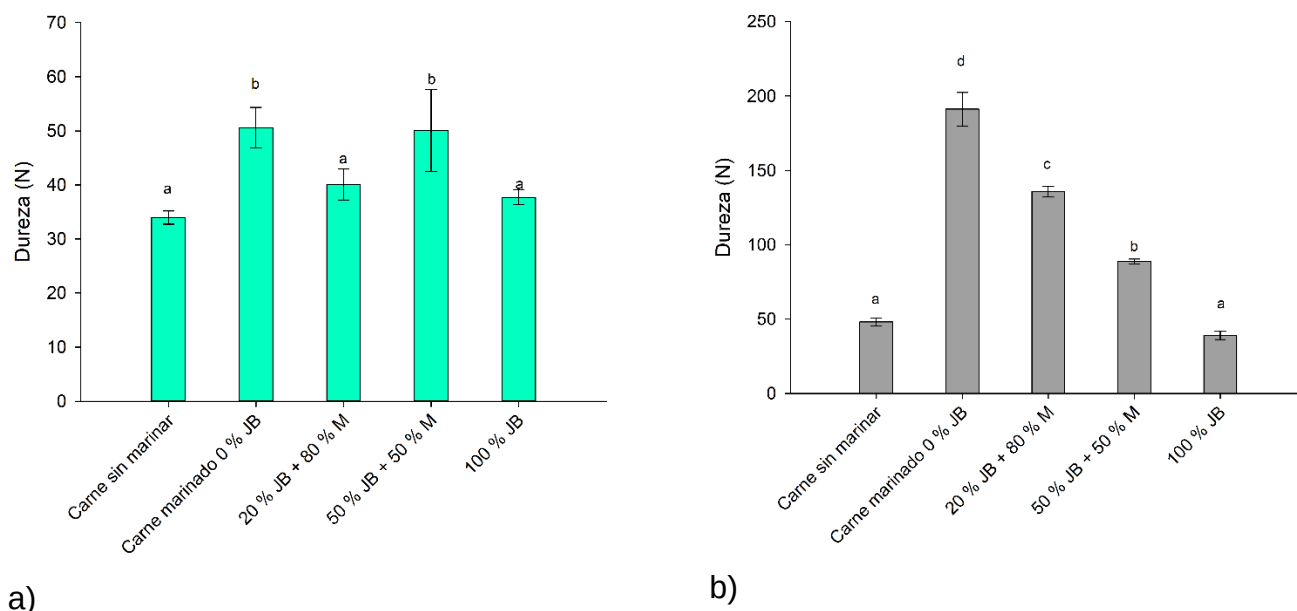


Figura 8. Esfuerzo a la compresión de las brochetas de cordero tratadas con diferentes marinados incorporando jugo de Bonete (% JB). a) carne cruda; b) carne cocida.

6.5 Absorción del marinado

En este estudio, las brochetas marinadas con 0 % JB y 20 % de JB no mostraron ninguna absorción del líquido en comparación a las brochetas marinadas con 50 % y 100 % JB. Por el contrario, al aumentar el contenido de JB en el marinado con 50 % y 100 %, se logró absorber el 3.96 % y 18.16 % del volumen del líquido, respectivamente.

Los datos obtenidos en este estudio coinciden a lo reportado por Gil et al. (2025), quienes evaluaron marinados con jugo de piña, vino tinto y kéfir, observando que las muestras marinadas con jugo de pina tuvieron una mayor retención de agua respecto al control, indicando que los jugos de fruta favorecen la captación/retención de humedad. Por otro lado, Serdaroglu et al., (2007) en su estudio sobre los efectos del marinado con soluciones de ácido cítrico (0.05 M, 0.1 M y 0.2 M) y jugo de

pomelo (50 % jugo de pomelo + 50 % agua destilada y 100 % jugo de pomelo) sobre la calidad de cocción y consumo de pechugas de pavo, observando que las muestras marinadas con jugo de toronja al 100 % (12.3 %) mostraron mayor absorción de marinado y menores pérdidas por cocción que el grupo control (marinación con agua destilada).

Tabla 7. Porcentaje de absorción de marinado resultante por tratamiento

MUESTRA	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	AM (%)
0 % JB + 100 % Marinado Tradicional.	500	489.2	0
20 % JB + 80 % Marinado Tradicional	500	494.4	0
50 % JB + 50 % Marinado Tradicional	500	519.8	3.8
100 % JB + 0 % Marinado Tradicional	500	590.8	15.3

CAPITULO 7. CONCLUSION

Los tratamientos de marinado con jugo de bonete afectaron las propiedades fisicoquímicas de la carne de cordero (tanto cruda como cocida). El marinado base (sin jugo de bonete) o marinado con bajos porcentajes de jugo de bonete redujo el pH de la carne y aumentó su dureza, posiblemente debido a que los ácidos orgánicos favorecen la desnaturalización de las proteínas, lo que genera mayor rigidez en la carne. Los valores bajos de pH de la carne podrían tener un impacto positivo en la seguridad microbiológica. Al incorporar el jugo de bonete, la carne tuvo una mayor capacidad para retener la solución de marinado. Además, el jugo de bonete influyó en el color de la carne, disminuyendo la luminosidad y el color rojo a^* en carne cruda; mientras que, en carne cocida, incrementó la luminosidad y el ángulo de tono, impartiendo tonalidades más amarillas.

Los hallazgos de esta investigación sugieren que la incorporación de jugo de bonete a una base de marinado con jugo de naranja agria incrementó el valor de la dureza de la carne respecto al grupo control; sin embargo, el uso exclusivo de jugo de bonete mantuvo el nivel de dureza de la carne similar al control. Por lo tanto, se concluye que el jugo de bonete tiene nula influencia en el ablandamiento de la carne de cordero. Se recomienda estudiar y evaluar el impacto del jugo de bonete en la vida útil y el perfil sensorial de la carne de cordero marinada.

BIBLIOGRAFIA

- Alfonso, M., C. Sañudo, P. Berge, A.V. Fisher, C. Stamataris, G. Thorkelsson & E. Piasentier. 2001. Influential factors in lamb meat quality. Acceptability of specific designations. En Rubino, R. & P. Morand-Fehr (eds). Production systems and product quality in sheep and goats. pp. 19-28. CIHEAM-IAMZ, Zaragoza, España.
- Azeredo, H. M. C; Faria, J. A. F. y Dasilva M. A. A. P. Food Res. Int. 37:689-694, 2004.
- Arteaga, C.J.D. 2007. Diagnostico actual de la situación de los ovinos en Mexico. La revista del borrego. <http://www.borrego.com.mx/opinion/diagnostico-actual-de-la-situación-de-los-ovinos-en-mexico/>.
- Arce-Recinos, C., Chay-Canul, A. J., Alarcón-Zúñiga, B., Ramos-Juárez, J. A., Vargas-Villamil, L. M., Aranda-Ibáñez, E. M., Sánchez-Villegas, N. D. C., & Lopez Dias da Costa, R. (2021). Índices de eficiencia alimenticia en ovinos de pelo: Calidad de la carne y genes asociados. Revisión. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 12(2), 523-552. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i2.5642>.
- Abdel-Naeem, H. H., Sallam, K. I., Zaki, H. M., El-Din, A. N., & Khedr, A. A. (2022). Improving the structural changes, protein solubility and water holding capacity of spent hen meat patties by using kiwi and pineapple extracts. *Animals*, 12(21), 3027. <https://doi.org/10.3390/ani12213027>
- Ahmad Danial, F. R.-N., Nbs, A., & Ahmad, D. (2022). *Effect of papain on the textural and physicochemical properties of beef during marination*. Journal of Food Processing and Preservation, 46(3), e16247.
- Augustyńska-Prejsnar, A., Kačániová, M., Ormian, M., Topczewska, J., & Sokołowicz, Z. (2023). Quality and Microbiological Safety of Poultry Meat Marinated with the Use of Apple and Lemon Juice. International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(5), 3850. <https://doi.org/10.3390/ijerph20053850>.
- Badillo V. M. 1967. Esquema de las Caricaeae. Agronomía Tropical 17(4) : 245 – 269.

- Bar, J. M.; Marcus, R.; Lee, R. F. (1989). The continuous challenge of Citrus tristeza virus control. *Annual Review of Physiology*, 27, 291-316. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.27.090189.001451>.
- Beerman, D.H., T. F. Robinson, D. E Hogue. 1995. Impact of composition Manipulation on lean lamb production in the United States. *J. Anim. Sci.* 73: 2493-2502.
- Beriain, M.J., P. Bas, A. Purroy & T. Treacher. 2000. Effect of animal and nutritional factors and nutrition on lamb meat quality. En Ledin, I. & P. Morand-Fehr (eds). *Sheep and goat nutrition: Intake, digestion, quality of products and rangelands*. pp 75-86. CIHEAM-IAMZ, Zaragoza, España.
- Briones, M.R. 2002. Timbiriche y Cuaguayote: Plantas milenarias en extinción. *Hypatia* 17: 1-3.
- Bianchi, G., G. Garibotto, O. Feed, J. Franco, A. Peculio & G. María. 2004. Puntos críticos durante el proceso de transporte de ovinos y bovinos en Uruguay y su efecto sobre el bienestar animal y la calidad de la canal y de la carne. *Prod. Ovina* 16: 41-57.
- BELTRÁN, J. A. Y RONCALÉS, P. 2005. Determinación de la textura. En: *Estandarización de las metodologías para Evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes*. Coordinadores: Cañeque, V. y Sañudo, C. Monografías INIA: Serie Ganadera N° 3. Madrid, España. Pp. 237-242.
- BHAT ZF, JD MORTON, SL MASON, AE-D A BEKHIT (2018). Applied and emerging methods for meat tenderization: a comparative perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 17: 841-859.
- Cáceres, A. (1999). *Plantas de uso medicinal en Guatemala*. Editorial Universitaria. 402 P. <https://www.fitoterapia.net/publicaciones/documentacion/reduction-ethanolintake-alcohol-preferring-294.html>.
- Chávez, N. A.; Chávez, O. L. I.; Pérez, M.B.E. (2003). Transformación genética del naranjo agrio usando *Agrobacterium rhizogenes*. *Agrociencia*. 37 (6): 629-639. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30237608>.

- Cloete, J. J. E., L. C. Hoffman, S. W. P. Cloete, J. E. Fourie. 2004. Slaughter traits Of Merino sheep divergently selected for multiple rearing ability. South African. J. Anim. Sci. 34: 189-196.
- Cañeque, V., & Sañudo, C. 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes : edición actualizada y ampliada de la Monografía INIA, serie Ganadera n° 1 titulada “metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne de rumiantes”. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.
- Carnicos: Ablandamiento artificial de la carne. 2010. Obtenido de <http://bioquimicacarnicos.blogspot.com/2010/04/ablandamiento-artificial-de-lacarne.html>
- Cariqueo, L.P., (2013). Características del contenido nutricional mineral de la carne de cordero producida en la zona centro-sur del país. Tesis de licenciatura en Medicina Veterinaria. México, Departamento de fomento de la producción animal, Facultad de ciencias Veterinarias y Pecuarias Universidad de Chile.
- Chay-Canul, A. J., Magaña-Monforte, J. G., Chizzotti, M. L., Piñeiro-Vázquez, A. T., Canul-Solís, J. R., Ayala-Burgos, A. J., Ku-Vera, J. C., & Tedeschi, L. O. (2016). Energy requirements of hair sheep in the tropical regions of Latin America. Review. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 7(1), 105-125.
- Cool-Padilla, G., Escalante-Euán, J., Santos-Flores, J., Hernández, M., & García-Lira, A. (2022). *Modelo conceptual de una economía circular para la producción de cítricos en Yotholin, Yucatán, México* . Bioagrociencias, 15(2), 122-130.
- Domínguez, R., Gómez, M., Fonseca, S., & Lorenzo, J. M. (2014). Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat. Meat Science, 97(2), 223–230.
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2019). A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8(10), 429.

- Dykiel, M., Uram-Dudek, A., & Wajs, I. (2025). Effect of Marinade of Fermented Unpasteurised Fruit Vinegars on Poultry Meat Quality. *Gastronomy*, 3(2), 7. <https://doi.org/10.3390/gastronomy3020007>.
- Ferguson, D.M. & R.D. Warner. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Sci.* 80: 12-19.
- Fabre, R.; Perlo, F.; Bonato, P.; Tito, B.; Teira, G. y Tisocco, O. *Cienc. Docencia tecnol.* 25(49):143-153, 2014.
- Gómez M.J. 2009. Alternativas de mercado para la carne ovina en Mexico. In: Peláez H. (ed.) *Memorias del Seminario Internacional de Ovinocultura*. Cholula, Puebla. Mexico.
- Gomez-Marroquin J. 2011 Comercialización de la carne ovina en México. Presentación en PowerPoint. Abril 13, 2011. In *Taller de Convergencia de los Comités Estatales del Sistema Productor Ovino*. Mexico, D.F.
- González, C., Civit, D., Díaz, M., Ciccimarra, J., & Serna, L. (2011). *Efecto del tiempo de maduración sobre la textura de la carne de ovejas de refugio de la raza Corriedale* . *Veterinaria Argentina*, 28(276).
- García, R. I. & Linares, L. A. (2012). Árboles y arbustos de la cuenca del rio Tepalcatepec (Michoacán y Jalisco, México) para uso urbano. (El Colegio de Michoacán A. C. e Instituto Politécnico Nacional, Ed.) (1st ed.). México.
- Gómez-Salazar, J. A., Ochoa-Montes, D. A., Cerón-García, A., Ozuna, C., & Sosa-Morales, M. E. (2018). Effect of Acid Marination Assisted by Power Ultrasound on the Quality of Rabbit Meat. *Journal Of Food Quality*, 2018, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2018/5754930>.
- Gil, M., Rudy, M., Duma-Kocan, P., Stanisławczyk, R., Wolińska, A., Krajewska, A., & Dziński, D. (2025). Effect of Marinating on Selected Quality Characteristics of Pork Tenderloin Cooked by Sous Vide Method. *Foods*, 14(11), 1958. <https://doi.org/10.3390/foods14111958>.
- Hamm, R. 1960. Biochemistry of meat hydration. *Advances in Food and Nutrition Research* ,10: 355-360.

- Horcada, A., & Polvillo, O. 2009. *Conceptos básicos sobre la carne*. Universidad de Sevilla. Depósito de Investigación idUS. Recuperado de <https://core.ac.uk/display/51403621>
- Hopkins, D. L., N. M. Fogarty, S. I. Mortimer. 2011. Genetic related effects on Sheep meat quality. *Small Rum. Res.* 101: 160-172
- Huang, Y., Mustapha, A., & Lin, M. (2015). Application of fruit-based marinades to improve microbial safety and shelf-life of meat products. *Food Microbiology*, 49, 192–199. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.03.005>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740002015000487>.
- HUERTA-LEIDENZ N, MS RUBIO LOZANO, C DIXON, AL VALDEZ, K BELK, S HOWARD, FA RUÍZ LÓPEZ (2016). Comparación de suadero de los Estados Unidos de América y de México con y sin tratamiento de marinación. *Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria*.
- Hernández-Marín, JA, Valencia-Posadas, M., Ruíz-Nieto, JE, Mireles-Arriaga, AI, Cortez-Romero, C., & Gallegos-Sánchez, J. (2017). Contribución de la ovinocultura al sector pecuario en México. *Agroproductividad* , 10(3), 87-93.
- Janzen, D.H. 1988. Tropical dry forests: The most endangered major tropical ecosystem, p. 130-137. In E.O. Wilson. *Biodiversity*. Natural Academy, Washington, USA.
- Jyotsna A, Saonere S. An overview of *C. aurantium* used in treatment of various diseases. *Afr J Plant Sci* 2011; 5(7):390-395.
- Kim, J., Hong, G., Lim, K., Park, W., & Lee, C. (2015). Influence of Citric Acid on the Pink Color and Characteristics of Sous Vide Processed Chicken Breasts During Chill Storage. *Korean Journal For Food Science Of Animal Resources*, 35(5), 585-596. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2015.35.5.585>
- Kim, H., & Jang, A. (2018). Evaluation of the microbiological status of raw pork meat in Korea: modification of the microbial guideline levels for meat. *Food Science and Biotechnology*, 27(4), 1219-1225.
- Lomeli Sencion J. A. 1998. Flora el valle de Tehuacan- Cuicatlan. Fascículo 21. *Caricaceae* Dumort. UNAM Mexico D.F. 10 p.

- Lagares 2004. A comparative analysis of a quality and utility of ll and bf muscles of porkers of different genotype to massaged products. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology*, Volume 9, Issue 4.
- Larrazábal, M. J. y Camacho, M. M. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 6(1):20-26, 2008.
- Morales, M.M., D.J. Martínez, H.G. Torres, y V.J.E Pacheco. 2004. Evaluación del potencial para la producción ovina con el enfoque de agroecosistemas en un ejido de Veracruz, México. *Rev. Tec. Pec. Mex.* 42:347- 359.
- Lorenzo, J. M., Vargas, F. C., Strozzi, I., Pateiro, M., Furtado, M. M., Sant'Ana, A. S., & Rocchetti, G. (2014). Effects of different cooking methods on the physicochemical and microbiological properties of beef. *LWT - Food Science and Technology*, 58(2), 680–686.
- Lu, W., Shi, Y., Wang, R., Su, D., Tang, M., Liu, Y., & Li, Z. (2021). Antioxidant Activity and Healthy Benefits of Natural Pigments in Fruits: A Review. *International Journal Of Molecular Sciences*, 22(9), 4945. <https://doi.org/10.3390/ijms22094945>
- Latoch, A., Czarniecka-Skubina, E., & Moczowska-Wyrwisz, M. (2023). Marinades Based on Natural Ingredients as a Way to Improve the Quality and Shelf Life of Meat: A Review. *Foods*, 12(19), 3638. <https://doi.org/10.3390/foods12193638>.
- Moreno, N.P. 1980. Flora de Veracruz. Caricaceae. Fascículo 10 INIREB Xapala Veracruz. ISBN 84-8960pag. 16-17.
- Mc Gee, M. R.; Henry, K. L.; Brooks, J. C.; Ray, F. K. y Morgan, J. B. *Meat Sci.* 64:273-277, 2003.
- Mancini, R. A.; Hunt, M. C.; Hachmeister, K. A.; Kropf, D. H. y Johnson, D. E. *Meat Sci.* 2004, 68:339-345.
- Mancini, R. A., & Hunt, M. C. (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, 71(1), 100–121. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.003>.

- Morris, C. A., Brody, A. L., & Wicker, L. (2007). Non-thermal food processing/preservation technologies: A review with packaging implications. *Packaging Technology and Science*, 20(4), 275–286.
- Marfil, R., et al. (2012). Chemical composition and antioxidant capacity of Spanish pomegranate juices. *Food Chemistry*, 130(4), 1002-1008.
- Marica, M. R. 2012. El Huerto Familiar del Sureste de México. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco. El Colegio de la Frontera Sur. México. 544P.
- Moya Torres, MI (2016). *Carcasa, tipos de corte y rendimiento* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Procesos, Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.
- Mandal, A., Biswas, S., & Bhattacharyya, D. (2018). Use of beetroot (*Beta vulgaris* L.) as functional food: Current status and future perspective. *Journal of Food Science and Technology*, 55(10), 3860–3876.
- Martínez, D. C.; Osuna, F. I.; Coronado, M.L.; López, L. H J.; Olivos, O. A. 2018. Use and explotación of backyard fruits in Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa, Mexico. *International Journal of Science and Research*. 7 (8):1119-112. https://www.ijsr.net/search_index_results_paperid.php?id=ART201963
- Niembro, R. 1986. Árboles y arbustos de México. Limusa, México D.F., México.
- Ortíz, O. J., A. Pacheco y C. M. Ojeda. 2000. Crecimiento corporal de machos y hembras Pelibuey a través de medidas zoométricas. Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios Chiapas. A.C. Pp. 200-205.
- Partida, P. J. A., V. D. Braña. 2011. Metodología para la evaluación de la canal Ovina. Folleto Técnico INIFAP. 9: 2-57.
- Partida, P.J.A., V.D. Braña, S.H. Jiménez, RFG. Ríos, y R.G. Buendía. 2013. Producción de carne ovina. Libro técnico. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Ajuchitlán, Querétaro, MEX.
- Praloran, J. C. (1977). Los agrios. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Ed. Blume. 520 P.

- Pulido, S. M. T. (1993). Plantas útiles para consumo familiar en la Región de la Frontera México-Belice. *Caribbean Journal of Science*.29 (34):235-249. https://www.researchgate.net/publication/238686931_Plantas_Utiles_para_consumo_familiar_en_la_Region_de_la_Frontera_Mexico-Belice.
- Palacios, J. (2005). *Citricultura*. 1º Ed. Editorial Alfa Beta S.A. Tucumán, Argentina 578 p.
- Pérez Salgado E.L., Solano S.L., Valle Ponce A. 2006. Desarrollo de productos alimenticios a partir del fruto y Medula de Cuaguayote (*Jacaratia Mexicana*) [Tesis de licenciatura, universidad nacional de México]. Repositorio Institucional UNAM
- Pérez Chabela, M. de L., & Totosaús, A. (2022). Métodos de ablandamiento de la carne y su efecto sobre la textura. *NACAMEH*, 16.
- Romualdo, JG, Sierra, AC, Ortiz, JR, & Hernández, JS (2004). *Caracterización morfométrica del ovino Pelibuey local en Yucatán, México* . Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, 12(Supl. 1), 26-31.
- Romay, O. Tecnología para obtener un producto marinado de carne de cerdo Tipo «Stew». 2009.(tesis de maestría, Instituto Superior Politécnico «José Antonio Echeverría», La Habana, Cuba).
- Romero Rodríguez, J. A. (2013). MANEJO y CONSERVACION DE GERMOPLASMA DE LA FAMILIA CARICACEAE. COLEGIO DE POSTGRADUADOS CAMPUS MONTECILLO.
- Ramírez, E., Cruz, R.G., Domínguez, I.A., (2016). Factores alimenticios que Influyen en la calidad de la canal y carne de cordero y novillos. 1er edición, Editorial Notabilis Scientia/Cuerpo académico en producción animal (CAPA). Avances de investigación en tecnología y ciencia de la carne, pp. 41-57.
- Rant, W., Radzik-Rant, A., Świątek, M., Niżnikowski, R., Szymańska, Ż., Bednarczyk, M., Orłowski, E., Morales-Villavicencio, A., & Ślęzak, M. (2019). The effect of aging and muscle type on the quality characteristics and lipid oxidation of lamb meat. *Archives Animal Breeding*, 62(2), 383-391.

- Schiffner, E.; Oppel, K. y Lortzing, D. 1996. Elaboración Casera de Carne y Embutidos. Trad. por Oscar Dgones. Zaragoza, España. Editorial ACRIBIA, S.A. 215p.
- Sañudo, C., M. M. Campo, I. M. Sierra, G. A. María, J. L. Olleta, P. Santolaria. 1997. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. Meat Sci. 46: 357-365.
- Santos, R.; Beldarraín, T. y Ramos, 2004. M. Alimentaria 351:47-55.
- Schliserman, P. & Ovruski, S. M. (2004). Incidencia de moscas de la fruta de importancia económica sobre *Citrus aurantium* (Rutaceae) en Tucumán, Argentina. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) 72: 44-53.
- Shan, B., Y.Z. Cai, M. Sun & H. Corke. 2005. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. J. Agr. Food Chem. 53: 7749-7759. Tsimidou, M., E. Papavergou & D. Boskou. 1995. Evaluation of oregano antioxidant activity in mackerel oil. Food Res. Int. 28(4): 431:433.
- Serdaroğlu, M., Abdraimov, K., & Önenç, A. (2007). The effects of marinating with citric acid solutions and grapefruit juice on cooking and eating quality of turkey breast. Journal of Muscle Foods, 18(2), 162-172. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2007.00074.x>
- Santaliestra, A.M., Mesana, M.I., Moreno, L.A., (2010). La carne en la alimentación española: importancia de la carne de cordero. Nutr. clín. diet. hosp. 2010, 30(3), pp. 42-48
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Resumen nacional (producción, precio, valor, Animales sacrificados y peso. <http://www.siap.gob.Mx/resumen-nacional-pecuario/>.
- Santos, R., & Ramos, M. 2017. Reseña sobre productos cárnicos marinados. *Ciencia y Tecnología de Alimentos* , 27(3), 65-74. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria.

- SIAP (2019). Producción agrícola. México. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Santos, D. I., Saraiva, J. M. A., Vicente, A. A., & Moldão-Martins, M. (2020). Optimization of the effect of pineapple by-products enhanced in bromelain by hydrostatic pressure on the marination of silverside beef cut. *Foods*, 9(12), 1752. <https://doi.org/10.3390/foods9121752>
- Tornberg, E. (2005). Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70(3), 493–508.
- TALAT SE, ALI FHM, HASSAN AHA. 2019. Efficacy of different marination methods on microbial quality of meat. *Journal of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology* 7(2): 35-38
- Valenzuela, D. & G. Ceballos. 2000. Habitat selection, home range, and activity of the white-nosed coati (*Nasua narica*) in a Mexican tropical dry forest. *J. Mammal.* 81: 810-819.
- Valencia, S. K. & Duana, A. D. (2019). Los Cítricos en México: análisis de eficiencia técnica. *Análisis Económico XXXIV* (87) 269-283. <http://analisiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/483/39>.
- Warris, P.D. (2003). *Ciencia de la carne*. Ed Acribia, S.A. Zaragoza (España).
- Xargayó, M; J. Lagares y cols. 2001. Marinado de carne por efecto espray en la calidad de los productos marinados. Departamento tecnológico metalquímica. Girona, España.
- Xargayó, M.; Lagares, J.; Fernández, E.; Ruiz, D.; Borrel, D. y Juncà, G. Marinado por efecto «spray»: una solución definitiva para mejorar la textura de la carne .2004.
- XU H, XK ZHANG, X WANG, DH LIU. 2019. The effects of high pressure on the myofibrillar structure and meat quality of marinating Tan mutton. *Journal of Food Processing Engineering* 42: e13138.
- Yomaira Tapasco, Z.; Diego Alonso Restrepo, M. y Héctor Suárez, M. *Rev. Bio. Agro.* 9(2):23-31, 2011.

Zheng, M.; Detienne, N. A.; Barnes, B. W. y Wicker, L. J. Sci. Food Agric. 81:82-87, 2000.