

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Presentado por:

Br. ZENAIDA MOSCOSO ALTAMIRANO

**EFFECTO DEL LÁTEX EN POLVO DE HIGO (*Ficus carica*
L.) EN EL ABLANDAMIENTO DE CARNE BOVINO**

Asesor:

PhD. FLORENTINO LÁZARO MENDOZA MARÍN

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

ANDAHUAYLAS APURÍMAC – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Presentado por:

Br. ZENaida MOSCOSO ALTAMIRANO

**EFFECTO DEL LÁTEX EN POLVO DE HIGO (*Ficus carica*
L.) EN EL ABLANDAMIENTO DE CARNE BOVINO**

Asesor:

PhD. FLORENTINO LÁZARO MENDOZA MARÍN

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

ANDAHUAYLAS APURÍMAC – PERÚ

2022



APROBACIÓN DEL ASESOR

Quien suscribe:

PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín por la presente:

CERTIFICA,

Que, la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, ZENaida MOSCOSO ALTAMIRANO, ha culminado satisfactoriamente el Informe Final del Trabajo de Investigación intitulado: “EFECTO DEL LÁTEX EN POLVO DE HIGO (*Ficus carica L.*) EN EL ABLANDAMIENTO DE CARNE BOVINO”. Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, 20 de diciembre del 2021.

.....
PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín

Asesor de Tesis

.....
Br. Zenaida Moscoso Altamirano

Tesista



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, ZENAIDA MOSCOSO ALTAMIRANO, identificado con DNI N° **47870665** de la
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Declaro bajo juramento que el Informe Final de Tesis Titulado: “EFECTO DEL LÁTEX EN POLVO DE HIGO (*Ficus carica L.*) EN EL ABLANDAMIENTO DE CARNE BOVINO”.

Es auténtico y no vulnera los derechos de autor, Además, su contenido es de entera responsabilidad del autor (es) del proyecto, quedando de la UNAJMA exenta de toda responsabilidad en caso de atentar contra la Ley de la propiedad intelectual y derechos de autor.

Andahuaylas, 20 de diciembre del 2021

.....

Firma

N° de DNI:47870665

E-mail: moscosoalze18@gmail.com

N° Celular: 910721242



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Andahuaylas utilizando el enlace <https://meet.google.com/nfh-wnaz-zgp>, generado por la Universidad Nacional José María Arguedas ubicado en el distrito de Andahuaylas de la Provincia de Andahuaylas, siendo las 10:00 horas del día veintiuno de Enero del año 2022, se reunieron en forma remota, los docentes ordinarios: Dr. David Juan Ramos Huallpartupa (Presidente), Dr. Denis Hernán Gutiérrez Martínez (Primer miembro), Ing. Juvenal Rivas Leguía (Segundo miembro), en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final del Tesis intitulado: **“EFECTO DEL LÁTEX EN POLVO DE HIGO (*Ficus carica* L.) EN EL ABLANDAMIENTO DE CARNE BOVINO”**, cuyo autor es la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial ZENAIDA MOSCOSO ALTAMIRANO, y Asesor PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

Luego de la sustentación y defensa de la Tesis, el Jurado Evaluador **ACORDÓ: APROBAR** por **UNANIMIDAD** a la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial ZENAIDA MOSCOSO ALTAMIRANO, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota en escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
15	Quince	Bueno

En señal de conformidad, se procede a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.

Dr. David Juan Ramos Huallpartupa
Presidente del Jurado Evaluador

Dr. Denis Hernán Gutiérrez Martínez
Primer Miembro Jurado Evaluador

Ing. Juvenal Rivas Leguía
Segundo Miembro Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A Dios, por guiar mis pasos y no abandonarme nunca, quien con su bendición llena siempre mi vida.

A mis padres Secundina y Justo Pablo quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido cumplir un sueño más.

A mis hermanos Edwin, Víctor, Fredy, Justo, Aydé y Marisol por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento, sus consejos y palabras de aliento hacen que siga adelante.

A mi hijo Joab Rubens quien es mi mayor motivación y alegría en todo momento, por darnos su amor y cariño.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA), de la Universidad Nacional José María Arguedas y a cada uno de los docentes que formaron parte de mi formación profesional.

A mi asesor, PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín, por sus valiosos aportes, sugerencias, comprensión y paciencia durante la ejecución de la tesis.

A los miembros del jurado evaluador, Dr. David Juan Ramos Huallpartupa, Dr. Denis Hernán Gutiérrez Martínez y Ing. Juvenal Rivas Leguía, por sus observaciones, aportes y sugerencias al desarrollo, revisión y culminación de la presente tesis.

A mi amiga y compañera de estudios Br. Miriam Ochoa Ludeña, gracias por todo su apoyo incondicional durante la ejecución de la tesis.

Al Ing. Herson Arone Palomino responsable de Laboratorio de Química Inorgánica e Ing. Violeta Yupanqui Huacre responsable de Laboratorio de procesos Agroindustriales por su paciencia y por haberme brindado toda su ayuda.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CHUMASQA.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Situación Problemática.....	3
1.2 Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	4
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES.....	5
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.....	9
3.1 Bases teóricas.....	9
3.2 Marco conceptual.....	32
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	34
4.1 Materiales de investigación.....	34
4.2 Población y muestra.....	36
4.3 Tipo de investigación.....	37
4.4 Métodos de análisis.....	37
4.5 Diseño experimental (variables y pruebas estadísticas).....	42
4.6 Análisis estadístico.....	44
CAPÍTULO V. RESULTADOS.....	45
5.1 Dureza de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.....	45
5.2 CRA de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.....	46

5.3 CE de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.....	49
5.4 pH de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.....	51
5.5. Color L*a*b* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo	52
CAPÍTULO VI: DISCUSIONES	58
6.1 Dureza de carne bovino sin y con látex en polvo de higo	58
6.2 CRA de carne bovino sin y con látex en polvo de higo	59
6.3 CE de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.....	60
6.4. pH de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.....	60
6.5 Color L*a*b* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo	61
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Composición química del músculo esquelético de carne bovino.</i>	12
Tabla 2 <i>Enzimas utilizadas en la industria alimentaria.</i>	28
Tabla 3 <i>Lista de material biológico.</i>	34
Tabla 4 <i>Lista de materiales de la investigación.</i>	35
Tabla 5 <i>Lista de equipos de investigación.</i>	35
Tabla 6 <i>Lista de instrumentos de la investigación.</i>	36
Tabla 7 <i>Lista de reactivos de la investigación.</i>	36
Tabla 8 <i>Diseño completamente al azar.</i>	42
Tabla 9 <i>Tabla de ANOVA para el DCA.</i>	43
Tabla 10 <i>Dureza de carne bovino en kgf.</i>	45
Tabla 11 <i>ANOVA de dureza de carne bovino.</i>	46
Tabla 12 <i>LSD al 95 % de dureza de carne bovino.</i>	46
Tabla 13 <i>Peso inicial (P₀), peso final (P_f) y CRA de carne bovino.</i>	47
Tabla 14 <i>CRA de carne bovino en (%).</i>	47
Tabla 15 <i>ANOVA de CRA de carne bovino.</i>	48
Tabla 16 <i>LSD al 95 % de CRA de carne bovino.</i>	48
Tabla 17 <i>Volumen de aceite retenido (Var) de carne bovino.</i>	49
Tabla 18 <i>CE de carne bovino en (mL).</i>	50
Tabla 19 <i>ANOVA de CE de carne bovino.</i>	50
Tabla 20 <i>LSD al 95 % de CE de carne bovino.</i>	50
Tabla 21 <i>pH de carne bovino.</i>	51
Tabla 22 <i>ANOVA de pH de carne bovino.</i>	52
Tabla 23 <i>LSD al 95 % de pH de carne bovino.</i>	52
Tabla 24 <i>Color L*de carne bovino.</i>	53
Tabla 25 <i>ANOVA de color L* de carne bovino.</i>	53
Tabla 26 <i>LSD al 95 % de color L* de carne bovino.</i>	53
Tabla 27 <i>Color a* de carne bovino.</i>	54
Tabla 28 <i>ANOVA de color a* de carne bovino.</i>	55
Tabla 29 <i>LSD al 95 % de color a* de carne bovino.</i>	55
Tabla 30 <i>Color b* de carne bovino.</i>	56
Tabla 31 <i>ANOVA de color b* de carne bovino.</i>	56
Tabla 32 <i>LSD al 95 % de color b* de carne bovino.</i>	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Cortes cuarto trasero centro y cuarto delantero de carne bovino.....</i>	14
Figura 2 <i>Disminución del pH después del sacrificio.....</i>	14
Figura 3 <i>Espacio de color CIELAB.....</i>	26
Figura 4 <i>Fruto de higo (Ficus Carica L.).....</i>	30
Figura 5 <i>Diagrama de bloques de la extracción del látex de higo líquido y secado.....</i>	39
Figura 6 <i>Diagrama de bloques de la aplicación del látex en polvo de higo en el ablandamiento de carne bovino.</i>	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Matriz de consistencia.</i>	73
Anexo 2 <i>Extracción del látex de higo líquido y secado.</i>	74
Anexo 3 <i>Aplicación del látex en polvo de higo en el ablandamiento de carne bovino</i>	75
Anexo 4 <i>La metodología para determinación de CRA</i>	77
Anexo 5 <i>Metodología para determinación de CE</i>	77
Anexo 6 <i>Metodología para determinación del pH</i>	77
Anexo 7 <i>Dureza de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.</i>	78
Anexo 8 <i>CRA de carne bovino sin y con látex en polvo de higo</i>	79
Anexo 9 <i>CE de carne bovino sin y con látex en polvo de higo</i>	80
Anexo 10 <i>pH de carne bovino sin y con látex en polvo de higo</i>	81
Anexo 11 <i>Color L* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo</i>	82
Anexo 12 <i>Color a* de carne bovino de carne bovino con látex en polvo de higo</i>	82
Anexo 13 <i>Color b* de carne bovino de carne bovino sin y con látex en polvo de higo</i>	84

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

ABREVIATURAS:

ADP	Adenosín difosfato
AMP	Adenosín monofosfato
AMSA	American Meat Science Association (Asociación Americana de la Ciencia de la Carne)
ANOVA	Análisis de varianza
AOAC	Association of Official Analytical Chemists (Asociación de los químicos analíticos oficiales)
ATP	Adenosín trifosfato
BPF	Buenas prácticas de fábrica
CE	Capacidad de emulsión
COFEPRIS	La Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
CRA	Capacidad de retención de agua
CV	Coefficiente de Variación
DCA	Diseño completamente al azar
DCCR	Diseño compuesto central rotacional
DFD	Dark, Firm and Dry (oscuro, firme y seco)
FAO	Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura
FDA	Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y Medicamentos)
GRAS	Generalmente reconocido como seguro
H_A	Hipótesis alterna
H_o	Hipótesis nula
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
M	Molaridad
ISO	Organización Internacional de Normalización
LSD	Diferencia mínima significativa
JECFA	Evaluación de los riesgos asociados con las sustancias químicas
NaOH	Hidróxido de sodio
Ph	Potencial de hidrogenión
PSE	Pale, soft and exudative (pálida, blanda y exudativo)

RAE	Real Academia Española
Rpm	Revoluciones por minuto
SÍMBOLOS:	
G	Gramos
Gf	Gramo fuerza
Cm	Centímetro
cm²	Centímetro cuadrado
µg	Microgramo
H	Hora
Kg	Kilógramo
Kgf	Kilogramo fuerza
KN	Kilonewton
mL	Mililitro
mm	Milímetro
L	Litro
%	Porcentaje
°C	Grados Celsius
B₁₂	Cobalamina

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la aplicación del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*) en el ablandamiento de carne bovino. Las muestras fueron obtenidas no probabilísticamente, 100 kg de fruto de higo, 30 g de látex en polvo de higo y 3 kg de carne bovino. El muestreo fue probabilístico para la obtención de la unidad de análisis de la carne bovina sin y con látex en polvo de higo. Los métodos de análisis fueron Método de esfuerzo al corte para determinación de la textura: dureza (Warner Bratzler), Método pérdidas por goteo para Capacidad de Retención del Agua (CRA), Determinación de la capacidad de emulsión (CE), Determinación de pH y Medición del color. El diseño experimental fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), consistió en comparar tres tratamientos de diferentes porcentajes de látex en polvo de higo aplicado en el ablandamiento de carne bovino (T2, T3, T4) y sin tratamiento de látex en polvo de higo como control (T1); fue aplicado el Análisis de Varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad de los tratamientos y Diferencia Mínima Significativa (LSD) para ir a detalle y ver cuales tratamientos son diferentes cuando se rechaza la hipótesis nula en el ANOVA; con una significancia del 5 % y el criterio de rechazo de significancia observada frente a significancia predefinida. En conclusión, la aplicación del látex en polvo de higo en el ablandamiento de carne bovino manifiesta sus efectos en la disminución de la dureza (T1>T3>T2>T4) en 44 % respecto al sin tratamiento, se mantiene constante estadísticamente la CRA (T1=T2=T3=T4), aumenta ligeramente la CE (T4>T3>T2>T1), aumenta ligeramente el pH (T4>T3>T2>T1) y el color varió su luminosidad y coloración, en 24 horas de almacenamiento a 4 °C.

Palabras Clave: Dureza, capacidad de retención del agua, capacidad de emulsión, pH, color, carne bovina, ablandamiento.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the effect of the application of fig powder latex (*Ficus carica L.*) in the softening of bovine meat. The samples were obtained non-probabilistically, 100 kg of fig fruit, 30 g of fig powder latex and 3 kg bovine meat. The sampling was probabilistic to obtain the unit of analysis of bovine meat without and with fig powder latex. The analysis methods were Shear stress method for texture determination: hardness (Warner Bratzler), Drip loss method for Water Retention Capacity (CRA), Determination of emulsion capacity (CE), Determination of pH and Color measurement. The experimental design was the Completely Random Design (DCA), it consisted of comparing three treatments of different percentages of fig powder latex applied in the softening of bovine meat (T2, T3, T4) and without treatment of powdered latex of fig as control (T1); The Analysis of Variance (ANOVA) was applied to test the hypothesis of equality of the treatments and Minimum Significant Difference (LSD) to go into detail and see which treatments are different when the null hypothesis is rejected in the ANOVA; with a significance of 5% and the rejection criterion of observed significance versus predefined significance. In conclusion, the application of fig powder latex in the softening of bovine meat manifests its effects in the reduction of hardness (T1 > T3 > T2 > T4) in 44% compared to without treatment, the CRA is statistically constant (T1 = T2 = T3 = T4), the CE slightly increased (T4 > T3 > T2 > T1), the pH slightly increased (T4 > T3 > T2 > T1) and the color changed its luminosity and coloration in 24 hours storage at 4 ° C.

Keywords: Hardness, Water Retention Capacity, emulsion capacity, pH, color, bovine meat, softening

CHUMASQA

Kay taqwiriy lllamkaymi aypayta hinaspa tupuyta munan chay hawiy qawakuynin churariypi latexnisqa chay iqus ñutusqa akumpi (*Ficus carica L.*) wakapa aychan llampuyachinanpaq. Taqasqa riqsichinapaq hurqusqa karqa chay no probabilísticonisqamanta, 100 kg iqus sachapa rurun, 30 g chay látexnisqan iquspa akun, hinaspa 3 kg waka aycha. Taqasqa qawarichinapaq karqa probabilísticonisqa chay rakisqa taqwirispá qatipanapaq waka aychapi chay mana utaq látexnisqapa iquspa akunpi. Ñankuna qatipanapaq karqa puririy kallpanchasqa huk chikan imayna kasqan churanapaq: chuqruhina(Warner Bratzler), qatipaypi sutuchispa usurqa chay Atiynin Yaku Hapinanpaq (CRA)nisqa, Akllaynin Atipaspa Chaqrunapaq (CE)nisqa, Akllaynin chay pH hinaspa llimpin tupuy. Imayna ruraynin riqsichinapaq karqa Llutanta Lllapan Ruray (DCA)nisqa, puririrqa rikchanachiy kimsa qatipaypi hukniraq porcentajesnisqa chay látexnisqa iquspa akun churasqa karqa wakapa aychan llampuchinanpaq (T2, T3, T4) chaynataq mana qatipasqa chay látexnisqa iquspa akunpi imayna patachasqa(T1); chaymi churasqa chay Análisis de Varianzaniqsa (ANOVA) chaynachu manachu kanman hipótesisnisqa kuskan qatipanapaq chay Diferencia Mínima Significativa (LSD)nisqa chaymanta rina imayna qawariq mayqantaq qatipana hukniraqkasqanta haykap millapakun chay hipótesis nulanisqa chay ANOVAnisqapi; significancianisqawan 5 % chaynataq yuyaypi manam significancia observadanisqa qayllanpi chay significancia predefinidanisqawan. Chuymaynimpi, chay hawiy churariypi latexnisqa chay iquspa ñutusqa akumpi waka aycha Lllampuyachinanpaq qawarichikun imayna chuqrumanta llampuyasqanta (T1>T3>T2>T4) chay 44 % mana chayna qatipasqamantaqa, waqaychakun allinta yupaymanhina CRA (T1=T2=T3=T4), pisimanta yapakun chay pH (T4>T3>T2>T1) chaynataq hukmanyán lllipniynin hinaspa lllimpiynin, 24 pachapi waqaychasqa chay 4 °C.

Pisi rimayllapi simi: chuqru, atiynin yaku hapinanpaq, atiynin Chaqrunapaq, pHnisqa, lllimpi, waka aycha, llampuyachiy.

INTRODUCCIÓN

Uno de los alimentos más nutritivos para el consumo humano es la carne de vacuno, debido a que aporta proteínas de alto valor biológico, vitaminas del complejo B, minerales como hierro, zinc y fósforo y ácidos grasos esenciales por tal su consumo es necesario en la dieta de las personas (Forrest et al., 1979), pero como menciona la FAO (2013), en el Perú el consumo per cápita de carne de vacuno es de 5.7 kg por año, lo cual representa un nivel de consumo muy bajo respecto al consumo de los países de Sudamérica como Brasil y Argentina con consumos per cápita de 37.3 y 67.2 kg por año, respectivamente (MINAGRI, 2019); indica que el peruano consume en promedio 6.1 kg de carne de vacuno por habitante año. Según la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO, 2015) indica que consumos per cápita menores a 10 kg deben considerarse insuficientes (Techno Serve, 2004); estos índices de consumo pueden deberse a muchos factores como por ejemplo el precio, el acceso a conseguir los alimentos y la disponibilidad de carne de vacuno de buena calidad.

MINAGRI (2019) considera que la mayoría de los vacunos son destinados para la producción de carne, producción de leche y para el arado de suelos, obteniéndose carcasas de menor calidad debido al triple propósito y esfuerzo al que son sometidos. En el Perú, uno de los más grandes problemas de la ganadería es la calidad de carne posee una alta percepción de dureza, ya que se faenan animales de avanzadas edades que por disponibilidad estos han terminado su ciclo productivo, cuyo fin inmediato es el sacrificio para su posterior aprovechamiento.

Una característica fundamental que influye en la aceptación de la carne de res por parte de los consumidores es sin duda, la percepción sensorial de su textura (Jeremiah, 1982); esta característica constituye un proceso complejo, que es afectado por factores como la especie, la raza, la edad, el sexo, la dieta e incluso el manejo del animal durante el transporte y al momento de su sacrificio (Thompson, 2002); los factores postmortem también influyen en la textura, como por ejemplo: el enfriamiento, la estimulación eléctrica, la maduración o acondicionamiento de la carne, el tipo de cocción y el ablandamiento artificial a través de métodos mecánicos, químicos y enzimáticos. En el caso de los métodos enzimáticos, se ha recurrido a la aplicación de ficina, papaína y bromelina que son enzimas extraídas de las

plantas (Naveena et al., 2004). Fue importante también considerar algunos parámetros que permiten determinar la calidad de la carne como: la capacidad de retención de agua; la capacidad de emulsión; pH y color.

Por lo anteriormente expuesto, se planteó la investigación sobre “efecto del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*) en el ablandamiento de carne bovino”.

El objetivo general fue: Evaluar el efecto de la aplicación del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*) en el ablandamiento de carne bovino. Los objetivos específicos: Determinar la dureza de carne bovino con la aplicación del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*); Determinar la CRA de carne bovino con la aplicación del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*); Determinar la CE de carne bovino con la aplicación del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*); Determinar el pH de carne bovino con la aplicación del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*) y Determinar el color de carne bovino con la aplicación del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*).

La hipótesis general fue: La aplicación del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*) tiene efecto en el ablandamiento de carne bovino, mayores detalles ver en Anexo 1.

El trabajo de investigación se desarrolla en una introducción y seis capítulos; en la introducción contiene la ubicación, manifestación y razones del fenómeno investigativo; el primer capítulo refiere el problema de investigación, se desarrolla la situación problemática relacionado a la carne bovino; el segundo capítulo se encuentran los antecedentes, se presentan algunas investigaciones desarrolladas en cuanto a aplicación de enzimas vegetales y fúngicas y el uso de látex de frutas en productos cárnicos; el tercer capítulo refiere el marco teórico, se detallan los diferentes planteamientos teóricos con respecto a carne bovino, aplicación de enzimas y marco conceptual; el cuarto capítulo presenta la metodología de investigación, se desarrolla por cada objetivo específico; el quinto capítulo presenta los resultados, se desarrolla por cada objetivo planteado y el sexto capítulo presenta la discusión, se discuten los resultados experimentales y estadísticos obtenidos con otras investigaciones.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación Problemática

En el Perú la carne bovina es la tercera carne más consumida después del pollo y el pescado, el problema es que la calidad de la carne no siempre es buena en cuanto a la textura, siendo la mayoría de las partes de la carcasa duras y muy pocas de textura suave como el lomo fino (Montoya y Miano., 2011).

Uno de los mayores problemas identificados en la industria cárnica es la variabilidad en el grado de terneza de la carne, además del desaprovechamiento de algunas partes de la canal por su falta de terneza, es allí donde radica la importancia de la utilización de enzimas en esta industria. Debido a que, para la comercialización de carnes, se faenan animales de avanzadas edades; no todos los comercios pueden sacrificar animales jóvenes, sino que por disponibilidad existen los animales conocidos como desechos de lechería que son vacas que han terminado su ciclo productivo y bordean edades entre 8 y 9 años o más, cuyo fin inmediato es el sacrificio para su posterior aprovechamiento (Vioque et al., 2001).

Actualmente se viene empleando diferentes tipos de enzimas en el ablandamiento de carnes, así como la papaína, bromelina, ficina, elastasa, colagenasa y varias peptidasas microbianas, sin embargo, las enzimas de origen vegetal presentan mejor efectividad que las enzimas de origen microbiano, atacando no solo la actomiosina sino también el colágeno y la elastina del tejido conjuntivo (Uhlig, 1998).

Siendo la actividad pecuaria una de las actividades más importantes desarrolladas en la Provincia de Andahuaylas, Región de Apurímac, la investigación se realizó sobre el efecto de la aplicación del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*), en el ablandamiento de carne bovino, debido a que el látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*) contiene proteasas como la ficina, capaces de hidrolizar la mayoría de las uniones peptídicas de los aminoácidos.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*) en el ablandamiento de carne bovino?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es el efecto del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*) en la dureza de carne bovino?

¿Cuál es el efecto del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*) en la capacidad de retención de agua (CRA) de carne bovino?

¿Cuál es el efecto del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*) en la capacidad de emulsión de carne bovino?

¿Cuál es el efecto del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*) en el pH de carne bovino?

¿Cuál es el efecto del látex en polvo de higo (*Ficus carica L.*) en el color de carne bovino?

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES

Chew (2016) realizó una investigación donde tuvo como objetivo la extracción y purificación de la enzima ficina proveniente del látex del higo (*Ficus carica L.*), para su implementación en un ablandador cárnico, comprobando la viabilidad del aprovechamiento del látex y manteniendo las mismas características organolépticas de los ablandadores convencionales, elaborados a base de bromelina y papaína provenientes de la piña y papaya respectivamente. Este estudio fue realizado en el Laboratorio de Aseguramiento de Calidad en el Departamento de Desarrollo e Investigación de la empresa Alkemy Guatemala. Se extrajo el látex del higo (*Ficus carica L.*) por medio de incisiones longitudinales de 3 milímetros de espesor, fue purificada la enzima con el método de precipitación en etanol y deshidratado en un secador de bandejas de flujo transversal para determinar el tiempo de secado del látex hasta obtener una humedad menor al 10 %. Dicho procedimiento se realizó a tres temperaturas (35, 45 y 55) °C. Una vez obtenida la enzima deshidratada, se implementó en un ablandador cárnico y se evaluaron, por medio de pruebas organolépticas, las características fisicoquímicas del mismo. Las pruebas organolépticas que se realizaron fueron textura y aceptabilidad. Para evaluar el producto, se utilizó la escala hedónica de 9 puntos como medición sensorial, en la cual se le pidió al consumidor que midiera el nivel de agrado o desagrado con respecto al producto a través de una escala verbal numérica. Se tomó una muestra de 30 personas y se evaluó la textura y aceptación del producto cárnico al cual se le añadió el ablandador formulado y se comparó con uno sin la aplicación del mismo. Se obtuvo un 68.6 % de aceptación del producto cárnico con ablandador en comparación de un 57.6 % para el producto sin ablandador. Para la evaluación de textura se alcanzó 69 % y 59 % de aprobación para el producto con ablandador y sin ablandador respectivamente.

Marrasquin (2016) obtuvo bromelina a partir de la piña (*Ananas cosmosus*) al licuar y tamizar el corazón; la papaína fue obtenida del látex, la cual se logró del rayado de la corteza de la papaya criolla (*Carica papaya*), luego ambas enzimas fueron introducidas en un horno esterilizador a 50 °C por 3 horas. Posteriormente se generaron 5 diferentes Tratamientos: T1(100 % de Bromelina y 0 % de Papaína), T2 (75 % de Bromelina y 25 % de Papaína), T3 (50 % de Bromelina y 50 % de Papaína), T4 (25 % de Bromelina y 75 % de Papaína), T5: (0 % de Bromelina y 100 % de Papaína) y Testigo sin enzimas que fueron inyectados en la

carne contrastando cada uno con una muestra testigo (sin adición de enzimas); las mediciones fueron llevadas a cabo después de tres horas de la adición, con la ayuda de un Texturómetro con el fin de evaluar objetivamente el TPA, también se realizaron análisis de pH basándose en la norma INEN y la capacidad de retención de agua (CRA) por el método de centrifugación a cada tratamiento, utilizando el programa estadístico infostat se logró determinar con un 95 % de confianza que el tercer Tratamiento propuesto reportó diferencias significativas respecto a la muestra testigo de 3.86 a 2.06, puesto que disminuyó el nivel de dureza de la carne en un 47 %, comprobándose el ablandamiento de la carne; para el pH los Tratamientos difieren con respecto al testigo con un 95 % de confianza, el pH disminuye por efecto de la adición de las enzimas bromelina y papaína de 6.1 a 5.92, ya que éstas tienen niveles de pH que se encuentran entre 3.5 y 5 respectivamente y para la CRA el Tratamiento testigo difiere significativamente en un nivel de confianza del 95 %, con respecto a los Tratamientos. De esta forma se evidencia una reducción del CRA de 0.56 a 0.46, debido a que la acción de las enzimas rompe las fibras musculares.

Martínez et al. (2016) evaluaron el efecto del cloruro de calcio y enzimas proteolíticas sobre la blandura de la carne de res; con el propósito de incrementar su blandura, se aplicaron tres tratamientos a base de enzimas y cloruro de calcio en carne cocida y sin cocer, los cuales fueron: T1 (0.015 % bromelina, 0.005 % papaína, 10 % cloruro de calcio), T2 (0.01 % papaína, 10 % cloruro de calcio), T3 (0.03 % bromelina, 10 % cloruro de calcio) y T0 como testigo. Se midió la fuerza de corte con un texturómetro antes de aplicar los tratamientos y en tres momentos posteriores (24, 48 y 72 horas), para lo cual se almacenaron las muestras a 4 ± 0.5 °C. Se realizó la evaluación sensorial de la carne cocida en los tres horarios anteriores, asignando una escala arbitraria y utilizando cinco jueces entrenados. Después de aplicar un diseño completamente al azar con ajuste por covarianza en cada momento para la fuerza de corte, se concluyó que el T1 fue el más eficaz en el ablandamiento de la carne sin cocer y cocida, lo cual se confirmó para la carne cocida, con la aplicación del análisis sensorial, a través de la prueba de Kruskal-Wallis en cada horario.

García (2013) realizó la investigación que tuvo como objetivo general “Extraer e inmovilizar enzimas proteolíticas de tres tipos de frutas (papaya, higo, piña) mediante dos métodos y su aplicación en la industria alimentaria, en el laboratorio de Biotecnología de la Universidad Estatal de Bolívar”. Las enzimas proteolíticas (papaína, ficina y bromelina) al actuar sobre la carne provocan la hidrólisis de las proteínas, rompiendo la elastina y

disminuyendo la resistencia del colágeno, modificando la textura, lo que se ve reflejado en el ablandamiento con un 88 % de sustrato hidrolizado.

Montoya y Miano (2011) evaluaron la influencia de la concentración de cloruro de sodio (0 g/L a 100 g/L) y la concentración de extracto de corazón de piña (20 a 100) % como solución inyectada, en la textura (resistencia a la penetración kg/cm²) y CRA en carne de vacuno (*Bos taurus*), utilizando un diseño compuesto central rotacional (DCCR), obteniendo como resultados que la concentración de cloruro de sodio afecta negativamente al ablandamiento de la carne a una textura de 27.292 (kg/cm²) y que mayor concentración de extracto de corazón de piña, como solución, afecta positivamente a ésta con una textura de 12.061 (kg/cm²). Además, se halló que con concentraciones de hasta 50 g/L, el cloruro de sodio no afecta en el ablandamiento de la carne. A partir de este valor, la carne se va endureciendo, necesitando mayor porcentaje de corazón de piña para ablandarla. También se percibió que las variables estudiadas no afectan significativamente la capacidad de retención de agua de la carne, ya que el valor de la probabilidad p fue mayor a 0.05 %.

Gelvez et al. (2006) evaluaron el efecto de dos enzimas naturales (papaína y bromelina) provenientes de la corteza de frutas de papaya (*Carica papaya*) y piña (*Anana comusus*) en pH, capacidad de retención de agua (CRA), textura y producción de amoníaco de la carne de res almacenada en refrigeración. Se sometió la carne a la acción enzimática en diluciones de papaína y bromelina (1:1) durante seis días. La carne de res tratada con papaína aumento su pH entre 2.48 % a 16.84 %, su capacidad de retención de agua entre 2.77 % a 133.33 % y disminuyo su resistencia entre 16.66 % a 41.08 % cuando se somete a ésta en un intervalo de tiempo de 72 a 120 horas, mientras que, para la bromelina aumento su pH entre 3.98 % a 20.30 %, su capacidad de retención de agua entre 13.88 % a 180.55 % y disminuyo su resistencia entre 27.51 % a 42.63 % cuando de igual manera somete a ésta en un intervalo de tiempo de 72 a 120 horas. Por lo anteriormente mencionado se deduce que la bromelina incrementó el pH en 1.5 %, 2.65 % y 3,45 %, la CRA en 11.11 %, 5.55 % y 47.22 % y disminuyó el tiempo resistencia en 10.85 %, 12.015 % y 15.11 % durante las 72, 96 y 120 horas respectivamente más que la papaína. Los resultados demostraron que, al aplicar bromelina a la carne de res, aumentó el pH, CRA y consecuentemente disminuyo la dureza en un menor tiempo que la papaína. El estudio permitió concluir que la bromelina actúo con mayor efecto sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne de res, mientras que la papaína requirió mayor tiempo para alcanzar la misma acción.

Naveena et al. (2004) desarrollaron un método para mejorar la ternura y las cualidades generales de la carne dura de búfalo utilizando enzimas proteolíticas vegetales de *Cucumis trigonus* (Kachri) y *Zingiber officinale* (rizoma de jengibre). Su eficacia ablandadora se comparó con la enzima papaína más popular. Se marinaron trozos de 3 × 3 × 3 cm del músculo bíceps femoral de búfalos gastados (4-5 años de edad) con agua destilada (control), 2 % (p/p) de extracto de *cucumis* en polvo, 5 % (p/v) de jengibre extracto o papaína al 0.2 % (p/p) durante 48 h a 4 °C y sometidos a diversas evaluaciones fisicoquímicas, histológicas y sensoriales. Un aumento ($p < 0.01$) en la solubilidad del colágeno, la solubilidad de las proteínas sarcoplásmicas y miofibrilares y la reducción ($p < 0.01$) en los valores de la fuerza de corte se observaron en todas las muestras tratadas con enzimas en comparación con el control. El patrón electroforético de las proteínas musculares también reveló una extensa proteólisis y una reducción en el número de bandas de proteínas en todas las muestras tratadas. Se observaron mejoras ($p < 0.01$) en el sabor, la jugosidad, la ternura y las puntuaciones generales de aceptabilidad en todas las muestras tratadas con enzimas en comparación con los controles. Las muestras de carne tratadas con extracto de jengibre recibieron mejores puntajes en apariencia, sabor, ternura y aceptabilidad general. A partir de estos resultados, se demuestra que el jengibre y el *cucumis* pueden utilizarse como una alternativa eficaz a la papaína.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 Bases teóricas

3.1.1 La Carne

El Codex Alimentarius define la carne como “todas las partes de un animal que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o se destinan para este fin”, por otro lado, la carne se compone de agua, proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos (FAO, 2015).

Desde el punto de vista nutricional, la importancia de la carne deriva de sus proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales, así como de sus minerales y vitaminas de elevada biodisponibilidad. La carne es rica en vitamina B₁₂ (cobalamina) y hierro, los cuales no están fácilmente en las dietas vegetarianas (FAO, 2015).

Estructuralmente la carne tiene dos componentes principales, las fibras musculares y el tejido conectivo. El primero contribuye con la dureza miofibrilar, y depende de la matanza del canal y de su tratamiento posterior; y el segundo contribuye con la dureza secundaria que depende de las condiciones físicas del animal y de la región anatómica de donde se obtenga la carne, mas no del tratamiento postmortem (Guerrero, 2004).

3.1.1.1 Carne bovino

Debido a su composición nutricional este alimento es el que posee el más alto valor para la nutrición y salud humana, ya que contiene la mayor parte de los nutrientes esenciales, proteínas de alto valor biológico, lípidos y principalmente micronutrientes, minerales y vitaminas, en cantidades adecuadas y en estructuras aprovechables por el organismo. La mayor función benéfica de la carne bovina fresca es a través del contenido de hierro biodisponible y zinc, siendo un alimento clave en la prevención de la anemia infantil y crucial para el correcto desarrollo del embarazo. Por otro lado, aporta Selenio, posee una alta capacidad antioxidante y contiene CLA (ácido linoleico conjugado), conocido por sus propiedades anticancerígenas, por su contribución a la reducción del riesgo de enfermedad cardiovascular y control del peso corporal. Este compuesto está a mayores niveles en la carne de animales de la región alimentados sobre pasturas (PROCISUR, 2014).

3.1.1.2 Valor nutricional

Ministerio de la Agroindustria (2016) considera nutrientes de la carne bovino los siguientes:

- **Proteínas:** Al igual que otras carnes, posee proteínas de Alto Valor Biológico. Éstas están conformadas por sustancias llamadas aminoácidos que nuestro cuerpo no puede fabricar y que resultan necesarias para diferentes funciones, entre ellas, el desarrollo y reparación de células del cuerpo.
- **Minerales:** La carne vacuna resulta ser un alimento fuente de hierro. Aporta cantidades significativas de hierro hemínico, que es aquel que está unido a la hemoglobina, y es de más fácil absorción que el hierro que se encuentra en los vegetales.
- **Vitaminas:** Aporta vitaminas del complejo B, una de las más importantes es la vitamina B₁₂ (cobalamina) cuya presencia en alimentos de origen vegetal es casi nula, por lo que la mejor manera de satisfacer las necesidades de esta vitamina es consumir una amplia variedad de productos animales. Esta vitamina es importante para el metabolismo, ayuda a la formación de glóbulos rojos en la sangre y al mantenimiento del sistema nervioso central. Otro tipo de vitaminas que aporta es la vitamina A, la cual se encuentra en la parte grasa de las carnes.
- **Grasas:** Su contenido varía según el corte de carne que se trate. En este sentido, los cortes del medio trasero poseen menos grasa que aquellos provenientes del medio delantero de la vaca. Por ejemplo, la bola de lomo, colita de cuadril, cuadril, nalga, tapa de nalga, bola de lomo, paleta, cuadrada, peceto, tortugueta y vacío contienen menos grasa.

3.1.1.3 Proteínas

Amerling (2001) clasifica las proteínas de la carne en tres grupos: proteínas miofibrilares, sarcoplasmáticas y del estroma. Las proteínas en su totalidad corresponden al 18 % de la composición total del músculo. De las proteínas miofibrilares, las más importantes son la actina y la miosina, que se encargan de transformar la energía química en energía mecánica durante la contracción y relajación muscular del animal vivo. Las proteínas miofibrilares tienen gran importancia a nivel tecnológico, la miosina y la actina, y en menor proporción la tropomiosina, son las principales responsables de la CRA. La proteína sarcoplasmática es la mioglobina, que es básicamente un pigmento respiratorio con capacidad de fijar el oxígeno transportado por la sangre y que confiere a la fibra su característica coloración roja.

Varnam y Sutherland (1998) estudian el punto isoeléctrico de las proteínas se alcanza a un pH de 5.0. En este punto existe un máximo de enlaces iónicos, por lo que la matriz proteica está contraída. Al elevar el pH aumentan las cargas negativas, las moléculas de proteína se repelen entre sí y la matriz proteica se ensancha. Al mismo tiempo se incrementa la fuerza de atracción eléctrica de los dipolos de agua, lo cual ocasiona una elevación de la CRA, un efecto análogo sucede del lado ácido cuando se incrementan las cargas eléctricas positivas. En los productos emulsionados, la miosina actúa como el principal agente emulsificante, seguida de la actina debido a la presencia de una región hidrofílica y una hidrofóbica. También es importante a nivel industrial la capacidad de gelificación de la miosina inducida por el proceso de cocción, en donde se desnaturaliza parcialmente cambiando su estructura y luego se reagrupan los enlaces polipeptídicos para formar una matriz proteica responsable de la estructura del gel.

Ramírez (2009) considera que el principal constituyente del tejido conectivo es la proteína de colágeno, seguido de la elastina y la reticulina. El colágeno influye negativamente en la ternura de la carne debido a que posee baja capacidad de retención de agua, se encoje con el calentamiento dejando escapar el agua, no tiene la capacidad de emulsionar ni es hidrosoluble. Por cocción el colágeno se convierte en gelatina que le da consistencia y buen sabor a la carne. La elastina debe su nombre a su capacidad de estirarse hasta 150 veces en situaciones donde se requiera elasticidad y fuerza y regresan a su estado normal una vez termina la tensión, es una proteína de bajo valor nutritivo porque es resistente a la cocción y a los ácidos estomacales. La reticulina es una capa muy pequeña que rodea las fibras musculares.

Heap y Molina (2008) dicen que en una emulsión cárnica las gotas de grasa están recubiertas de proteínas que le dan estabilidad a la emulsión ya se unen a los dipolos del agua formando la interfase.

Forrest et al. (1979) detallan sobre el contenido de proteínas presentes: Sarcoplasmáticas un 35 %, miofibrilares 50 % y tejido conjuntivo 15 %. Estas proteínas constituyen aproximadamente el 20 % en peso de la carne. Las proteínas más importantes de estas tres son las miofibrilares que están constituidas por la actina y la miosina que son las responsables de la retención de humedad y grasa en los productos cárnicos.

3.1.1.4 Estructura de la carne

El músculo está compuesto por los tejidos muscular, conectivo y graso. El tejido muscular corresponde a la parte carnosa del cuerpo del animal. Este tejido está compuesto de fibras musculares, que son células multinucleares alargadas llamadas sarcómeros, cuya membrana se conoce como sarcolema y el citoplasma como sarcoplasma. El tamaño de los haces de fibras musculares determina la textura del musculo (Amerling, 2001).

El tejido conectivo es aquel que aporta soporte al tejido muscular, es un tejido flexible pero resistente que une y mantiene conexas las diversas partes del organismo, formando los tendones y las membranas envolventes: endomisio, que envuelve cada fibra del tejido muscular; perimisio, que envuelve un conjunto de fibras musculares separándolas en haces; y epimisio, que envuelve un grupo de músculos y forma los tendones (Amerling, 2001).

El tejido graso o adiposo presente en la carne es un aspecto que depende de factores como la edad, raza, sexo, alimentación y castración del animal. Está constituido por células grasas llamadas adipositos, que en su interior contienen triglicéridos, colesterol y fosfolípidos. En el animal vivo este tejido sirve como protección y reserva de grasas para obtener energía. En la carne contribuye a la jugosidad y terneza, sin embargo, su exceso se considera indeseable (Amerling, 2001).

3.1.1.5 Composición química

La composición de la carne varía según la especie, la edad y el sexo. Estas diferencias no deben ser vistas como curiosidades derivadas del análisis, pues en gran parte determinan la aceptación y la calidad sensorial final de la carne (Cole y Lawrie, 1975). La composición química típica porcentual del músculo esquelético en los bovinos después del rigor mortis pero antes de los cambios degradativos post mortem se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1

Composición química del musculo esquelético de la carne bovina.

Componente	Porcentaje (%)
Agua	75.0
Proteína miofibrilar	11.5
Proteína sarcoplasmática	5.5
Tejido conectivo	2.0
Grasa	2.5
Carbohidratos	1.2
Sustancias misceláneas	2.3

3.1.1.6 Partes del animal bovino

FEN-FEDECARNE (2009), considera las partes según cortes de carne bovino (Figura 1) los siguientes:

- **Lomo:** Pieza que se localiza en el centro de la espalda del animal, perteneciente al despiece del cuarto trasero. Es una de las piezas más valoradas del vacuno, junto con el solomillo. Es una carne de gran ternera, magra, jugosa, tierna y melosa, recubierta por una capa de tejido conjuntivo y grasa.
- **Solomillo:** Pieza localizada en el cuarto posterior del animal y debajo de las costillas. Es una pieza alargada que consta de tres zonas: cabeza, centro y punta. Es la pieza más tierna del vacuno, siendo el corte más apreciado de la res y de precio más alto, al considerarse el de mayor calidad en el mercado.
- **Cadera:** Pieza localizada en la cara superior externa de la pierna. Proporciona una carne sabrosa, tierna y jugosa.
- **Contra:** Pieza localizada en la parte exterior del muslo, perteneciente al despiece del cuarto trasero. Es de las zonas menos tierna y jugosa. Es una carne magra que posee un nervio bastante grueso que hay que retirar.
- **Morcillo:** Parte localizada en la zona final de las extremidades, tanto de las delanteras como de las traseras (morcillo trasero y morcillo delantero). Es una carne de aspecto irregular, surcado de nervios, con poca grasa y muy rica en colágeno.
- **Aguja:** Esta zona se localiza sobre la extremidad anterior del animal, a continuación del lomo, encima de la espalda. Es una pieza magra pero con vetas de grasa infiltrada. Muy valorada por el consumidor.
- **Espaldilla.** La espalda o espaldilla está situada en la cara externa de la extremidad anterior. De estructura algo fibrosa pero al mismo tiempo jugosa.
- **Falda:** Zona que se localiza en la parte inferior del abdomen, extensible desde las últimas costillas hasta las extremidades posteriores. Es una pieza grande con forma rectangular y aplanada. la mayor parte de esta pieza es muy melosa y con infiltraciones de grasa.
- **Tapa:** La tapa se extrae de la cara interna de la pierna, en la bola, unida por la parte delantera con la babilla y por la trasera con el redondo. Pieza de forma triangular de carne tierna y magra.
- **Aleta:** Es una pieza plana y delgada situada bajo el pescuezo, en la parte inferior de la caja torácica, de aspecto limpio, fibroso y áspero).

Figura 1

Cortes cuarto trasero centro y cuarto delantero de carne bovina.



3.1.1.7 Los cambios post mortem y la transformación del músculo en carne

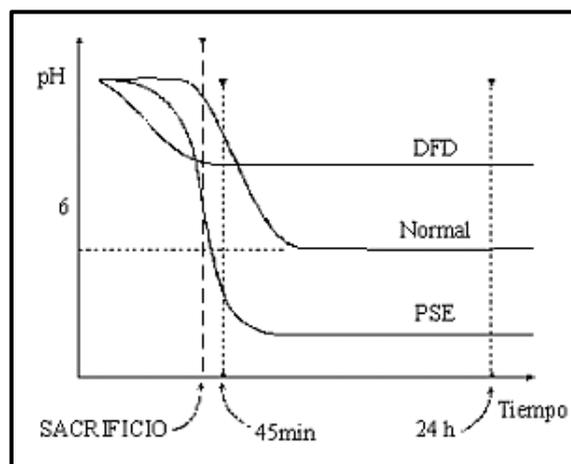
Rigor mortis

Una vez ocurrido el sacrificio del animal, se lleva a cabo el proceso de transformación del músculo en carne. La carne es el resultado de dos cambios bioquímicos que ocurren en el periodo post-mortem: el establecimiento del rigor mortis y la maduración. El principal proceso que se lleva a cabo durante el establecimiento del rigor mortis es la acidificación muscular (Zimmerman, 2008).

La disminución del pH después del sacrificio de animal, muestra diferentes comportamientos de la carne, como la carne DFD (Dura Seca y Oscura), la carne normal y la carne PSE (Pálida, Suave y Exudativa). En relación al tiempo y pH, así como se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Disminución del pH después del sacrificio.



Fuente: Braña et al. (2011).

Acortamiento

El desarrollo del rigor no sólo implica la pérdida de la capacidad de estiramiento de los músculos, sino también un acortamiento mucho más limitado si están sujetos a los huesos en la canal que se origina a escala de los sarcómeros y cuya magnitud es de gran importancia

por su influencia en la dureza de la carne. Los músculos que se acortan serán más duros después de cocinados que aquellos que no han sufrido acortamiento y que el grado de dureza es probablemente el factor más importante en la valoración de la calidad de la carne por el consumidor (Andújar et al., 2003).

Acidificación post mortem

El pH muscular en animales bien nutridos y en reposo antes del sacrificio es aproximadamente constante alrededor de la neutralidad 6.8 a 7.2 normalmente disminuye a 5.6 a 5.7 en 6 a 8 horas post mortem, y en 24 horas hasta un valor final situado en un intervalo entre 5.3 y 5.7 en dependencia del músculo y la especie animal (Forrest et al., 1975). La medición del pH en la carne se usa como un indicador para evaluar la durabilidad y la calidad de la misma y su idoneidad para varios tipos de procesamiento (Andújar et al., 2003).

Anomalías de la acidificación post Mortem

Cuando algunas especies de animales de abasto sufren un estrés antes del sacrificio, puede producirse un desarrollo anormal del *rigor mortis*, debido a los diferentes efectos que se producen como una respuesta al estrés en los músculos de esos animales. Hay tres tipos de alteraciones del metabolismo post mortem relacionadas con la evolución del pH que se pueden manifestar en la musculatura del animal. Estos defectos son: la carne PSE, la DFD y la carne ácida o del tipo Hampshire (Andújar et al., 2003).

1. Carne PSE

De las palabras inglesas “pale”, “soft” y “exudative”, o sea, pálida, blanda y exudativa, de acuerdo con las características sensoriales que presenta. Es un defecto propio de la carne de cerdo, aunque en circunstancias poco usuales puede manifestarse en la de res. También suele manifestarse en la pechuga de pavo (Andújar et al., 2003).

La elevada rapidez del metabolismo antes del sacrificio puede producir una acumulación de ácido láctico y un bajo pH en los músculos antes de que comience la glucólisis post mortem y que el desarrollo de la condición PSE parece ser iniciado por una combinación de una disminución del pH ya presente cuando ocurre el desangramiento y el rápido descenso posterior, La carne PSE presenta una gran exudación en su superficie de corte, que es muy húmeda y con una simple presión se origina una pérdida de líquido (Enfalt et al. 1993).

2. Carne DFD

La condición DFD está asociada con un alto pH final y no tiene un origen genético, sino que es provocada por un prolongado estrés en el periodo anterior al sacrificio, que conduce a que

se agote prácticamente el glucógeno o haya un bajo contenido en los músculos de los animales cuando son sacrificados. De esta manera la instauración del rigor se produce en un corto tiempo por una insuficiente cantidad de ATP, que no puede ser suministrado por una glucólisis reducida por la carencia de glucógeno. La cantidad de ácido láctico producida es pequeña y, por consiguiente, el pH último será de un valor elevado que define a esta carne, por encima de 6.2 y en ocasiones puede estar alrededor de 7.0. Esta carne es de aspecto seco (muy poco exudativa), oscura y pegajosa al corte. Por su elevado pH es particularmente susceptible a un rápido deterioro microbiano. Tiene una elevada capacidad de retención de agua y una textura firme y gomosa (Andújar et al., 2003).

La carne DFD aparece oscura porque su superficie seca no dispersa tanto la luz como lo hace la más abierta superficie de la carne normal y de la PSE (el extremo contrario). Esta carne es más translúcida que la normal y la luz incidente es transmitida hacia lo profundo del músculo y se absorbe intensamente, con muy poca dispersión. Además, en el músculo de alto pH, las fibras están turgentes y dispuestas conjuntamente en un estrecho empaquetamiento, presentando una barrera a la difusión del oxígeno en su superficie, y como resultado, la capa roja de oximioglobina superficial se hace mucho más delgada que en la carne normal y la capa oscura subyacente de mioglobina se hace más aparente (Walters, 1975).

Este defecto DFD aunque se presenta en los cerdos, es más frecuente en el bovino. Los toros jóvenes son muy propensos a producir carne DFD por su naturaleza fácilmente excitable y tienden a ser más agresivos y luchar en el grupo de animales en que se encuentran, lo que conduce a un gasto energético que deja exhaustas sus reservas de glucógeno (Andújar et al., 2003).

3. Carne Hampshire o ácida

La carne del tipo Hampshire, también llamada carne ácida por su bajo pH final es una característica de los cerdos de esta raza que puede ser transmitida por herencia en sus cruzamientos como una característica dominante. Este tipo carne no es producido por ningún tipo de estrés. Tiene un descenso del pH de una rapidez normal en el inmediato periodo post mortem, pero la extensión total de este descenso es anormalmente grande y resulta en un pH final muy bajo. No es exudativa, pero se caracteriza por un color pálido y un bajo rendimiento tecnológico en el proceso de cocción (Monin y Sellier, 1987).

3.1.1.8 Factores que afectan a la calidad de la carne

Horcada y Polvillo (2010) indican que durante todo el proceso de la producción de la carne existen una serie de factores que pueden afectar a la calidad del producto. En términos generales, estos factores pueden agruparse en dos grandes grupos: factores intrínsecos o dependientes del animal y factores extrínsecos o ajenos al animal. Todos ellos influyen en mayor o menor medida sobre los atributos determinantes de la calidad, como son la composición química de la carne, el pH, el color, la textura y la capacidad de retención de agua.

a) Factores intrínsecos

Entre los factores intrínsecos al animal que influyen en las características de la carne se encuentran el tipo de músculo, la raza, el sexo, la susceptibilidad al estrés y el peso de sacrificio de los animales.

Respecto al tipo de músculo, la velocidad metabólica de degradación del glucógeno es diferente dependiendo del tipo de músculo. Así en los músculos “rojos” (caracterizados por la presencia de abundantes fibras rojas) el metabolismo preferentemente es oxidativo, mientras que en los músculos “blancos” (caracterizados por su elevado contenido en fibras blancas) el metabolismo es preferentemente glucolítico. Este hecho tiene influencia en el descenso del valor de pH del músculo durante el proceso de conversión del músculo en carne, asociando los descensos acusados de pH en los músculos blancos frente a los descensos de valor de pH menos acusado en los músculos rojos. Las diferencias en las características de la carne entre razas están asociadas al tipo muscular característico de cada raza (fibras musculares blancas o rojas) así como a su contenido en grasa.

El sexo influye sobre el contenido de grasa en la carne, siendo un hecho constatado que las hembras, para la misma edad de sacrificio presentan mayor contenido de grasa que los machos ya que su velocidad de deposición es mayor. En este sentido, la grasa puede asociarse con la sensación de jugosidad durante la ingestión de carne.

Especie

Este es el factor que produce efectos más notorios sobre la composición del músculo, la velocidad de oxigenación es más rápida en la carne de cerdo, intermedia en la de cordero y más lenta en la carne de res.

Raza

En el ganado vacuno existen diferencias entre las razas destinadas principalmente a la producción de leche y de carne. Fundamentalmente el contenido de grasa intramuscular es mayor en el vacuno productor de carne que en el de leche (Andújar et al., 2003).

Sexo

En general los machos poseen menos grasa intramuscular que las hembras y los individuos castrados de cada uno de los sexos más que los correspondientes animales enteros. En los toros las fibras son mayores y la carne más dura. En la carne de vaca hay mayor cantidad de proteínas y más grasa, pero menos agua (Andújar et al., 2003).

Edad

Al aumentar la edad aumentan casi todos los índices químicos a excepción del contenido de agua. En los bóvidos el índice de yodo de la grasa intramuscular disminuye notablemente con la edad. El contenido de tejido conectivo en el músculo es mayor en animales jóvenes que en los adultos, de modo que la proporción muscular de colágeno y elastina disminuye al aumentar la edad de los animales. Por otra parte, la naturaleza del tejido conectivo varía con la edad, disminuyendo la solubilidad del colágeno al aumentar el número de entrecruzamientos moleculares y su estabilidad. Es por esto que la carne de ternera es más tierna que la de vaca (Ashgar y Pearson, 1980).

b) Factores extrínsecos

Entre los factores extrínsecos al animal, diferentes autores señalan como importantes el efecto de la alimentación de los animales y el estrés ocasionado fundamentalmente durante el transporte de los animales al matadero o el ocasionado durante el sacrificio de los mismos. También las condiciones propias del sistema de producción (sistemas en extensivo o intensificados) pueden afectar a las características de la carne.

Las situaciones de estrés previas al sacrificio, fundamentalmente las que se ocasionan durante el transporte de los animales pueden afectar al metabolismo muscular y en consecuencia la calidad de la carne. En esta situación, se pueden presentar dos tipos de anomalías en la carne. Estas son las siguientes: Carne DFD (dark, firm and dry) y Carne PSE (pale, soft and exudative).

Plano de nutrición

A medida que aumenta la proporción de tejido graso del animal, el contenido de grasa intramuscular también tiende a incrementarse, disminuyendo el contenido de agua en el

músculo. La carne de animales criados con planos de nutrición muy bajos muestra un marcado incremento en su contenido de agua (Andújar et al., 2003).

Entrenamiento y ejercicio

La principal alteración que se observa en el músculo, debido a la ejercitación sistemática, es un aumento en la producción de mioglobina. El entrenamiento determina también un aumento en la reserva de glucógeno muscular que, por supuesto, conduce a un pH final más bajo post mortem. La inactividad moderada produce sólo una disminución de las proteínas sarcoplásmicas y miofibrilares (Andújar et al., 2003).

Estrés

En general los valores y rangos de pH encontrados en la literatura indican que la especie ovina es menos sensible al estrés que los cerdos o vacunos, por lo cual no presentarían los problemas característicos derivados de pH anormales. Los ovinos parecieran tener mecanismos fisiológicos diferentes a los vacunos, ya que la contracción muscular en ellos no es un requisito para los procesos DFD (Apple et al., 1995).

Se puede hablar de dos tipos diferentes de estrés: uno es el que puede existir en la granja, que es más o menos importante, dependiendo de cuan largo sea y si este momento estresante ocurre próximo al momento del sacrificio. El segundo, y probablemente el más importante está relacionado a las condiciones pre-sacrificio (manejo, transporte, alimentación, etc) (Sañudo y Gonzales, 2008).

Transporte

El transporte resulta un evento desconocido y estresante para los animales. Involucra una serie de situaciones de manejo, tales como: carga, confinamiento, descarga y encierre en un nuevo ambiente desconocido que son desagradables y pueden llevar al desconfort del animal si no se planean con cuidado y apropiadamente. Durante este momento, los animales son expuestos a factores ambientales estresantes como ser temperaturas extremas, humedad, ruidos y movimientos. Un estrés adicional puede ser causado por el reagrupamiento social llevado a cabo después de la descarga en las plantas de faena (Grandin, 1993).

Frío

El ritmo de enfriamiento de las canales tiene efecto sobre el pH de carne, debido a que la actividad de las enzimas es dependiente de la temperatura. El grado de enfriamiento incide en el grado de caída del pH por la producción de ácido láctico, lo que afecta la velocidad de instauración del rigor mortis. La temperatura está relacionada el ritmo de consumo del

ATP muscular. Este consumo se lleva a cabo en dos fases. Durante la primera, el ATP utilizado para mantener las condiciones del músculo es total o parcialmente reemplazado por la síntesis de ATP a través de la glucólisis (mientras todavía haya oxígeno). La segunda fase se produce cuando los niveles de ATP comienzan a caer, debido a que ya no se puede llevar a cabo la glucólisis aeróbica. La longitud de la primera fase depende de la temperatura, con un máximo a los 10-15 °C. A temperaturas menores o mayores a estas, esta fase será más corta, lo cual produce una reducción en el tiempo de instauración del rigor mortis. Si el músculo se enfría por debajo de los 10 °C antes de la instauración del rigor, la carne obtenida es dura tras el cocinado. Este fenómeno se denomina “acortamiento por frío” (Warris, 2004).

3.1.1.9 Parámetros de calidad de la carne

La Fundación Española de la Nutrición (FEN, 2001) consideran que la calidad es un concepto complejo y difícil de definir. La principal dificultad estriba en que los distintos eslabones de la cadena cárnica (ganadero, matadero, carnicero y consumidor) valoran la calidad desde distintos puntos de vista, en función de sus propios objetivos. Además, el concepto de calidad varía ampliamente con la zona geográfica, circunstancias sociales y económicas, incluso varía a lo largo del tiempo. Además, la calidad de la carne puede ser considerada desde distintos puntos de vista:

- Calidad nutritiva: en función del contenido y proporción de nutrientes.
- Calidad higiénica: según la presencia de residuos tóxicos, carga microbiana, etc.
- Calidad tecnológica: depende de la adecuación de la carne a la elaboración de los diversos productos cárnicos.
- Calidad sensorial u organoléptica: en función de los atributos sensoriales percibidos bien por la vista (que determinarán la compra o no de la carne) o bien durante el consumo (que determinarán la aceptabilidad final del producto).

3.1.2 Propiedad de Textura

La terneza de la carne depende de la cantidad de tejido conjuntivo del músculo y de su poder de hidratación, del contenido de grasa entre las fibras musculares y de la integridad de sus proteínas, debida a la actividad de sus enzimas propias, las catepsinas. Durante el proceso de maduración de la carne que sigue al de rigidez cadavérica, las transformaciones autolíticas, debidas a la actividad de sus catepsinas, suministran a la carne de óptima calidad una textura blanda, jugosa, masticable y apta para la cocción y la digestión. Pero, como esta maduración suele ser prolongada, se puede acelerar mediante la adición de proteínas

extrañas, de origen vegetal (papaína, bromelina, ficina) o microbiano (de hongos o bacterias); para aumentar así la terneza de la carne. Al atacar por proteólisis las fibras musculares y/o los componentes del tejido conectivo (colágeno, elastina) se logra un relajamiento de los enlaces peptídicos de las proteínas y, con ello, el ablandamiento de la carne. Estos ablandadores de la carne pueden aplicarse espolvoreando la superficie de la carne con preparados enzimáticos secos o por inmersión o dispersión (spray) de soluciones acuosas de la enzima al 2 a 5 % (Schmidr, 1982).

Según la norma ISO 5492:2 la textura se define como “todos los atributos mecánicos, geométricos y superficiales de un producto, perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles y, si es apropiado, visuales y auditivos” (Rosenthal, 1999).

La textura de la carne se percibe como un conjunto de sensaciones táctiles resultado de la interacción de los sentidos con las propiedades físicas y químicas de la carne. Entre ellas se incluyen la densidad, la dureza, la plasticidad, la elasticidad, la consistencia, la cantidad de grasa, la humedad y el tamaño. La producción de carne en Andalucía 119 de las partículas de la carne, de todas ellas, la dureza es uno de los primeros criterios determinantes de la calidad de la carne para el consumidor (Ouali, 1991).

La textura (dureza/terneza) es una de las características sensoriales más importantes de la carne, la cual es considerada en la evaluación de calidad por parte del consumidor, siendo la que determina en mayor medida su aceptación. Además, está relacionada con el estado e interacción de las diferentes estructuras del músculo y sus componentes (miofibrillas, tejido conjuntivo y agua). Las causas que dan lugar a la variación en la terneza de la carne son muy diversas, pero entre las más importantes se puede mencionar la especie, raza, sistema de producción, sistema de refrigeración y congelado, maduración de la carne, el acortamiento de los sarcómeros (estado de contracción muscular), cantidad y características del tejido conjuntivo, temperatura de cocción de la carne e inclusive el uso de sistemas de ablandamiento. Para el caso de carne cocinada, además de los anteriores, también es necesario considerar el método de cocción utilizado en su preparación. Cuando la carne es cocinada a altas temperaturas se genera endurecimiento; mientras que si la cocción es prolongada esto puede aumentar la suavidad si la carne presenta un alto contenido de colágeno, pues provoca la gelatinización del mismo (Braña et al., 2011).

La medida instrumental de la textura fue propuesta como una alternativa a la evaluación sensorial con el fin de superar los principales inconvenientes de esta, debido a la gran variabilidad en los resultados, la dificultad de la ejecución de las pruebas y a las

peculiaridades de la interpretación de los resultados. Sin embargo, es necesario que las medidas obtenidas con métodos instrumentales, puedan correlacionarse con las respuestas de jueces de análisis sensorial, con el fin de validar la técnica instrumental utilizada (Anzaldúa, 1994).

Las técnicas de evaluación de la textura propuestas deben ser capaces de discriminar adecuadamente las muestras de carne, así como cuantificar la terneza resultante. La determinación de textura, puede ser llevada a cabo por métodos instrumentales, como pueden ser los mecánicos (corte, compresión, penetración, etc.), así como por métodos sensoriales. Para la medición de la dureza/terneza de la carne, el método más ampliamente utilizado es la determinación de esfuerzo o resistencia al corte (Bratzler, 1949).

3.1.3 Capacidad de Retención de Agua (CRA)

La capacidad de retención de agua se define como la aptitud de la carne para mantener ligada su propia agua, incluso bajo la influencia de fuerzas externas (presión, calor, etc.), o también como la aptitud para fijar agua añadida (Swatland, 1991).

Las proteínas musculares o contráctiles de la carne son compuestos altamente cargados eléctricamente que atraen y mantienen en su superficie moléculas de agua. Después de sacrificado el animal y durante el desarrollo del “rigor mortis” la acidez del músculo aumenta. Al no quedar cargas libres para atraer el agua se produce una liberación de ella y la carne pierde lentamente su capacidad de retención, alcanzando su mínima expresión en el punto isoelectrico (pH 5 a 5.3) (USA, 1977).

Normalmente la carne bovina del animal recién muerto tiene un pH 6.4 a 7.0, sin embargo, si aumenta su acidez (adición de ácido, descomposición bacteriana, glicolisis anaeróbica) baja su capacidad de fijación de agua. El agua unida a la proteína muscular afecta la calidad comestible de la carne, su rendimiento, color y textura. En productos chicos cocidos o ahumados interesa desde el punto de vista económico el máximo rendimiento y por lo tanto la mayor capacidad de fijación de agua. Desde el punto de vista de la calidad de la cecina, un embutido cocido o escaldado, preparado con carnes de bajo poder de retención de agua, se presenta reseco, de aspecto desagradable, poco untuoso, probablemente con zonas coloreadas, sin liga y de difícil aceptación por el cliente (Visier, 1980).

Muchas de las propiedades sensoriales de la carne como son el color, la textura y la firmeza, están relacionadas con la cantidad de agua que se tiene contenida o retenida en la carne. Nutricionalmente, una baja CRA resulta en pérdidas importantes de agua, que acarrear,

proteínas, minerales y vitaminas hidrosolubles. Desde el punto de vista industrial, la capacidad de una carne para retener el agua originalmente contenida, así como el agua que se añade durante los procesos industriales, por ejemplo, durante el marinado o la inyección, influye en la eficiencia del sistema y dicta en parte el rendimiento final del producto. Una pobre retención de agua, provoca un goteo constante que interfiere en los sistemas de empaque, así como en los sistemas de salazón en seco (Braña et al., 2011).

La CRA es influenciada (hasta cierto punto) por el pH del músculo, mientras más alejado este el pH del punto isoeléctrico de las proteínas del músculo, más agua se retendrá. Por ejemplo, en valores superiores a 5.8 de pH, se favorece la capacidad de las proteínas para ligar las moléculas de agua. Además del pH, otros factores que afectan la CRA, son la especie de que proviene la carne, el tipo de fibra, la estabilidad oxidativa de sus membranas, el proceso de maduración, y de ser el caso, el sistema utilizado para congelar y descongelar las carnes (Braña et al., 2011).

Medida de la capacidad de retención de agua de la carne

Hamm (1986) propone cuatro maneras de medir la capacidad de retención de agua, según la forma en que esté presente en el músculo y los mecanismos que la retienen en él:

- Pérdidas por goteo: Se determina la cantidad de agua que exuda de la carne sin aplicar fuerzas externas, por gravedad.
- Pérdidas por descongelación: Se determina el agua exudada tras el proceso de congelación y descongelación, sin aplicar fuerzas externas.
- Pérdidas por cocinado: Se determinan los fluidos liberados tras calentar la carne, sin aplicar fuerzas externas.
- Jugo exprimible. Se realiza sobre carne cruda, incluso descongelada, y se aplican fuerzas externas originadas por compresión, centrifugación o succión.

3.1.4 Capacidad emulsionante (CE)

Es la habilidad de la carne de sostener la grasa y producir emulsiones estables. Las carnes más apropiadas para formar emulsión son aquellas que poseen elevado contenido de proteínas contráctiles. Estas proteínas recubren o envuelven los glóbulos de grasa y al someter la emulsión a la acción del calor coagulan formando una especie de matriz rígida que atrapa cada partícula grasa. Si la cantidad de proteínas contráctiles es pequeña, en relación a la superficie de grasa a cubrir, los glóbulos grasos no cubiertos, o parcialmente envueltos, se separan de la emulsión en la etapa de calentamiento y se rompe la emulsión.

En formulaciones pobres de emulsiones cárnicas, es decir, con exceso de grasa, poca cantidad de fibras musculares y alta proporción de colágeno este último envuelve las partículas grasas, pero al calentar la emulsión el colágeno se transforma en gelatina, liberándose la grasa líquida que se separa (Schmidr, 1982).

En las "emulsiones cárnicas" la función de la proteína es múltiple pues además de ser el agente emulsificante (que es la miosina), contribuye a la absorción de agua y grasa, dando la consistencia y textura típica del producto final. Las emulsiones cárnicas no constituyen emulsiones verdaderas, pues la grasa se encuentra en estado sólido, atrapada por una matriz semisólida formada por las proteínas (Elizalde, 1987).

3.1.5 pH

El pH es uno de los principales parámetros a considerar para verificar la calidad de la carne, porque afecta varias de sus cualidades (color, capacidad de retención de agua, etc.). El pH es definido como el logaritmo negativo de la concentración de protones. Tiene una escala entre 0 y 14. Un valor de pH por debajo de 7 es considerado como ácido, y por encima de un valor de 7 se considera alcalino o también denominado básico (Braña et al., 2011).

El pH del músculo de animales sanos y vivos es de alrededor de 7.04. Este valor se disminuye tras la muerte del animal, principalmente, debido a la degradación del glucógeno a ácido láctico, una reacción en la que el músculo trata de producir energía en ausencia de oxígeno. Esta reacción, depende importantemente de la actividad de una serie de enzimas que son sensibles a la temperatura, por lo que es relevante considerar la temperatura del músculo al momento de hacer la medición del pH (Johnson, 1994).

3.1.6 COLOR

3.1.6.1 Color de los alimentos

Las definiciones se centran en el color como una cualidad que viene determinada visualmente por la luz reflejada en relación con la tonalidad, la saturación y el brillo. Los consumidores manifiestan una fuerte preferencia por aquellos productos de apariencia atractiva y el color es el primer atributo que se juzga de los productos. Esto es decisivo ya que en innumerables pruebas se ha comprobado que cuando el color de un alimento cambia sin alterar su forma, aroma u otros atributos de textura, se obtienen una respuesta de rechazo por parte de los consumidores, o incluso de los catadores entrenados (Badui, 2013).

Los colores de los alimentos se deben a distintos compuestos, principalmente orgánicos, algunos que se producen durante el manejo y procesamiento y otros que son pigmentos naturales o colorantes sintéticos añadidos (Badui, 2013).

El color se define como la sensación resultante de estimular la retina por las ondas luminosas comprendidas en la región visible del espectro. Otros atributos relacionados con el color son el tono y la saturación de un color, y la luminosidad. El tono es la propiedad de color definida por el estado químico del pigmento. La saturación se refiere a la cantidad de mioglobina presente, y la luminosidad es función del estado físico de la superficie de la carne, y se define como el grado de luminosidad de un color con relación a un gris neutro en una escala que se extiende del negro absoluto al blanco absoluto (Warris et al., 1990).

Onega (2003) considera que el color se puede definir mediante sus tres componentes o atributos, mencionados anteriormente:

Luminosidad o claridad, que es función del estado físico de la superficie de la carne. Las variaciones en la claridad van del blanco, $L^* = 100$ al oscuro $L^* = 0$. Según el CIE la claridad sería la luminosidad del estímulo juzgada en relación a otro estímulo que aparece como blanco o transparente.

Tonalidad, es definida por el estado químico del pigmento (mioglobina, oximioglobina o metamioglobina). Para la CIE sería el atributo de la sensación visual según el cual el estímulo aparece similar a uno de los colores percibidos rojo, amarillo, verde o azul o a ciertas proporciones de dos de ellos.

Saturación (chroma en inglés), viene definida por la cantidad de mioglobina. Da la sensación de colores vivos o apagados. Para la CIE es el colorido del estímulo juzgado en proporción a la luminosidad de otro estímulo que aparece como blanco o transparente.

3.1.6.2 Evaluación de color

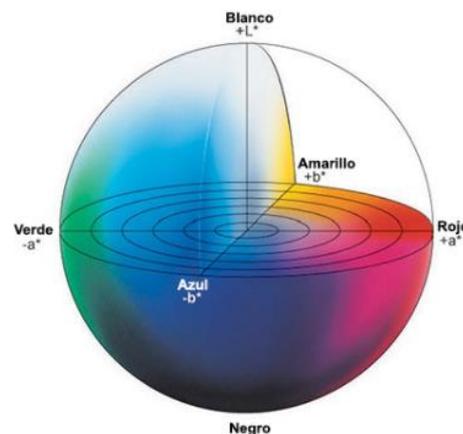
El espacio de color CIELAB, también referido como espacio $CIE L^*a^*b^*$, es actualmente uno de los espacios de color más populares y uniformes usados para evaluar el color en el área de alimentos. Es un espacio de color ampliamente usado porque correlaciona los valores numéricos de color consistentemente con la percepción visual humana. Investigadores y fabricantes lo usan para evaluar los atributos de color, identificar inconsistencias, y establecer tolerancias de color (Chiralt et al., 2007).

El espacio de color CIELAB (Figura 3), es un sistema cartesiano formado por 3 ejes, un eje vertical (L^*) y dos ejes horizontales (a^* y b^*) (Minolta, 1998). En este espacio, L^* indica

luminosidad de un color variando desde cero para un negro y hasta 100 para un blanco y a^* y b^* son las coordenadas de cromaticidad. En este diagrama, a^* y b^* indican direcciones de colores: $+a^*$ es la dirección del rojo, $-a^*$ es la dirección del verde, $+b^*$ es la dirección del amarillo y $-b^*$ es la dirección del azul. El centro es acromático; a medida que los valores de a^* y b^* aumentan y el punto se separa del centro, la saturación del color se incrementa (MINOLTA, 2003).

Figura 3

Espacio de color CIELAB.



3.1.6.3 Color de la carne

Los músculos pueden clasificarse en rojos o blancos. Esta clasificación implica diferencias tanto histológicas como bioquímicas. Los músculos rojos poseen una mayor proporción de fibras estrechas ricas en mioglobina que contienen cantidades relativamente pequeñas de enzimas, una línea estrecha, se contraen durante cortos períodos de tiempo y requieren frecuentes períodos de reposo y recuperación (Andújar et al., 2003).

La proporción de mioglobina está aumentada en aquellos músculos de mayor actividad y por lo tanto mayor demanda de oxígeno; varía además según la especie y edad del animal: es unas 3 veces mayor en la de vacuno que en la de cerdo y animales más viejos presentan un pigmento más oscuro y su carne es más compacta y seca, apropiada para embutidos crudos madurados (Lawrie, 1998).

Los pigmentos hemo son responsables del color de la carne. La mioglobina es el principal pigmento y la hemoglobina, el pigmento de la sangre, tiene importancia secundaria. La cantidad de mioglobina varía considerablemente entre los diversos músculos y en ella influyen la especie, la edad, el sexo y la actividad física. Las diferencias de un músculo a

otro de un mismo animal son evidentes y estas diferencias están causadas por las cantidades variables de mioglobina existentes en las fibras musculares (Fennema, 2000).

El color rojo se debe solamente a la oximioglobina, el principal pigmento de la carne. La desoximioglobina es responsable del color púrpura de la carne. La oxidación del Fe (II), presente en la oximioglobina y la desoximioglobina, a Fe (III) para producir metamioglobina, es la causa del color marrón de la carne. Las reacciones catalizadas por enzimas en la carne, pueden competir por el oxígeno y pueden producir compuestos que alteren el estado de oxidación-reducción y el contenido de agua, influyendo por lo tanto en el color de la carne (Fennema, 2000).

Se conocen muchos factores que influyen en el color de la carne. Entre ellos hay factores biológicos como el tipo de músculo, la raza y la edad; factores bioquímicos como la tasa de consumo de oxígeno, la auto oxidación de la mioglobina, o la reducción enzimática de la metamioglobina y factores extrínsecos como el sistema de alimentación o el uso de estimuladores del crecimiento, por último, también se consideran factores físico-químicos como el pH, la temperatura, la estimulación eléctrica de las canales, etc. (Onega, 2003).

3.1.7 Ablandamiento de carne

3.1.7.1 Ablandamiento con enzimas

Los ablandadores de carne como se muestra en la Tabla 2, mayormente compuestos de proteasas, inician la ruptura de la integridad de los filamentos musculares contraídos debido a la rigidez cadavérica, así como las triples hélices del colágeno. La suavidad del tejido conectivo varía de acuerdo al contenido de colágeno, al diámetro de las fibras perimisiales y al entrecruzamiento de las fibras de colágeno. El colágeno empieza a cortarse a temperaturas de (60 a 70) °C y se convierte a gelatina a los 80 °C, este proceso a la vez influye en el ablandamiento del tejido conectivo, por lo que el ablandamiento de cortes con alto contenido de colágeno depende del método de cocción de la temperatura final (Fellows, 1994).

Tabla 2*Enzimas utilizadas en la industria alimentaria.*

Enzimas	Fuente	pH	Temperatura (°C)	Tipo de cultivo y aplicación
Proteasas				
Ácidas	<i>B.subtilis</i>	6.0-8.5	20-55	Sub.
	<i>A.oryzae</i>	4.0-7.5	20-50	Surf.
	<i>Rhizopus</i>			
Neutras	<i>B.subtilis</i>	7.0-8.0	20-50	
	<i>B. polymyxa</i>			
Alcalinas	<i>Bacillos sp.</i>	9.0-11.0	20-50	
	Bromelina	4.0-9.0	20-65	SA
	Papaína	6.0-8.0	20-75	B, SA
	Ficina	6.5-7.0	25-60	B, SA
	Pepsina	1.5-4.0		B
	Renina	3.5-6.0	40	B

Fuente: Fellows (1994).

Una enzima es una proteína que actúa como catalizador biológico, llevando a cabo reacciones bioquímicas a muy altas velocidades, no se consume durante la reacción y en general presenta un elevado grado de especificidad (Badui, 2013).

Las enzimas son proteínas con actividad biológica que catalizan reacciones bioquímicas, no reaccionan químicamente con las sustancias sobre las que actúan ni alteran el equilibrio de la reacción. Su función consiste sólo en aumentar la velocidad de las reacciones interviniendo como biocatalizadores y actuando donde se precisa su acción y no en más puntos, lo que facilita que no se altere el sustrato (Roland, 2005).

Las enzimas proteasas o proteinasas hidrolizan el enlace peptídico de las proteínas. Existen proteasas comerciales de origen vegetal (papaína, ficina y bromelina), animal (pepsina, tripsina y quimotripsina, renina) y microbianas (de hongos y bacterias). Las tiol-proteasas (EC 3.4.22) requieren el grupo sulfhidrilo de un residuo de cisteína en el sitio activo. Otros residuos importantes para la catálisis son el carboxilo y el histidilo. El rango de pH de actividad óptima es bastante amplio (de 4.5 a 9.5), pero su óptimo está generalmente entre 6 y 7.5. Las proteasas vegetales (papaína, bromelina y ficina) son algunos ejemplos (Badui, 2013).

Ciertas enzimas están presentes en las frutas, como la papaína extraída de la papaya, la bromelina extraída de la piña, o la ficina extraída del higo; estas enzimas proteolíticas son

una alternativa para la utilización en la industria de alimentos, ya sea en la clarificación de bebidas, ablandamiento de carne o en la coagulación de la caseína de la leche (García, 2013).

En el sector alimentario, el interés actual de la aplicación de enzimas en procesos tecnología enzimática se enfoca a la conservación de alimentos o de sus componentes (por ejemplo, vitaminas), al uso más eficiente de materias primas y al mejoramiento de la calidad sensorial de los alimentos (textura y sabor) (Badui, 2013).

Las enzimas pueden ser utilizadas de dos maneras diferentes para modificar la estructura de la carne y productos cárnicos. En primer lugar, las enzimas pueden catalizar la descomposición de los enlaces covalentes de las proteínas generando así péptidos más pequeños o aminoácidos, como es el caso de la papaína. Este desglose de la estructura puede aumentar la ternura de la carne. En segundo lugar, las enzimas pueden promover la formación de nuevos enlaces covalentes entre proteínas de la carne, como en el caso de la transglutaminasa. En los geles cárnicos, tales enzimas pueden mejorar la firmeza y la capacidad de retención de agua de los geles (Weiss, 2010).

3.1.7.2 Ablandamiento artificial

Diversas sustancias con acción degradadora, se han utilizado en la industria con el propósito de ablandar la carne. Entre ellas podemos destacar, hexametáfosfato de sodio, ácidos orgánicos (acético, cítrico y láctico) y cloruro de calcio. El hexametáfosfato de sodio inyectado en jamones de cerdos a través de la arteria femoral, a los 15 minutos después del sacrificio (hasta incrementar en el 5 % el peso de la pieza), provoca el aumento del pH. Los ácidos orgánicos (acético, cítrico y láctico) aumentan la solubilidad y la cantidad total de colágeno, así como la fuerza de corte de la carne, además el ácido acético mejora la ternura de la carne y este ácido de igual manera disminuye la fuerza de corte del tejido conjuntivo del epimisio en filetes de temerá reestructurados (Rubio, 1992).

3.1.7.3 Ablandamiento mecánico

El Ablandamiento mecánico es la manipulación de la carne con penetración profunda a través de procesos que pueden ser conocidos como "ablandamiento por cuchillas", "uso de ablandadores de carne Jaccard", "clavado de lancetas", "clavado de agujas" o uso de cuchillas, lancetas, agujas o cualquier dispositivo mecánico. El "ablandamiento mecánico" no incluye los procesos en los que se inyectan soluciones en la carne (FDA, 2009).

El efecto que el ablandamiento mecánico tiene sobre la ternura, ya sea a través de cuchillas o agujas, se ha atribuido a la parcial destrucción del tejido conjuntivo y/o severidad de las

fibras musculares, todo lo cual lleva a una reducción de la resistencia en la fuerza de corte y masticación, que consecuentemente produce un ablandamiento de la carne (Rubio, 1992). El efecto que el ablandamiento mecánico tiene sobre la calidad de la carne se mide a través de métodos objetivos (fuerza de corte: W-B, Instrom, etc.) y subjetivos (panel de evaluación": entrenado y de consumidores). Ambos métodos no siempre concuerdan en los resultados (Rubio, 1992).

3.1.8 Higo

3.1.8.1 Definición de higo

El árbol del higo que se muestra en la Figura 4, perteneciente a la familia de las Moráceas. Su tronco, que contiene un látex, mide de tres a nueve metros de alto y tiene un diámetro aproximado de 17.5 cm, del cual se extienden numerosas ramas a su alrededor. Sus hojas son palmeadas de color verde oscuro y áspero al tacto. Es una especie dioica, con flores pequeñas y propias de la época de lluvias. (FAO, 2013).

Figura 4

Fruto de higo (Ficus Carica L.).



3.1.8.2 Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobinta

Superdivisión: Spermathopyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Hamamelididae

Orden: Urticales

Familia: Moraceae

Tribu: Ficeae Gaudich

Género: Ficus L.

Subgénero: Eusyce

Especie: *Ficus carica* L.

3.1.9 Ficina

3.1.9.1 Definición de ficina

La ficina es una enzima obtenida a partir del látex de diferentes especies del género Ficus, los cuales incluyen una variedad de árboles tropicales de higo. Es un polvo blanco a cristalino. Se caracteriza por su actividad como péptido hidrolasa (FDA, 2009).

La ficina es una cisteínproteasa como la papaína, se obtiene del látex de las plantas del género Ficus, presenta hidrólisis preferencial por los aminoácidos aromáticos, el pH óptimo varía con el sustrato y se encuentra en el rango 5 a 8, la temperatura óptima está alrededor de 60 °C, inactivándose completamente a 80 °C. La ficina se pueden encontrar comercialmente o en el etiquetado como extracto de higo/ficina, enzima de higos, INS 1101(iv), Ficus proteinasa, EC 3.4.22.3 (Barbosa et al., 2005).

3.1.9.2 Algunas características fisicoquímicas de relevancia

La Ficina se presenta como un polvo amarillo soluble en agua. El pH óptimo de acción es de 5.0 a 7.5 y la temperatura es de (50 a 55) °C (Barbosa et al., 2005).

3.1.9.3 Aplicaciones industriales de la ficina

La Ficina es una enzima utilizada en la industria con la intención de modificar la estructura de harinas y cárnicos, principalmente. Entre las aplicaciones más comunes se encuentran: productos cárnicos, harinas, productos de panificación, cerveza, quesos, etc. (Badui, 2013). Hidroliza péptidos, amidas y ésteres, y ha sido también denominada “pepsina vegetal”. A diferencia de la pepsina, actúa tanto en medio ácido como en medio neutro o alcalino. Se ha

utilizado en la digestión de proteínas, para el ablandamiento de carnes y en la fabricación de quesos (Barbosa et al., 2005).

Todas las enzimas son proteínas, tienen una estructura tridimensional globular y solo presentan actividad cuando tienen una conformación espacial que permite establecer una disposición óptima de los aminoácidos de su centro activo o sitio catalítico (Badui, 2013).

3.2 Marco conceptual

Carne. Toda parte comestible del músculo animal posterior al sacrificio, cuyo color característico fluctúa entre blanco rosáceo al rojo oscuro. La cual forma parte de una dieta equilibrada, aportando valiosos y beneficiosos nutrientes para la salud. Además, contiene importantes niveles de proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes, esenciales para el crecimiento y el desarrollo (FAO, 2015).

Bovino. Pertenece o relativo al toro o a la vaca, se dice a todo mamífero rumiante, con el estuche de los cuernos liso, el hocico ancho y desnudo y la cola larga con un mechón en el extremo (RAE, 2014).

Látex. Suspensión acuosa coloidal compuesta de grasas, ceras y diversas resinas gomosas, obtenida a partir del citoplasma de las células laticíferas presentes en algunas plantas angiospermas y hongos (RAE, 2014).

Enzimas. Las enzimas son proteínas con actividad biológica que catalizan reacciones bioquímicas, no reaccionan químicamente con las sustancias sobre las que actúan ni alteran el equilibrio de la reacción. Su función consiste sólo en aumentar la velocidad de las reacciones interviniendo como biocatalizadores y actuando donde se precisa su acción y no en más puntos, lo que facilita que no se altere el sustrato. (Roland, 2005).

Ficina. Es una cisteínproteasa como la papaína, se obtiene del látex de las plantas del género Ficus, presenta hidrólisis preferencial por los aminoácidos aromáticos, el pH óptimo varía con el sustrato y se encuentra en el rango 5 a 8, la temperatura óptima está alrededor de 60 °C, inactivándose completamente a 80 °C (Barbosa et al., 2005).

CRA. La Capacidad de Retención de Agua se define como la aptitud de la carne para mantener ligada su propia agua, incluso bajo la influencia de fuerzas externas (presión, calor, etc.), o también como la aptitud para fijar agua añadida (Swatland, 1991).

CE. La Capacidad Emulsionante es la habilidad de la carne de sostener la grasa y producir emulsiones estables. Las carnes más apropiadas para formar emulsión son aquellas que poseen elevado contenido de proteínas contráctiles. (Schmidr, 1982).

Ablandamiento. Acción y efecto de ablandar (poner blando algo, reducir la dureza) (RAE, 2014).

Dureza. Se define como la capacidad de la carne para dejarse cortar y masticar (Horcada y Polvillo, 2010).

pH. El pH es definido como el logaritmo negativo de la concentración de protones. Tiene una escala entre 0 y 14. Un valor de pH por debajo de 7 es considerado como ácido, y por encima de un valor de 7 se considera alcalino o también denominado básico (Braña et al., 2011).

Color. Sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda (RAE, 2014).

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

4.1 Materiales de investigación

4.1.1 Lugar de ejecución

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en los Laboratorios de Química Inorgánica, Laboratorio de Control de Calidad A y Laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) de la Universidad Nacional José María Arguedas (UNAJMA) ubicada en el local Santa Rosa, Distrito de Talavera, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac. En el caso de la dureza fue analizada en el Laboratorio de Investigación e Instrumentación en la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

4.1.2 Materiales, instrumentos, reactivos, insumos y equipo

En la Tabla 3, se muestra la lista del material biológico. Los frutos de higo fueron recolectados del local de la EPIA de la UNAJMA ubicada en Santa Rosa, Talavera entre los meses de febrero y marzo, 100 kg de fruto de higo con estado de madurez de (25-50) %, se extrajo el látex líquido de 100 mL, luego, fue secado en estufa a 40 °C hasta lograr un peso constante de látex de higo seco de 30 g aproximadamente.

Las muestras de carne bovino fueron adquiridas en los exteriores del mercado de Andahuaylas con 24 horas pos-mortem, el bovino fue faenado en el camal municipal de San Jerónimo.

La Tabla 4 muestra la lista de materiales de investigación, la Tabla 5 la lista de equipos de investigación, la Tabla 6 la lista de instrumentos de la investigación y la Tabla 7 la lista de los reactivos de la investigación.

Tabla 3

Lista de material biológico.

CANTIDAD	MATERIAL BIOLÓGICO
100 kg	Fruto de higo
10.2 g	Látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>) utilizado
3 kg	Carne bovina

Tabla 4*Lista de materiales de la investigación.*

CANTIDAD	MATERIALES	MARCA
02	Bisturí	S/M
01	Paquete de papel toalla	Elite
01	Paquete de papel tisú	Elite
02	Espátulas de acero inoxidable	Cacusa
02	Pipetas de 10 mL	Fortuna
02	Agitador de vidrio	Fortuna
02	Probeta de 50 mL y 100 mL	Kyntel
06	Placa Petri	Schot
16	Vasos precipitados 10 de 250 mL y 6 de 100 mL	Fortuna
06	Capsulas de porcelana	S/M
01	Pizeta	S/M
02	Soporte universal metálico	S/M
02	Mortero con pilón	Schot
02	Micropipetas de 10 mL	Accumax
02	Bureta e 100 mL	Vmr
01	Rotulador	Faber Castell

Tabla 5*Lista de equipos de investigación.*

CANTIDAD	EQUIPOS	MARCA
01	Balanza digital de sensibilidad 0.01 g	Abs 200-4
01	Balanza digital cap. Mín. de 200 g y Max. de 30 kg	E-accupa
01	Licuada con vaso pequeño	Oster
01	Estufa	Kert lab
01	Agitador magnético	Lw-scientifique
01	Refrigeradora	Mabe
01	Cámara fotográfica	Samsung

Tabla 6*Lista de instrumentos de la investigación.*

CANTIDAD	INSTRUMENTOS	MARCA
01	Potenciómetro	Hanna
01	pH-metro	S/M
01	Refractómetro	ATC
01	Texturómetro	Instron 3365
01	Termómetro digital	Boeco germany

Tabla 7*Lista de reactivos de la investigación.*

REACTIVO/INSUMO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
Baño de hielo	1	Kg
Agua destilada	9	L
Alcohol (96 %)	2	L
Buffer de referencia de pH 4 y 7.	100	mL
Solución de NaCl 0.6 M	3	L
Látex en polvo de higo	10.2	G
Hidróxido de sodio	3	G
Fenolftaleína	10	mL

4.2 Población y muestra**4.2.1 Población**

La población de los frutos de higo fue recolectada del local de la EPIA de la UNAJMA ubicada en Santa Rosa, distrito Talavera, provincia Andahuaylas entre los meses de febrero y marzo con un estado de madurez de (25 - 50) %.

La población de bovinos es de la provincia de Andahuaylas, Región Apurímac, que son ofertados en la feria del distrito San Jerónimo la venta de animales mayores (bovinos, ovinos, porcinos y equinos), el faenado en el camal del mismo distrito y transcurrido el rigor mortis de 24 horas la carne fue transportado a la carnicería de los exteriores del Mercado Modelo de Andahuaylas.

4.2.2 Muestra

La muestra de frutos higo fue de 100 kg obtenido mediante muestreo no probabilístico, esto consistió en recolectar los frutos de higo (*Ficus carica L.*) con estado de madurez de (25-50) %, coloración verde, tamaños homogéneos y sanos, luego, se realizó la extracción del látex en forma no probabilística de la muestra y posteriormente su secado para su conservación y mantenimiento por ser un fruto de producción anual y así aplicar y determinar su efecto en el ablandamiento de carne bovino.

La muestra de carne bovino fue de 3 kg obtenido mediante muestreo no probabilístico, en los exteriores del Mercado Modelo de Andahuaylas con 24 horas pos-mortem, lo cual se garantizó teniendo información de los días de faenado de lunes a viernes, se compró el día martes del cuarto trasero, el corte de la tapa, las mismas que fueron trasladadas en táperes de polipropileno con gel refrigerante para su conservación y posterior análisis. El muestreo fue probabilístico para la determinación de la dureza, CRA, CE, pH y color ($L^* a^* b^*$) de acuerdo al diseño experimental DCA.

4.2.3 Unidad de Análisis

La unidad de análisis fue considerada la carne bovina con látex en polvo de higo y sin látex en polvo de higo como control o testigo.

4.3 Tipo de investigación

- **De acuerdo a su naturaleza: cuantitativo**

Debido a que se midió y determino datos numéricos de las propiedades de textura (dureza), propiedades funcionales (CRA y CE) y propiedades físico-químicas (pH y color ($L^* a^* b^*$)) de carne bovino con aplicación de diferentes porcentajes de látex en polvo de higo, a través de la utilización de instrumentos y/o equipos, para realizar las pruebas de hipótesis.

- **Régimen de investigación: orientada**

Se denomina así, debido a que será orientada por un asesor de tesis durante las diferentes etapas del desarrollo de la investigación.

4.4 Métodos de análisis

1. Método de esfuerzo al corte, para determinación de la textura (Warner Bratzler).
2. Método pérdidas por goteo, para determinación de Capacidad de Retención de Agua (CRA) según Pla (2000).
3. Determinación de la capacidad de emulsión según Medina (2009).
4. Determinación de pH según Guerrero et al. (2002).

5. Medición del color según Pietrasik (2003).

4.4.1 Metodología experimental

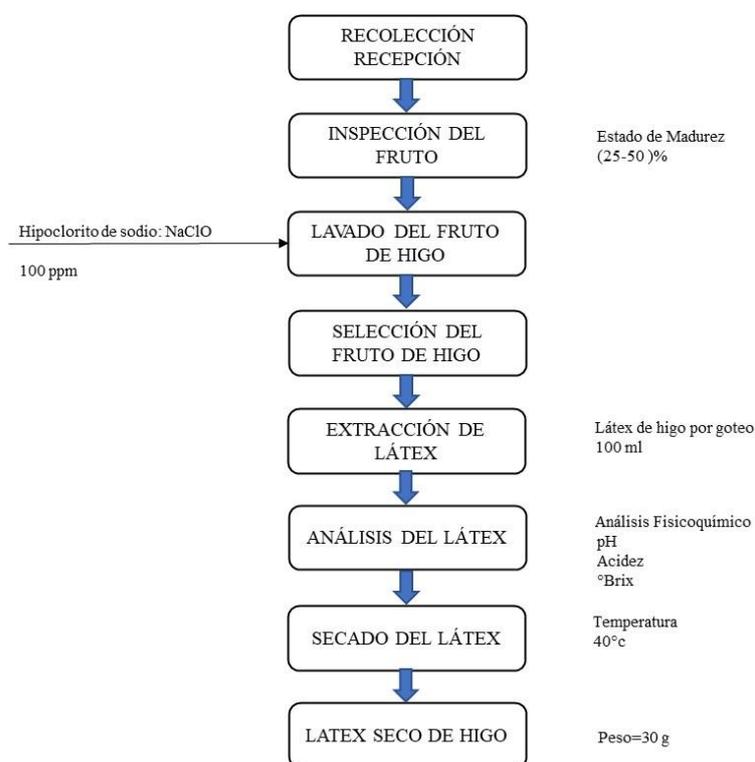
4.4.1.1 Metodología de la extracción del látex presente en la fruta de higo

En la Figura 5, se muestra la extracción del látex de higo y secado para el ablandamiento de carne bovino según García (2013) y se describe sus etapas adaptadas para la presente investigación los siguientes:

- a. Recolección y recepción:** Los frutos higo fueron recolectados para su recepción del local de la EPIA de la UNAJMA ubicada en Santa Rosa, distrito Talavera, provincia Andahuaylas, los cuales fueron recolectados en horas de la mañana con el fin de tener mayor rendimiento de látex.
- b. Inspección:** La inspección del fruto de higo fue con un estado de madurez de (25-50) %, coloración verde, tamaños homogéneos y sanos, antes de alcanzar la madurez fisiológica, así mismo deberán estar: limpias, enteras, sin daños físicos ni biológicos.
- c. Lavado:** El lavado del fruto de higo se realizó empleando el hipoclorito de sodio (dilución de 100 ppm), con el fin de eliminar impurezas presentes en el fruto de higo y disminuir la carga microbiana.
- d. Selección:** La selección del fruto de higo se realizó para trabajar con frutas en estado óptimo para el desarrollo de la investigación.
- e. Extracción del látex presente en el fruto de higo**
 - Con un cuchillo mediano fue realizado un corte en el cuello del higo a intervalos de tiempo de 3-5 minutos por cada higo hasta el brote y goteo del látex, ver anexo 2.1.
 - Todos los cortes se realizaron transversalmente en el cuello del higo.
 - El látex del higo fue recogido en vasos precipitados de 100 mL para luego ser puestas en placas petri para su posterior secado en estufa, ver anexo 2.2 y 2.3.
 - Análisis del látex, se realizó el análisis fisicoquímico de los siguientes análisis: índice de madurez, pH, acidez y °Brix, ver anexo 2.4.
- f. Secado de látex de higo**
 - Las placas petri que contienen el látex de higo (*Ficus carica L.*) fueron colocadas en una estufa a 40 °C, ya que las enzimas son proteínas y una elevada temperatura puede desnaturalizarlas.
 - El secado se realizó hasta obtener un peso constante.

Figura 5

Diagrama de bloques de la extracción del látex de higo líquido y secado.



4.4.1.2 Aplicación del látex en polvo de higo en el ablandamiento de carne bovino

En la Figura 6, se muestra el diagrama de flujo de la aplicación de látex en polvo de higo a la carne bovino según García (2013) y se describe sus etapas adaptadas a la presente investigación los siguientes:

a. Preparación de látex en polvo de higo

- Se preparó el látex en polvo de higo de la siguiente manera:

Una vez obtenido el látex de higo seco, se procedió a moler con un mortero hasta lograr que este lo más menudo posible.

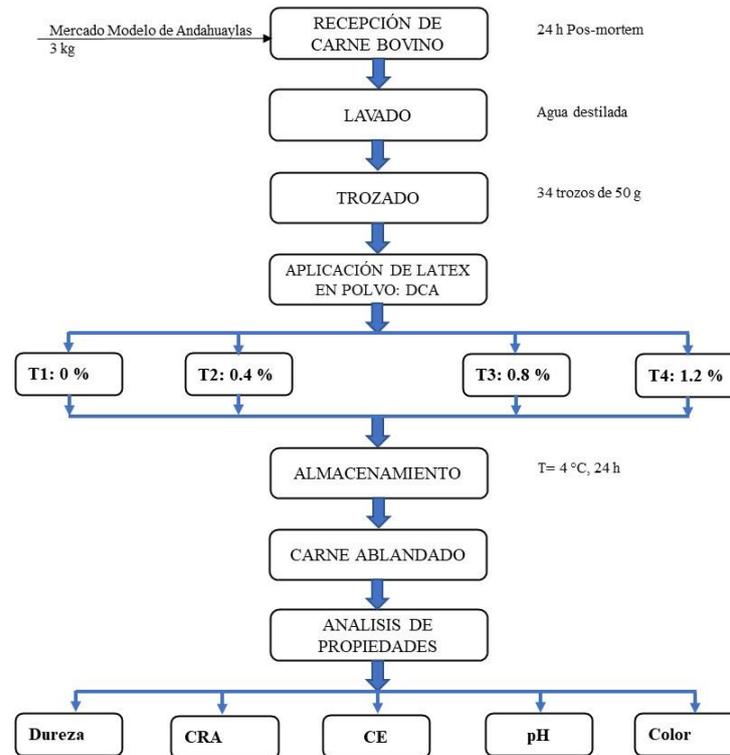
b. Ablandamiento de la carne de bovino

- **Recepción:** Se hizo la recepción de carne bovino de 3 kg, proveniente del camal municipal del distrito San Jerónimo, provincia Andahuaylas, con tiempo de 24 horas pos-mortem para garantizar la buena calidad de la carne, ver anexo 3.1.
- **Trozado:** La carne se cortó en 34 trozos de un mismo peso de 50 g, ver anexo 3.2.
- **Aplicación de látex en polvo:** A cada muestra de 50 g de carne bovino, se le espolvoreó diferentes porcentajes de (0.4, 0.8 y 1.2) % de látex en polvo de higo en relación al peso de la carne, de la forma más uniforme posible.
- **Almacenamiento:** Las muestras sin y con látex de higo fueron almacenadas en refrigeración a una temperatura de 4 °C por 24 horas.

- **Análisis** de propiedades de la carne ablandada, propiedades de textura (dureza), funcionales (CRA, CE) y fisicoquímicas (pH, color), ver anexos 3.3, 3.4 y 3.5.

Figura 6

Diagrama de bloques de la aplicación del látex en polvo de higo en el ablandamiento de carne bovino.



4.4.2 Metodología experimental (por objetivos)

4.4.2.1 Determinación de dureza

La determinación de textura fue mediante el esfuerzo al corte Warner Bratzler (WB) utilizado por el Laboratorio de Investigación e Instrumentación, Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria la Molina. La dureza de las muestras de carne del cuarto trasero (corte tapa) fue analizada luego de las 24 horas de haber sido espolvoreado con el látex en polvo de higo en la Máquina Universal de textura Instron 3365, celda de carga:5 KN con 8 repeticiones, el espesor de la muestra 2.5-3 cm, diámetro del sacabocado 1 cm (corte paralelo a las fibras de la carne); velocidad de corte 200 mm/min; pre-carga:5 gf.

4.4.2.2 Determinación de CRA

La metodología propuesta por Pla (2000) (ver Anexo 4) fue adaptado en los términos siguientes:

Procedimiento:

Una malla de ½ pulgada de área con cuatro patas de ½ pulgada fue colocada dentro de un recipiente de plástico con tapa hermético y en ella la muestra de 10 g de carne en cubo con una orientación perpendicular a la fibra muscular con 5 repeticiones. Se registró el peso de cada muestra extendida sobre la malla para evitar el contacto con el agua liberada situada en la base del recipiente de plástico, luego se colocó en una cámara frigorífica a una temperatura constante de 4 °C durante un tiempo de 24 horas. El agua liberada se determinó midiendo el peso que ha perdido la muestra expresada en porcentaje.

4.4.2.3 Determinación de la CE

El método usado para la determinación de CE fue de Medina (2009) (ver Anexo 5) fue adaptado en los términos siguientes:

Procedimiento:

Se molió 25 g de carne con 100 mL de solución de NaCl 1 M en una licuadora hasta obtener una pasta. La mezcla se mantuvo a una temperatura máxima de 5 °C; se tomó 25 g de la pasta y se añadió 75 mL de NaCl 1 M a 5 °C. Se mezcló en una licuadora durante cinco minutos a baja velocidad; se añadió aceite vegetal utilizando una bureta hasta que deje de integrarse a la pasta de carne, el cual se observó por ruptura de la emulsión. La determinación se efectuó con 4 repeticiones y se registró la cantidad de aceite incorporado (antes de la ruptura de la emulsión) por gramo de carne.

4.4.2.4 Determinación del pH

Se utilizó la metodología propuesta por Guerrero et al. (2002) (ver Anexo 6) fue adaptado en los términos siguientes:

Procedimiento:

Se calibró el potenciómetro utilizando soluciones buffers de pH 4 y 7 antes de empezar con la lectura; se pesó 10 g de muestra de carne y luego se colocó en el vaso de la licuadora; se añadió 90 mL de agua destilada y fue licuado por 1 minuto; se procedió a filtrar la suspensión de carne en papel filtro para eliminar el tejido conectivo; el pH, se midió en 5 repeticiones utilizando el potenciómetro previamente calibrado; se procedió a lavar el electrodo con agua destilada y se limpió sin frotar, con la ayuda de un papel absorbente luego de cada muestra y al final de la medición y se registró los datos obtenidos durante la medición.

4.4.2.5 Medición de color

La medición del color fue mediante la metodología propuesta por Pietrasik (2003): El color de la carne fue medido usando el colorímetro Minolta CR 400 (Konica Minolta) y expresado como L^* (tendencia de claro a oscuro, es decir, luminosidad), a^* (tendencia de verde al rojo), b^* (tendencia de azul al amarillo). Se tomó un valor promedio de la medida del color en 5 diferentes puntos de la carne.

4.5 Diseño experimental (variables y pruebas estadísticas)

4.5.1 Diseño Experimental

El diseño consiste en comparar cuatro tratamientos de diferentes porcentajes de látex en polvo de higo aplicado en el ablandamiento de carne bovino, en el que se evaluó la dureza, la capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de emulsión, pH y color medias poblacionales, con dos fuentes de variabilidad de tratamientos y error aleatorio (Gutiérrez y De la Vara 2012).

Las comparaciones se harán en base al diseño completamente al azar (DCA) con una significancia del 5 %, aplicando el análisis de varianza (ANOVA), con el criterio de rechazo de hipótesis nula en el análisis de varianza sería necesario, el detalle y sus cuales tratamientos son diferentes, mediante métodos de comparaciones y pruebas de rango múltiple (PRM), como LSD (diferencia mínima significativa), Tukey y/o Duncan los datos generados por un DCA para comparar poblaciones se tiene la Tabla 8 (Gutiérrez y De la Vara 2012).

Tabla 8

Diseño completamente al azar.

Tratamientos				
T_1	T_2	T_3	...	T_k
Y_{11}	Y_{21}	Y_{31}	...	Y_{k1}
Y_{12}	Y_{22}	Y_{32}	...	Y_{k2}
Y_{13}	Y_{23}	Y_{33}	...	Y_{k3}
.
Y_{1n1}	Y_{2n2}	Y_{3n3}	...	Y_{knk}

Nota. Y_{ij} , es la j -ésima de observación que se hizo en el tratamiento i ; n_i , tamaño de la muestra o repeticiones observadas en el tratamiento i ; k , número de tratamientos. Fuente: Gutiérrez y De la Vara (2012).

En la presente investigación se presenta el caso en el que todos los tratamientos que se tienen se prueban, es decir se supone una población pequeña de tratamientos, lo cual hace posible compararlas a todos. En este caso el modelo se llama modelo de efectos fijos (Gutiérrez y De la Vara 2012).

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \dots \dots \dots (01)$$

μ : Media global.

τ_i : Parámetro que mide el efecto del tratamiento i .

ε_{ij} : Error atribuible a la medición Y_{ij} .

La prueba de hipótesis se realiza con el ANOVA, como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9

Tabla de ANOVA para el DCA.

F.V.	Suma de Cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F ₀	Valor – p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^K \frac{Y_i^2}{n_1} - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$k - 1$	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{k - 1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	$P(F > F_0)$
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	$N - k$	$CM_E = \frac{SC_E}{N - k}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^{n_1} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$N - 1$			

Fuente: Gutiérrez y De la Vara (2012).

4.5.2 Variable de investigación

4.5.2.1 Variable independiente

La variable independiente es el factor diferentes porcentajes del látex en polvo de higo con los siguientes tratamientos:

T1: 0 % látex en polvo de higo

T2: 0.4 % látex en polvo de higo

T3: 0.8 % látex en polvo de higo

T4: 1.2 % látex en polvo de higo

4.5.2.2 Variables dependientes

Son las propiedades de textura (dureza), propiedades funcionales (CRA y CE), propiedades fisicoquímicas (pH y color) de carne bovino, los siguientes:

- Dureza
- Capacidad de Retención de Agua (CRA)
- Capacidad de emulsión (CE)
- pH
- Color (L^* a^* b^*)

4.6 Análisis estadístico

Siendo el objetivo del ANOVA en el DCA, probar la hipótesis de igualdad de los tratamientos respecto a la variable respuesta (Gutiérrez y De la Vara 2012):

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu \dots \dots \dots (02)$$

$$H_0 = \mu_i \neq \mu_j \text{ para algun } i \neq j$$

Si la H_0 se rechaza, lo cual significa que los tratamientos son estadísticamente diferentes, al menos dos de ellos son diferentes, por lo que será necesario ver a detalle, cuales tratamientos son diferentes mediante LSD. El problema sería probar la igualdad de todos los posibles pares de medias con las hipótesis, en caso que la H_0 se rechace:

$$H_0: \mu_i = \mu_j \dots \dots \dots (03)$$

$$H_A: \mu_i \neq \mu_j \text{ para todo } i \neq j$$

El análisis estadístico del experimento para responder a las hipótesis de investigación se realizó mediante el software Statgraphics Versión 16.1.18.

CAPÍTULO V. RESULTADOS

5.1 Dureza de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

En la Tabla 10 se muestra la dureza en kilogramo-fuerza (kgf) de carne bovino sin y con látex en polvo de higo, los cuales fueron medidos mediante la Maquina Universal de textura Instron 3365, celda de carga:5 KN. El espesor de la muestra 2.5-3 cm, diámetro del sacabocado 1 cm (corte paralelo a las fibras de la carne); velocidad de corte 200 mm/min; pre-carga:5 gf, con cuatro tratamientos y 08 repeticiones, T1 sin látex, T2 con 0.4 % de látex, T3 con 0.8 % de látex y T4 con 1.2 % de látex, mayores datos se muestran en Anexo 4.

Tabla 10

Dureza de carne bovino en kgf.

Repeticiones	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
1	2.3	2.05	1.78	2.01
2	2.8	1.63	2.59	1.74
3	2.61	1.74	2.42	1.5
4	2.87	1.25	3.2	2.06
5	2.19	1.92	1.96	1.73
6	2.77	2.39	2.37	1.41
7	2.78	1.82	3.22	2.41
8	2.92	1.93	3.37	1.85

Fuente: Laboratorio de Investigación e Instrumentación, Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria la molina.

En la Tabla 11 se muestra el ANOVA de dureza de carne bovino sin y con látex en polvo de higo con valor-P (0.0001) < a la significancia (0.05), lo cual prueba que son significativamente diferentes los 4 tratamientos y mediante LSD (Tabla 12) se encuentra 2 pares de medias iguales T1-T3 y T2-T4 y 4 pares de medias diferentes T1-T2, T1-T4, T2-T3 y T3-T4, ambos con un nivel de confianza del 95% muestran el efecto de látex en polvo de higo.

Por otro lado, la dureza sin tratamiento T1 (2.6550 ± 0.22579) es mayor a los con tratamiento T3 (2.6138 ± 0.49994) con el menor efecto en la disminución de dureza, T2 (1.8413 ± 0.27614) con el mediano efecto y T4(1.8388 ± 0.26903) con el mayor efecto. Entre los tratamientos la dureza $T4 < T2 < T3$ y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos (Ec. 01). Son resultados esperados del

efecto del látex, el nivel de dureza de la carne bovino disminuyo en un 44% respecto al sin tratamiento, en 24 horas de almacenamiento a 4 °C, mayores detalles en Anexo 7.

Tabla 11

ANOVA de dureza de carne bovino.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	5.05508	3	1.68503	10.48	0.0001
Intra grupos	4.50236	28	0.160799		
Total (Corr.)	9.55745	31			

CV=24.8192 %

Tabla 12

LSD al 95 % de dureza de carne bovino.

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T4	8	1.83875	X
T2	8	1.84125	X
T3	8	2.61375	X
T1	8	2.655	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	0.81375	0.410703
T1 - T3		0.04125	0.410703
T1 - T4	*	0.81625	0.410703
T2 - T3	*	-0.7725	0.410703
T2 - T4		0.0025	0.410703
T3 - T4	*	0.775	0.410703

* indica una diferencia significativa.

5.2 CRA de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

En la Tabla 13 se muestra el peso inicial (P_0) y peso final (P_f) de carne bovino sin y con látex en polvo de higo, estos fueron obtenidos al pesar las muestras de carne de peso inicial (P_0) y los sometidos a una pérdida de peso por goteo durante 24 horas (P_f) en una balanza con 0.0001 de precisión, luego fue determinado el porcentaje de pérdida (P_p) de la CRA mediante la ecuación (04) que se muestra en la Tabla 14.

Las pérdidas por goteo acumulado se registraron como porcentaje de pérdida (%), tanto para el total del tiempo de almacenamiento de la carne (porcentaje de pérdida al final de 24 h de almacenamiento) teniendo en cuenta los pesos P_0 y P_f de las muestras de carne. El porcentaje

de pérdida se calculó en función a la diferencia de peso inicial menos final por 100 entre el peso inicial.

$$Pp = \frac{(P_0 - P_f)}{P_0} * 100 \dots \dots \dots (04)$$

Donde: P_p= Pérdida de peso; P₀ =Peso inicial; P_f= Peso final.

Tabla 13

Peso inicial (P0), peso final (Pf) y CRA de carne bovino.

Tratamiento i y repetición j	P ₀ (g)	P _f (g)	CRA (%)
T11	10.51	9.98	5.04
T12	10.16	9.96	1.97
T13	10.88	10.12	6.99
T14	10.67	10.42	2.34
T15	9.75	9.60	1.54
T21	9.73	9.63	1.03
T22	10.42	10.31	1.06
T23	9.91	9.66	2.52
T24	10.28	9.67	5.93
T25	10.32	9.73	5.72
T31	10.21	10.01	1.96
T32	10.55	9.57	9.29
T33	10.56	9.66	8.52
T34	10.34	9.70	6.19
T35	10.68	10.06	5.81
T41	10.58	9.73	8.03
T42	10.82	9.60	11.28
T43	10.38	9.81	5.49
T44	10.22	9.88	3.33
T45	10.98	9.80	10.75

Tabla 14

CRA de carne bovino en (%).

Repeticiones	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
1	5.04	1.03	1.96	8.03
2	1.97	1.06	9.29	11.28
3	6.99	2.52	8.52	5.49
4	2.34	5.93	6.19	3.33
5	1.54	5.72	5.81	10.75

En la Tabla 15 se muestra el ANOVA de CRA de carne bovino sin y con látex en polvo de higo con valor-P (0.0575) > a la significancia (0.05), lo cual prueba que no son significativamente diferentes o son iguales los 4 tratamientos, es decir, si se aplica 0.4 %,

0.8 % o 1.2 % de látex en polvo de higo tiene el mismo efecto y mediante LSD (Tabla 16), se encuentra 4 pares de medias iguales T1-T2, T1-T3, T2-T3 y T3-T4 y 2 pares de medias diferentes T1-T4 y T2-T4, ambos con un nivel de confianza del 95 % muestran el efecto del látex en polvo de higo.

Por otro lado, la CRA sin tratamiento T1 (3.576 ± 2.915337) (mayor CRA y menor pérdida por goteo) es menor a los con tratamiento T3 (6.354 ± 3.56327) y T4 (7.776 ± 4.21893), y mayor a T2 (3.252 ± 3.012208). Sin embargo, entre los tratamientos la CRA de $T4 > T3 > T2$ (disminuye la CRA y mayor pérdida por goteo) y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos (Ec. 01). Son resultados esperados del efecto del látex, en 24 horas de almacenamiento a 4 °C, mayores detalles en Anexo 8.

El látex en polvo de higo tiene efecto igual en la CRA de carne bovino en los tratamientos mediante ANOVA, sin embargo, mediante LSD el sin tratamiento (T1) presenta mayor CRA (menor pérdida por goteo) a los con tratamiento (T2, T3, T4) y entre los tratamientos disminuye la CRA ($T4 > T3 > T2$) (mayor pérdida por goteo), en 24 horas de almacenamiento a 4°C.

Tabla 15

ANOVA de CRA de carne bovino.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	71.9667	3	23.9889	3.08	0.0575
Intra grupos	124.713	16	7.79458		
Total (Corr.)	196.68	19			

CV=61.4064 %

Tabla 16*LSD al 95 % de CRA de carne bovino.*

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T2	5	3.252	X
T1	5	3.576	X
T3	5	6.354	XX
T4	5	7.776	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2		0.324	3.74321
T1 - T3		-2.778	3.74321
T1 - T4	*	-4.2	3.74321
T2 - T3		-3.102	3.74321
T2 - T4	*	-4.524	3.74321
T3 - T4		-1.422	3.74321

* indica una diferencia significativa.

5.3 CE de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

En la Tabla 17 se muestra el volumen de aceite retenido (Var) en mL el cual fue posible midiendo con una bureta, datos experimentales que se expresan como la CE de carne bovino sin y con látex en polvo de higo que se muestra en la Tabla 18.

Tabla 17*Volumen de aceite retenido (Var) de carne bovino.*

Tratamiento i y repetición j	Var (mL)
T11	194
T12	179
T13	178
T14	168
T21	223
T22	210
T23	200
T24	198
T31	200
T32	220
T33	214
T34	204
T41	228
T42	213
T43	208
T44	208

Tabla 18*CE de carne bovino en (mL).*

Repeticiones	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
1	194	223	200	228
2	179	210	220	213
3	178	200	214	208
4	168	198	204	208

En la Tabla 19 se muestra el ANOVA de CE de carne bovino sin y con látex en polvo de higo con valor-P (0.0019) < a la significancia (0.05), lo cual prueba que son significativamente diferentes los 4 tratamientos y mediante LSD (Tabla 20) se encuentra 3 pares de medias iguales T2-T3, T2-T4 y T3-T4 y 3 pares de medias diferentes T1-T2, T1-T3 y T1-T4, ambos con un nivel de confianza del 95 % muestran el efecto del látex en polvo de higo.

Por otro lado, la CE sin tratamiento T1 (179.75 ± 17.05) es menor a los con tratamiento T2 (207.75 ± 18.207) con el menor efecto en la CE, T3 (209.5 ± 14.555) con el mediano efecto y T4 (214.25 ± 15.061) con el mayor efecto. Entre los tratamientos la CE de $T4 > T3 > T2$ y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos (Ec. 01). Son resultados esperados del efecto del látex, en 24 horas de almacenamiento a 4 °C, mayores detalles en Anexo 9.

Tabla 19*ANOVA de CE de carne bovino.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2927.19	3	975.729	9.31	0.0019
Intra grupos	1257.25	12	104.771		
Total (Corr.)	4184.44	15			

CV=8.23528 %

Tabla 20*LSD al 95 % de CE de carne bovino.*

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1	4	179.75	X
T2	4	207.75	X
T3	4	209.5	X
T4	4	214.25	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2	*	-28.0	15.7698
T1 - T3	*	-29.75	15.7698
T1 - T4	*	-34.5	15.7698
T2 - T3		-1.75	15.7698
T2 - T4		-6.5	15.7698
T3 - T4		-4.75	15.7698

* indica una diferencia significativa.

5.4 pH de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

En la Tabla 21 se muestran los resultados de pH de carne bovino sin y con látex en polvo de higo, los cuales fueron medidos mediante un potenciómetro.

Tabla 21*pH de carne bovino.*

Repeticiones	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
1	6	5.9	6.13	6.18
2	5.95	5.95	6.15	6.23
3	5.94	6.02	6.06	6.21
4	5.98	6.09	6.02	6.19
5	5.98	6.21	6.13	6.2

En la Tabla 22 se muestra el ANOVA de pH de carne bovino sin y con látex en polvo de higo con valor-P (0.0005) < a la significancia (0.05), lo cual prueba que son significativamente diferentes los 4 tratamientos y mediante LSD (Tabla 23) se encuentra 2 pares de medias iguales T1-T2 y T2-T3 y 4 pares de medias diferentes T1-T3, T1-T4, T2-T4 y T3-T4, ambos con un nivel de confianza del 95 % muestran el efecto del látex en polvo de higo.

El pH sin tratamiento T1 (5.970 ± 0.03041) es menor a los con tratamiento T2 (6.034 ± 0.15121) con el menor efecto en el aumento de pH, T3 (6.098 ± 0.0688) con el mediano efecto y T4 (6.202 ± 0.02388) con el mayor efecto. Entre los tratamientos el pH de T2 < T3 < T4 y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus

errores respectivos (Ec. 01). Son resultados esperados del efecto del látex en 24 horas de almacenamiento a 4 °C, mayores detalles en Anexo 10.

Tabla 22

ANOVA de pH de carne bovino.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.1468	3	0.0489333	10.37	0.0005
Intra grupos	0.07548	16	0.0047175		
Total (Corr.)	0.22228	19			

CV=1.78015 %

Tabla 23

LSD al 95 % de pH de carne bovino.

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	5	5.97	X
T2	5	6.034	XX
T3	5	6.098	X
T4	5	6.202	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2		-0.064	0.092088 1
T1 - T3	*	-0.128	0.092088 1
T1 - T4	*	-0.232	0.092088 1
T2 - T3		-0.064	0.092088 1
T2 - T4	*	-0.168	0.092088 1
T3 - T4	*	-0.104	0.092088 1

* indica una diferencia significativa.

5.5. Color L*a*b* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

5.5.1 Color L* de carne bovino

En la Tabla 24 se muestran el color L de carne bovino sin y con látex en polvo de higo, los cuales fueron medidos mediante el colorímetro Konica Minolta CR-400 en espacio CIE L*, a* y b*.

Tabla 24*Color L* de carne bovino.*

Repeticiones	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
1	29.07	35.18	32.49	37.2
2	26.35	34.26	29.8	34.5
3	29.49	25.89	38.22	36.25
4	21.18	26.64	38.89	35.23
5	25.12	33.26	31.48	32.71

En la Tabla 25 se muestra el ANOVA de color L* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo con valor-P (0.0048) < a la significancia (0.05), lo cual prueba que son significativamente diferentes los 4 tratamientos y mediante LSD (Tabla 26) se encuentra 3 pares de medias iguales T2-T3, T2-T4 y T3-T4 y 3 pares de medias diferentes T1-T2, T1-T3 y T1-T4, ambos con un nivel de confianza del 95 % muestran el efecto del látex en polvo de higo.

Por otro lado, el color L* sin tratamiento T1 (26.242 ± 4.1851) es menor a los con tratamiento T2 (31.046 ± 5.4942) con el menor efecto en el aumento de los valores de color L*, T3 (34.176 ± 5.1134) con el mediano efecto y T4 (35.178 ± 2.1318) con el mayor efecto. Entre los tratamientos el color L* de $T2 < T3 < T4$ y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos (Ec. 01). Son resultados esperados del efecto del látex en 24 horas de almacenamiento a 4 °C, mayores detalles en Anexo 11.

Tabla 25*ANOVA de color L* de carne bovino.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	242.191	3	80.7305	6.35	0.0048
Intra grupos	203.387	16	12.7117		
Total (Corr.)	445.579	19			

CV=15.2956 %

Tabla 26

LSD al 95 % de color L* de carne bovino.

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1	5	26.242	X
T2	5	31.046	X
T3	5	34.176	X
T4	5	35.178	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2	*	-4.804	4.78024
T1 - T3	*	-7.934	4.78024
T1 - T4	*	-8.936	4.78024
T2 - T3		-3.13	4.78024
T2 - T4		-4.132	4.78024
T3 - T4		-1.002	4.78024

* indica una diferencia significativa.

5.5.2 Color a* de carne bovino

En la Tabla 27 se muestran el color a* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo, los cuales fueron medidos mediante el colorímetro Konica Minolta CR-400 en espacio CIE L*, a* y b*.

Tabla 27

Color a* de carne bovino.

Repeticiones	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
1	11.78	8.28	9.62	4.95
2	9.76	10.67	11.69	4.71
3	14.32	11.32	7.25	6.22
4	10.34	13.10	4.14	7.49
5	9.63	14.46	6.16	4.49

En la Tabla 28 se muestra el ANOVA de color a* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo con valor-P (0.0015) < a la significancia (0.05), lo cual prueba que son significativamente diferentes los 4 tratamientos y mediante LSD (Tabla 29) se encuentra 2 pares de medias iguales T1-T2 y T3-T4 y 4 pares de medias diferentes T1-T3, T1-T4, T2-T3 y T2-T4, ambos con un nivel de confianza del 95 % muestran el efecto del látex en polvo de higo.

Por otro lado, el color a* sin tratamiento T1 (11.166 ± 2.4182) es mayor a los con tratamiento T4 (5.572 ± 1.57051) y T3 (7.772 ± 3.66388), y menor a T2 (11.566 ± 2.93763). Entre los

tratamientos el color a^* de $T4 < T3 < T2$ y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos (Ec. 01). Son resultados esperados del efecto del látex en 24 horas de almacenamiento a 4 °C, mayores detalles en Anexo 12.

Tabla 28

ANOVA de color a^ de carne bovino.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	122.668	3	40.8894	8.29	0.0015
Intra grupos	78.9602	16	4.93501		
Total (Corr.)	201.628	19			

CV=36.1194 %

Tabla 29

LSD al 95 % de color a^ de carne bovino.*

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T4	5	5.572	X
T3	5	7.772	X
T1	5	11.166	X
T2	5	11.566	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2		-0.4	2.97846
T1 - T3	*	3.394	2.97846
T1 - T4	*	5.594	2.97846
T2 - T3	*	3.794	2.97846
T2 - T4	*	5.994	2.97846
T3 - T4		2.2	2.97846

* indica una diferencia significativa.

5.5.3 Color b^* de carne bovino

En la Tabla 30 se muestran el color b^* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo, los cuales fueron medidos mediante el colorímetro Konica Minolta CR-400 en espacio CIE L*, a^* y b^* .

Tabla 30*Color b* de carne bovino.*

Repeticiones	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
1	8.63	8.09	8.59	6.79
2	6.79	9.99	8.31	6.71
3	8.96	9.08	4.79	7.63
4	7.14	9.92	6.66	7.69
5	6.62	9.75	7.78	7.17

En la Tabla 31 se muestra el ANOVA de color b* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo con valor-P (0.0148) < a la significancia (0.05), lo cual prueba que son significativamente diferentes los 4 tratamientos y mediante LSD (Tabla 32) se encuentra 3 pares de medias iguales T1-T3, T1-T4 y T3-T4 y 3 pares de medias diferentes T1-T2, T2-T3 y T2-T4, ambos con un nivel de confianza del 95 % muestran el efecto del látex en polvo de higo.

El color b* sin tratamiento T1 (7.628 ± 1.35089) es mayor a los con tratamiento T4 (7.198 ± 0.56700) y T3 (7.226 ± 1.92327), y menor a T2 (9.366 ± 0.99212). Entre los tratamientos el color b* de T4 < T3 < T2 y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos (Ec. 01). Son resultados esperados del efecto del látex en 24 horas de almacenamiento a 4 °C, mayores detalles en Anexo 13.

Tabla 31*ANOVA de color b* de carne bovino.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	15.8097	3	5.2699	4.76	0.0148
Intra grupos	17.7194	16	1.10746		
Total (Corr.)	33.5291	19			

CV= 16.9128 %

Tabla 32

LSD al 95 % de color b^* de carne bovino.

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T4	5	7.198	X
T3	5	7.226	X
T1	5	7.628	X
T2	5	9.366	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	-1.738	1.41095
T1 - T3		0.402	1.41095
T1 - T4		0.43	1.41095
T2 - T3	*	2.14	1.41095
T2 - T4	*	2.168	1.41095
T3 - T4		0.028	1.41095

* indica una diferencia significativa.

CAPÍTULO VI: DISCUSIONES

6.1 Dureza de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

Los cuatro tratamientos sin y con látex en polvo de higo son significativamente diferentes mediante ANOVA como se muestra en la Tabla 11. Mediante LSD, la dureza sin tratamiento, como se muestra en Tabla 12, T1 (2.6550 ± 0.22579) es mayor a los con tratamiento T3 (2.6138 ± 0.49994) con el menor efecto en la disminución de dureza, T2 (1.8413 ± 0.27614) con el mediano efecto y T4 (1.8388 ± 0.26903) y entre los tratamientos la dureza de $T4 < T2 < T3$ y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos. Son resultados esperados del efecto del látex, el nivel de dureza de la carne bovino disminuyó en un 44 % respecto al sin tratamiento en 24 horas de almacenamiento a 4 °C con un nivel de confianza del 95 % del efecto del látex en polvo de higo.

Las variaciones de la dureza, son debidas a la presencia de diferentes cantidades de tejido conectivo dentro de un mismo músculo (Dumont, 1990). La ficina del látex cumple las mismas características que los ablandadores bromelina y papaína en el ablandamiento de carne bovino (Chew, 2016). La inyección de la enzima bromelina y papaína en la carne logra disminuir la dureza en 47% (Marrasquin, 2016). Se encuentra la blandura de la carne de res cocida y sin cocer con los tratamientos de cloruro de calcio, bromelina y papaína (Martínez et al., 2016). Se aplican enzimas proteolíticas de papaína, ficina y bromelina en la carne obteniendo un ablandamiento mediante la hidrólisis de las proteínas en 88% (García, 2013). Aplican bromelina y papaína en proporción de 1:1 en carne de res en condiciones de refrigeración, logrando disminuir la dureza e incrementar la CRA y pH (Gelvez et al. 20006).

El pH está relacionado con la dureza, al respecto, varios investigadores encontraron que la terneza en vacuno disminuía a medida que el pH final aumentaba de 5.4 a 6.1 (Purchas, 1990; Barnier et al., 1992). Ashie et al. (1997) mencionan que los principales sistemas enzimáticos ligados con la degradación proteolítica del músculo son las colagenasas, las proteasas alcalinas, y principalmente las proteinasas neutras activadas por calcio y las catepsinas.

La ficina de látex de diversas especies de *Ficus* (familia moreáceas) al igual que la papaína obtenida del fruto inmaduro de la papaya (familia caricácea) es una enzima proteolítica.

Hidroliza péptidos, amidas y ésteres, y sido también denominada “pepsina vegetal”. A diferencia de la pepsina, actúa tanto en medio ácido como en medio neutro o alcalino. Se ha utilizado en la digestión de proteínas, para el ablandamiento de carnes y en la fabricación de quesos (Bertoluzzo et al., 2008).

6.2 CRA de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

Los cuatro tratamientos sin y con látex en polvo de higo son iguales estadísticamente mediante ANOVA como se muestra en la Tabla 15. Sin embargo, mediante LSD, la CRA sin tratamiento, como se muestra en la Tabla 16, T1 (3.576 ± 2.915337) es menor a los con tratamiento T3 (6.354 ± 3.56327) y T4 (7.776 ± 4.21893), y mayor a T2 (3.252 ± 3.012208) y entre los tratamientos la CRA de $T4 > T3 > T2$ y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos. Son resultados esperados del efecto del látex en 24 horas de almacenamiento a 4 °C con un nivel de confianza del 95 % del efecto del látex en polvo de higo.

Se evidencia una reducción del CRA, debido a que la acción de las enzimas de papaína rompe las fibras musculares en carne vacuna (Montoya y Miano, 2011). En la presente investigación se puede evidenciar que la CRA en la carne con tratamiento es menor al sin tratamiento, debido que presentó mayor pérdida de peso durante el almacenaje por efecto látex.

Cuando los tejidos tienen una baja capacidad de retención de agua la pérdida de humedad y por ende la pérdida de peso, durante el almacenaje es mayor; una vez que el canal es fraccionada en los cortes principales, la superficie de exposición al aire se aumenta y, como consecuencia, también se incrementa la pérdida de humedad por evaporación; dependiendo de las condiciones ambientales, la pérdida de humedad puede ser más o menos severa pero siempre se afecta la calidad de la carne por la deshidratación superficial (Young y Smith, 2004).

El porcentaje de pérdida de agua por goteo varía entre la carne de diferentes especies animal y con el tiempo de almacenamiento que transcurre hasta su comercialización, mostrando así resultados de CRA de carne de res con un tiempo de (24, 48, y 72) h de almacenamiento que presentan una CRA de (0.117, 0.187 y 0.213) g las mismas que se muestran en términos de porcentaje (1.801, 2.943 y 3.353) % (Morón y Zamorano, 2004). La CRA disminuye con la edad, debido a que varía en función del tamaño de las fibras musculares y el porcentaje de

sus distintos músculos, tendiendo a un pH menor y además a medida que se incrementa la edad disminuyen las pérdidas de agua por goteo (Guenther et al., 1981).

6.3 CE de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

Los cuatro tratamientos sin y con látex en polvo de higo son significativamente diferentes mediante ANOVA como se muestra en la Tabla 19. Mediante LSD, la CE sin tratamiento, como se muestra en Tabla 20, T1 (179.75 ± 17.05) es menor a los con tratamiento T2 (207.75 ± 18.207) con el menor efecto en la CE, T3 (209.5 ± 14.555) con el mediano efecto y T4 (214.25 ± 15.061) con el mayor efecto y entre los tratamientos la CE de $T4 > T3 > T2$ y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos. Son resultados esperados del efecto del látex en 24 horas de almacenamiento a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ con un nivel de confianza del 95 % del efecto del látex en polvo de higo.

La capacidad de emulsificación (CE) puede variar de acuerdo a diferentes factores, tales como la concentración de NaCl, la cual afecta directamente el pH de la carne y su punto isoeléctrico siendo también la temperatura unos de los factores cambio que afectan el resultado del análisis (Goch, 2000).

La emulsificación determina que tamaño de la partícula de grasa disminuye a medida que la emulsión aumenta teniendo en cuenta que debe haber suficiente proteína para el recubrimiento de las partículas de grasa por lo que a medida que se agrega grasa a la licuadora la temperatura y la retención superficial de grasa disminuye (Knipe, 2002).

6.4. pH de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

Los cuatro tratamientos sin y con látex en polvo de higo son significativamente diferentes mediante ANOVA como se muestra en la Tabla 22. Mediante LSD, el pH sin tratamiento, como se muestra en Tabla 23, T1 (5.970 ± 0.03041) es menor a los con tratamiento T2 (6.034 ± 0.15121) con el menor efecto en el aumento de pH, T3 (6.098 ± 0.0688) con el mediano efecto y T4 (6.202 ± 0.02388) con el mayor efecto y entre los tratamientos el pH de $T2 < T3 < T4$ y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos. Son resultados esperados del efecto del látex en 24 horas de almacenamiento a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ con un nivel de confianza del 95 % del efecto del látex en polvo de higo.

Schackelford et al. (1994) considera que los valores de pH afectan directamente a la dureza de la carne. En la presente investigación como se observa en nuestra Tabla 23, el valor del pH obtenido en la medición de carne bovino sin látex en polvo de higo (T1) tiene un valor

de 5.97; este valor obtenido es superior a lo que menciona Lawrie (1998), que considera que el pH de la carne tras el sacrificio desciende ligeramente hasta las 24 horas post mortem a 5.4; este descenso del pH muscular podría deberse a lo que consideran Muchenje et al. (2009), sobre el manejo del pre-sacrificio, el estrés ocasionado en los momentos previos al sacrificio, factores que más influyen en la aparición del pH elevados como consecuencia del consumo de glucógeno; para eso es importante considerar que la carne debe pasar por un tiempo de ayuno hasta el sacrificio. Warriss (2004) considera que es mucho más importante el estrés ambiental debido a los olores, ruidos, agua, cambios térmicos o espera en un lugar extraño junto con el tipo de transporte, estos factores influirán mucho más en la velocidad de caída y valor de pH, por lo cual podemos considerar que estos factores habrían influido en el ligero aumento del pH de la carne bovino.

6.5 Color L*a*b* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

En el caso de la carne, el color fue definido en el sistema CIE L* a* b* con valores de a* y b* positivos y las variaciones de los mismos estarán reflejando el estado químico (grado de oxidación) del pigmento de un determinado momento (Sañudo et al., 2008).

La apariencia física de la carne es la principal característica en que se basa el consumidor al hacer su elección inicial (Krammer, 1994). Adams y Huffman (1972) indicaron que el consumidor relaciona el color de la carne con su frescura. El consumidor ha aprendido a través de la experiencia que el color de la carne fresca de vacuno es rojo brillante y considera inaceptable cualquier desviación (Urbain, 1952).

El color de la carne también está influido por la capacidad de retención de agua, porque cuando tiene agua ligada absorbe más radiaciones, dando una impresión de carne mucho más oscura. Por el contrario, cuando el agua en la carne está libre, la superficie aparece húmeda y refleja mayor proporción de radiación, dando una apariencia mucho más clara (Carballo y López, 1991). La temperatura de almacenamiento afecta al color del músculo debido a su efecto sobre la velocidad de las reacciones químicas y a su influencia sobre el crecimiento microbiano (Cross et al., 1986). Cuando la carne o la grasa empiezan a decolorarse, es un indicativo de que se está llegando al final de la vida útil del producto y, por tanto, que la calidad de la carne se está deteriorando (Miller, 1994).

6.5.1 Color L* de carne bovino

Los cuatro tratamientos sin y con látex en polvo de higo son significativamente diferentes mediante ANOVA como se muestra en la Tabla 25. Mediante LSD, el color L* sin

tratamiento, como se muestra en Tabla 26, T1 (26.242 ± 4.1851) es color oscuro ligeramente menor a los con tratamiento T2 (31.046 ± 5.4942) con el menor efecto en el aumento de los valores de color L*, T3 (34.176 ± 5.1134) con el mediano efecto y T4 (35.178 ± 2.1318) con el mayor efecto y entre los tratamientos el color L* de $T2 < T3 < T4$ y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos. Son resultados esperados del efecto del látex con ligera tendencia hacia luminosidad en 24 horas de almacenamiento a 4 °C con un nivel de confianza del 95 % del efecto del látex en polvo de higo.

Por otro lado, el color L* sin tratamiento T1 (26.242 ± 4.1851) es menor a los con tratamiento T2 (31.046 ± 5.4942) con el menor efecto en el aumento de los valores de color L*, T3 (34.176 ± 5.1134) con el mediano efecto y T4 (35.178 ± 2.1318) con el mayor efecto. Entre los tratamientos el color L* de $T2 < T3 < T4$. Son resultados esperados del efecto del látex en 24 horas de almacenamiento a 4 °C, mayores detalles en Anexo 11.

El valor de L* con el estado físico de la carne, la estructura de las fibras musculares y la cantidad de luz que reflejan (Sañudo et al., 2008). La coordenada L* es la más relacionada con la valoración visual del consumidor (Murray, 1989).

Respecto del sexo, se puede decir que las hembras tienen las carnes más oscuras (mayor cantidad de pigmentos) que los machos (Renerre, 1986). También se ha observado un aumento del contenido en pigmento con la edad, relacionado con el aumento de la infiltración de grasa intramuscular, lo que crearía mayores dificultades de oxigenación, y un color más oscuro (Renerre y Valin, 1979). Aunque otros autores han observado que la estabilidad del color tiende a disminuir con la edad (Urbain, 1952).

6.5.2 Color a* de carne bovino

Los cuatro tratamientos sin y con látex en polvo de higo son significativamente diferentes mediante ANOVA como se muestra en la Tabla 28. Mediante LSD, el color a* sin tratamiento, como se muestra en Tabla 29, T1 (11.166 ± 2.43182) es rojo luminoso ligero mayor a los con tratamiento T4 (5.572 ± 1.57051) y T3 (7.772 ± 3.66388), y menor a T2 (11.566 ± 2.93763) y entre los tratamientos el color a* de $T4 < T3 < T2$ y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos. Son resultados esperados del efecto del látex con ligera tendencia hacia verde en 24 horas de almacenamiento a 4 °C con un nivel de confianza del 95 % del efecto del látex en polvo de higo.

La coordenada a^* (eje rojo-verde) está relacionada con el contenido de mioglobina (Pérez et al., 1998). Kang et al. (1998) dicen que el valor de a^* puede ser útil para predecir la concentración de mioglobina y el color de la carne.

6.5.3 Color b^* de carne bovino

Los cuatro tratamientos sin y con látex en polvo de higo son significativamente diferentes mediante ANOVA como se muestra en la Tabla 31. Mediante LSD, el color b^* sin tratamiento, como se muestra en Tabla 32, T1 (7.628 ± 1.35089) es amarillo luminoso ligero mayor a los con tratamiento T4 (7.198 ± 0.56700) y T3 (7.226 ± 1.92327), y menor a T2 (9.366 ± 0.99212) y entre los tratamientos el color b^* de T4 < T3 < T2 y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos. Son resultados esperados del efecto del látex con ligera tendencia hacia azul en 24 horas de almacenamiento a 4 °C con un nivel de confianza del 95 % del efecto del látex en polvo de higo.

La coordenada b^* (eje amarillo-azul) ha sido relacionada con los distintos estados de la mioglobina (Pérez, 1996). Pérez et al. (1998) concluyeron que la concentración de mioglobina no es un factor determinante sobre esta coordenada, ya que, si lo fuera, cabría esperar un comportamiento similar al obtenido para la coordenada a^* . Sin embargo, observaron que las carnes grasas presentan valores de b^* similares a los obtenidos para las carnes magras. Este comportamiento podría deberse a una mayor contribución por parte de la grasa al índice de amarillo.

CONCLUSIONES

El látex en polvo de higo tiene efecto significativo en la dureza de carne bovino en los tratamientos mediante ANOVA y mediante LSD el sin tratamiento (T1) tiene mayor dureza a los con tratamiento (T2, T3, T4) y entre los tratamientos disminuye la dureza ($T4 < T2 < T3$) y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos, el nivel de dureza de la carne bovino disminuyó en un 44 % respecto al sin tratamiento, en 24 horas de almacenamiento a 4 °C.

El látex en polvo de higo tiene efecto igual en la CRA de carne bovino en los tratamientos mediante ANOVA ($T1 = T2 = T3 = T4$), en 24 horas de almacenamiento a 4 °C.

El látex en polvo de higo tiene efecto significativo en la CE de carne bovino en los tratamientos mediante ANOVA y mediante LSD el sin tratamiento (T1) tiene menor CE a los con tratamiento (T2, T3, T4) y entre los tratamientos aumenta la CE ($T4 > T3 > T2$) y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos, en 24 horas de almacenamiento a 4 °C.

El látex en polvo de higo tiene efecto significativo en el pH de carne bovino en los tratamientos mediante ANOVA y mediante LSD el sin tratamiento (T1) tiene menor pH a los con tratamiento (T2, T3, T4) y entre los tratamientos aumenta el pH ($T2 < T3 < T4$) y hay efecto de tratamientos debido a la variabilidad de medias de tratamientos y sus errores respectivos, en 24 horas de almacenamiento a 4 °C.

El látex en polvo de higo tiene efecto significativo en el eje positivo del color L^* , a^* y b^* de carne bovino de los tratamientos mediante ANOVA y mediante LSD el color L^* , el sin tratamiento (T1) tiene menor luminosidad, con tratamientos disminuyen con ligera tendencia hacia la luminosidad; el color a^* , el sin tratamiento tiene color rojo ligero, con tratamientos disminuye con ligera tendencia hacia el verde; el color b^* , el sin tratamiento tiene color amarillo ligero, con tratamiento disminuye con ligera tendencia hacia azul, en 24 horas de almacenamiento a 4 °C.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo desarrollado en el Trabajo de Investigación se recomienda lo siguiente: Los higos a usar deben ser verdes, frescos y de tamaños grandes ya que presentan mayor cantidad de látex. Además, usar guantes al extraer el látex de los higos debido que podría generar alguna irritación en la piel.

Mantener el látex de higo seco refrigerada y en un frasco oscuro para que tenga más tiempo de vida útil.

Las muestras de carne se deben tomar haciendo seguimiento del faenado del animal tanto en el camal como en el mercado con un tiempo de 24 horas post-mortem, tiempo en el que se produce la transformación del musculo en carne con un descenso del pH.

Mantener el corte de carne bovino sin pérdida de cadena de frío antes y después de la aplicación del látex en polvo de higo.

Se recomienda investigar la aplicación de látex de higo directamente en estado líquido en carne bovina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, J.R. y Huffman, D.L. (1972). Effect of controlled gas atmospheres and temperature on quality packaged pork. *J. Food Sci.* 37, 869-375.
- Amerling C. (2001). *Antología: Tecnología de la carne*. EUNED; ISBN: 978-9968-31-108-3. 308 p.
- Andújar, G., Pérez, D. y Venegas, O. (2003). *Química y bioquímica de la carne y los productos cárnicos*. Editorial Universitaria. Cuba.
- Anzaldúa, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Apple, J. K.; Dikeman, M. E.; Minton, J. E.; McMurphy, R. M.; Fedde, M. R.; Leith, D. E. y Unruh, J. A. (1995). Effects of Restraint and Isolation Stress and Epidural Blockade on Endocrine and Blood Metabolite Status, Muscle Glycogen Metabolism, and Incidence of Dark -Cutting Longissimus Muscle of Sheep. *Journal of Animal Science* 73, 2295 -2307.
- Ashgar, A. y Pearson, A.M. (1980). Influence of ante-and post-mortem treatments upon muscle composition and meat quality. *Adv. Food Res.*
- Ashie, I.N.A.; Simpson, S.K.; Rumuswamy, H.S. (1997). Changes in texture and micro structure of pressure-treated fish muscle tissue during chilled storage. *J. Muscle Foods* 8, 13-32.
- Badui, S. (2013). *Química de los alimentos*. 4 ed. México: Editorial Pearson; ISBN: 970-26-0670-5. 648p.
- Barbosa, C.M.S., Morais, H.A., Delvivo, F.M., Mansur, H.S., Oliveira, M.C. y Silvestre, M.P.C. (2005). "Papain hydrolysates of casein: molecular weight profile and encapsulation in liposomes" *J. Sci, Food Agric, Estados Unidos*.
- Barnier, V.M.H., Geesink, G.H., Smulders, F.J.M., Van Logtestijn (1992). Rate of glycolysis, chilling rate and beef quality; An inventory of potential consequences. *Proc. 38th Int. Congr. Meat Sci. Technol. Clermont-Ferrand, Francia*.
- Bertoluzzo, M., Bertoluzzo, S. y Rigatuso, R. (2008). *Estudio cinético de la actividad proteolítica de la enzima ficina*. Taller de física, Rosario- Argentina.

- Braña, D., Ramírez, E., Rubio, M., Sánchez, A., Torrescano, G., Arenas, M., Partida, J., Ponce, E. y Ríos, F., (2011). Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Folleto técnico No. 11°. Mexico.
- Bratzler, J. (1949). Determining the tenderness of meat by use of the Warner-Bratzler method.. Proc. Recip. Meat Conf 2, p. 117-121.
- Carballo, B. y López de Torre, G. (1991). Manual de bioquímica y tecnología de la carne. Servicio de Investigación Agraria de la Junta de Extremadura.
- Chew, A.M. (2016). Extracción y purificación de la enzima ficina proveniente del látex del higo (*ficus carica l.*) Para su implementación en un ablandador cárnico. Guatemala.
- Chiralt Boix, Amparo; Martínez Navarrete, Nuria; González Martínez, Chelo; Talens Oliag, Pau; Moraga Ballesteros, Gemma (2007). Propiedades físicas de los alimentos. Editorial: Universidad Politécnica de Valencia.
- Cole, D.J.A. y Lawrie, R.A. (1975). Meat. Connecticut, E.E.U.U. Ed. AVI. 596 p.
- Cross, H.R., Durland, P.R. y Seideman, S.C. (1986). Sensory Qualities of Meat. En: Muscle as Food. Food Science and Technology. Ed. P.J. Bechtel. Series ed. B.S. Schweigert. Academic Press, Inc. New York.
- Dumont, B.L. 1990. Variation of ham conformation and relation to the muscle/bone ratio. En: Journées de la recherche porcine en France. París. Vol. 22, 43-49.
- Elizalde, B.E. (1987). Propiedades funcionales y físico-químicas de las proteínas en relación a su comportamiento en las emulsiones alimenticias.
- Enfalt, A. C.; Lundstrom, K. y Engstrand, U. (1993). Early post mortem pH decrease in porcine M. Longissimus dorsi of PSE, normal and DFD quality. Meat Science.
- Fellows, P. (1994). Tecnología del procesado de alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza, España. P 175-178.
- Fennema, O. (2000). Química de los alimentos. Zaragoza - España. Acribia. 1166 p.
- Food and Drug Administration (FDA) (2009). Capítulo 1 'Propósitos y definiciones. 2. Estados Unidos: Food and Drugs (FDA).
- Forrest, J.C., Aberle, E.D., Hedrick, H.B., Judge, M.D. y Merkel, R.A. (1979). Fundamentos de ciencia de la carne. Acribia, Zaragoza, España.
- Fundación española de Española de la Nutrición, (2001). La carne de vacuno en la alimentación humana. Madrid.
- Fundación Española de la Nutrición-Federación Madrileña de Detallistas de la Carne (FEN-FEDECARNE) (2009). Guía Nutricional de la Carne.

- García, M. (2013). Extracción e inmovilización de enzimas proteolíticas de tres tipos de frutas mediante dos métodos y su aplicación en la industria alimentaria, en el laboratorio de biotecnología de la universidad estatal de bolívar. Tesis de Grado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agroindustrial. Ecuador.
- García, M.L., Domínguez, R., Galvez, M.D., Casas, C. y Selgas M.D. (2004). Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Sci.*
- Gélvez, O., Mónica, V., Vargas, Y., Mesa, L., Gómez, D. (2006). Determinación de propiedades fisicoquímicas de la carne de res mediante el uso de enzimas de papaína y bromelina. *Alimentech*, p. 4(2): 41- 49.
- Grandin, T. (1993). Teaching principles of behavior and equipment design for handling livestock. *Journal of Animal Science* 71, 1065-1070.
- Guenther, J.J.; Novotny, K.K. y Hintz, R.L. (1981). The growth of three fiber types in beef Longissimus muscle as influenced by breed and age. *Anim. Sci. Res. Rep. Exper. Station. Oklahoma State University*. Vol.108:51-53.
- Guerrero, I. (2004). Productos cárnicos. En: García M., Quintero R. y López A. *Biotecnología alimentaria*. México: Editorial LIMUSA; ISBN 968-18-4522-6. 636 p.
- Guerrero, I., Ponce, E. y Pérez, M.L. (2002). Curso práctico de tecnología de carnes y pescado. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.
- Gutiérrez, H. y De la vara, R. (2012). Análisis y diseño de experimentos. 3ra ed. México, Ed. McGraw –Hill interamericana editores S.A.
- Hamm, R. (1986). Functional Properties of the Miofibrillar System and their Measurements. En: *Muscle as Food*. Ed. P.J. Bechtel. Academic Press, New York.
- Hleap J. y Molina A. (2008). Manual de transferencia tecnológica: Proceso de elaboración de salchichas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp*) con adición de almidón de sagú (*Maranta arundinacea*). Palmira: Universidad nacional de Colombia.
- Horcada, A. y Polvillo, O (2010). Conceptos básicos sobre la carne.
- Jeremiah, L.E. (1982). Factors affecting consumption, selection and acceptability of meat purchases. *Journal of Consumer Studies and Home Economics* 6:137-154.
- Johnson, L. (1994). Pathogen microorganisms and microbial toxins associated with muscle foods. En: Kinsman DM, Kotula AW, Breidestein BC. *Muscle foods meat, poultry and seafood technology*. USA: Chapman and Hall.

- Kang, J.O., Kim, S.H., Kim, I.H., Kim, C.J., Joo, S.T., Sakata, R. (1998). Study on the indicators of beef quality in Korea. En: 44th International Congress of Meat Science and Technology, pp. 888-889.
- Knipe, Lynn. (2002). Emulsiones Cárnicas. Disponible en: <http://meatsci.osu.edu/SpanishDocuments/Emulsionescarnicasknipe.pdf> : [Accesado: 16/05/2011]
- Krammer, A. (1994). Use of colour measurements in quality control of food. Food Technol. 48, 63-71.
- Lawrie, R.A. (1998). Ciencia de la carne. Zaragoza, España, Acribia.
- Manual of Minolta (1998). Precise color communication. Color control from preception to instrumentation.
- Marrasquin, R. (2016). Efecto de la adición de una mezcla de Bromelina y Papaína sobre ciertas características físico químicas de la carne vacuna. Trabajo de Titulación Previo a la obtención del título de ingeniera agroindustrial. Ecuador.
- Martínez, O.A., Hernández, R., Mendoza, J.M., Bucio, C.M., Salas, M.D. y Orozco D.V., (2016). Efecto del cloruro de calcio y enzimas proteolíticas sobre la blandura de la carne de res. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol.1.
- Medina, L. (2009). Ingeniería Alimentaria. Tecnología e industrias cárnicas e hidrobiológico. Guía de Prácticas. <http://ingenieriaalimentaria.blogspot.com/2009/12/carnicos-practica-02.html>
- Miller, R.K. (1994). Quality Characteristics. En: Muscle Foods. Meat Poultry and Seafood Technology. Eds. D.M. Kinsman, A.W. Kotula, B.C. Breidenstein. Chapman & Hall.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) (2019). Disponible en <https://www.gob.pe/informespublicaciones>.
- Ministerio de la Agroindustria. (2016). Manual de carnes y huevo. Usos y preparaciones culinarias para el aprovechamiento de la proteína animal. Buenos aires.
- MINOLTA (2003). Comunicación precisa de los colores. Manual KONICA MINOLTA.
- Monin, G. y Sellier, P. (1987). Citados por X. Vignon en: Le métabolisme énergétique musculaire peri-mortem. Viandes et Produits Carnés 1990.
- Montoya, T., y Miano, A. (2011). Influencia de la concentración de cloruro de sodio y de extracto de corazón de piña (Ananas comosus – var roja trujillana) inyectados como solución en la textura (resistencia a la penetración) y capacidad de retención de agua

- (CRA) en carne de vacuno (*Bos taurus*). Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Perú.
- Morón Fuenmayor, Oneida E. y Zamorano García, Libertad (2004). Pérdida por goteo en carne cruda de diferentes tipos de animales. *Revista Científica*, XIV(1), . [fecha de Consulta 7 de Septiembre de 2021]. ISSN: 0798-2259. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95911219006>
- Muchenje V, Dzama K, Chimonyo M, Strydom PE, Raats JG. (2009). Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. *Meat Sci*; 81:653-657.
- Murray, A.C. (1989). Factors affecting beef colour at time of grading. *Can. J. Anim. Sci.* 69, 347-355.
- Naveena, B., Mendiratta, S. y Anjaneyulu, A. (2004). Tenderization of buffalo meat using plant proteases from *Cucumis trigonus* Roxb (Kachri) and *Zingiber officinale* roscoe (Ginger rhizome). *Meat Sci.* 68 (2004) 363–369.
- Onega, M.E. (2003). Evaluación de la calidad de carnes frescas: Aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales. Tesis PH. D. Madrid - España. Universidad Complutense de Madrid. Consultada 02 mayo 2014. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/tesis/vet/ucm-t27264.pdf>. 473 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2013). “ficha técnica higo”
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2015). Composición de la carne. Obtenido de Departamento de Agricultura y protección del consumidor: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html.
- Ouali, A., (1991). Sensory quality of meat as affected by muscle biochemistry and modern technologies, En: *Animal Biotechnology and the quality of meat production*, (Ed.) Elsevier (Eds.) Fiems L.O., Cottyn B.G., Demeyer D.I., Amsterdam.
- Pérez Álvarez, J.A. (1996). Contribución al estudio objetivo del color en productos cárnicos crudo-curados. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Pérez Álvarez, J.A., Fernández López, J., Sayas Barberá, M.E. y Cartagena Graciá, R. (1998). Caracterización de los parámetros de color de diferentes materias primas usadas en la industria cárnica. *Eurocarne* nº63, enero-febrero, 115-122.

- Pietrasik, Z. (2003). Binding and textural properties of beef gels processed with k-carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase. *Meat Science* Vol. 63, 317- 324 p.
- Pla, M. (2000). Determinación instrumental de la calidad de la carne. Medida de la capacidad de retención de agua. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Coords. V. Cañeque y C. Sañudo. Monografías INIA: Ganadera N°1.
- Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (PROCISUR) (2014). Caracterización del valor nutricional de alimentos.
- Purchas, R.W. (1990). An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. *Meat Sci.* 27, 129-140.
- Ramírez G. (2009). Estudio de la carne. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Real Academia Española (RAE) (2014). Diccionario de la lengua española Publicada en: <http://www.rae.es/diccionario-de-la-lengua-espanola/la-23a-edicion-2014>
- Renerre, M. (1986). Influence des facteurs biologiques et technologiques sur la couleur de la viande bovine. *Bull Tech. C.R.Z.V. Theix., I.N.R.A.* 65, 41-45.
- Renerre, M. y Valin, C. (1979). Influence de l'âge sur les caractéristiques de la couleur des viandes bovines de la race Limousine. *Ann. Technol. Agric.* 283, 319-332.
- Roland, F. (2005). Requirements unique to the food and beverage industry en Pitcher, W.H. et al. (eds.) *Immobilized enzymes for food processing*, CRC Press, Boca Raton, pp. 55-80.
- Rosenthal, J. (1999). *Food texture measurement and perception*. Maryland, USA: Aspen Publishers.
- Rubio, M. (1992). Parámetros que definen la calidad de la carne. XVII Jornada Científica, (pág. 19). Salamanca.
- Sañudo Astiz, Carlos y Gonzales, Carlos (2008). Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano. Pág. 141,143,155, 156, 163,-170.
- Schmidr Hebk, Pennacchiotti. (1982). *Las Enzimas en los alimentos*, AlfaBeta Impresores. Santiago.
- Shackelford, S., Koohmaraie, M. y Savell, J. (1994). Quality of the meat. *Meat Science* 37:185- 195.
- Swatland, J. (1991). *Estructura y desarrollo de los animales de abasto*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.

- Techno Serve, (2004). Estudio Sub-sectorial carnes de vacuno y ovino, provincia de Cajamarca Perú (en línea, sitio web). Disponible en <https://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/626.pdf>
- Thompson, J. (2002). Managing meat tenderness. *Meat Science* 62:296-308.
- Uhlig, H. (1998). Enzymes in the meat industry. In: *Industrial Enzymes and their Applications* (Uhlig H, ed.), pp.: 337-339. John Willey & Sons. USA.
- Urbain, W.M. (1952). Oxygen is key to the colour of meat. *The National Provisioner* 127, 140-148.
- USA, (1977). *Rusr: Sausage and Rocess4 Meats Manufacturing*. Am. Meat Inst.
- Varnam A. y Sutherland J. (1998). *Carne y productos cárnicos : tecnología, química y microbiología*. Zaragoza: Editorial Acribia; ISBN: 84-200-0847-8. 438 p.
- Vioque, J., Clemente, A., Pedroche, J., Yust, MM y Millán, F. (2001) *Obtención y aplicación de Hidrolizados protéicos*.
- Visier, A. (1980). *Industria de la carne*. Edit. Aedos. Barcelona, España.
- Walters, C. L. (1975). Meat colour: the importance of haem chemistry. En: *Meat*, pp.386-401. D. J. A. Cole y R. A. Lawrie (Eds.) The Avi Publishing Company, Westport, Connecticut.
- Warris, P.D., Brown, S.N., Adams, S.J.M. (1990). Variation in haem pigment concentration and colour in meat from British pigs. *Meat Sci.* 28, 321-329.
- Warriss, P. (2004). Insensibilización y sacrificio de bovinos. *Revista Informativa Sobre Carne y Productos Cárnicos* 31:77-79.
- Weiss J. (2010). Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Sci*, 86(2010):196-213.
- Young, L. y Smith, D.P. (2004). Effect of vacuum on moisture absorption and retention by marinated broiler fillets, *Poult Sci* 83:129-131.
- Zimmerman, M. (2008). pH de la carne y factores que lo afectan. Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Obtenido de http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia.

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DEFINICIÓN DE OPERACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS						
	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	VALORES	DISEÑO O MÉTODO	INSTRUMENTO
EFECTO DE LA APLICACIÓN DE LÁTEX EN POLVO DE HIGO (<i>Ficus carica L.</i>) EN EL ABLANDAMIENTO DE CARNE BOVINO.	¿Cuál es el efecto del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>) en el ablandamiento de carne bovino?	Evaluar el efecto de la aplicación del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>) en el ablandamiento de carne bovino.	La aplicación del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>) tiene efecto en el ablandamiento de carne bovino.	Ablandamiento de carne bovino	Se refiere a la Dureza	Análisis físico	Dureza	kgf	Experimental	Texturómetro
	¿Cuál es el efecto del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>) en la dureza de carne bovino?	Determinar la dureza de carne bovino con la aplicación del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>)	La aplicación del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>) tiene efecto sobre la de dureza en carne bovino.	Propiedad de dureza de carne bovino	Atributos mecánicos, geométricos y superficiales de un producto	Análisis físico	Dureza	kgf	Experimental	Texturómetro
	¿Cuál es el efecto del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>) en la capacidad de retención de agua (CRA) de carne bovino?	Determinar la CRA de carne bovino con la aplicación del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>)	La aplicación del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>) tiene efecto en la CRA en carne bovino.	CRA de carne bovino	Capacidad de retención de agua de carne bovino	Análisis físico	CRA	Perdida por goteo en %	Experimental	Balanza digital
	¿Cuál es el efecto del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>) en la CE de carne bovino?	Determinar la CE de carne bovino con la aplicación del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>)	La aplicación del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>) tiene efecto en la capacidad de emulsión de carne bovino.	CE de carne bovino	Capacidad de la carne de sostener la grasa y producir emulsiones estables.	Análisis físico	CE	Cantidad de aceite emulsificado en mL	Experimental	Registro de datos
	¿Cuál es el efecto del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>) en el pH de carne bovino?	Determinar el pH de carne bovino con la aplicación del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>)	La aplicación del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>) tiene efecto en el pH en carne bovino.	pH de carne bovino	Logaritmo negativo de la concentración de protones.	Análisis fisicoquímico	pH	Ácido-Básico	Experimental	Potenciómetro
	¿Cuál es el efecto del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>) en el color de la carne bovino?	Determinar el color de carne bovino con la aplicación del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>)	La aplicación del látex en polvo de higo (<i>Ficus carica L.</i>) tiene efecto en el color de carne bovino.	Color de carne bovino	Propiedad relacionada con el espectro de la luz.	Análisis fisicoquímico	Color	Color L* (0 -100) a* (-60 -60) b* (-60-60)	Experimental	Colorímetro

Anexo 2 Extracción del látex de higo líquido y secado.

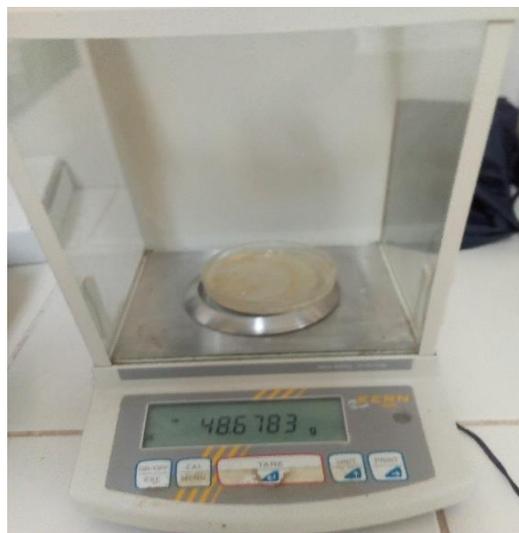
Anexo 2.1. Extracción del látex de higo líquido



Anexo 2.2. Peso de látex en líquido (a) y seco (b)



(b)



(a)

Anexo 2.3. Muestra de látex seco



Anexo 2.4. Análisis fisicoquímico del látex de higo

Estado de madurez (%)	pH	Acidez (%)	°Brix
25-50	5.40	0.059	11.50
25-50	5.64	0.060	12.30
25-0	5.50	0.058	11.70

Anexo 3 *Aplicación del látex en polvo de higo en el ablandamiento de carne bovino*

Anexo 3.1. Recepción de carne bovino del camal San Jerónimo con 24 h pos-morten



Anexo 3.2. Trozado de carne bovino en 34 trozos de 50 g



Anexo 3.3. CRA (perdida por goteo) de carne bovino sin y con látex en polvo de higo



Anexo 3.4. Determinación de pH, muestras (a) y lectura con potenciómetro (b)



(a)



(b)

Anexo 3.5. Medición del color ($L^*a^*b^*$) en un colorímetro



Anexo 4 *La metodología para determinación de CRA por Pla (2000)*

El método utiliza la fuerza de la gravedad, en este caso no se aplica ninguna fuerza externa. Las pérdidas de agua se originan por los cambios de volumen de las miofibrillas causados por el rigor mortis o por la contracción. El fluido liberado se acumula entre los haces de fibras. Cuando se corta el músculo el agua drena por la superficie a favor de la gravedad. Por ello, los métodos elegidos para medir las pérdidas por goteo deben mantener la integridad del músculo. La orientación de las fibras respecto del corte también es importante. Se ha de evitar la evaporación superficial y los métodos de soporte de la carne deben minimizar el estado de tensión (suspensión superior) o de compresión (suspensión inferior). Para ello, la muestra se coloca extendida sobre una malla (evita el contacto de la muestra con el agua liberada) situada en el fondo de un recipiente de plástico herméticamente cerrado, que se mantiene 24 horas en una cámara frigorífica a temperatura constante. El agua liberada se determina midiendo el peso que ha perdido la muestra.

Anexo 5 *Metodología para determinación de CE por Medina (2009)*

1. Moler 25 g. de carne con 100 mL. de solución de NaCl 1M en una licuadora hasta obtener una pasta. La mezcla debe estar a una temperatura máxima de 5° C.
2. Tomar de la pasta 25 g. y añadir 75 mL de NaCl 1M a 5° C. Mezclar en licuadora durante cinco minutos, a baja velocidad.
3. Se añade aceite vegetal con una bureta, hasta que deje de integrarse a la pasta de carne. Esto se observa por ruptura de la emulsión.
4. Informar la cantidad de aceite incorporado (antes de la ruptura de la emulsión) por gramo de carne.

Nota: Se puede añadir directamente a la pasta de carne una cantidad conocida de aceite (por ejemplo: 30 mL) y posteriormente añadir el aceite de la bureta. Efectuar esta determinación por triplicado.

Anexo 6 *Metodología para determinación del pH por (Guerrero et al., 2002)*

- a. Calibrar el potenciómetro
- b. Preparación de la muestra: Pesar 10 g de carne fresca y colocarla en el vaso de la licuadora; Añadir 90 mL de agua destilada y licuar por 1 min y Filtrar la suspensión de carne en la manta de cielo para eliminar el tejido conectivo.
- c. Medición del pH: Medir el pH por triplicado con el potenciómetro previamente calibrado; Lavar el electrodo con agua destilada y limpiar sin frotar con un papel absorbente después de cada muestra y al final.

Anexo 7 Dureza de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.

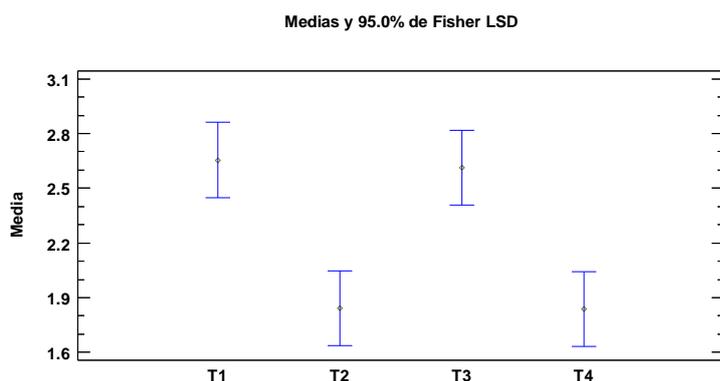
Anexo 7.1 Intervalo de confianza del 95% de dureza de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior	IC
T1	2.655	0.0954875	2.42921	2.88079	0.22579
T2	1.84125	0.116779	1.56511	2.11739	0.27614
T3	2.61375	0.211423	2.11381	3.11369	0.49994
T4	1.83875	0.113774	1.56972	2.10778	0.26903

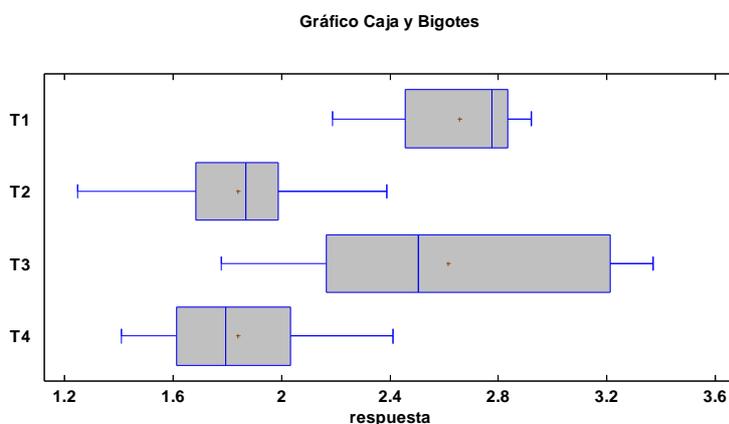
Anexo 7.2 Intervalo de confianza del 95% de dureza de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

Tratamientos	Dureza (kgf)
T1	2.6550 ± 0.22579
T2	1.8413 ± 0.27614
T3	2.6138 ± 0.49994
T4	1.8388 ± 0.26903

*Media ± error de estimación



Anexo 7.3 Medias y Fisher LSD de dureza de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.



Anexo 7.4 Caja y Bigotes de dureza de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.

Anexo 8 CRA de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

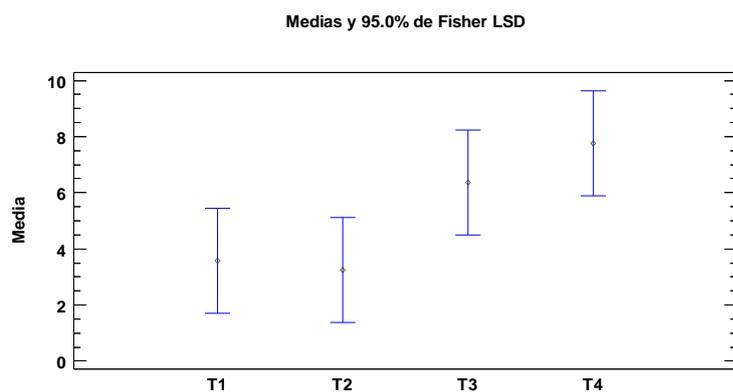
Anexo 8.1 Intervalo de confianza del 95% de CRA de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior	IC
T1	3.576	1.05002	0.660663	6.49134	2.915337
T2	3.252	1.08491	0.239792	6.26421	3.012208
T3	6.354	1.28339	2.79073	9.91727	3.56327
T4	7.776	1.51954	3.55707	11.9949	4.21893

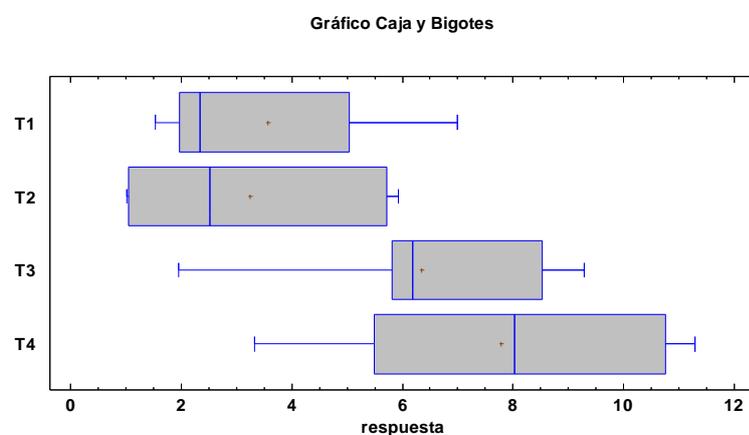
Anexo 8.2 Intervalo de confianza del 95% de CRA de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.

Tratamientos	CRA (%)
T1	3.576 ± 2.915337
T2	3.252 ± 3.012208
T3	6.354 ± 3.56327
T4	7.776 ± 4.21893

*Media ± error de estimación



Anexo 8.3 Medias y Fisher LSD de CRA de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.



Anexo 8.4 Caja y Bigotes de CRA de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.

Anexo 9 CE de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

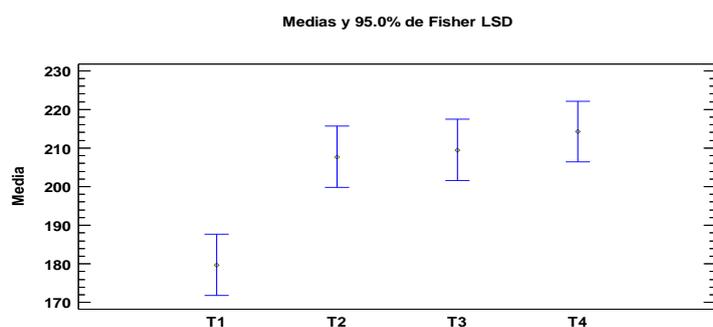
Anexo 9.1 Intervalo de confianza del 95% de CE de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.

	Media	Error Est.	Limite Inferior	Limite Superior
T1	179.75	5.35996	162.692	196.808
T2	207.75	5.72094	189.543	225.957
T3	209.5	4.57347	194.945	224.055
T4	214.25	4.73242	199.189	229.311

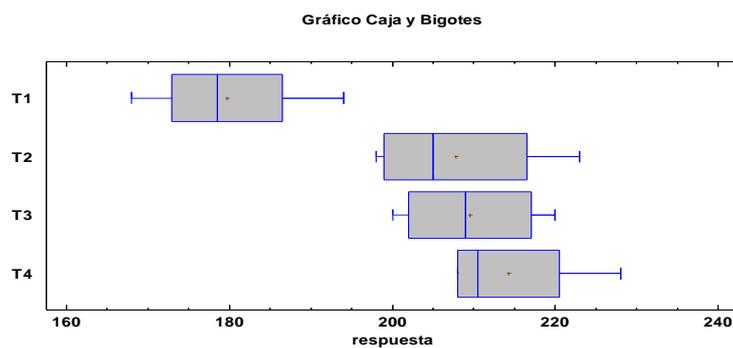
Anexo 9.2 Intervalo de confianza del 95% de CE de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.

Tratamientos	CE (mL de aceite retenido/g de proteína)
T1	179.75 ± 17.058
T2	207.75 ± 18.207
T3	209 ± 14.555
T4	214.25 ± 15.061

*Media ± error de estimación



Anexo 9.3 Medias y Fisher LSD de CE de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.



Anexo 9.4 Caja y Bigotes de CE de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.

Anexo 10 pH de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

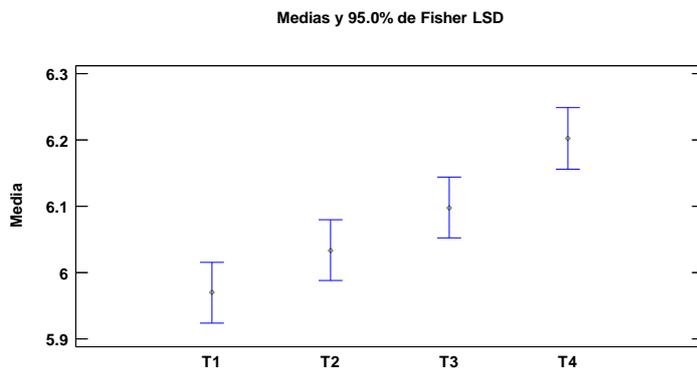
Anexo 10.1 Intervalo de confianza del 95% de pH de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
T1	5.97	0.0109545	5.93959	6.00041
T2	6.034	0.054461	5.88279	6.18521
T3	6.098	0.024779	6.0292	6.1668
T4	6.202	0.00860233	6.17812	6.22588

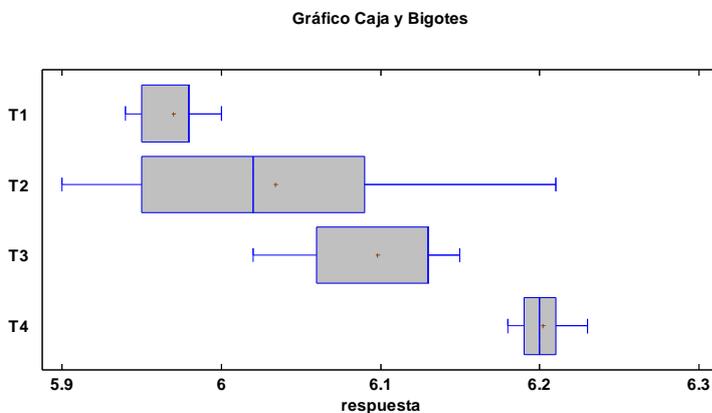
Anexo 10.2 Intervalo de confianza del 95% de pH de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

Tratamientos	pH
T1	5.970 ± 0.03041
T2	6.034 ± 0.15121
T3	6.098 ± 0.06880
T4	6.098 ± 0.02388

*Media ± error de estimación



Anexo 10.3 Medias y Fisher LSD de pH de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.



Anexo 10.4. Caja y Bigotes de pH de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.

Anexo 11 Color L* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

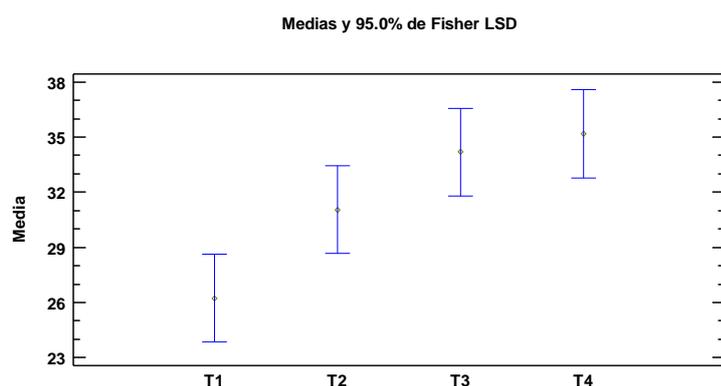
Anexo 11.1 Intervalo de confianza del 95% de color L* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
T1	26.242	1.50734	22.0569	30.4271
T2	31.046	1.97887	25.5518	36.5402
T3	34.176	1.84169	29.0626	39.2894
T4	35.178	0.767824	33.0462	37.3098

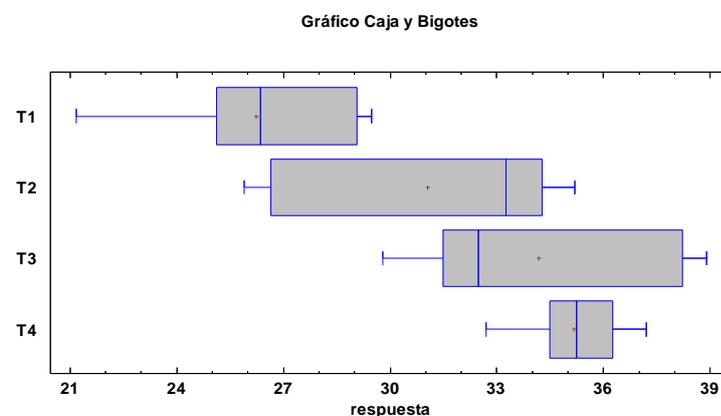
Anexo 11.2 Intervalo de confianza del 95% de color L* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.

Tratamientos	Color L*
T1	26.242 ± 4.1851
T2	31.046 ± 5.4942
T3	34.176 ± 5.1134
T4	35.178 ± 2.1318

*Media ± error de estimación



Anexo 11.3. Medias y Fisher LSD de Color L* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.



Anexo 11.4 Caja y Bigotes de Color L* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.

Anexo 12 Color a* de carne bovino de carne bovino con látex en polvo de higo

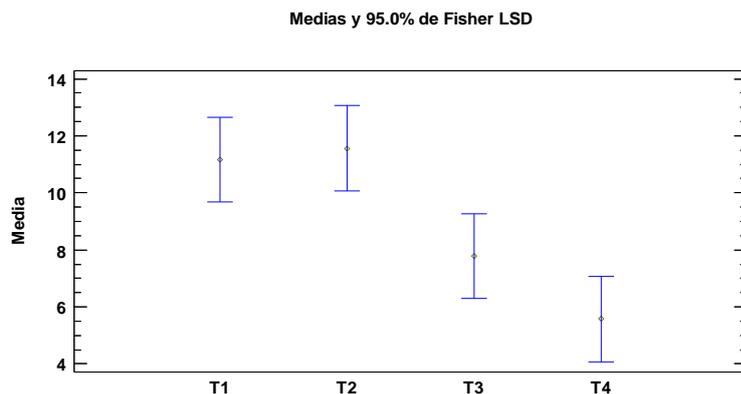
Anexo 12.1 Intervalo de confianza del 95% de color a* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior	IC
T1	11.166	0.875874	8.73418	13.5978	2.43182
T2	11.566	1.05805	8.62837	14.5036	2.93763
T3	7.772	1.31963	4.10812	11.4359	3.66388
T4	5.572	0.565654	4.00149	7.14251	1.57051

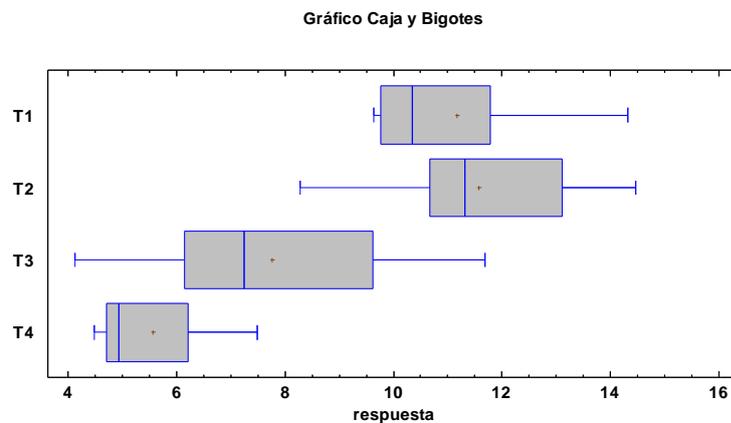
Anexo 12.2 Intervalo de confianza del 95% de color a* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

Tratamientos	Color a*
T1	11.166 ± 2.43182
T2	11.566 ± 2.93763
T3	7.772 ± 3.66388ñ+
T4	5.572 ± 1.57051

*Media ± error de estimación



Anexo 12.3. Medias y Fisher LSD de color a* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.



Anexo 12.4 Caja y Bigotes de color a* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.

Anexo 13 Color b* de carne bovino de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

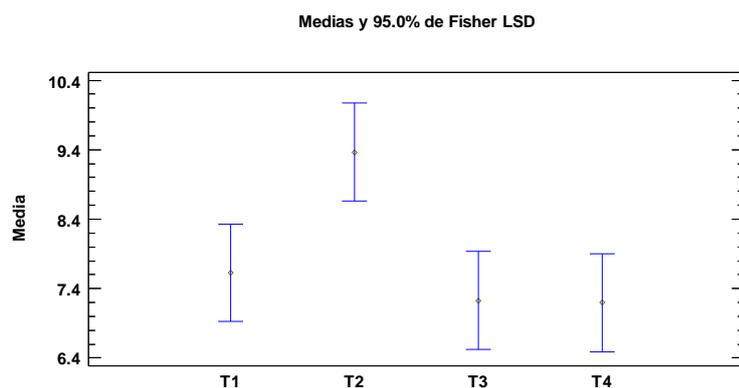
Anexo 13.1 Intervalo de confianza del 95% de color b* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.

Intervalos de confianza del 95.0%					
	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior	IC
T1	7.628	0.486553	6.27711	8.97889	1.35089
T2	9.366	0.357332	8.37388	10.3581	0.99212
T3	7.226	0.692709	5.30273	9.14927	1.92327
T4	7.198	0.204216	6.631	7.765	0.567

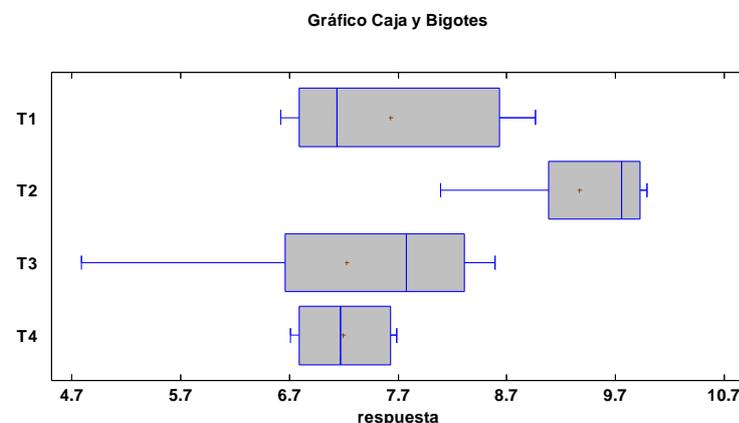
Anexo 13.2 Intervalo de confianza del 95% de color b* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo

Tratamientos	Color b*
T1	7.628 ± 1.35089
T2	9.366 ± 0.99212
T3	7.226 ± 1.92327
T4	7.198 ± 0.56700

*Media ± error de estimación



Anexo 13.3 Medias y Fisher LSD de Color b* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.



Anexo 13.4 Caja y Bigotes de Color b* de carne bovino sin y con látex en polvo de higo.