

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



**Factores predisponentes a carnes DFD en canales de vacunos
criollos faenados en el matadero de Quicapata -
Ayacucho 2,760 m.s.n.m.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
MÉDICO VETERINARIA**

**PRESENTADO POR:
Denisy Condori Pariamanco**

**Ayacucho - Perú
2019**

*A Dios Por haberme permitido llegar
hasta este punto y haberme dado salud
para lograr mis objetivos.*

*A mis padres Juan Raúl y Reyna porque me
sacaron adelante, dándome ejemplos dignos
de superación y entrega, ya que siempre
estuvieron impulsándome en los momentos
más difíciles de mi carrera, y porque el
orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo
ir hasta el final.*

*A mis hijas Ariana Alexandra y Saywa
Amaya, porque son la razón de mi vida y
el motivo de mí existir.*

*A mis hermanos, Anacé, Nathaly, Víctor Raúl,
Silvia y Evelyn por su amor y su apoyo
incondicional., durante todo este proceso, por
estar conmigo en todo momento gracias.*

*A Cesar Augusto por ser alguien
especial en mi vida y por demostrarme
que en todo momento cuento con él.*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga la cual llevo en el corazón siempre, que me dio todo y abrió sus puertas del conocimiento. A la Facultad de Ciencias Agrarias y a mi maravillosa Escuela de Medicina Veterinaria nido de muchos que como yo eligieron esta extraordinaria carrera y que con mucho orgullo, amor, pasión y respeto representaré.

A todos mis maestros de la carrera por sus conocimientos, consejos, confianza y formación en especial al Dr. Julio Cesar Soto Palacios quien siempre me apoyó, tuvo paciencia y es pieza clave en la realización de este trabajo.

A los miembros del jurado por tomarse el tiempo de leer el presente trabajo y por los comentarios hechos al respecto: Dr. Arturo Rodríguez Zamora, Dr. Julio Ruiz Maquen, Ing. Rogelio Sobero Ballard.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos.....	viii
Resumen.....	1
Introducción	3
 CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	5
1.1. Generalidades	5
1.2. Características del ganado bovino criollo	6
1.3. La carne	8
1.4. El pH y su relación con la carne.....	14
1.5. Factores que afectan el pH	19
1.6. La carne de vacuno y su valor nutricional.....	22
1.7. Características de calidad de la carne de vacuno	25
1.8. Características tecnológicas de la carne	28
1.9. Estrés y bienestar animal	31
 CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	37
2.1. Lugar de estudio	37
2.2. De los animales	37
2.3. Materiales y equipo	38
2.4. Metodología.....	38
2.5. Registro y análisis	40
 CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
3.1. Nivel de pH en carnes de vacuno DFD según sexo del animal.....	42
3.2. Nivel de pH en carnes de vacuno DFD según edad del animal	44
3.3. Nivel de pH en carnes de vacuno DFD según tiempo de reposo	46
3.4. Nivel de pH en carnes de vacuno DFD según tiempo de ayuno	48

3.5. Nivel de pH en carnes de vacuno DFD según temperatura.....	51
Conclusiones.....	54
Recomendaciones	57
Referencia bibliográfica.....	59
Anexo.....	68

.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.1. Nivel de pH en canes de vacuno DFD según sexo del animal.....	42
Tabla 3.2. Nivel de pH en canes de vacuno DFD según edad del animal.....	44
Tabla 3.3. Nivel de pH en canes de vacuno DFD según tiempo de reposo del animal.....	46
Tabla 3.4. Nivel de pH en canes de vacuno DFD según tiempo de ayuno del animal.....	48
Tabla 3.5. Medias de temperaturas y pH de canales de vacunos DFD medidos en diferentes fases de evaluación.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1. Variación del pH. En canales de vacunos macho y hembra evaluados en diferentes etapas de tiempo.....	42
Figura 3.2. Variación del pH en canales de vacunos jóvenes, adultos y geriátricos evaluados en diferentes etapas de tiempo.....	45
Figura 3.3. Variación del pH en canales de vacunos sometidos a diferentes tiempos de reposo.....	47
Figura 3.4. Variación del pH en canales de vacunos sometidos a diferentes tiempos de ayuno y etapas de evaluación.....	49
Figura 3.5. Relación del pH entre canales de vacunos sometidos a diferentes temperaturas.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Datos iniciales.....	69
Anexo 2. Cuadros estadísticos.....	84
Anexo 3. Glosario.....	85
Anexo 4. Proceso de faenado en vacunos.....	87
Anexo 5. Procedimiento para la lectura de la temperatura y del pH cárnico.....	92

RESUMEN

La presente investigación denominada “Factores predisponentes a carnes DFD en canales de vacunos criollos faenados en el matadero de Quicapata- Ayacucho-2,760 m.s.n.m.”, presenta como objetivo principal determinar el pH asociado a la presencia de carnes DFD en canales de vacunos criollos faenados en el matadero en mención. La metodología tuvo un enfoque cuantitativo y nivel descriptivo; la muestra fue establecida a través de un muestreo probabilístico, y estuvo conformado por 376 canales de vacunos criollos; los cuales fueron sometidos a un faenado convencional, que inició con el aturdimiento con bala cautiva, para luego ser izados del miembro posterior; seguido de la sangría, el desollado, eviscerado, lavado y el oreo. El registro se dio según el sexo, edad, tiempo de ayuno, tiempo de descanso temperatura durante el faenado; empleando como instrumento un formulario de registro que sirvió para registrar los datos iniciales, finales y valores de la temperatura de la canal, teniendo como indicador el pH del músculo longissimus dorsi evaluado en dos tiempos 45 minutos y cada 1 hora post mortem. Los resultados mostraron que el pH asociado a la presencia de carnes DFD en canales de vacunos hembras tiende a ser menor que el de los machos y el pH de los canales procedentes de animales geriátricos es superior al de los canales adultos y jóvenes; asimismo, se determinó que en las primeras fases los canales procedentes de animales con 48 y 72 horas de reposo presentan los niveles más bajo de pH, respecto a los demás canales; los canales procedentes de animales con 12 y 96 horas de ayuno registraron un nivel de pH superior respecto a los demás. Se concluyó que, el pH previo al beneficio de los canales predispone la variación y la presentación de carnes DFD en carcasas de vacunos criollos faenados en el matadero de la Comunidad Campesina de Quicapata.

Palabras Clave: Canales vacunos, carnes DFD, vacunos criollos

INTRODUCCIÓN

Se denomina carne a la estructura compuesta por fibra muscular estriada, acompañada o no de tejido conectivo, grasa, fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos, de las especies animales autorizadas para el consumo humano. La calidad de este producto obedece a un sin número de factores que incluyen la raza, la localización anatómica, el sistema de producción, el tipo de sacrificio y procesamiento, así como el sistema de comercialización, entre otros. El músculo suele constituir la mayor parte del peso de la carne de las canales (aproximadamente el 50 %). Sin embargo, para que el músculo de un animal sacrificado se transforme en carne, es preciso que éste sufra una serie de transformaciones *postmortem* como son la instauración del *rigor mortis* y la maduración. Por ello, el término "carne" no es sinónimo de músculo, aunque en su mayor parte esté constituida por este tejido.

El sacrificio desencadena múltiples cambios bioquímicos que llevan a la transformación del tejido muscular a carne. A medida que disminuye la concentración de oxígeno muscular se establece un metabolismo anaerobio y acumulación de ácido láctico que provoca una reducción del pH, desde valores próximos a 7 en el animal vivo, hasta alcanzar un pH entre 5.3-5.7 a las 24 horas post-mortem. Un rápido descenso del pH post-mortem generará carne PSE (pale, soft, exudative, por sus siglas en inglés), esta condición anormal es ocasionada por estrés excesivo durante la matanza. Por otra parte, valores de pH mayores a 6.2 después de 24h son indicativos de carne DFD (dark, firm, dry, por sus siglas en inglés), resultado de un ayuno excesivo y/o estrés prolongado previo a la matanza. El pH de la carne aumenta gradualmente por el incremento en bases volátiles a medida que se suscitan reacciones de proteólisis, descarboxilación y oxidación, entre otras, que en estado avanzado son responsables de su deterioro. El descenso de pH depende del tipo de fibras que predominan en el músculo y de la actividad muscular antes del sacrificio. Así, los músculos con predominio de fibras de contracción rápida (blancas) alcanzan valores de 5,5 mientras que en los músculos en

donde predominan las fibras de contracción lenta (rojas) el pH no baja de 6,3. Los músculos del animal que más trabajo realizan en el periodo previo al sacrificio son los que presentan un pH más elevado postmortem. Tanto el valor final del pH como la velocidad de caída del mismo durante la transformación del músculo en carne, afectan las características organolépticas y tecnológicas de la carne.

El presente trabajo de investigación aportará conocimientos acerca de la calidad de carcasas de bovinos criollos resultantes después del faenado. En el matadero de Quicapata pueden existir condiciones predisponentes a obtener canales con rápida descomposición y caracteres organolépticos diferentes y poco aceptables para el consumidor. Entre estos factores tenemos la temperatura ambiental antes del sacrificio, procedencia del animal, raza, peso, sexo, edad entre otros. El estudio de las carcasas de bovinos para determinar la presentación anormal de coloración oscura, consistencia dura y apariencia seca (DFD) permitirá establecer acciones preventivas para evitar el consumo de baja calidad de carnes que consuma la población de Ayacucho.

Otros factores, como la alimentación, el manejo, el transporte al matadero, las operaciones de sacrificio y tecnologías de conservación y de prolongación de la vida útil de la carne, son ajenos al animal y pueden ser controlados por el hombre. El desarrollo de este trabajo de investigación tuvo como objetivo general:

Determinar el pH asociado a la presencia de carnes DFD en canales de vacunos criollos faenados en el matadero de la comunidad campesina de Quicapata.

Y sus objetivos específicos son:

1. Determinar el pH asociado a la presencia de carnes DFD en canales de vacunos de acuerdo al sexo.
2. Determinar el pH asociado a la presencia de carnes DFD en canales de vacunos de acuerdo a la edad del animal.
3. Determinar el pH asociado a la presencia de carnes DFD en canales de vacunos de acuerdo al tiempo de reposo.
4. Determinar el pH asociado a la presencia de carnes DFD en canales de vacunos de acuerdo al tiempo de ayuno del animal.
5. Determinar el pH asociado a la presencia de carnes DFD en canales de vacunos de acuerdo a la temperatura del animal post mortem.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. GENERALIDADES

Según las proyecciones, la producción mundial de la carne se habrá duplicado para el año 2050 y se prevé que la mayor parte del crecimiento se concentrará en los países en desarrollo. El creciente mercado de la carne representa una importante oportunidad para los productores pecuarios y los elaboradores de carne de estos países. No obstante el incremento de la producción y la elaboración y comercialización inocuas de carne y productos cárnicos conforme a las normas higiénicas supone un serio desafío (FAO, 2013).

De modo general, los factores que contribuyen a la calidad de la carne pueden ser divididos en tres grupos; los determinados antes del nacimiento del animal (genéticos); los modificados durante la vida del mismo (ambiente) y los afectados por los trámites siguientes a su producción (tecnología cárnica). La tecnología cárnica se ubica entonces en un primer plano, hacia la conservación de la calidad del producto obtenido en los centros de producción animal (Quiroga *et al.* 2001).

De acuerdo a (Miguel, 2005) la calidad de la carne es un atributo que depende de la jugosidad, terneza, color y sabor.

La influencia que tiene el manejo que recibe el animal sobre la calidad de su carne se debe al efecto que tiene el mismo sobre las reservas de glucógeno muscular: cuando la concentración de glucógeno muscular es la adecuada, se produce una perfecta acidificación de la carne. Si las reservas de glucógeno se agotan antes del sacrificio, habrá una insuficiencia de ácido láctico en el tejido muscular (Gallo, 2003).

La musculatura del animal vivo y sano posee un pH cercano a 7; luego de la muerte se produce una disminución natural, esto se debe a las reservas de glucógeno que tiene el animal debido al glicólisis post mórtem, éste va acidificando el musculo, bajando el pH. Si hay poco glucógeno en el músculo hay poco sustrato para ser transformado en ácido láctico, de manera que se impide la caída normal del pH y permanece alto. El pH normal de la carne debe ser de 5.4 a 5.7, un pH final por encima de 5.7-5.8 es característico de un mal manejo (Gallo, 2003).

1.2. CARACTERÍSTICAS DEL GANADO BOVINO CRIOLLO

1.2.1. Origen

El origen del bovino criollo se encuentra en las razas españolas que llegaron con la conquista iniciada por Colón, es decir que el bovino criollo americano descende directamente de los animales que llegaron en el segundo viaje de Colón en 1493 (Primo, 1992). “La llegada del vacuno al Perú se realizó por el Pacífico, procedente de La Española, tomando la vía Panamá, es decir, siguiendo el derrotero de Pizarro, Almagro y otros conquistadores.” En la actualidad los bovinos criollos en nuestro país son un conjunto de poblaciones muy heterogéneas, con numerosos morfotipos y adaptaciones locales escasamente estudiadas. Actualmente, el Perú cuenta con una enorme población no censada de bovinos criollos que habitan en zonas donde el medio ambiente presenta características difíciles, como el Altiplano o en regiones aisladas geográficamente en los valles interandinos. Estos animales, también denominados “chuscos”, cumplen un rol importante en la vida de las comunidades campesinas: son fuente de proteínas (carne, leche, queso), de fuerza de trabajo, de ahorro (cotidianamente venden el queso que se produce con la leche o en casos de emergencia o necesidad de liquidez, venden a los animales mismos), fertilizantes, cuero, entre otros. Los diversos ecosistemas a los cuales se han adaptado, los hacen de gran valor potencial como fuente de genes útiles (genes de resistencia a enfermedades, de rendimiento productivo y reproductivo, etc.); y servicios ambientales (contribuyen al manejo apropiado de hábitats semi naturales) (Rege y Gibson, 2003).

1.2.2. Posición en la escala zoológica

La siguiente reseña indica la posición básica del ganado bovino en la escala zoológica (Ensminger. 1980):

Reino	: Animal
Subreino	: Vertebrados
Clase	: Mamíferos
Orden	: Ungulados (Tienen pezuña hendida).
Suborden	: Rumiantes (Estómagos divididos en cuatro compartimentos y con un número reducido de dientes, sin incisivos).
Familia	: Bóvidos
Género	: Bos
Especie	: Dos especies (<i>Bos taurus</i> y <i>Bos indicus</i>).

1.2.3. Características externas

El ganado vacuno llegó a América con los españoles hace más de 400 años, ellos trajeron animales de las zonas sur de España, luego este ganado se fue adaptando a las condiciones propias de cada uno de las regiones de nuestro país. Es un biotipo adaptado a los diferentes pisos ecológicos de nuestro país. Posee una alta rusticidad, adaptabilidad a medios difíciles y por ende una baja productividad. Además, nuestro vacuno criollo, tiene características morfológicas especiales que se mantiene aún hoy en día (Escobar, 2000).

El 80% del ganado bovino pertenece a los pequeños ganaderos y comunidades campesinas donde predomina el vacuno criollo y sus cruces. La población bovina es de 5,1 millones de cabezas, es decir que 4 millones de bovinos son de esta raza.

(Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria del Perú)

Presenta también otras características:

- Ha actuado la selección natural, desde su llegada a la actualidad, estableciendo cerca de 55 generaciones.
- Adaptado a la altitud (presión atmosférica, O₂).
- Se reproducen en condiciones de altura, clima frío y medio ambiente pobre: alimentación, pasturas, sanidad y manejo.
- Triple propósito: Carne, leche y trabajo.

Así se tiene ciertos ecotipos como los de Ancash (rusticidad - tracción), Apurímac – Andahuaylas (leche - carne), Ayacucho (carne y leche - queso) y Cusco (tracción - carne) (Escobar, 2000).

1.3. LA CARNE

La carne es el tejido muscular de los animales que es utilizado como alimento por los seres humanos, proporcionando altos niveles de proteína, minerales esenciales (como hierro, selenio, zinc), vitaminas del grupo B (excepción del ácido fólico) y aminoácidos esenciales como Lisina, Treonina, Metionina y Triptófano (Amado, 2012).

La carne está formada por la parte comestible de los animales sanos sacrificados en condiciones higiénicas y está compuesta fundamentalmente de músculo que rodean el esqueleto y de cantidades variables de tejido conjuntivo, adiposo y nervioso que no son separados durante el sacrificio (Amado, 2012).

Según la legislación peruana DIGESA y el Ministerio de Salud definen la carne como la "Parte muscular de los animales de abasto constituida por todos los tejidos blandos incluyendo nervios y aponeurosis, y que haya sido declarada apta para el consumo humano, antes y después de la matanza o faenado, por la inspección veterinaria oficial".

(García, 2000), señala que la carne es un componente fundamental de una dieta equilibrada que cubre en parte, las necesidades nutritivas del hombre, principalmente por su elevado contenido de proteínas de alto valor nutritivo y por su riqueza en vitaminas y hierro. Su calidad final depende de las principales modificaciones metabólicas que experimenta el músculo en momentos inmediatos al sacrificio y de los consecuentes cambios físicos y químicos. La carne ideal se considera que procede de animales relativamente jóvenes, de musculatura roja, consistente, con cantidades moderadas de grasa de marmorización (fina y uniformemente distribuida), sin jugo de exudación en la superficie.

A través de la historia, el consumo de carnes como alimento ha mantenido una posición prestigiosa, tanto social como económica. En la medida en que las naciones se industrializan, mejoran sus economías y el consumo de carnes aumenta. Además, mientras las personas prosperan social y económicamente, tienden a demandar una mejor calidad y cantidad de productos cárnicos (Hedrick *et al.*, 1994).

1.3.1. Transformación del músculo en carne

Una vez ocurrido el sacrificio del animal se lleva a cabo el proceso de transformación del músculo en carne. En un músculo en reposo, el adenosin trifosfato (ATP) sirve para

mantener el musculo en estado relajado. Tras la muerte del animal, cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes al musculo, de manera que el mismo debe utilizar un metabolismo anaeróbico para transformar sus reservas de energía (glucógeno) en ATP con el fin de mantener su temperatura e integridad estructural. El ATP formado se obtiene a través de la degradación de glucógeno en ácido láctico. Este último ya no puede ser retirado por el sistema sanguíneo, por lo tanto, va a provocar el descenso del pH muscular (Warris, 2003).

Los procesos bioquímicos que se producen en el animal vivo y en el tejido después de la muerte son similares (Price *et al.*, 1976).

1.3.2. Bioquímica de la contracción muscular

Cuando el músculo está en relajación, hay presencia de ATP, iones Mg^{++} , mientras que los iones Ca^{++} quedan retenidos en el retículo sarcoplasmático. La miosina (miofibrilla que compone el filamento grueso que está en paralelo al filamento delgado llamado actina), no manifiesta actividad ATPásica; en esas condiciones no hay dificultad para el deslizamiento de los filamentos de actina a lo largo de la miosina, bajo el efecto de una fuerza externa. Las dos proteínas estarían bajo la forma de dos complejos: Miosina – Mg^{++} ATP y Actina – ADP (Cheftel y Cheftel, 1976). Siempre en presencia de ATP y de Mg^{++} , cuando el retículo sarcoplasmático cede iones Ca^{++} , en respuesta a un estímulo nervioso, se manifiesta actividad ATPásica de la miosina, la hidrólisis del ATP libera energía (alrededor de 10 000 cal por mol) y se produce la contracción muscular por la interacción momentánea miosina – actina (Cheftel y Cheftel, 1976).

Enseguida el retículo sarcoplasmático recobra el calcio y la contracción llega a su fin con la ineludible condición de que queden ATP, iones Mg^{++} disponibles. Normalmente el contenido de ATP permanece constante; este compuesto se forma por tres caminos: (Cheftel y Cheftel, 1976). Fosfocreatina quinasa 1) $ADP + \text{fosfocreatina} \rightleftharpoons ATP + \text{creatina}$ 2) Adenilato quinasa 2) $2ADP \rightleftharpoons ATP + AMP$ 3) Glucosa $\rightleftharpoons 2 \text{ lactato} + 3 ATP$ (glucólisis anaerobia) Las dos primeras reacciones se realizan inmediatamente; la tercera solo ocurre cuando el aporte de oxígeno por la sangre no es suficiente para que continúe el metabolismo anaeróbico, lo que ocurre, por ejemplo, durante la contracción violenta del músculo normal. La contracción muscular va acompañada por la aparición de la creatina y fosfato, de un

descenso del contenido en glucógeno (que suministra glucosa) y formación del ácido láctico (Cheftel y Cheftel, 1976). Durante la recuperación aerobia (reposo o trabajo muscular moderado), desaparece el ácido láctico y se forma ATP por intermedio del ácido pirúvico (ciclo de krebs), con los que se restablecen las reservas en fosfocreatina (Cheftel, y Cheftel, 1976).

1.3.3. Homeostasis

La conservación de un ambiente interno fisiológicamente equilibrado se denomina homeostasis. Consiste en un sistema de controles y equilibrios que proporciona al organismo medios para enfrentarse a los agentes estresantes que tienden a deteriorar el ambiente interno. La regulación homeostática, proporciona al organismo la capacidad de sobrevivir bajo condiciones muy diferentes, y en ocasiones adversas, entre las que pueden incluirse grandes variaciones de temperatura, escasez de oxígeno y traumas (Forrest, 1979). La homeostasis tiene un enorme interés durante la conversión del músculo en carne por dos grandes razones:

- 1) Muchas de las reacciones y cambios que tienen lugar durante esta conversión son consecuencia directa de la homeostasia (intentos de conservar la vida).
- 2) Las condiciones del periodo inmediatamente anterior al sacrificio pueden modificar los cambios musculares post mortales y afectar la calidad de la carne. Dentro de estas condiciones se pueden citar el transporte de los animales al matadero, el aturdimiento o inmovilización previo al sacrificio y el manejo durante las fases de mercadeo (Forrest, 1979).

1.3.3.1. Efecto del sangrado sobre el músculo

La primera fase de la matanza tradicional es la sangría (degüello o desangrado) del animal, es decir, la extracción de la mayor parte de la sangre como sea posible (Forrest, 1979). El degüello marca el comienzo de una serie de cambios postmortales del músculo; una hemorragia masiva, como la que se produce en esta fase, constituye un grave estrés. Para el animal tan pronto como desciende la presión sanguínea, el sistema circulatorio ajusta su funcionamiento en un intento de mantener un aporte sanguíneo adecuado para los órganos vitales. El bombeo cardiaco aumenta y los vasos periféricos se contraen intentando mantener la presión sanguínea de los órganos vitales. Hay que tener en cuenta que únicamente se extrae del organismo el cincuenta por ciento

aproximadamente del volumen sanguíneo total, el resto se mantiene en los órganos vitales. Y esta es un excelente medio de cultivo para el crecimiento de microorganismos que producen la alteración de la carne y el exceso de sangre en los cortes de carne es repugnante para el consumidor; de aquí que una sangría lo más completa posible constituya un comienzo óptimo del proceso de carnización (Forrest, 1979).

La función del sistema circulatorio consiste en transportar los nutrientes esenciales para el músculo y eliminar los productos de desecho, bien para su excreción o para ser posteriormente metabolizados en otros órganos (Forrest, 1975).

Al momento de la muerte del animal, varios de sus tejidos continúan con su actividad metabólica bajo control local. Aunque el músculo no se contrae activamente después de la muerte, consume energía para mantener la temperatura y la integridad estructural de sus células frente a la tendencia espontánea de degradación (Lawrie, 1974).

Cuando el animal es sacrificado, se produce la interrupción de la circulación sanguínea que priva al músculo del aporte de oxígeno, la respiración celular se paraliza, el ciclo aeróbico termina y el glicólisis anaeróbica toma su lugar de una forma muy similar como cuando no hay suficiente oxígeno para el músculo vivo durante el periodo de ejercicio intenso y deficiencia de oxígeno. En estas condiciones el glucógeno en vez de degradarse hasta agua y anhídrido carbónico, con generación importante de ATP, se transforma mayormente en ácido láctico. Las cantidades de ATP producidas por la glicólisis anaeróbica son muy escasas y la CP disponible suministra algo de ATP que rápidamente se agota. En el animal vivo el ácido láctico originado en el metabolismo anaeróbico es transportado desde el músculo al hígado, donde se utiliza para la síntesis de glucosa y de glucógeno. Ambos productos pueden revertir de nuevo al músculo para proporcionar energía cuando nuevamente se dispone de suficiente oxígeno. (Price, J.F. Schweigert, B.S. 1976; García de Siles, J.L. Quiroga, G. López J.H. 2001, Forrest, A. 1975).

Debido que el animal sacrificado no dispone de sistema circulatorio, el ácido láctico permanece en el músculo, aumentando su concentración a medida que prosigue el metabolismo. La generación y acumulación del ácido láctico origina el descenso del pH, lo que a su vez inhibe progresivamente diversas enzimas, deteniendo la glicólisis,

aunque la reserva de glucógeno no esté completamente agotada y acabando el contenido de ATP que se hace cero. El pH de la carne dependerá en gran cantidad del glucógeno contenido en el músculo en el momento del sangrado (Price, J.F. Schweigert, B.S. 1976; García de Siles, J.L. Quiroga, G. López J.H. 2001, Forrest, A. 1975).

1.3.3.2. Rigor Mortis

Uno de los cambios post mortales más llamativos que se dan en el proceso de conversión del músculo en carne es la rigidez de los músculos después de la muerte, conocido como Rigor Mortis (Forrest, 1975, Sánchez, 1999).

El rigor mortis es un fenómeno físico químico por el cual los músculos en la canal se endurecen, se ponen rígidos, perdiendo su flexibilidad a las pocas horas después de ser beneficiado un animal. El rigor mortis se caracteriza por producir en el músculo pérdida de elasticidad, disminución de la extensibilidad, acortamiento y disminución de la tensión (Tellez, 1992).

El sacrificio del animal interrumpe, de inmediato, el aporte de oxígeno y detiene la ruta aeróbica de producción de ATP. Las reservas de fosfocreatina se agotan rápidamente. La fuente de ATP que sigue funcionando es la constituida por la ruta anaeróbica, la glicólisis. En estas condiciones, sin embargo, la conversión de glucógeno o glucosa en ácido láctico, con producción de ATP, es autolimitante, ya que el acúmulo de ácido láctico conduce a un descenso del pH que inhibe a las enzimas participantes del glicólisis. El rápido agotamiento del ATP está también relacionado con el fallo del sistema regulador que controla la concentración de Ca^{2+} . La elevada concentración de Ca^{2+} que esto genera en el sarcoplasma induce la contracción de las fibras musculares y el consumo de ATP. Como no queda ATP para disociar el complejo actina-miosina, el músculo pierde su extensibilidad natural. A este fenómeno post mortem se le conoce como rigor-mortis (Wong, 1995).

El rigor mortis o rigidez cadavérica es la contracción severa de los músculos de los animales sacrificados. La rigidez se presenta cuando el nivel de ATP es menor de 1 $\mu\text{g/g}$ de tejido y como consecuencia de esto se pierde el agua de los espacios entre las miofibras y la carne se vuelve dura y seca (Badui, 1997).

La rigidez observada en el rigor mortis se debe a la formación de enlaces cruzados permanentes entre los filamentos de actina y de miosina del músculo. Es la misma reacción química que forma actina-miosina en vida durante la contracción muscular. La diferencia entre el estado vivo y el rigor es que en el último la relajación es imposible, ya que no se dispone de energía para separar la actina-miosina (Forrest *et al.*, 1979).

Al primer periodo de los cambios *post mortem* antes que se inicie el rigor, durante el cual el músculo es relativamente estirable y elástico (la pérdida de estiramiento ocurre lentamente), se le llama fase de demora del rigor o fase pre-rigor, que varía entre especies desde unos pocos minutos a varias horas: aproximadamente 6-12 horas en el bovino y el ovino, de 15 minutos a 3 horas en el cerdo, y entre 5 minutos y 1 hora en las aves de corral (Forrest *et al.*, 1975). A continuación, ocurre la llamada fase rápida del rigor, durante la cual se produce rápidamente la pérdida de la capacidad inicial de estiramiento del músculo, que refleja la formación de actomiosina, hasta que permanece invariable a un bajo nivel (Lawrie, 1985).

La rigidez se estima por el grado de estiramiento del músculo, que se determina midiendo cuánto varía su longitud sometido a la acción de un peso determinado (Bendall, 1973). También otros importantes cambios del músculo en rigor son la acidificación y la producción de calor.

Se ha demostrado que el rigor mortis se encuentra influenciado por:

- Especie animal: Aparece más precozmente en los equinos que en bovinos.
- Edad: Es precoz en los neonatos, más tardía en los adultos
- Estado de nutrición de los animales y de las condiciones en que es realizado el beneficio, dura más en los animales bien nutridos y con un buen manejo al sacrificio.
- Condición fisiológica en la cual se encuentra el animal en el momento de la muerte: Aparece precozmente en animales fatigados, afectados de golpe calórico y con tétano, mientras aparece tardíamente en los animales afectados de enfermedades debilitantes como la septicemia y procesos febriles.
- Temperatura de conservación de la carne: Aparece normalmente dentro de 2-10 horas si la carne se encuentra a una temperatura comprendida entre 5-20°C; dentro 12-24 horas a una temperatura inferior a 5°C o superior a 20°C; después de 24-48 horas a una temperatura de 0°C (Asdrubali y Stradelli, 1965).

1.3.3.3. Maduración de la carne

La maduración o el añejar la carne, se refiere a los procesos físicos y químicos que ocurren al almacenar ésta a temperatura de refrigeración (2 - 5°C) por un período de tiempo, generalmente de 7 a 21 días. Está establecido que el añejar aumenta la ternura de la carne durante el almacenamiento *postmortem* de las canales bajo condiciones de refrigeración, este aumento en ternura es debido a la pérdida de la integridad de las miofibrillas *postmortem* (Huff-Lonergan *et al.*, 1995; Jeremiah *et al.*, 2003; Hui *et al.*, 2006).

La maduración de la carne es un proceso muy variable dependiendo de factores biológicos (edad, sexo y tipo de músculo) y condiciones de procesamiento. Es un hecho demostrado que las proteasas del músculo son fundamentales en el desarrollo de la ternura y la calidad de la carne durante la maduración (Hui *et al.*, 2006). El músculo contiene diversos tipos de proteasas en cantidades muy pequeñas, sus propiedades fisicoquímicas y catalíticas en una especie dada, pueden variar con la edad, dieta, ejercicio y temperatura del hábitat entre otros. El manejo del animal y del músculo *postmortem* pueden tener un efecto profundo en la actividad de las enzimas endógenas que actúan para producir el ablandamiento *postmortem* (Hui *et al.*, 2006; Diles *et al.*, 1994).

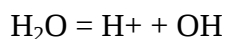
Durante la maduración se producen diversos cambios positivos sobre las características de la carne:

- Disminución de la dureza de la carne: la carne se vuelve más tierna.
- Desarrollo del aroma, el olor y el sabor característicos de la carne.
- Incremento de la jugosidad de la carne.

1.4. EL pH Y SU RELACIÓN CON LA CARNE

1.4.1. Una medida de acidez pH (pondus hydrogenii)

El pH es una medida de la cantidad de iones hidrógeno (H⁺) en una solución, el agua pura se disocia para dar un número igual de iones hidrógeno e hidroxilo (OH⁻) (Juárez, 2009)



El pH se define como el logaritmo negativo en base 10 de la concentración o actividad de iones de hidrogeno.

$$\text{pH} = -\text{Log}_{10} [\text{H}^+]$$

1.4.2. Escala

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 (Juárez, 2009).

El pH del músculo de animales sanos y vivos es de alrededor de 7.04, éste valor 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 principalmente 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 (Juárez, 2009).

El pH es un valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presentes en una disolución. Es medido en una escala de 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indican que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica, la musculatura del animal vivo y sano posee un pH cercano a 7; luego de la muerte se produce una disminución natural del pH (Juárez, 2009).

La acidificación del músculo pos-mortem es uno de los cambios fundamentales en la conversión del músculo en carne. La variación de la tasa y extensión de esta acidificación influencia el color y la CRA de la carne. La acidificación es medida en términos de valores pH muscular. La medición de pH es muy importante como estimador de la calidad de la carne, particularmente en ciertas situaciones de difícil definición como es la determinación de la presencia de carnes PSE o DFD (Warris, 2000).

1.4.3. Descenso del pH

El descenso del pH muscular que depende de la cantidad de ácido láctico producido a partir del glucógeno durante la glicólisis anaeróbica, es uno de los cambios postmortales

más significativos que se dan en el músculo durante su conversión en carne. La velocidad con que desciende el pH una vez que el animal ha sido sangrado y el límite hasta el que desciende son muy variables (Forrest, 1975; Lawrie, 1974).

La disminución del pH en el estado postmortem está influenciada por las características genéticas del animal y la temperatura de la canal (una rápida congelación causa la caída más lenta del pH) (Libby, 1991).

De acuerdo con ello (Gallo, 1997), señala que el estrés físico y la falta de alimento pueden tener importantes efectos sobre la calidad de la carne. El estrés ante-mortem provoca consumo excesivo de glucógeno muscular, minimizando la cantidad de ácido láctico en el músculo post-mortem e impidiendo con ello la caída natural del pH en este periodo.

La velocidad y extensión del descenso normal del pH son variables, pues están influenciadas por factores intrínsecos tales como la especie animal, el tipo de músculo y la variabilidad entre animales y por factores extrínsecos como la temperatura ambiente y la administración de drogas antes del sacrificio (Lawrie, 1985).

La desnaturalización de las proteínas hace que estas pierdan solubilidad, disminuya su capacidad de retención de agua al igual que la intensidad del color del pigmento muscular. Todos estos cambios son perjudiciales, tanto si el músculo se emplea como carne fresca o se destina para un posterior procesado (Forrest, 1975; Sánchez, 1999).

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.

1.4.4. Influencia del pH en el musculo

En el músculo vivo y en la carne de animales recién sacrificados el pH oscila entre 7.0 y 7.6 por una serie de procesos enzimáticos (Juárez, 2009).

- En su curso se genera dióxido de carbono a partir de las combustiones oxidativas y también ácido láctico como consecuencia del desdoblamiento del glucógeno en los músculos. Deja de producirse la resíntesis del glucógeno y el pH desciende en unas

24 horas desde la zona neutra o débilmente alcalina hasta la zona ácida (5.4-5.8). Este pH final tiene una gran influencia, en la textura de la carne, la capacidad de retención de agua, la resistencia al desarrollo microbiano y el color (Juárez, 2009).

- Al finalizar la acidificación, vuelve a elevar lentamente el valor del pH del músculo como consecuencia de procesos autolíticos, lo que se ve retrasado cuando actúan temperaturas bajas “maduración de la carne” (Juárez, 2009).

Según el disminuir del pH tendremos:

1) Carne normal.

2) Carne PSE: Al producirse un descenso brusco de pH, cuando la temperatura es todavía alta, se produce la desnaturalización de las proteínas (punto isoeléctrico) siendo estas capaces de retener agua; el agua contenida sale al espacio intercelular, las consecuencias son carnes de alta exudación y carnes pálidas indicando la desnaturalización de mioglobina con valores de pH de 5.4-5.6 (Juárez, 2009).

3) Carne DFD: En este caso ocurre todo lo contrario, aquí no hay descenso del pH ya que se carece de reservas de glucógeno. La glucólisis es pequeña por lo que los niveles de ácido láctico también son bajos. El pH no alcanza el punto isoeléctrico, las proteínas son valores altos de 6.4-6.8. Al alejarse el pH de la carne de su punto isoeléctrico, las proteínas tienden a aumentar la capacidad de enlace, significa que aumenta la capacidad de retener agua que queda dentro de las estructuras miofibrilares. Ésta es responsable de su color oscuro además de su firmeza y resequedad. Por todo esto es vital, el control de los puntos críticos en el proceso de beneficio, esto es esencial para asegurar la calidad sensorial de la carne (Hofmann, 1988).

1.4.5. Medición del pH

El pH como se ha mencionado, es un parámetro de especial importancia para la detección de carnes PSE y DFD. La determinación del pH en línea de sacrificio fue propuesta por Wismer-Pedersen (1959) en Dinamarca, la medida fiable más temprana en la zona de sacrificio se realizaba habiendo transcurrido 45 minutos post mortem, la medida en este punto de la cadena se le conoce como pH 1 o pH inicial.

El fundamento de la determinación del pH se basa en el hecho de que los ácidos, bases y sales experimentan una disociación electrolítica en solución acuosa. El agua se disocia de acuerdo con la igualdad: $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$, con lo cual el grado de acidez viene expresado por el número de iones H^+ libres. En un litro de agua pura y neutra, que contiene cantidades equivalentes de iones H^+ e iones OH^- , la concentración de hidrogeniones (fracción de peso correspondiente a los iones H^+ libres) es, a + 25° C, de 1/10 000 000 gramos = 10^{-7} . Según Sörensen, para expresar de forma más abreviada la concentración de hidrogeniones, en lugar de escribir potencias de 10 (10^{-7} pH), se recurre a citar el exponente de la potencia cambiado de signo, que es el pH (*Pondus hydrogenii*, exponente de hidrógeno) (Barteles, 1980).

1.4.6. Temperatura

La temperatura del músculo inmediatamente después del sacrificio es relativamente alta (aproximadamente 37°C), temperatura ideal para el desarrollo de las bacterias mesófilas (entre 25 y 40°C, sin embargo, es posible encontrarlas hasta 10°C).

Generalmente, una vez obtenidas las canales estas son refrigeradas y en los procesos posteriores de corte, almacenamiento y comercialización se continua con la cadena de frío, es común encontrar microorganismos contaminantes psicrófilos (requieren temperaturas entre 10 y 30°C como temperatura óptima, pero pueden crecer más lentamente hasta los 0°C), los microorganismos pertenecientes a los géneros *Pseudomonas*, *Achromobacter* y *Flavobacterium* son los que frecuentemente se encuentran en carnes frescas sometidas a temperaturas de refrigeración (Sofos, 1994).

De acuerdo a (Warriss, 2003) el ritmo de enfriamiento de la canal se relaciona con la actividad enzimática, ya que esta última depende de la temperatura; asimismo la caída de pH es afectada por el grado de enfriamiento. Igualmente el ritmo de caída de pH está ligado a la temperatura en los músculos. Por lo que si se demora el tiempo de exposición de la canal a bajas temperaturas se podría obtener mayor terneza. Esto porque la contracción y ablandamiento dependen de la temperatura. Es decir, que si se controlan la temperatura de exposición de la canal a refrigeración, las condiciones higiénico-sanitarias, de temperatura y de pH se lograrán obtener una carne de res más suave. El ritmo de descenso de pH depende de la temperatura del músculo. El ritmo mínimo (6.1) se da alrededor de los 10°C. Si la temperatura se aproxima a los 0°C

aumenta el ritmo de descenso de pH. Si la temperatura aumenta a 37°C entonces se eleva el ritmo, obteniendo una relación curvilínea entre el descenso de pH y la temperatura.

1.5. FACTORES QUE AFECTAN EL pH

La variación en los valores de pH, se da por un sinnúmero de factores, algunos de ellos son intrínsecos al animal (genética, metabolismo, susceptibilidad al estrés, etc.) pero normalmente los factores más relevantes tienen que ver con el ambiente en que se manejó el animal y su canal durante las 24 horas previas y posteriores al faenado. Previo al faenado, el manejo es un factor clave, ya que un exceso de estrés provocará la sobreproducción de adrenalina, que tiende a promover la degradación de glucógeno y por ende, favorece la caída abrupta del pH (acidificación). Luego del faenado, una mala refrigeración de la canal, con temperaturas elevadas, promoverá también una rápida caída del pH. Dependiendo de la velocidad de la disminución del pH post-mortem y del pH final alcanzado por la carne, se distinguen diferentes tipos de carne (Hoffman, 1988).

Se pueden hallar factores que afectan el pH, entre los cuales se encuentran los siguientes:

1.5.1. Factores intrínsecos

a) Raza

En general, es un factor muy considerado en estudios de calidad del producto; sin embargo, sus efectos son menos importantes que los de otros factores (Juarez, 2009).

b) Sexo

(Murray, 1989) señala que, en ganado vacuno, la frecuencia de aparición de cortes oscuros disminuye a medida que aumenta la grasa de las canales, atribuyendo esto a la acción protectora de la grasa con respecto al enfriamiento, y que esto podría estar relacionado a las hembras por su mayor cobertura de grasa.

Los machos de bovino presentan una mayor frecuencia de pH elevados respecto a machos castrados, hembras jóvenes y vacas, lo que es debido a su temperamento más excitable y su mayor motricidad y estrés físico (Sornay, 1978).

(Hargreaves, 2004), citando a Litler (2001) indicó que los toros tienen niveles más altos de pH, seguidos por vacas, vaquillas, vaquillas castradas y finalmente novillos. Este autor establece que es posible explicar cómo el sexo del animal y la etapa de desarrollo en el que se encuentra al momento del sacrificio afectan sobre la incidencia de cortes oscuros. Atribuye este efecto a dos factores: el primero, explicado por el comportamiento general del tipo de ganado, por ejemplo, el comportamiento de toros (montas, peleas, y establecer su jerarquía y el comportamiento de monta de vacas y vaquillas en estro). El segundo está explicado por la demanda nutricional a la que se ve afectado el individuo de acuerdo a su estado fisiológico como por ejemplo preñez y lactación en vacas y ganado en periodo de alto crecimiento.

c) Edad y peso al sacrificio

(Journé y Teissier, 1982), afirman que la variación de pH que se produce en función de la edad no es lineal, sino que sigue una tendencia de tipo sigmoide. (Sánchez et al., 1997) encuentran valores de pH mayores en canales de terneros de mayor edad.

d) Individuo

En cuanto a los factores genéticos (Gallo, 2003), señala que existen razas más propensas que otras a la presentación de corte oscuro. Los animales de temperamento más excitable son más sensibles, por ejemplo, los toritos presentan más corte oscuro que los machos castrados y las hembras.

e) Tipo de músculo

Cada músculo tiene una particular composición de fibras rojas y blancas. En función de la proporción de éstas, varía el contenido en glucógeno y su degradación, con lo cual varía el pH. Así, los músculos con elevada proporción de fibras rojas, se caracterizan por un metabolismo oxidativo y un bajo contenido en glucógeno que se degrada a glucosa. En estos músculos, la contracción es lenta. Por el contrario, los músculos en los que predominan las fibras blancas, poseen un metabolismo glucolítico y un elevado contenido en glucógeno, el cual se degrada activamente a ácido láctico. La contracción en estos músculos es rápida. También el contenido en humedad del músculo, afecta al valor final de pH, aumentando éste a medida que aumenta la humedad, por lo que a veces el pH varía incluso dentro del mismo músculo (Lawrie, 1988).

La distribución de los distintos tipos de fibras musculares tiene una importante contribución a la variación del pH y conlleva al desarrollo de carnes DFD y PSE. Se relaciona con la frecuencia en que los músculos son utilizados: mientras menos actividad tiene el músculo, el pH cae más rápido (Monin *et al.*, 1981).

f) Especie

No todas las especies presentan la misma sensibilidad al estrés. Así, se ha visto, en el ganado porcino una mayor susceptibilidad que en otras especies (Brazal y Boccard, 1977) y como se ha indicado anteriormente, es frecuente asociar a esta especie con la producción de carnes PSE, mientras que en vacuno se relaciona con las DFD.

1.5.2 Factores extrínsecos

a) Niveles de alimentación

Está más que demostrado que el nivel de alimentación afecta a la composición química de la carne. Niveles altos implican un aumento de los lípidos y correlativamente una disminución del agua en la musculatura.

Según (Mooney *et al.*, 1998) porque el acabado con concentrado proporciona una mayor cobertura grasa a la canal, lo cual se traduce en un enfriamiento más lento.

b) Sistema de producción

(Hargreaves, 2004) señala que los animales criados en pradera pueden llegar al momento del sacrificio con bajo potencial glucolítico en sus músculos comparados con aquellos criados en engordas. Esto se puede atribuir a la mayor calidad energética presente en la dieta que recibe un animal de engorda.

c) Tiempo de ayuno

Influye en la reducción del glucógeno muscular y por lo tanto en un pH mayor (Warriss *et al.*, 1987) pues el animal debe utilizar sus reservas de glucógeno para mantener sus funciones.

d) Transporte

Los animales son expuestos a factores ambientales estresantes como pueden ser temperaturas extremas, humedad, ruidos y movimientos; además del estrés causado por el reagrupamiento social llevado a cabo después de la descarga en los rastros.

El transporte de los animales al matadero abarca problemas de orden técnico, higiénico sanitario y económico (Juárez, 2009).

e) Descanso ante - mortem

Durante este periodo sólo se le permite al animal el consumo de agua potable. Este descanso ante-mortem ayuda a tener un beneficio más higiénico, así como también a recuperar las reservas energéticas musculares que son imprescindibles para que luego del beneficio se mejoren las características y calidad de la carne lo que se traduce en una mayor aceptabilidad de la misma (García de Siles *et al.* 2001).

Después del descanso ante-mortem, los animales deben ser bañados con agua fría a presión lo que permite limpiar la suciedad de la piel y ayuda a producir una vasoconstricción periférica, permitiendo que la sangre se concentre en los grandes vasos sanguíneos, lo cual favorecerá una mejor sangría y esta a su vez ayudará a la conservación de la carne (Olimpo *et al.*, 2000).

f) Factores post mórtem

Cámara de refrigeración

1.6. LA CARNE DE VACUNO Y SU VALOR NUTRICIONAL

El consumo de carne y productos cárnicos contribuye fundamentalmente a la provisión de proteína, hierro, zinc, vitamina A y vitamina B. También contribuye a la incorporación frecuentemente demasiado elevada, de grasa, sodio, purinas y colesterol. Sin embargo, las cantidades de sodio, purinas y colesterol en la carne y productos cárnicos no presentan ningún riesgo adicional para la salud de las personas con un metabolismo sano y peso normal (Seub, 1991).

La carne está compuesta por un 70,4% de agua, 20,8% de proteínas, 7,2 % de grasa y 1,2 % de sales minerales. La mayor importancia de las proteínas de nuestro alimento es su función como materias constitutivas de los tejidos blandos del organismo, pero al mismo tiempo sirven también de fuente de energía. Son necesarias además para la formación de enzimas, hormonas y hemoglobina (pigmento rojo de la sangre). Las grasas desempeñan una función triple en nuestra nutrición; constituyen una fuente de energía y son además portadoras de vitaminas liposolubles, así como de ácidos grasos

imprescindibles o esenciales. Las sustancias minerales participan de múltiples maneras en los procesos fisiológicos del organismo, actuando como catalizadores en varios procesos biológicos y ejerciendo una acción estimulante sobre la actividad de muchas enzimas (Senser y Scherz, 1999) y (Fritz y Antila, 1993).

(Fritz y Antila, 1993), señalan que el organismo requiere proteínas para la formación de tejidos blandos y sustancias minerales como fósforo y calcio para constituir el tejido óseo y los dientes. El agua tiene asimismo una gran importancia, ya que el organismo consta de una porción aproximada de un 70% de ésta.

Dada la diversidad de sectores que están implicados en su consecución, calidades un término complejo del que no existe una única definición que sea válida para todos los niveles de la producción cárnica. Todas las definiciones de calidad de la carne implican características de composición de la canal como determinantes del valor en el mercado y las más recientes consideran sus propiedades nutritivas, organolépticas, tecnológicas e higiénico sanitarias, que están estrechamente ligadas a los tratamientos perimortales del animal y de su canal (Dumont, 1992)

La carne contribuye de manera importante a satisfacer las necesidades nutritivas del hombre. Sus componentes mayoritarios, variables según la especie de origen, son agua (65-80%), proteína (16- 22%) y grasa (1 a 15%). También estos componentes pueden variar en función, de la raza, del sexo, de la edad del animal e incluso del alimento administrado al animal (Lawrie, 1988). En la composición de la carne también se encuentran pequeñas cantidades de sustancias nitrogenadas no proteicas (aminoácidos libres, péptidos, nucleótidos, etc), minerales de elevada biodisponibilidad, (hierro y zinc), vitaminas (B6, B12, retinol y tiamina) e hidratos de carbono. Aproximadamente el 40% de los aminoácidos que componen las proteínas de la carne son esenciales lo que hace que este producto sea considerado como un alimento de elevado valor biológico (Schweigert, 1994).

La composición química de la carne hace referencia al contenido de agua, proteína, grasa y cenizas. Estas fracciones son más o menos variables dependiendo de la especie, de la raza, del plano de alimentación de los animales e incluso de la pieza carnicera. En general, los valores medios para la composición bruta de la carne comestible de la carne

fresca pueden aproximarse a 62% de humedad, 20% de grasa, 17% de proteína y 1% de cenizas para las carne más grasas o 70% de humedad, 9% de grasa, 20% de proteína y 1% de cenizas en el caso de las carnes más magras (Schweigert, 1994).

1.6.1. Calidad de la carne de vacuno

Calidad es un término complejo del que no existe una única definición que sea válida para todos los niveles de la producción cárnica. Todas las definiciones de la calidad de la carne implican características de composición de la canal como determinantes del valor en el mercado y las más recientes consideran sus propiedades nutritivas, organolépticas, tecnológicas e higiénico sanitarias (Moreno *et al.*, 1999).

El término calidad se refiere a la constitución o propiedades que un producto posee, de dichas características dependerá su aceptación por parte del consumidor. Las características naturales más importantes de la carne fresca que determinan la calidad son las propiedades físico-químicas (pH, capacidad de retención de agua, color, textura, etc.), organolépticas (suavidad, consistencia, olor, sabor, etc.) y microbiológicas. Estas propiedades son influidas por factores independientes e interdependientes como sistema de producción, alimentación, grupo racial, transporte, estado de salud, manejo del animal antes y después de la matanza, manejo de la carne y procedimientos de conservación. El estrés causado a los animales por un deficiente manejo pre-mortem impacta negativamente en la calidad de la carne. El organismo de un animal estresado produce cambios hormonales muy intensos que afectan la composición del tejido muscular en el animal en vivo y las características de la carne obtenida. En cerdos, el estrés frecuentemente produce carnes tipo PSE (pálida, suave y exudativa) y en bovinos tipo DFD (de sus siglas en inglés dry, firm y dark). Este tipo de carnes son rechazadas por los consumidores (Moreno *et al.*, 1999).

Actualmente la industria de alimentos está pagando más por cortes de carne de alta calidad, para de esta forma asegurar la satisfacción del consumidor (Savell y Shackelford, 1992).

De acuerdo con ello (Gallo, 1997), señala que el estrés físico y la falta de alimento pueden tener importantes efectos sobre la calidad de la carne. El estrés ante-mortem provoca consumo excesivo de glucógeno muscular, minimizando la cantidad de ácido

láctico en el músculo post-mortem e impidiendo con ello la caída natural del pH en este periodo.

La energía requerida para la actividad muscular en un animal vivo se obtiene de los azúcares (glucógeno) presentes en el músculo. En un animal sano y descansado, el nivel de glucógeno de sus músculos es alto. Una vez sacrificado el animal, este glucógeno se convierte en ácido láctico y el músculo y la canal se vuelven rígidos (rigor mortis). Este ácido láctico es necesario para producir carne tierna y de buen sabor, calidad y color. Pero si el animal está estresado antes y durante el sacrificio, se consume todo el glucógeno y se reduce el nivel de ácido láctico que se desarrolla en la carne luego de su sacrificio. Esto puede tener efectos adversos muy graves en la calidad de la carne (Grandin, 2000).

Según (Hoffman, 1988), el pH tiene una influencia directa o indirecta sobre: el color, la terneza, el sabor, la capacidad de fijación de agua y la conservabilidad de la carne. (Hood y Tarrant, 1980), señalan que la calidad de la carne se deteriora cuando el pH final es igual o mayor a 5,8 y éste es el valor que en la práctica la mayoría de las plantas faenadoras están considerando como problemático. Según (Gallo, 2003), con este valor de pH, en general el problema de color oscuro no se detecta a la vista y por ello, algunos procesadores aceptan hasta un pH 6,0 como máximo. Valores sobre 6,0 son siempre asociados a una carne oscura, firme y seca y generalmente ya hay relación entre el color oscuro a la apreciación visual.

El tiempo de espera antes del sacrificio produce un estado de estrés que influye sobre el proceso de maduración de la carne. Los bovinos con menor tiempo de espera manifiestan un descenso del pH de la carne más cercano al normal, con un proceso de maduración más largo con respecto de los bovinos con más tiempo de espera, que presentan un descenso leve del pH. Existe por lo tanto una directa relación entre los valores de glucosa en la sangre en el momento del sacrificio, y los valores de pH de la carne (Flores y Rosmini, 1993).

1.7. CARACTERISTICAS DE CALIDAD DE LA CARNE DE VACUNO

1.7.1. Color muscular

El color de la carne depende del contenido de pigmentos (fundamentalmente mioglobina), del estado químico de esta molécula, del estado físico de las proteínas

musculares y de la proporción de grasa de infiltración (Forrest et al., 1979). Otros pigmentos (citocromos y flavinas) procuran color a la carne, pero el contenido de pigmento hemínico, la mioglobina, supone el 95 % del total de pigmentos. La mioglobina es una proteína globular de elevado peso molecular (17 kD) y su función es la de facilitar el aporte de oxígeno a la fibra muscular. Dicha molécula consta de un grupo proteico globular y de un núcleo de hematina que incluye un átomo de hierro. La valencia del átomo de hierro y las moléculas asociadas a los enlaces libres de la molécula determinan las diferencias de color de la carne. Así, se pueden describir tres estados químicos de la molécula de mioglobina. En el interior de la carne, 118 Conceptos básicos sobre la carne donde la presión parcial de oxígeno es baja, la mioglobina se encuentra en estado reducido (Fe^{++}) (Mb) confiriendo a la carne coloración rojo púrpura. La captación de una molécula de oxígeno se manifiesta en la coloración rojo brillante de la oximioglobina (MbO_2), característica de la superficie de la carne fresca. El tercer estado químico de la mioglobina, la metamioglobina (MMb) se produce por la oxidación del átomo de hierro (Fe^{+++}). Este estado procura a la carne un color pardo característico rechazado por el consumidor. Durante el momento de la compra de la carne, el consumidor valora la coloración rojo brillante, asociada fundamentalmente a la presencia de MbO_2 . Manteniendo la misma concentración de pigmentos, las propiedades ópticas de la carne pueden diferir dependiendo de la estructura y del estado físico de las miofibrillas musculares. Los valores de pH elevados, alejados del valor 5,5, favorecen la estructura abierta del músculo y con ello una mayor difusión de la luz entre las miofibrillas musculares, confiriendo a la carne el aspecto de corte oscuro. Los valores de pH bajos, cercanos a 5, confieren a la carne una estructura cerrada en la que se observa mayor reflexión de la luz por la superficie muscular y con ello apariencia más clara. En la apreciación que tiene el consumidor del color de la carne también influye el grado de infiltración grasa (marmoleo). Estudios realizados sobre el color de la carne señalan que valores superiores al 2,5 % de contenido de grasa de infiltración se relacionan con un aumento de la reflectancia de la luz y en consecuencia proporcionan un aspecto más claro a la carne (Barton-Gade, 1981).

El color ocupa un lugar preferente entre los factores que definen la calidad de un alimento. Éste puede ser rechazado por su color sin valorarse otras propiedades, como su aroma, textura o sabor (Cannon *et al.*, 1996). Según (Lui *et al.*, 1995) entre la textura,

el sabor y el color, éste último es el de mayor importancia porque es el que más influye al consumidor al momento de tomar su decisión de comprar. El color aceptable para la carne fresca es un rojo brillante o color rojo cereza. Los consumidores discriminan en contra de los cortes de carnes que carecen la apariencia de fresco y de aquella que ha comenzado a descolorarse aún si la reducen en precio.

De aquí que sea de gran importancia para la industria cárnica que la apariencia que la carne ofrece al consumidor a nivel de punto de venta, consiga un alto grado de aceptabilidad. Por lo tanto, al considerar las características específicas que contribuyen al aspecto físico, el color de la carne es uno de los parámetros de calidad que más influyen en la selección del consumidor (Hui *et al.*, 2006).

1.7.2. Textura (Condición de humedad)

La textura, considerada de forma global, incluye un conjunto de sensaciones de las cuales el consumidor confiere una mayor importancia a la ternura o bien si se considera de forma antagónica, a la dureza, como principal atributo de la textura ya que es uno de los criterios determinantes de la calidad de la carne. Tal es así, que la ternura determina no sólo el precio de la carne, sino que además la clasificación en categorías comerciales de la carne resultante del despiece, se basa fundamentalmente en la ternura potencial (Van Hoof, 1981).

En la ternura influyen tres componentes fundamentalmente. Por un lado, el “grano” de la carne y el tipo de fibras musculares, es decir, el tamaño de los haces de fibras musculares y el número de fibras que cada uno de ellos contiene; los distintos tipos de fibras musculares presentan diferentes capacidades de contracción y de retención de agua y por tanto reaccionan de distinta forma a las temperaturas de cocción y de refrigeración. En segundo lugar, la longitud del sarcómero y de las miofibrillas, de forma que cuanto mayor es el estado de contracción mayor es la dureza (Van Hoof, 1981).

A pesar del rápido concomitante rompimiento de las calpaínas, la carne puede ser más tierna que la carne de bajo pH. De hecho, carne más dura tiende a estar en el rango de pH de 5,8 y 6,2. Por debajo de pH 5,8 la carne llega a ser más tierna, pero no tan tierna por encima de 6,5. Esto quiere decir, parece ser una relación curvilínea entre la textura y el último pH. (Van Hoof, 1981).

La terneza se incrementa si el intervalo entre sacrificio y enfriamiento se alarga (Marsh y Leet, 1966), de manera que con 16 horas de demora post-mortem se produce la terneza máxima (Marsh et al., 1968).

1.8. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA CARNE

Desde el punto de vista de las características tecnológicas de la carne, tiene tanta importancia el valor del pH final, como la tasa de descenso del mismo. Esta depende de factores intrínsecos tales como la especie, el tipo de músculo, el temperamento y la variabilidad entre animales, así como de factores extrínsecos tales como la temperatura ambiente, el manejo y la alimentación pre faena que influyen sobre las reservas de glucógeno del músculo en el momento del sacrificio (Immonnen et al., 2000; Sañudo, 1992).

Según (Wirth, 1987), el origen de la carne tanto PSE como DFD, es atribuido a la misma causa genética vale decir elevada susceptibilidad al estrés, debido a un aumento en la secreción de adrenalina. La diferencia radica en que en la musculatura de la carne PSE se encuentra suficiente glucógeno disponible mientras que en la carne DFD este glucógeno ha sido agotado en gran medida.

1.8.1. Carnes PSE

Un pH bajo, próximo al punto isoelectrico de las proteínas (escasas cargas que fijan al dipolo agua), nos dará carnes más claras, blandas y con menor poder de retención de agua (PSE: pale, soft, exudative). En estos músculos tiene lugar un 256 metabolismo glicolítico rapidísimo, que determina una velocidad de descenso del pH y de desaparición del ATP muy rápidos. Las fibras musculares separadas producen una estructura desordenada con un gran espacio extracelular y la luz se refleja en mayor proporción desde la superficie (Mac Dougall, 1970).

Las deficiencias más evidentes que el fenómeno ocasiona es un color pálido y una insuficiente fijación de agua, estas características provocan el rechazo por parte del consumidor y también son una limitante para la transformación de la carne a productos cárnicos (Grandin, 1991).

El color pálido de la carne se debe a la desnaturalización parcial de las proteínas de la carne. El mayor problema de la carne PSE es la exudación. (Grandin, 1991).

Este defecto no se debe a un elevado contenido de agua, sino a que el agua se encuentra menos ligada a las proteínas y a que la permeabilidad de las células es mayor. Los procesos metabólicos acelerados que conducen a la producción de una carne PSE, podrían ser teóricamente, retardados mediante una rápida congelación, con lo cual, las características PSE aparecerían de forma menos manifiesta. (Grandin, 1991).

En resumen, la serie de eventos que desencadenan la presentación de una carne PSE, se puede ordenar de la siguiente manera (Warriss, 2000).

- ✓ Rápida acidificación inicial.
- ✓ Canal con bajo pH inicial y temperatura alta.
- ✓ Desnaturalización de proteínas.
- ✓ Baja capacidad de retención de agua.
- ✓ Pérdida de agua de las fibras musculares.
- ✓ Separación de las fibras musculares.
- ✓ Aumento del espacio extracelular.
- ✓ Mayor dispersión de la luz.
- ✓ Aparición de palidez en la superficie muscular.
- ✓ Oxidación de la mioglobina por disminución del pH.
- ✓ Reducción en la absorción del color verde por la mioglobina.
- ✓ Apreciación de carnes pálidas (Warris, 2000).

1.8.2. Carnes DFD

Las siglas DFD hacen referencia a la nomenclatura inglesa “dark”, “firm”, “dry” (oscura, firme, seca).

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.

En la carne DFD la glucólisis (formación de ácido) se desarrolla más lentamente o de manera incompleta o casi no se produce. Este tipo de carne no alcanza en ningún

momento el pH normal, sino que permanece en niveles elevados de pH final por sobre 6,2, generalmente superiores e incluso hasta 7,0. El glucógeno muscular se consume durante el transporte y el manejo en el período anterior al sacrificio. Por consiguiente, hay poca generación de ácido láctico luego del sacrificio, produciéndose así carne DFD (FAO, 2001; Wirth ,1987).

(Garrido y Bañon ,2000), señalan que las carnes DFD se obtienen de animales que no poseen reservas de glucógeno muscular necesario en el momento del sacrificio y se caracterizan por una glucólisis *post mortem* poco intensa, un menor contenido de ácido láctico y finalmente un pH elevado. También señalan que la carne tiene aspecto firme, sin exudación de agua y al reflejar menos luz, presenta un oscurecimiento.

Según la (FAO ,1992), el estrés anterior al sacrificio del animal, como un prolongado período de peleas de los animales durante su transporte y/o lugares de reposo, lleva al agotamiento de los carbohidratos, lo que hace que la cantidad de hidrólisis de glucógeno sea muy poca y por lo tanto escaso ácido láctico producido. En estas condiciones la carne posee un pH alto ($\geq 6,0$) y se altera muy rápidamente dada la escasez de ácido láctico (acidez) y facilita el rápido crecimiento bacteriano.

Las carnes de corte oscuro constituyen un problema en cuanto a su duración ya que su elevado pH favorece en el desarrollo de bacterias causantes de la putrefacción. (Schöbitz *et al*, 1990). La carne de vacuno con características DFD es un problema para la industria de la carne. La presencia de esta característica en la canal influye no sólo sobre la calidad de la misma, sino que desmejora también su aptitud para la comercialización (Paleari *et al.*, 1995). (Devia ,1992), señala que la condición de carnes DFD se presenta como un músculo de estructura compacta, sin brillo al corte, de apariencia oscura, poco deseable, asociado a un alto pH.

Una caída lenta del pH post-mortem, es ocasionada cuando las reservas de glucógeno en el animal son escasas, por ejemplo, cuando ha habido un estrés crónico durante un transporte largo, con tiempos de dietado (ayuno) muy prolongados, que en cerdos equivalen a más de 24 h de dietado y en bovinos a más de 36 h, lo que además se exagera con temperaturas ambientales frías y malos manejos (estrés) antes del faenado (Prandl y Fisher 1994).

Todo esto, tiende a reducir las reservas musculares de glucógeno, por lo que se presentará un menor contenido de ácido láctico en el músculo, ocasionando un pH final elevado a las 24 h post-mortem (6.0 hasta 6.8), en comparación con el pH de una carne normal (5.4 a 5.9) (Prandl y Fisher 1994).

En músculos donde el pH tiene una disminución lenta, la carne se torna oscura, dura y seca y de ahí su nominación como carne DFD (dark, firm, dry, por sus siglas en inglés) (Prandl y Fisher 1994).

La carne tipo DFD presentan coloración oscura, producto de un pH último elevado, medido después de 24 h de frío efectivo post-mortem, aparecen a la vista con un color rojo oscuro a café y que presentan además una consistencia externa seca, dura y algo pegajosa (Apple y col., 2002), y una mayor susceptibilidad al ataque de microorganismos (Lawrie, 1998).

La ocurrencia de carne DFD está alta y directamente correlacionada con el pH final de la carne (Hargreaves *et al.*, 2004).

En estas condiciones se reduce el período de vida de anaquel, ya que está asociado a una alta capacidad de retención de agua lo que favorece el crecimiento bacteriano (Grandin, 2000).

1.9. ESTRÉS Y BIENESTAR ANIMAL

La palabra estrés deriva del griego STRINGERE, que significa provocar tensión. Es un desequilibrio homeostático o respuesta automática del organismo a cualquier cambio, externo o interno, que le permite prepararse para enfrentar a las posibles demandas que se generan como consecuencia de la nueva situación (Mainieri, 1999; Arias, 2009).

El estrés es una respuesta inespecífica del organismo ante condiciones ambientales adversas, que produce ajustes fisiológicos y metabólicos para mantener la homeostasis; las tres áreas afectadas en la producción, por dicho problema son: el crecimiento, la reproducción y la resistencia a enfermedades (Hessel *et al.*, 2006). Es importante saber, que la respuesta de los animales hacia un agente inductor de estrés se vale de tres componentes principales. El primero es el reconocimiento de la amenaza, que ocurre en el sistema nervioso central y que culmina en una organización de defensa biológica de

tipo homeostático. El segundo es la respuesta al estrés que confiere, cambios conductuales, autonómicos y neuroendocrinos que llevan al individuo a presentar cambios biológicos que afectan su fisiología, la cual es compensada por actividades biológicas como la gluconeogénesis. Si los estímulos inductores de estrés son prolongados, entonces se desarrollará el tercer componente que es un estado prepatológico en el cual se altera la capacidad individual para mantener las funciones normales y se desarrolla alguna enfermedad, cesa la reproducción y la producción y existen alteraciones conductuales como la agresividad, la falta de actividad o el desarrollo de conductas anormales (West, 2003).

Así, los cambios conductuales atribuidos a la presencia de estrés pueden ser variables según la intensidad de estrés presentado por ejemplo la conducta de miedo, el intento de escape, emitir vocalizaciones, tornarse agresivo, hiperactivo son en general instancias relacionadas al estrés agudo. Sin embargo, cuando un animal se encuentra en un ambiente poco familiar y se ve frustrado para desarrollar conductas de escape puede bloquear completamente la actividad y desarrollar apatía o depresión (Grandin, 2003).

Los manejos que se realizan en el ganado destinado a producir carne en las horas previas a su beneficio, son de los más estresantes en su vida y pueden provocar además serio deterioro de la calidad del producto (Warriss, 1990; 1992). Dichos manejos tienen importancia desde cuatro puntos de vista esenciales:

a) Aspectos éticos

Los seres humanos, y especialmente los profesionales del área pecuaria, deben propender a evitar el sufrimiento innecesario de los animales destinados a producir carne para la alimentación humana.

b) Cantidad de carne producida

El transporte inadecuado, los largos tiempos de privación de alimento, así como los malos tratos durante los manejos previos al sacrificio provocan disminuciones de peso en las canales y hematomas (contusiones, lesiones) que implican recortes de trozos de la canal con las consiguientes mermas de peso.

c) Calidad de carne producida

El transporte, desembarque, insensibilización y sangría, son etapas que generan altos niveles de estrés en el bovino, provocando cuantiosas pérdidas económicas, relacionadas con decomisos por contusiones de diferente grado, mortalidad animal, bajo rendimiento de la canal y modificación de las variables organolépticas de la carne, entre otros aspectos (Broom 2003)

d) Exigencias reglamentarias

En Chile, el esquema de comercialización utilizado para el ganado bovino, las características de producción y de funcionamiento de las plantas faenadoras, así como las condiciones de manejo antes del faenamiento indican un alto riesgo de problemas de bienestar animal y de calidad de la carne en estas etapas. Cabe destacar entre otros aspectos, que más del 50% de los bovinos se traslada en pie desde los centros de producción a los de consumo; que los tiempos de reposo en ayuno utilizados en las plantas faenadoras, en general superan las 12 horas; que hay una creciente detección de carnes afectadas por problemas debidos al estrés, tal como corte oscuro, y que hay una escasa atención al sufrimiento innecesario ocasionado a los animales durante el arreo y la insensibilización (Gallo, 1994; 1996; 1997).

El concepto de BA está basado en la relación armoniosa del animal con el medio; en esta relación entran a jugar un papel muy importante su estado físico y psicológico (Broom 2005). Se han descrito como condiciones básicas que aseguran el bienestar de los animales cinco componentes que se han denominado “las cinco libertades”: 1) Libre de hambre, sed o un nivel de nutrición insuficiente; 2) No presentar dolor, heridas o enfermedad; 3) Libre de temor o angustia; 4) No presentar incomodidad; 5) Libre de manifestar un comportamiento natural, las cuales deben regir el BA (Cockram *et al.*, 2004).

Estos factores desencadenan reacciones inevitables en el animal que se traducen en estrés físico, fisiológico y psicológico (Fisher *et al.*, 2009). El primero se genera por el esfuerzo físico del animal durante el arreo, el cargue y descargue del camión, así como el intento para mantenerse en pie durante el movimiento del vehículo. El estrés fisiológico puede ser medido en términos de cambios de la homeostasis del animal, por la privación de alimento y agua, la capacidad de utilizar sus reservas en el

mantenimiento de la temperatura corporal y actividad física, o para superar alguna lesión o enfermedad.

El estrés ha sido utilizado como indicador de la pérdida de BA (Broom, 2003) y es definido como la acción de estímulos nerviosos y emocionales provocados por el ambiente sobre los sistemas nervioso, endocrino, circulatorio y digestivo de un animal, produciendo cambios medibles en los niveles funcionales de estos sistemas, en especial altera la homeostasis interna induciendo cambios en la actividad del sistema nervioso autónomo y el eje hipotálamo-pituitaria-adrenal-HPA (Broom, 2005).

Aunque la respuesta al estrés es muy variable y dependiente de la capacidad de cada animal para responder, resulta evidente que si el agente estresante actúa por largo tiempo (transporte y ayuno prolongado), el efecto encontrado será mayor, sea alta o baja la capacidad de respuesta de cada animal. Por ello, mientras más largos son los tiempos de transporte y ayuno, mayores probabilidades existen de presentar estrés, afectando negativamente el bienestar de los animales, aumentando las pérdidas de peso de la canal, mayor presencia de contusiones y efectos negativos en la calidad de la carne (Amtmann *et al.*, 2006).

Se ha establecido una relación directa entre el estrés y la presentación de carnes tipo DFD, o “cortes oscuros” (Warner *et al.*, 2007). La carne DFD se presenta especialmente en bovinos y se observa en las primeras horas después del sacrificio (Terlouw y col, 2008). El estrés agota las reservas de glucógeno muscular y disminuye la formación de ácido láctico, motivo por el cual el pH después del sacrificio permanece alto ($\geq 5,8$) (Warner *et al.*, 2007).

Según (Price y Schweigert, 1976), los factores desencadenantes del estrés son: la temperatura, el sonido, la humedad, la presión atmosférica, la nutrición inadecuada, el shock, el miedo, la luz, fatiga, anoxia y la excitación emocional. Esta susceptibilidad parece estar directamente relacionada con la carne de corte oscuro en carne de vacuno.

(Gallo, C. 1991), señala que el faenamiento de reses de abasto es un proceso estresante; el estrés que soportan los animales previos al sacrificio no sólo provoca un daño fisiológico y sufrimiento innecesario, sino que también afecta a la calidad de la carne.

En machos bovinos jóvenes enteros, se detecta una alta incidencia de carne DFD, lo cual puede atribuirse a la característica de temperamento más excitable y mayor agresividad en estos animales, las que son aún más pronunciadas en ambiente desconocido y durante el tiempo de espera previo al sacrificio.

De acuerdo con la duración y sus efectos el estrés puede ser agudo (transitorio) o crónico (de largo efecto) (Trevisi y Bertoni 2009).

El estrés crónico consiste en un estado de activación fisiológica en curso, que se presenta cuando el cuerpo experimenta estrés por varios factores o la exposición repetida a los mismos estresores agudos, etapa en la cual el sistema nervioso autónomo rara vez tiene la oportunidad de activar la respuesta de relajación. En este caso, se presenta una sobreexposición a las hormonas del estrés, que produce un costo biológico suficiente para alterar las funciones biológicas y producir diestrés. El estrés crónico coincide con un estado de larga duración del animal, como un problema de salud grave, que no permite su recuperación satisfactoria, en donde la intensidad y duración del sufrimiento contribuye a la severidad de la respuesta del animal. Por lo tanto, el estrés crónico es una condición de mala adaptación que puede estar asociada con una reducción directa en el nivel de bienestar. Por otra parte, esta condición puede afectar la susceptibilidad a las enfermedades o favorecer su progresión (Trevisi y Bertoni 2009).

1.9.1. Privación de alimento o ayuno

En todos los manejos que se realizan con los animales desde que se recolectan para enviarlos a faena y hasta el faenamiento propiamente tal, éstos dejan de recibir alimento y se alteran las condiciones medioambientales habituales. Generalmente los animales se recolectan unas dos horas antes en el predio, manteniéndolos sin alimento en los corrales hasta la carga, a veces con agua otras sin agua (Gallo *et al.*, 1995); muchas veces durante este período se realizan otros manejos adicionales como pesaje o marcaje; luego se procede a la carga y una vez en los vehículos de transporte, los animales continúan sin acceso a comida ni agua (ayuno); finalmente a la llegada a la planta faenadora, se mantienen en reposo en ayuno, por un mínimo de 6 horas de acuerdo a la reglamentación vigente (Reglamento Tecnológico de Carnes Perú, 2012). El efecto que tiene la privación de alimento en bovinos, difiere según su duración (horas) y según vaya o no acompañada de transporte. Los tiempos prolongados de privación de

alimento, además de afectar los indicadores sanguíneos de estrés, pueden provocar pérdidas de peso que comprometen la canal, así como también alteraciones de la calidad de la carne (Gallo y Gatica, 1995; Gallo *et al.*, 2003). La exposición de los animales a varias condiciones adversas a la vez, tales como: falta de alimento o agua, peligro, hambre, mezcla de animales de diferente procedencia, ambiente molesto, fatiga, calor, frío, luz, restricciones de espacio y otras, condicionan en los animales un estado de estrés que puede tener efectos sobre la calidad de la carne (Forrest *et al.*, 1979). La carne presenta una coloración oscura y un pH alto, anomalía que en el bovino se conoce como "corte oscuro" (dark cutting beef) (Hood y Tarrant, 1980). El corte oscuro se relaciona directamente con una disminución de los niveles de glicógeno muscular y hepático (Gallo y Lizondo, 2000).

En bovinos, el tiempo de reposo obligatorio mínimo en matadero es de 6 h según el (Reglamento Tecnológico de Carnes Perú, 2012), sin embargo, lo más corriente es que los animales esperen por más de 12 h (Gallo *et al.*, 1995), de manera que los tiempos de privación de alimento totales entre transporte y espera previo al sacrificio alcanzan en promedio 60 horas. Respecto a estos tiempos de transporte y ayuno tan prolongados, (Gallo y Gatica, 1995) demostraron que sobre 36 h se afecta no sólo el peso vivo de novillos, sino también su rendimiento centesimal de canal caliente y fría, además del peso y rendimiento porcentual de subproductos como el hígado. En estudios recientes sobre diferentes tiempos de ayuno en bovinos, (Gallo *et al.*, 2003 a) registraron además una tendencia a perder peso de la canal tras jornadas largas de viaje y tras largos períodos de reposo en matadero. Cabe señalar que el rendimiento de la canal es una variable que con frecuencia se usa en la comercialización del ganado, de manera que es un aspecto importante de tener presente a nivel de productores y plantas faenadoras. Consecuentemente se deberían evitar las esperas prolongadas de los animales, tanto en predios, ferias como mataderos, en particular de aquellos con transporte prolongado antes o después, y procurar que los reposos sean realmente un descanso y no un estrés adicional. Es indudable que mientras más se prolongan las esperas, más eventos adversos pueden presentarse durante las mismas. Dado que las carnes con elevado pH son inaptas para el envasado al vacío, por su rápido deterioro, estas canales son castigadas en el precio, a pesar de que son sólo algunos músculos (cortes de carne) los afectados (Almonacid, 2003).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el matadero de Quicapata, que se ubica en el distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga a 2,760 m.s.n.m.

Departamento	: Ayacucho
Provincia	: Huamanga
Distrito	: Carmen Alto
Latitud	: 13° 1' 35.40"
Longitud	: 74°13'30.50"

El clima es templado y seco, con una temperatura promedio de 17.5 °C y una humedad relativa promedio de 56%. Puede considerarse como valle a mediana altura; en cuanto a la humedad es considerada como zona semiárida.

Las temperaturas decrecen con la altitud. Siendo así la temperatura media en la Ciudad de Ayacucho de 15.36°C, mientras que la media más alta se tiene en Sivia (Huanta) con 25.19°C y la media más baja se tiene en San Cristóbal (Puquio) con 9.89°C.

2.2. DE LOS ANIMALES

De acuerdo a la fórmula del tamaño muestral de población conocida se evaluó 376 canales de vacunos criollos (34 machos y 342 hembras) de 1 año a más todos estos animales fueron sometidos a un faenado convencional, el cual inició con el aturdimiento con bala cautiva luego fueron izados del miembro posterior; prosiguió la sangría, el desollado, eviscerado, lavado y finalmente oreo. Los animales fueron registrados según el sexo, edad, tiempo de ayuno, tiempo de descanso temperatura durante el faenado.

2.3. MATERIALES Y EQUIPO

2.3.1. Material biológico

- 376 Canales de vacunos criollos.

2.3.2. Equipos y reactivos

- Potenciómetro.
- 2 electrodos.
- Soluciones búfer 4 y 7.
- Solución de limpieza para los electrodos.
- Agua destilada.
- 3 Vasos precipitados.
- Piseta.
- Papel toalla.
- Bisturí.
- Cuchillo
- Termómetro

2.3.3. Materiales de uso personal

- Mandil.
- Botas.
- Casco de protección.
- Mascarilla.
- Guantes.
- Papel toalla.
- Fichas para recoger los datos.
- Jabón.
- Cámara fotográfica.
- Lapiceros.
- Plumón marcador.

2.4. METODOLOGÍA

2.4.1. Tamaño muestral

Se utilizaron las canales de vacunos faenadas en el matadero de la comunidad campesina de Quicapata, del distrito de Carmen Alto de sexo machos y hembras de

diferentes edades, de acuerdo a la fórmula del tamaño muestral de población conocida se procedió a la evaluación de 376 canales de vacunos criollos. Para el estudio se estima según el registro de beneficios un total de 19,800 animales beneficiados por año (Registro matadero, SENASA – Ayacucho, 2016)

$$n = \frac{Z^2 PqN}{E^2 N + Z^2 Pq}$$

Dónde:

Z = 1.96 para un nivel de confianza del 95%.

E = 5% es el error.

N = 19800 canales de vacunos faenados por año, en el matadero de Quicapata del distrito de Carmen Alto (Fuente: SENASA- Ayacucho 2016).

P = 0.5 - 50% aceptable de la población muestral.

q = 1-p.

$$n = \frac{(1.96)^2 0.5(0.5)19800}{(0.05)^2 19800 + (1.96)^2 (0.5)(0.5)}$$

$$n = 376.84 \text{ animales}$$

2.4.2. Procedimiento

2.4.2.1. Identificación de los animales

Se procedió a identificar los animales en la manga de acceso, para luego registrar el sexo, edad, tiempo de descanso, tiempo de ayuno, descanso, hora de inicio del proceso de faenado, T° ambiental, T° de la carcasa marca del animal para guiarse con el tiempo de ingreso al camal y recabar datos como tiempo de ayuna y descanso.

2.4.2.2. Determinación del pH cárnico

Para medir el pH se empleó un potenciómetro portátil de marca Lutron, modelo S - 200 con electrodo de vidrio; rango de 0,0 a 14,00 pH; resolución 0,01; precisión $\pm 0,01$; calibración automática por inmersión en buffer, también se utilizó un termómetro digital industrial.

En el caso de bovinos, lo usual es evaluar la carne a las 24 h del sacrificio y como músculo representativo se utiliza el lomo (ya sea el *longissimus dorsio*, *el lumborum*) (Belew, 2003). Sin embargo, no todos los rastros permiten que se corte el lomo, por las pérdidas que esto ocasiona en las canales.

Para proceder a la evaluación, se corta con una sierra la vértebra al nivel de la 12ª costilla torácica y se corta luego la chuleta con un movimiento único, de una sola pasada para exponerla y facilitar la evaluación (pH, color, marmoleo, etc.). Cuando sea posible, una sección de dos pulgadas en la 12ª costilla (región del cuarto delantero) o dos pulgadas del lomo en la región de la 13ª costilla (región del cuarto trasero) debe ser obtenida para realizar análisis químicos, físicos o sensoriales. Otros músculos son también utilizados para evaluar calidad, algunos representativos del cuarto trasero como el semitendinoso semimembranoso y otros del cuarto delantero como el infraespinoso o el redondo mayor.

Para realizar la medición del pH, primero se realizó la calibración del potenciómetro en la solución tampón pH 7.00, posteriormente se enjuagó con agua destilada y se continuó con la inmersión en la solución pH 4.00 y finalmente se enjuagó con agua destilada y se secó el electrodo con papel absorbente.

Al final de cada medición se realizó la limpieza del electrodo con la solución de limpieza que cumple la función de remover las proteínas que pudieran quedarse adheridas al electrodo.

La primera medición de pH se realizó una hora después del sacrificio, y las mediciones posteriores fueron realizadas cada 1 hora, así sucesivamente hasta el momento del despacho.

2.5. REGISTRO Y ANÁLISIS

2.5.1. Registro

Para el registro de datos iniciales se diseñó y empleó un formulario donde fueron registrados los siguientes datos: sexo, tiempo de reposo, tiempo de ayuno, edad y pH valores de pH inicial y final y valores de la temperatura de la canal.

2.5.2. Análisis estadístico

La información recabada fue analizada mediante estadística descriptiva básica, y el uso de la prueba estadística chi cuadrado basado en pruebas de bondad de ajuste. La expresión utilizada es la siguiente:

$$X^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dónde:

O^i = Valor observado

E_i = Valor esperado

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. NIVEL DE pH EN CARNES DE VACUNO DFD SEGÚN SEXO DEL ANIMAL

Tabla 3.1. Nivel de pH en canales de vacuno DFD según sexo del animal

Periodo de Evaluación	SEXO			
	Hembra		Macho	
	n	Media $\pm$ D.S.	n	Media $\pm$ D.S.
Fase 1	301	6.47a $\pm$ 0.39	42	6.51a $\pm$ 0.28
Fase 2	315	6.29a $\pm$ 0.33	44	6.34a $\pm$ 0.25
Fase 3	315	6.23a $\pm$ 0.37	44	6.29a $\pm$ 0.27
Fase 4	168	6.24a $\pm$ 0.35	28	6.20a $\pm$ 0.24

Nota: Letras iguales en sentido horizontal indica que no existen diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$).

Fuente: Formato para recabar los datos

Elaboración propia

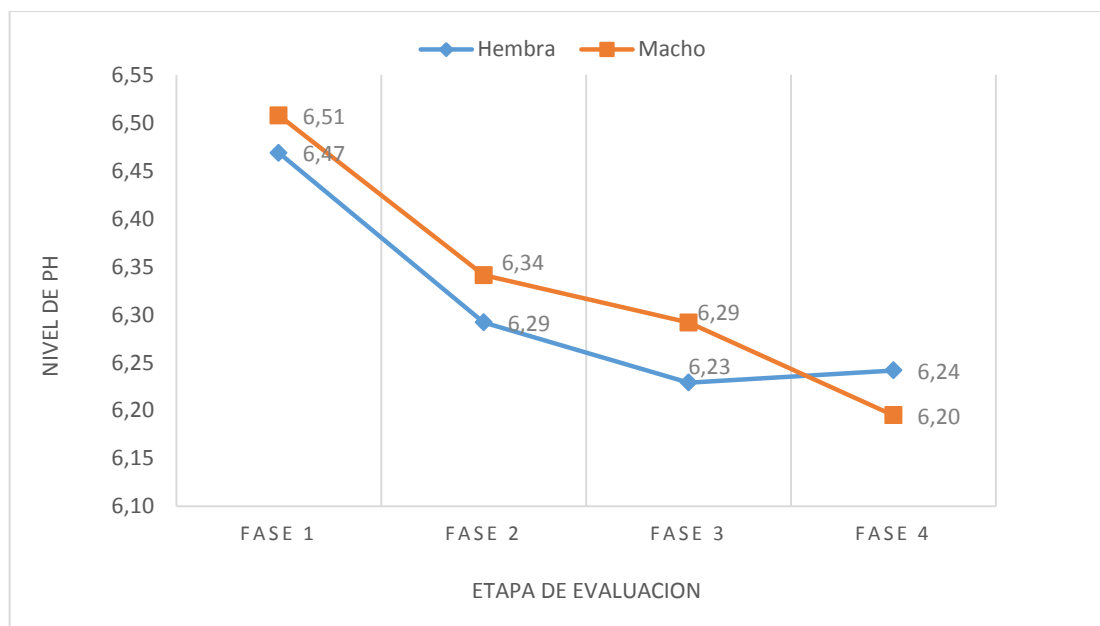


Figura 3.1. Variación del pH. En canales de vacunos macho y hembra evaluados en diferentes etapas de tiempo

En la tabla 3.11 y figura 3.1, se presenta el nivel de pH medio de canales de vacunos con categoría DFD, medidos en periodos o etapas de evaluación y sexos diferentes. Asimismo, se observa que el nivel de pH medio que se presenta en los canales de las animales hembras son de 6.47 ± 0.39 , 6.29 ± 0.33 , 6.23 ± 0.37 y 6.24 ± 0.35 a nivel de la fase 1, 2, 3 y 4, respectivamente; además de los animales machos, cuyos valores medios fueron de 6.51 ± 0.28 , 6.34 ± 0.25 , 6.29 ± 0.27 y 6.20 ± 0.24 para las fases 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Cabe mencionar que no se evidencia diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) respecto al nivel de pH medio de los canales de los animales.

En la figura se muestra que a medida que se va pasando de una fase a otra el nivel de pH medio de canales de vacunos va disminuyendo; y en comparación con animales machos y hembras, el nivel de pH medio de canales de vacunos de las hembras tiende a ser menor que el de los machos; ello podría ser debido al estrés prolongado o al ayuno excesivo previo a la matanza; cabe señalar que solo en la última fase, el pH medio de canales de vacunos de las hembras supera al de los machos.

Al respecto (Sornay, 1978), menciona que, los machos de bovino presentan una mayor frecuencia de pH elevados respecto a machos castrados, hembras jóvenes y vacas, lo que es debido a su temperamento más excitable y su mayor motricidad y estrés físico.

Si bien no existe diferencia significativa, para poder afirmar el efecto del sexo sobre el pH final, se puede afirmar que tanto machos como hembras fueron sometidos algún tipo de estrés prolongado.

Además, (Grau, 1965), indica que, en un estudio realizado en vacunos, el pH final es más alto en machos que en hembras, aunque no existen estudios en los cuales se determine el efecto de la edad y el sexo sobre el pH final. Sin embargo, el estrés es uno de los factores principales en la depleción de las reservas de glucógeno y por lo tanto del valor del pH final. Los machos a diferencia de las hembras son más agresivos, por lo tanto, más susceptibles a sufrir cierto grado de estrés, en ellos existe el instinto de dominancia y territorialidad, por eso es frecuente ver peleas entre ellos en los corrales de espera.

Por otro lado, (Murray, 1989) mostró que la frecuencia de corte oscuro disminuye a medida que aumenta la grasa de las canales, y atribuye esto en gran medida al efecto de la grasa en retardar la tasa de enfriamiento. Esto puede explicar en parte el bajo porcentaje de reprobación presentado por las hembras ya que éstas poseen en comparación con los machos una mayor cobertura grasa. Sin embargo, de acuerdo con (Littler, 2001), indicó que los toros tienen los niveles más altos de cortes oscuros, seguidos por vacas, vaquillas, vaquillas castradas y finalmente novillos. Es posible explicar de dos maneras como el sexo del animal y la etapa de desarrollo en que se encuentra afecta la incidencia de cortes oscuros. Primero, el comportamiento general del tipo de ganado, por ejemplo, el comportamiento antagonista de los toros (montas y peleas) y el comportamiento de monta de vacas y vaquillas en estro. Como segunda manera, la demanda nutricional de las diferentes clases del ganado, como, por ejemplo, preñez y lactación en vacas y ganado en períodos de alto crecimiento.

3.2. NIVEL DE pH EN CARNES DE VACUNO DFD SEGÚN EDAD DEL ANIMAL

Tabla 3.2. Nivel de pH en carnes de vacuno DFD según edad del animal

Periodo de Evaluación	EDAD DE LOS ANIMALES (AÑOS)					
	Joven		Adulto		Geriátrico	
	(De 1.0 a 3.0 años)		(De 3.1 a 8.0 años)		(Mayor a 8.0 años)	
	n	Media D.S.	n	Media D.S.	n	Media D.S.
Fase1	65	6.42a ± 0.36	71	6.48ab ± 0.38	60	6.55b ± 0.41
Fase2	81	6.26a ± 0.34	71	6.30ab ± 0.31	60	6.37b ± 0.30
Fase3	81	6.21a ± 0.36	71	6.23a ± 0.36	60	6.31a ± 0.34
Fase4	36	6.20a ± 0.35	42	6.26a ± 0.31	20	6.24a ± 0.37

Nota: Letras iguales en sentido horizontal indica que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$).

Fuente: Formato para recabar los datos

Elaboración propia

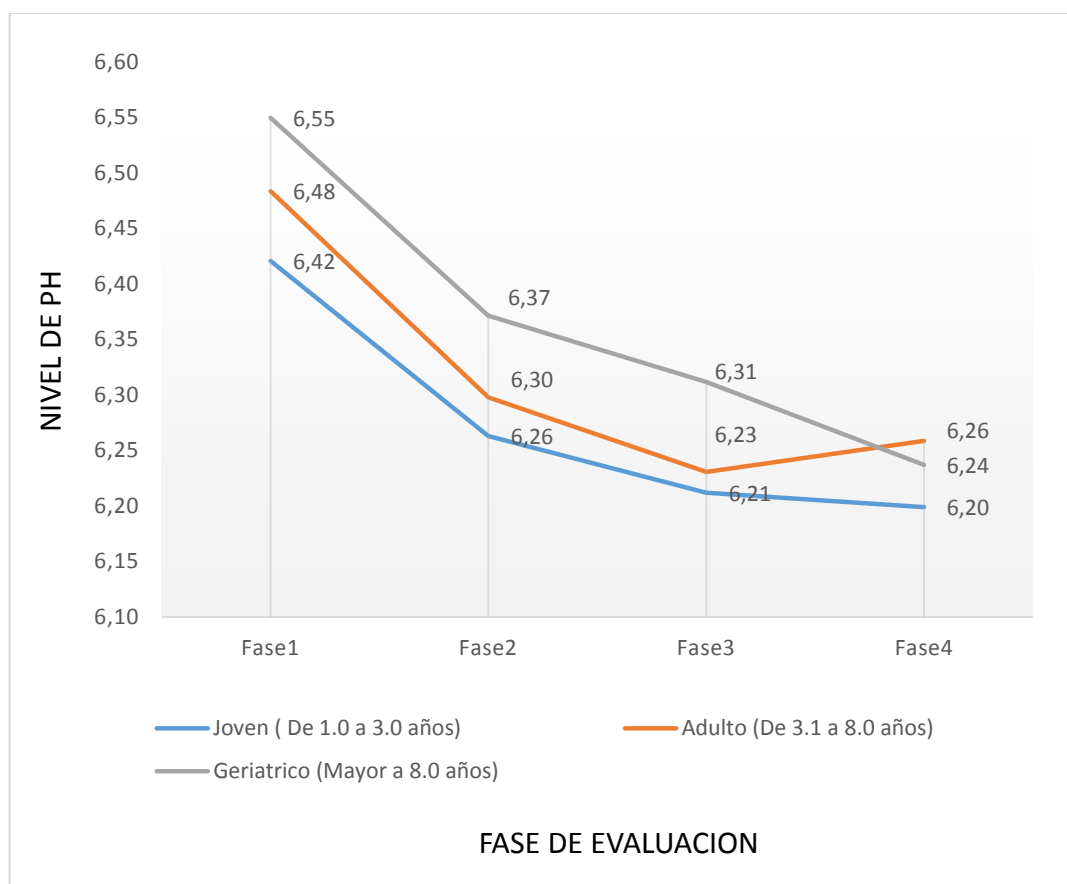


Figura 3.2. Variación del pH en canales de vacunos jóvenes, adultos y geriátricos evaluados en diferentes etapas de tiempo

En la tabla 3.2 y figura 3.2 se presenta el nivel de pH medio de canales de vacunos con categoría DFD, medidos en diferentes periodos o etapas de evaluación y edades diferentes.

Se observa que el nivel de pH medio de las carnes de vacunos evaluados en los periodos o fases 1, 2, 3 y 4; para los canales que proceden de animales jóvenes (de 1 a 3 años de edad) asciende a 6.42 ± 0.36 , 6.26 ± 0.34 , 6.21 ± 0.36 y 6.20 ± 0.35 ; para los canales procedentes de animales adultos (de 3 a 8 años de edad) asciende a 6.48 ± 0.38 , 6.30 ± 0.3 , 6.23 ± 0.36 y 6.26 ± 0.31 ; y para canales de los animales geriátricos asciende a 6.55 ± 0.41 , 6.37 ± 0.30 , 6.31 ± 0.34 y 6.24 ± 0.37 ; respectivamente. Por otro lado, cabe mencionar que el nivel de pH no mostró diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) a nivel de las edades y las etapas evaluadas; a excepción de los canales de los animales geriátricos, cuyo nivel de pH fue superior respecto a los canales de los animales jóvenes a nivel de las fases 1 y 2.

Además de acuerdo a la figura 2 se puede observar que el pH de los canales procedentes de animales geriátricos (mayor de 8 años) es superior al presentado por los canales adultos (3.1 a 8 años) y jóvenes (1 a 3 años).

Al respecto, (Sánchez et al., 1997), menciona en su estudio que, los valores de pH mayores se presentan en canales de vacunos de mayor edad.

Asimismo, (Journe y Teissier, 1982), hace mención que la variación de pH que se produce en función de la edad no es lineal, sino que sigue una tendencia de tipo sigmoide.

De hecho, (Moreno Grande et al., 1999) reportan pH promedios muy similares entre animales de 0 y 2 dientes, tanto para machos como para hembras: 5,77 y 5,75 y 5,8 y 5,77, respectivamente.

3.3. NIVEL DE pH EN CARNES DE VACUNO DFD SEGÚN TIEMPO DE REPOSO

Tabla 3.3. Nivel de pH en canes de vacuno DFD según tiempo de reposo del animal

Periodo de Evaluación	TIEMPO DE REPOSO (HORAS)									
	0 Horas		24 Horas		48 Horas		72 Horas		96 Horas	
	n	Media ± D.S.	n	Media ± D.S.	n	Media ± D.S.	n	Media ± D.S.	n	Media ± D.S.
Fase1	65	6.54a ±0.39	71	6.44a ±0.39	60	6.40b ±0.32	50	6.40bc ±0.31	69	6.56ad ±0.45
Fase2	81	6.36a ±0.31	71	6.29ab ±0.40	60	6.23b ±0.30	50	6.27ab ±0.29	69	6.33ab ±0.30
Fase3	81	6.25a ±0.33	71	6.23a ±0.43	60	6.20a ±0.30	50	6.24a ±0.50	69	6.26a ±0.30
Fase4	36	6.33a ±0.32	42	6.23a ±0.36	20	6.00b ±0.31	36	6.31a ±0.39	45	6.26a ±0.24

Nota: Letras iguales en sentido horizontal indica que no existen diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$).

Fuente: Formato para recabar los datos

Elaboración propia

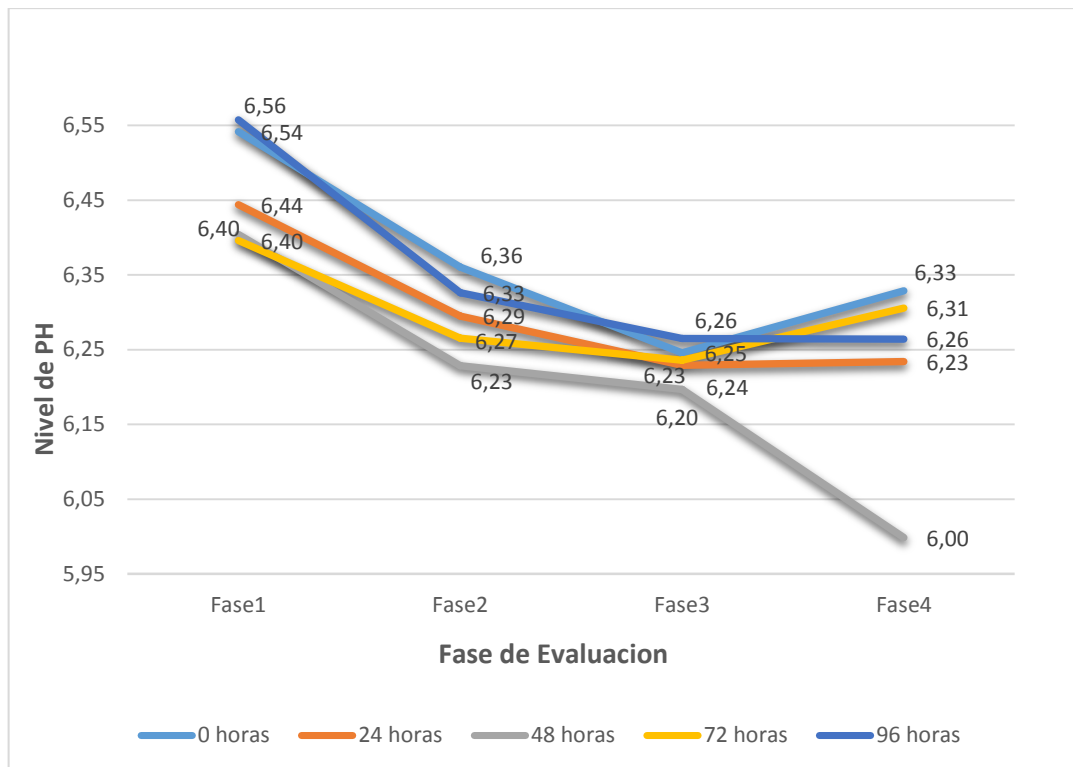


Figura 3.3. Variación del pH en canales de vacunos sometidos a diferentes tiempos de reposo.

La tabla 3.3 y en la figura 3.3 se muestra los niveles de pH medio de canales de vacunos con categoría DFD, medidos en diferentes periodos o etapas de evaluación y de acuerdo al tiempo de reposo de los animales previo al beneficio. Se puede observar que el nivel de pH medio de las carnes de vacunos evaluados en las fases 1, 2, 3 y 4, son los siguientes: para los canales procedentes de animales con 0 horas de reposo asciende a 6.54 ± 0.39 , 6.36 ± 0.31 , 6.25 ± 0.33 y 6.33 ± 0.32 ; para los canales procedentes de animales con 24 horas de reposo asciende a 6.44 ± 0.39 , 6.29 ± 0.40 , 6.23 ± 0.43 y 6.23 ± 0.36 , y para los canales de animales de 48 horas de reposo asciende a 6.40 ± 0.32 , 6.23 ± 0.30 , 6.20 ± 0.30 y 6.00 ± 0.31 ; respectivamente para cada una de las fases. Por otro lado, los canales procedentes de animales con 72 horas de reposo y evaluados en las fases 1, 2, 3 y 4, poseen un PH medio de 6.40 ± 0.31 , 6.27 ± 0.29 , 6.24 ± 0.50 y 6.31 ± 0.39 , mientras que los canales procedentes de animales con 96 horas de reposo tienen un nivel medio de PH de 6.56 ± 0.45 , 6.33 ± 0.30 , 6.26 ± 0.30 y 6.26 ± 0.24 , respectivamente.

De manera comparativa, se observa que en la fase 1 los canales procedentes de animales con 48 y 72 horas de reposo no presentan diferencias estadísticamente significativas, pero presentan los niveles más bajo de pH, respecto a los demás canales que presentaron

los animales con 0 horas, 24 horas y 96 horas de reposo; cuyos niveles de pH no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre sí ($p>0.05$).

A nivel de la fase 2, solo se pudo registrar diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$) entre el nivel de pH de los canales procedentes de animales que presentaron de 0 y 48 horas de descanso. Por otro lado, en la fase 3, el pH de todos los canales evaluados, procedentes de animales sujetos a diferentes periodos de reposo, no reportaron diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$) entre sí.

Por último, a nivel de la fase 4 pudo observar que los canales que tuvieron 48 horas de tiempo de reposo registraron de manera significativa ($p<0.05$) y en término medio un menor nivel de pH, respecto a los demás periodos de tiempo de reposo, las mismas que no lograron registrar diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$) entre sí.

Con respecto a lo mencionado líneas arriba, (Flores y Rosmini, 1993) mencionaron que, luego de evaluar los tiempos de espera de 24 y 48 horas en ganado bovino, llegaron a la conclusión que un tiempo de espera de 24 horas contribuye a que la curva de descenso de pH se comporte de manera normal. Asimismo, menciona que, tiempos de espera por encima de las 24 h presentan un descenso más brusco de pH y el tiempo para alcanzar el *rigor mortis* es más corto. Los autores también encontraron una alta correlación entre el nivel de glucosa en sangre al momento del sacrificio y los valores de pH de la carne.

3.4. NIVEL DE pH EN CARNES DE VACUNO DFD SEGÚN TIEMPO DE AYUNO

Tabla 3.4. Nivel de pH en carnes de vacuno DFD según tiempo de ayuno del animal

TIEMPO DE AYUNA (HORAS)										
12 Horas			24 Horas		48 Horas		72 Horas		96 Horas	
	n	Media± D.S.	n	Media± D.S.	n	Media± D.S.	n	Media± D.S.	n	Media± D.S.
Fase1	27	6.72ae±0.41	69	6.47be±0.36	60	6.40bc±0.32	50	6.40bcd±0.31	69	6.56ae±0.45
Fase2	43	6.41a±0.29	69	6.32a±0.38	60	6.23b±0.30	50	6.27bc±0.29	69	6.33ac±0.30
Fase3	43	6.36±0.27	69	6.25±0.41	60	6.20±0.30	50	6.24±0.50	69	6.26±0.30
Fase4	45	6.19±0.30	42	6.23±0.36	20	6.00±0.31	36	6.31±0.39	45	6.26±0.24

Nota: Letras iguales en sentido horizontal indica que no existen diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$).

Fuente: Formato para recabar los datos

Elaboración propia

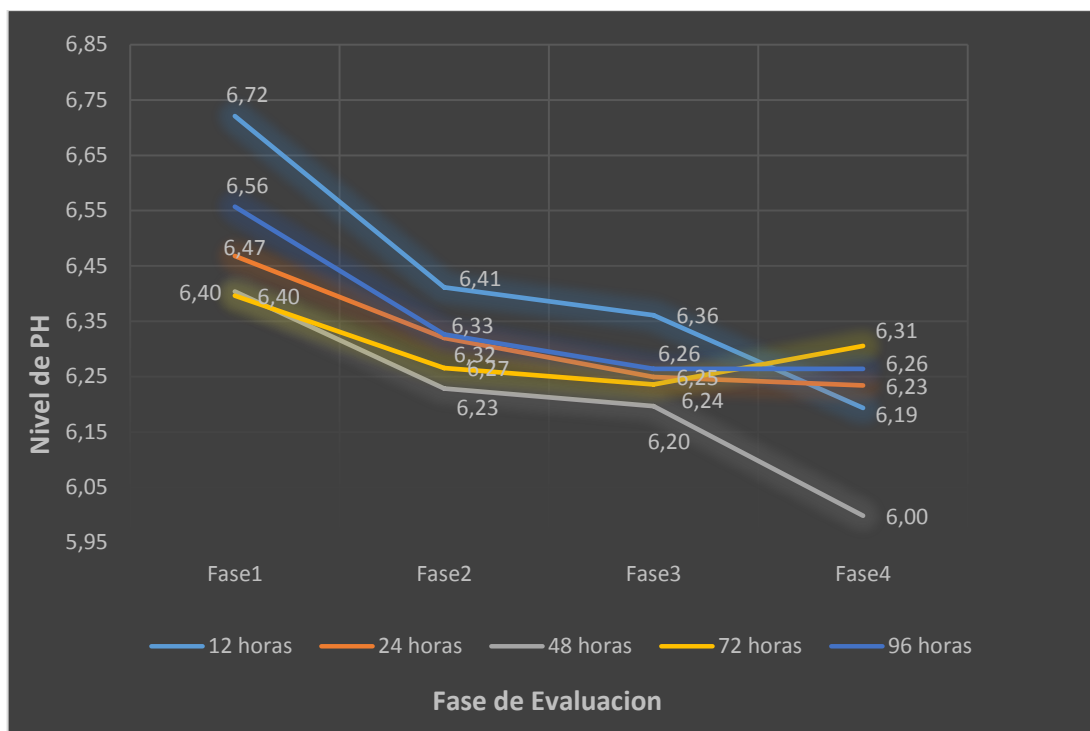


Figura 3.4. Variación del pH en canales de vacunos sometidos a diferentes tiempos de ayuno y etapas de evaluación

En la tabla 3.4 y figura 3.4 se muestran los niveles de pH medio de canales de vacunos con categoría DFD, medidos en las diferentes etapas o periodos de evaluación y de acuerdo al tiempo de ayuno de los animales previo al beneficio.

Se puede observar que el nivel de pH medio de las carnes de vacunos evaluados en cada una de las fases 1, 2, 3 y 4 se presentan de la siguiente manera; para los canales procedentes de animales con 12 horas de ayuno asciende a 6.72 ± 0.41 , 6.41 ± 0.29 , 6.36 ± 0.27 y 6.19 ± 0.30 , para los canales procedentes de animales con 24 horas de ayuno asciende a 6.47 ± 0.36 , 6.32 ± 0.38 , 6.25 ± 0.41 y 6.23 ± 0.36 , y para los canales de animales con 48 horas de ayuno asciende a 6.40 ± 0.32 , 6.23 ± 0.30 , 6.20 ± 0.30 y 6.00 ± 0.31 , respectivamente para cada una de las fases. Por otro lado, considerando la misma secuencia de fases de evaluación, los canales procedentes de animales que presentan 72 horas de ayuno, poseen un pH medio de 6.40 ± 0.31 , 6.27 ± 0.29 , 6.24 ± 0.50 y 6.31 ± 0.39 , mientras que los canales procedentes de animales con 96 horas de ayuno presentan un nivel medio de pH de 6.56 ± 0.45 , 6.33 ± 0.30 , 6.26 ± 0.30 y 6.26 ± 0.24 , respectivamente.

A manera comparativa, en el nivel de la fase 1, los canales procedentes de animales con 12 horas de ayuno registraron un nivel de pH superior y estadísticamente significativo ($p < 0.05$) respecto a los canales de los animales que tuvieron 24, 48 y 72 horas de ayuno; pero no presentan diferencias con aquellos canales procedente de animales con 96 horas de ayuno ($p > 0.05$). Por su parte, el pH de los canales que tuvieron 96 horas de ayuno resulto ser mayor y estadísticamente significativo ($p < 0.05$), respecto a los de 48 y 72 horas de ayuno.

A nivel de la fase 2, se registró que los canales con 12 horas de ayuno presentan un nivel de pH superior y estadísticamente significativo ($p < 0.05$), respecto a los canales procedente de animales con 48 y 72 hora de ayuno. A su vez, a nivel de la fase 3, únicamente el pH de los canales con 12 horas de ayuno y el de 48 horas mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), pero cabe mencionar que no se evidenciaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en el nivel de pH con los otros demás canales de los animales con diferente periodo de ayunos. Por último, a nivel de la fase 4 se observó que los canales que tuvieron 48 horas de tiempo de ayuno registraron de manera significativa ($p < 0.05$) un nivel de pH inferior a los canales con 24, 72 y 96 horas de ayuno.

Asimismo, la exposición de los animales a varias condiciones adversas a la vez, tales como falta de alimento o agua, peligro, hambre, mezcla de animales de diferente procedencia, ambiente molesto, fatiga, calor, frío, luz, restricciones de espacio y otras, condicionan en los animales un estado de estrés que puede presentar efectos sobre la calidad de la carne (Forrest *et al.*, 1979). El estrés crónico previo al faenamiento provoca consumo excesivo de glucógeno muscular, minimizando la formación de ácido láctico en el músculo postmortem e impidiendo con ello la caída natural del pH en este período.

En ese sentido, de acuerdo a un estudio realizado por (Janloo *et al.*, 1998), este llegó a concluir que los animales que fueron sometidos a ayuno por 24 horas después del transporte triplicaron la incidencia de cortes oscuros a comparación con aquellos que no fueron sometidos a un ayuno previo al sacrificio. Por su parte, al respecto, (Ferguson, 2000) afirmó que procedimientos como reducir el tiempo en el corral tiene efectos positivos en la incidencia de cortes oscuros.

Cabe mencionar que el corte oscuro se relaciona directamente con una disminución de los niveles de glicógeno muscular y hepático (Gallo y Lizondo, 2000), por lo cual el riesgo de problemas de calidad aumenta si los animales están mucho tiempo privados de alimento y además en ambientes extraños; así también tendrán mayor riesgo aquellos animales que traen una baja reserva de glucógeno inicial desde el predio. Por lo anterior, entre los factores predisponentes de corte oscuro destaca una relación positiva con el tiempo de ayuno, siendo más evidente si el transporte previo también ha sido largo (Gallo *et al.*, 2003).

Los tiempos prolongados de privación de alimento, además de afectar los indicadores sanguíneos de estrés, pueden provocar pérdidas de peso que comprometen la canal, así como también alteraciones de la calidad de la carne (Gallo y Gatica, 1995; Gallo *et al.*, 2003).

3.5. NIVEL DE pH EN CARNES DE VACUNO DFD SEGÚN TEMPERATURA

Tabla 3.5. Medias de temperaturas y pH de canales de vacunos DFD medidos en diferentes fases de evaluación

Fase de Evaluación	Temperatura (° C)	PH de canal
Fase1	27.76	6.47
Fase 2	24.60	6.30
Fase 3	22.47	6.39
Fase 4	22.98	6.24
Fase 5	22.88	6.17
Fase 6	19.79	6.13

Fuente: Formato para recabar los datos
Elaboración propia

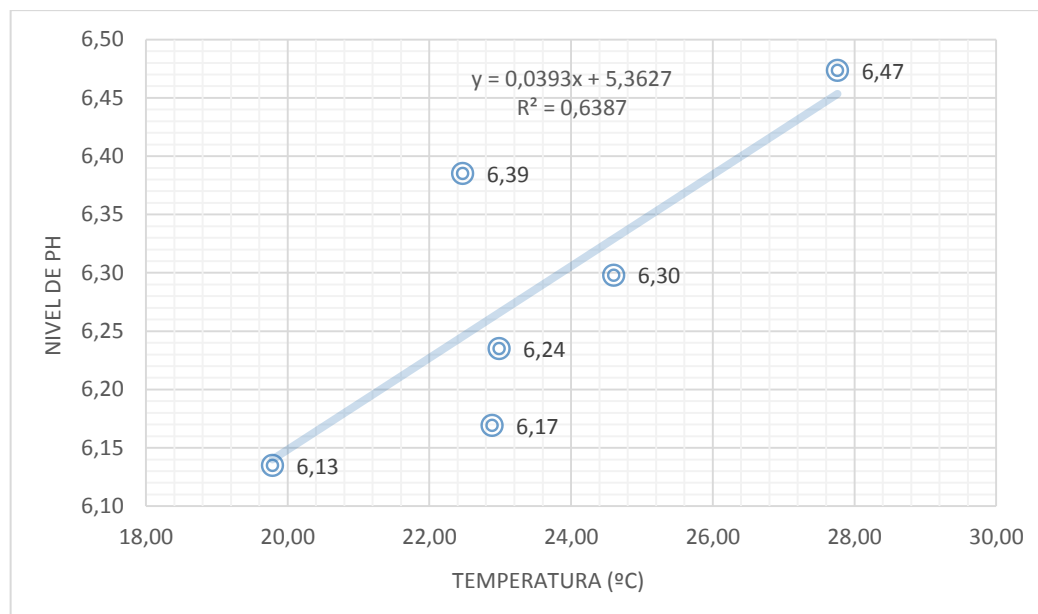


Figura3.5. Relación del pH entre canales de vacunos sometidos a diferentes temperaturas

En la tabla 3.5 y figura 3.5 se muestra la relación directa entre el pH de los canales de vacunos con su temperatura durante la fase de oreo post beneficio. Se observa que a medida que disminuye la temperatura de los canales, el nivel de pH de los mismos tiende a disminuir a un ritmo de 0.04 unidades por cada grado centígrado que disminuya su temperatura (° C). Dicha relación entre pH y temperatura, es directa y en el mismo sentido. Asimismo, se puede mencionar que el nivel de pH de los canales se debe en un 63.9% a los cambios de temperatura sufridos en los mismos durante la fase de oreo.

Una caída lenta del pH post-mortem, es ocasionada cuando las reservas de glucógeno en el animal son escasas, por ejemplo, cuando ha habido un estrés crónico durante un transporte largo, con tiempos de dietado (ayuno) muy prolongados, que en cerdos equivalen a más de 24 h de dietado y en bovinos a más de 36 h, lo que además se exagera con temperaturas ambientales frías y malos manejos (estrés) antes del faenado (Prandl y Fisher 1994).

Todo esto, tiende a reducir las reservas musculares de glucógeno, por lo que se presentará un menor contenido de ácido láctico en el músculo, ocasionando un pH final elevado a las 24 h post-mortem (6.0 hasta 6.8), en comparación con el pH de una carne normal (5.4 a 5.9) (Prandl y Fisher, 1994)

Es importante indicar que en nuestro país (Izaguirre 1948) realizó el primer trabajo sobre la determinación de la “acidez actual” (pH) de las carnes de vacuno y lo realizó por medio del método colorimétrico, encontrando valores de pH de 6.3 – 6.5 a las 4 horas Post mortem. En el presente estudio, se encontraron valores de pH superiores a 6.2. Estas diferencias se deben a la técnica empleada para medir el pH. Las cintas colorimétricas no son exactas en comparación al potenciómetro empleado en el presente estudio (precisión de ± 0.01), que determina casi exactamente los valores y además corrige estos según la temperatura que influye directamente en el pH. Además, el estudio señalado tampoco consideró una serie de factores que se sabe afectan la medición del pH como son: edad, raza, sistema de beneficio, y la corrección del pH de acuerdo a la temperatura.

Según (Warriss, 2003) los factores que influyen en el descenso de temperatura de la canal son el tamaño de la canal, la cobertura de tejido adiposo subcutáneo y la circulación del aire frío en la superficie. Por ello el manejo de la carga del cuarto frío debe ser constante para que no haya problemas con el enfriamiento de las canales en el tiempo necesario para su conservación.

CONCLUSIONES

1. Se pudo determinar que el nivel de pH medio de canales vacunos hembras con categoría DFD, medidos en periodos o etapas de evaluación fueron 6.47 ± 0.39 , 6.29 ± 0.33 , 6.23 ± 0.37 y 6.24 ± 0.35 a nivel de la fase 1, 2, 3 y 4, respectivamente; mientras que para los machos fueron 6.51 ± 0.28 , 6.34 ± 0.25 , 6.29 ± 0.27 y 6.20 ± 0.24 para las fases 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Por lo tanto, el pH asociado a la presencia de carnes DFD en canales de vacunos hembras tiende a ser menor que el de los machos; lo cual podría ser debido a que los machos al presentar un mayor temperamento suelen presentar un estrés más prolongado; así como también podría deberse al ayuno excesivo previo a la matanza.
2. El nivel de pH medio de las carnes de vacunos evaluados en los periodos o fases 1, 2, 3 y 4; para los canales que proceden de animales jóvenes (de 1 a 3 años de edad) asciende a 6.42 ± 0.36 , 6.26 ± 0.34 , 6.21 ± 0.36 y 6.20 ± 0.35 ; para los canales procedentes de animales adultos (de 3 a 8 años de edad) asciende a 6.48 ± 0.38 , 6.30 ± 0.3 , 6.23 ± 0.36 y 6.26 ± 0.31 ; y para canales de los animales geriátricos asciende a 6.55 ± 0.41 , 6.37 ± 0.30 , 6.31 ± 0.34 y 6.24 ± 0.37 ; respectivamente. Por lo tanto, de acuerdo a la edad, el PH de los canales procedentes de animales geriátricos es superior al presentado por los canales adultos y jóvenes.
3. Se determinó que el nivel de pH medio de las carnes de vacunos evaluados en las fases 1, 2, 3 y 4 para los canales procedentes de animales con 0 horas de reposo asciende a 6.54 ± 0.39 , 6.36 ± 0.31 , 6.25 ± 0.33 y 6.33 ± 0.32 ; para los canales procedentes de animales con 24 horas de reposo asciende a 6.44 ± 0.39 , 6.29 ± 0.40 , 6.23 ± 0.43 y 6.23 ± 0.36 , y para los canales de animales de 48 horas de reposo asciende a 6.40 ± 0.32 , 6.23 ± 0.30 , 6.20 ± 0.30 y 6.00 ± 0.31 ; respectivamente para cada una de las fases. Por otro lado, los canales procedentes de animales con 72 horas de reposo y evaluados en las fases 1, 2, 3 y 4, poseen un

PH medio de 6.40 ± 0.31 , 6.27 ± 0.29 , 6.24 ± 0.50 y 6.31 ± 0.39 , mientras que los canales procedentes de animales con 96 horas de reposo tienen un nivel medio de PH de 6.56 ± 0.45 , 6.33 ± 0.30 , 6.26 ± 0.30 y 6.26 ± 0.24 , respectivamente. Por lo tanto, es factible mencionar que en las primeras fases los canales procedentes de animales con 48 y 72 horas presentan los niveles más bajo de pH, respecto a los demás canales que presentaron los animales con 0 horas, 24 horas y 96 horas de reposo; además en la última fase, los canales que tuvieron 48 horas de reposo presentaron un menor nivel de pH medio.

4. El nivel de pH medio de las carnes de vacunos evaluados en cada una de las fases 1, 2, 3 y 4 se presentan de la siguiente manera; para los canales procedentes de animales con 12 horas de ayuno asciende a 6.72 ± 0.41 , 6.41 ± 0.29 , 6.36 ± 0.27 y 6.19 ± 0.30 , para los canales procedentes de animales con 24 horas de ayuna asciende a 6.47 ± 0.36 , 6.32 ± 0.38 , 6.25 ± 0.41 y 6.23 ± 0.36 , y para los canales de animales con 48 horas de ayuna asciende a 6.40 ± 0.32 , 6.23 ± 0.30 , 6.20 ± 0.30 y 6.00 ± 0.31 , respectivamente para cada una de las fases. Por otro lado, considerando la misma secuencia de fases de evaluación, los canales procedentes de animales que presentan 72 horas de ayuna, poseen un pH medio de 6.40 ± 0.31 , 6.27 ± 0.29 , 6.24 ± 0.50 y 6.31 ± 0.39 , mientras que los canales procedentes de animales con 96 horas de ayuna presentan un nivel medio de pH de 6.56 ± 0.45 , 6.33 ± 0.30 , 6.26 ± 0.30 y 6.26 ± 0.24 , respectivamente. Por lo tanto, es factible mencionar que, en la primera fase, los canales procedentes de animales con 12 y 96 horas de ayuno registraron un nivel de pH superior respecto a los canales de los animales que tuvieron 24, 48 y 72 horas de ayuno; y en la última fase los canales que tuvieron 48 horas de tiempo de ayuno registraron de manera significativa, un nivel de pH inferior a los canales con 24, 72 y 96 horas de ayuno.
5. Se pudo determinar que existe una relación directa entre el pH de los canales de vacunos con su temperatura durante la fase de oreo post beneficio; pues se pudo observar que a medida que disminuye la temperatura de los canales, el nivel de pH de los mismos tiende a disminuir a un ritmo de 0.04 unidades por cada grado centígrado que disminuya su temperatura ($^{\circ}$ C). Dicha relación entre pH y temperatura, es directa y en el mismo sentido. Asimismo, se puede mencionar que

el nivel de pH de los canales se debe en un 63.9% a los cambios de temperatura sufridos en los mismos durante la fase de oreo.

6. Finalmente se pudo determinar que los factores previos al beneficio de los canales predisponen a la variación y la presentación de carnes DFD en carcasas de vacunos criollos faenados en el matadero de la Comunidad Campesina de Quicapata.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda llevar a cabo un transporte adecuado animales previo al beneficio con el objetivo de que en el transcurso estos no se peleen y se ocasionen mayores niveles de estrés; además es importante que se implementen camiones frigoríficos con rieles, dado que en la actualidad el transporte de las canales se realiza en furgonetas y por apiñamiento, donde se mantiene en calor y falta de higiene de dichos camiones.
2. En cuanto el personal no tienen una indumentaria adecuada y lo realizan de manera inapropiada realizando una contaminación cruzada de todas las canales que se expresan en un deterioro la calidad de la carne.
3. Se recomienda, realizar la clasificación de carnes de acuerdo al pH cárnico, para detectar la presencia de carnes DFD.
4. Además, también resulta importante que se cuide de los animales previas al beneficio en cuanto a las horas de reposo de estos, dado que ello influye en la presencia de carnes DFD.
5. Se recomienda presentar mucha más importancia al tema del alimento de los animales previos al beneficio debido a que de ello dependerá de la calidad de las carnes y así disminuir el incremento de las carnes DFD para el consumo de la población.
6. Se recomienda implementar y poner en funcionamiento las cámaras de enfriamiento, ya que no todas las épocas del año son frías esto para mejorar el control de la caída del pH de las carnes y disminuir el incremento de las carnes DFD al alcanzar el pH final.

7. A la administración del matadero se recomienda hacer una buena infraestructura del matadero en cuanto a los corrales y mangas de acceso ya que estos cuentan con áreas muy amplias razón por la cual los animales son perseguidos en toda el área de esta manera contribuyendo al desgaste de energía de los animales y estrés el cual se observa en los resultados, construir una manga de acceso con paredes solidas sin que el animal pueda observar los laterales y avanzar ya que estos se encuentran con barras de metal donde el animal observa sus laterales y no quiere avanzar razón por la cual son maltratados por el personal, capacitar al personal que trabaja en el faenado debido a que existen malas prácticas previo al faenado y post faenado (golpes al arrear al animal a la manga, falta de baño de los animales antes del faenado, mal aturdimiento, mal lavado de las canales, mala disposición de las canales en la sala de oreo, falta de cámaras de enfriamiento, transporte inadecuado) los cuales afectan la calidad de la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almonacid, M. (2003). Estudio de pH y color muscular en cortes comerciales de canales bovinas normales y con la anomalía “corte oscuro”. Memoria de Título, Medicina Veterinaria, Fac. Cs. Vet. Univ. Austral de Chile, Valdivia, Chile. Pp 48.
- Amado Manuel, Canales Vergara, (2012). Efecto del estrés sobre características de la canal, la respuesta fisiológica y pérdidas económicas por lesiones en bovinos al sacrificio. (tesis)
- Amtmann, V. A. Gallo C. Schaik G. Tadich N. (2006). Relaciones entre el manejo antemortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y pH de la canal en novillos. arch. med. vet **38** n°. 3
- Apple, J.K., E.B. Kegley, C.B. Boger, J.W. Roberts, D. Galloway and L.K. Rakes, (2002). Effects of restraint and isolation stress on stress physiology and the incidence of dark-cutting longissimus muscle in Holstein steers. AAES Research Series 499:73-77
- Arias, G. F. González Z. M. E. (2009). Estrés, Agotamiento Profesional (burnout) y Salud en Profesores de Acuerdo a su Tipo de Contrato Stress, Burnout and Health in Teachers According to Their Type of Contract. Ciencia y Trabajo. (33): 173.
- Asdrubali, M. Stradelli, A. (1965). I Macelli: Costruzione - Gestione-Aspetti Sanitari. Edizione Agricole. Bologna – Italia. p 31-37, 47-50.
- Badui, S. (1997). Química de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Barteles, H. (1980). Inspección veterinaria de las carnes. 1a. Ed., p. 396-402. Editorial Acribia. España
- Barton-Gade, P.A. (1981). The measurement of meat quality in pigs postmortem, En: Porcine stress and meat quality-causes and possible solutions to the problems, Ed: T, Froystein, Slinde E, Standal N, Agricultural Food Research Society, London, pp: 205.
- Belew J.B. Brooks J.C. McKenna D.R. Savell J.W. Warner Bratzler (2003). Shear evaluation of 40 bovine muscles. Meat Sci 2003; 64:507-512.
- Bendall, J. R. (1973). *Biochemistry of rigor mortis and cold-contraction*. Proceedings of the European Meeting of Meat Research Workers No. 19, (parte I) 1-27.

- Brazal, T.; Boccard, R. (1977). Efectos de dos tratamientos antemortem sobre la calidad de la canal y de la carne de cordero. *Prod. Anim. INIA*, 8: 97-125.
- Broom, D. M. (2003). Transport stress in cattle and sheep with details of physiological, ethological and other indicators; 110:83-89.
- Broom, D. M. (2005). The effects of land transport on animal welfare. *Rev Sci Tech Off int Epiz.* 24(2):683-691.
- Cannon, J.E., Morgan J.B., Schmidt G.R., Tatum J.D. Sofos, J.N. Smith G.C., Delmore R.J. y Williams. S.N. (1996). Growth and Fresh Meat Quality Characteristics of Pigs Supplemented with Vitamin E. *Journal of Animal Sc.* 74: 98-105. Characteristics. *Journal of Animal Sc.* 74: 2187-2194.
- Cheftel, J.C. Cheftel, H. (1976). Introduction a la Biochimie et a la Technologie des aliments. Vol 1., p. 69 – 70. *Technique et Documentation*, 11, rue Lavoisier. París. Francia.
- Cockram, M.S. Baxter E.M. Smith L.A. Bell S. Howard C.M. Prescott R.J. et al. (2004). Effect of driver behaviour, driving events and road type on the stability and resting behaviour of sheep in transit. *J Anim Sci* ; 79: 165-176.
- Devia, L. (1992). Estudio de prevalencia de carnes con la condición dark cutting beef (DCB) en una empresa industrial de carnes en Temuco, 1991. Factores predisponentes a la condición. Tesis, Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Agronómicas, Veterinarias y Forestales. Chillan, Chile
- Diles, J.J.B., M. F. Miller y B.L. Owen. (1994). Calcium Chloride Concentration, Injection Time, and Aging Period Effects on Tenderness, Sensory, and Retail Color Attributes of Loin Steaks from Mature Cows. *Journal of Animal Science.* 72:2017-2021.
- Dumont, B.L. (1992). Caractéristiques de la carcasse des bovins et systèmes de classification. *Jornadas sobre Tecnología de Valoración de Canales y Carnes y Defensa de la Calidad de los Productos Ganaderos.* Zafra, (ponencia).
- Ensminger, M. (1980). *Zootecnia General*. Tercera edición en castellano. P. 189, 233 – 234, 360. Editorial el “Ateneo”. Argentina. España. 475 p.
- Escobar, R.F. (2000). Caracterización fenotípica y modelos de producción de peso vivo del ganado vacuno criollo del departamento de Ayacucho. Tesis M.S. Universidad Nacional de Agraria La Molina, Lima-Perú.

- FAO (1992). Directrices para el sacrificio y despiece de los animales y el procesado de la carne. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Roma. 174 p.
- FAO (2001). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/x6909S/x6909s04.htm. Consultado el 20/08/05.
- FAO (2013). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?
- Ferguson, D.M. (2000). Pre-slaughter strategies to improve beef quality. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. Supplement July 2000, Vol B. 13:20-22.
- Fisher, A. D. Colditz, I. G. C. Lee and D. M. Ferguson. (2009). The influence of land transport on animal welfare in extensive farming systems. Journal of Veterinary Behavior-Clinical Applications and Research 4: 157-162.
- Flores, A. y Rosmini, M. (1993). Efectos del estrés por el tiempo de espera antes del sacrificio sobre la glucemia y el pH de la carne en bovinos. *Flischwirtschaft (Español)* 2: 16 - 20.
- Forrest, A. (1975). Fundamentos de la Ciencia de la Carne. Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España.
- Forrest, J. Aberle, E. Hedrick, H. Judge, M. Merkel, R. (1975). Fundamentos de ciencia de la carne. Zaragoza, España, Acribia.
- Forrest, J. (1979). Fundamentos de ciencia de la carne. P 3, 125 – 127. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Forrest, J.C. Aberle, E.D. Hedrick, H.B. Judge M.D. y Merkel, R.A. (1979). Fundamentos de la ciencia de la carne, (Ed.) Acribia, Zaragoza, 364 p.
- Fritz, P. y Antila, P. (1993). Valor nutritivo de la carne. Editorial Acribia Zaragoza, España. 184 pp.
- Gallo, C. (1991). Carnes oscuras, Firmes y secas (DFD) y pálidas, blandas y exudativas (PSE). Sus efectos en las carnes envasadas. Informativo sobre carne y productos carneos. 20: 41 – 49.
- Gallo, C. (1994). Efecto del manejo pre y post faenamiento en la calidad de la carne. Serie Simposios y Compendios de la Sociedad Chilena de Producción Animal vol.2: 27-47.

- Gallo, C. (1996). Factores que afectan calidad antes, durante y después del faenamiento. *In: Curso de capacitación para certificadores de carne bovina. Cap. VIII.* UACH. Fac. Cs. Vet. Inst. Ciencia y Tec. Carne. Valdivia, Chile: 64-80.
- Gallo, C. (1997). Efectos del manejo pre y post faenamiento en la carne. III
- Gallo, C. (2003). Carnes de corte oscuro en bovinos. *Vetermas* 2(2): 16 - 21.
- Gallo, C., Gatica, C. (1995). Efectos del tiempo de ayuno sobre el peso vivo, de la canal y de algunos órganos en novillos. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 25: 69 - 77.
- Gallo, C., Lizondo, G. (2000). Efectos de diferentes tiempos de ayuno antes del sacrificio sobre el contenido de glicógeno muscular y hepático y el pH final de la canal en novillos.
- Gallo, C. Teuber, C. Cartes, M. Uribe, H. & Grandin, T. (2003). Mejoras en la insensibilización de bovinos con pistola neumática de proyectil retenido tras cambios de equipamiento y capacitación del personal. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 35:159-170.
- Gallo, C. X. Carmine, J. Correa, S. Ernst. (1995). Análisis del tiempo de transporte y espera, destare y rendimiento de la canal de bovinos transportados desde Osorno a Santiago. *XX Reunión Anual SOCHIPA*, Coquimbo, Chile. En: Resúmenes de la XX Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal: 205-206.
- García de Siles, J.I. Quiroga, G. López J.H. (2001). Manual para el Curso Taller – Tecnología de las Carnes y Productos Carnicos. Lima- Perú. P 14-20,43-44.
- García, M. (2000). Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de las carnes en rumiantes. Ed: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid. España. 255 p
- Garrido, M. y Bañón, S. (2000). Medida del pH. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de las carnes en rumiantes. Ed: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid. España. 255 p.
- Grandin, T. (1991). Recomendaciones para el manejo de animales en las plantas de faena. American Meat Institute. Departamento de Ciencia Animal. Colorado State University Washington.
- Grandin, T. (2000). El ganado arisco y la carne oscura: cómo minimizar su impacto. *Beef*. Febrero. p. 16-18.

- Grandin, T. (2003). The welfare of pigs during transport and slaughter. *Pig News Infor.*
- Grau, R. (1965). Carne y Productos Cárnicos. Ed. Acribia - Saragoza - España. Pág. 69-79
- Hargreaves, A., L. Barrales, I. Peña, R. Larraín y L. Zamorano (2004). Factores que influyen en el pH último e Incidencia de Corte Oscuro en Canales de Bovinos. *Cien. Inv. Agr.* 31(3):155-166
- Hedrick, H.B. E. D., Aberle J. C., Forrest, M. D., Judge y R. A., Merkel. (1994). *Principles of Meat Science*. 3rd. ed., Kendall Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa. 1, 3, 274, 289, 317.
- Hessel, E.F., Reiners. K. y Van den Weghe, H.F. (2006). Socializing piglets before weaning: effects on behavior of lactating sows, pre- and postweaning behavior, and performance of piglets. *Journal Animal Science*, 84:2847-2855.
- Hofmann, K. (1988). El pH, una característica de calidad de la carne. *Fleischwirtschaft (Español)* 1: 13 - 18.
- Hood, D. Y Tarrant, P. (1980). The problem of dark cutting beef. *Martinus Nijhoff Publischers*. The Hague, Netherlands. 190 p.
- Huff-Lonergan, E., F.C. Parrish y R., Roson. (1995). Effects of Post Mortem Aging Time, Animal Age, and Sex on Degradation of Titin and Nebulin in Bovine Longissimus Muscle. *Journal of Animal Sc.* 73: 1064-1073.
- Hui, Y. H., I. Guerrero y M. Rosmini. (2006). *Ciencia y Tecnología de Carnes*. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. Balderas 95, Mexico, D.F.
- Immonen, K., Ruusunen, M., Hissa, K., Puolanne, E. (2000). a. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. *Meat Science*, 55: 25-31.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria del Perú. INIA, Av. La Molina N° 1981 Lima – Peru. <http://www.inia.gob.pe/files/crianza/bovinos.pdf>
- Izaguirre, A. (1948). Determinación de la acidez actual de las carnes. Tesis Bachillerato. Fac. Med. Vet. Univ. Nac. Mayor San Marcos. Lima. 42 p.
- Janloo, S. H., Dolezal, B., Gardner, F., Owens, J., Peterson and M. Moldenhauer. (1998). Impact of withholding feed on performance and carcass measurements of feedlot steers. *Animal Science Research Report*. 109-113.

- Jeremiah, L.E. y L.L. Gibson. (2003). The effects of postmortem product handling and aging time on beef palatability. *Food Research International*. 36: 929-941.
- Journe, H.E. & Teissier, J.H. (1982). Caracteristiques et qualité de la viande de bovine. *Tecn. Agric.*; 3392: 1.
- Juárez Culebro, O. P. (2009). Análisis de algunos factores pre sacrificio, durante el sacrificio y postsacrificio que afectan el pH de canales de novillos para abasto. Tesis Tít. Prof. México. Veracruz. Universidad Veracruzana de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Lawrie, R.A. (1985). *Meat Science*, 4ª edición. Pergamon Press, pág. 44. Oxford, Reino Unido.
- Lawrie, R.A. (1988). En: *Meat Science*. Pergamon Press. New York. pp. 267
- Lawrie, R.A. (1998). *Ciencia de la carne*. 3ª edición. Zaragoza, España, Acribia S. A. 367 p.
- Lawrie, R.A., (1974). *Ciencia de la carne*. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Libby, JA. (1991). *Higiene de la Carne*. México D. F, Continental S.A. 254p.
- Littler, B., House, J. (2001). Dark cutting beef – managing cattle to reduce DCB. Agnote DAI 245. NSW Agriculture. New South Wales, Department of Agriculture, Wales, UK.
- Lui, Q., M. Lanari y D.M. Schaefer. (1995). A Review of Dietary Vitamin E Supplementation for Improvement of Beef Quality. *Journal of Animal Sc.* 73: 3131-3140
- MaC Dougall, D.B. (1970). Characteristics of the appearance of meat. I. The luminous absorption, scatter and internal transmittance of the bacon manufactured from normal and pale pork. *J. Sci. Food Agric.*, 21, 568.
- Mainieri, C. R. (1999). Estrés. Consultado el 12 de octubre del 2011. Disponible en: <http://healthclub.fortunecity.com/hockey/91/estres.html>.
- Marsh, B.B. y Leet, N.G. (1966). Studies in meat tenderness. III. The effects of cold shortening on tenderness, *J. Food Sci.* 31, 450-458.
- Marsh, B.B., Woodhams, P.R., Leet, N.G. (1968). Studies on meat tenderness. V. Effects of carcass cooling and freezing before completion of *rigor mortis*. *J. Food Sci.* 33, 12-19.

- Miguel, C. (2005). Terneza una cualidadpreciada (en línea). Consultado 25 oct. 2006.
http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/57-la_terneza.htm
- Monin, G., Larzul, C., Le Roy, P., Culioli, J., Mourot, J., Rousset-Akrim, S., Talmant, A., Touraille, C., Sellier, P. (1981). Effects of the halothane genotype and slaughter weight on texture of pork. *J. Anim. Sci.* 77: 408-415.
- Mooney, M.T., French, P., Moloney, A.P., O'riordan, E., Troy, D.J. (1998). Quality differences between herbage-and concentrate-fed beef animals. *Proc 44th ICOMST.* 298-299.
- Moreno, A., Rueda, V. y Ceular, A. (1999). Análisis cuantitativo del pH de canales de vacuno en matadero. *Archivos de zootecnia* 48: 33 - 42.
- Murray, A.C. (1989). Factors affecting beef color at time of grading. *Can. J. Anim. Sci.* Vol. 69: 347-355.
- Olimpo, O., Chamorro, J. (2000). Curso de Inspección Sanitaria de la Carne. Santa Fé de Bogotá, Colombia. p 5-6.
- Paleari, M., Beretta, G., Gigni, E., Parini, M., Rasi, M., Crivelli, G. y Bertolo, G. (1995). Electroestimulación con muy bajo voltaje y carne vacuna con características DFD. *Flischwirtschaft (Español)* 2: 8 - 9.
- Prandl, O., Fisher, A. (1994). Tecnología e higiene de la carne. S.A. Zaragoza, España, Acribia. p 27-35; 117-120
- Price, J.F., Schweigert, B.S. (1976). Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España. p 219-221.
- Primo, A.T. (1992). El ganado bovino Ibérico en las Américas: 500 años después. *Arch. Zootec.* 41 (extra): 421-432. Primo A.T. (1992). EMBRAPA/CPATB. Archivos de Zootecnia. In: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/raza_criolla
- Quiroga, G., García de Siles, J., López, J. (2001). Manual para el curso – Taller Tecnología de Carnes y Productos cárnicos. P. 8. FAO, Colombia.
- Rege, J.E.O. & Gibson, J.P. (2003). Animal genetic resources and economic development: issues in relation to economic valuation. *Ecological Economics*, 45(3): 319–330.
- Reglamento tecnológico de carnes, Decreto Supremo N°015-2012-AG, SENASA, (2012). Artículo 38°

- Sanchez, B., Sanchez, L., De la calle, B., & Monserrat, L. (1997). Influencia de factores de variación en los valores de pH y color de la ternera gallega. VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA. 766-768.
- Sánchez, G. (1999). Ciencia básica de la carne. Primera edición. P. 229 – 233. Fonfo Nacional Universitario. Santafé de Bogotá.
- Sañudo, C. (1992). La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina: factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. Curso Internacional de Producción Ovina. SIA, Zaragoza.
- Savell, J.W. y Shackelford, S.D. (1992). Significance of tenderness to the meat industry. Proc. Recip. Meat Conf. 45, 43-47.
- Schöbitz, R., De la vega, J. y Tamayo, R. (1990). Calidad microbiológica y sensorial de la carne de vacuno envasada al vacío almacenada a diferentes temperaturas. Fleischwirtschaft (Español) 2: 31 - 36.
- Schweigert, B.S. (1994). Contenido en nutrientes y valor nutritivo de la carne y de los productos cárnicos, En: Ciencia de la carne y de los productos cárnicos, (Ed.) Acribia, Zaragoza, 581 pp
- Senser, F. y Scherz, H. (1999). Tabla de composición de Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 215 p.
- Seub, I. (1991). Valor nutricional de la carne y de los productos cárnicos. Fleischwirtschaft (Español) 1: 47 - 50.
- Sofos, J. N. (1994). Microbial growth and its control in meat, poultry and fish. "Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products". Chap. 14. Great Britain: Blackie Academic & Professional, 1994.
- Sornay, J., Legras, P. (1978). Cartographe du pH dans les carcasses de gros bovin. Ind. Alim. Agric. Mai, pp: 392-396.
- Tellez, J. (1992). Tecnología e Industrias Cárnicas. Tomo I. Facultad de Zootecnia de la UNALM. p 162 –165.
- Terlouw, E.M.C., Arnould C., Auperin B., Berri C., Le Bihan-Duval E., Diss V. et al. (2008). Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare: current status and possible future research. Animal; 2 (10):1501-1517.
- Trevisi, E. y Bertoni, G. (2009). Some physiological and biochemical methods for acute and chronic stress evaluation in dairy cows. *Ital J Anim Sci.* 8(Suppl.1), 265-286.

- Van Hoof, J. (1981). Objective methods for texture evaluation of poultry meat. Proc. XI Eur. Symp. on the Quality of Poultry Meat, Appeldoorn, The Netherlands, pp. 165-179.
- Warner, R. D., Ferguson D.M., Cottrell J.J., Knee B.W. (2007). Acute stress induced by the preslaughter use of electric prodders causes tougher beef meat. Aust J Exp Agri ; 47:782-788
- Warris, P.D. (2000). Meat Science and Introductory Text. UK.
- Warris, P.D. (2003). Ciencia de la Carne. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Warriss, P. D. (1987). The effect of time and conditions of transport and lairage on pig meat quality. Pages 245-264 in P. V. Tarrant, G. Eikelenboom and G. Monin, eds. Evaluation and control of meat quality in pigs. Martinus Nijhoff Publisher, Boston, MA.
- Warriss, P. D. (1990). The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. Applied Animal Behavior Science 28: 171-186.
- Warriss, P. (1992). Animal welfare. Handling animals before slaughter and the consequences for welfare and product quality. Meat Focus International (July): 135-138.
- West, J. W. (2003). Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. Dairy Sci., 86:2131-214.
- Wirth, F. (1987). Tecnología para la transformación de carne de calidad anormal. Fleischwirtschaft (Español). 1: 22 - 28.
- Wong, D. (1995). Química de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza,

ANEXOS

ANEXO 1
DATOS INICIALES

N°	MARCA	SEXO	TR (Horas)	TA (Horas)	EDAD	T° 1	pH 1	T° 2	pH 2	T° 3	pH 3	T° 4	pH 4	T° 5	pH 5	T° 6	pH 6	HORA DE INICIO
1	KB	H	24(V)	6	2	22.00	5.66	20.00	5.50	17.00	5.33							10:26
2	NC	H	24	6	1	19.00	5.56	17.40	5.34	16.00	5.72							10:28
3	BE	H	24 (D)	24	3	22.90	6.10	20.40	5.77	18.70	5.24							10:32
4	CC	H	0	6	1.5	20.70	6.40	19.60	6.17	19.30	6.17							10:41
5	MHT	M	24	24	3	22.80	5.85	21.90	5.81	16.90	6.16							10:54
6	MM	H	0	6	12	19.70	6.28	19.60	6.28	16.60	6.23							10:55
7	AB	H	24	24	7	21.00	6.00	20.00	5.94	20.20	5.94							10:55
8	NH	H	24	24	5	23.70	6.05	22.00	5.56	19.40	5.68							10:58
9	NC	H	0	6	2	19.00	6.18	18.00	5.78	21.60	5.58							10:59
10	AE	H	0	6	14	22.30	6.54	21.90	5.94	16.20	5.93							11:06
11	H	H	24	24	4	29.00	5.72	19.20	5.64	16.30	5.86							11:10
12	MM	H	0	6	3	20.60	6.04	19.80	5.94	17.50	5.61							11:12
13	WE	H	24	24	3	23.00	5.75	20.80	5.67	18.90	5.65							11:13
14	CU	H	0	6	3	25.00	5.87	23.70	5.87	23.30	5.87							11:32
15	MV	H	48 H	48	3	18.10	5.96	16.80	5.90	15.60	5.88							10:32
16	BE	H	48 H	48	7	22.50	6.59	21.70	6.46	20.50	6.33							10:33
17	BJ	H	48 H	48	7	20.80	7.10	20.30	5.98	20.00	6.20							10:35
18	WRA	H	48 H	48	4	25.60	6.11	23.12	6.03	20.00	5.92							10:35
19	N	H	48 H	48	5	20.10	6.62	19.40	6.07	18.60	6.01							10:36
20	AE	H	24 H	24	3	22.10	6.97	21.00	5.83	20.10	5.65							10:41

21	SO	H	24H	24	7	23.10	7.16	21.60	6.06	19.70	6.01							10:41
22	MY	H	48 H	48	7	20.30	6.56	18.00	6.53	16.00	6.48							10:42
23	YC	H	48 H	48	7	18.60	6.26	17.80	6.26	16.80	6.25							10:44
24	RCF	H	48 H	48	4	18.70	6.37	19.70	6.01	19.90	6.00							10:45
25	NC	H	48 H	48	5	20.70	6.49	19.03	6.79	18.02	6.68							10:46
26	HM	M	48 H	48	1.5	18.00	6.55	16.50	6.53	15.00	6.51							10:50
27	CH	H	24 H	48	5	20.00	6.78	19.00	6.57	18.00	6.48							10:52
28	PM	H	48 H	48	6	21.80	6.47	19.50	6.32	17.50	6.24							10:52
29	AB	H	48 H	48	5	19.00	6.34	17.00	6.27	15.60	6.15							10:53
30	HD	H	48 H	48	6	19.80	6.66	20.40	6.37	20.00	6.12							10:54
31	FCH	H	48 H	48	3	18.00	6.11	17.80	6.09	17.00	6.05							10:55
32	YC	H	48 H	48	9	20.00	6.58	18.60	6.38	17.00	6.05							10:55
33	AH	H	24 H	24	4	27.00	6.38	24.30	5.98	22.40	5.60							10:57
34	JP	M	48 H	48	1.5	19.40	6.41	17.80	6.31	16.40	6.21							10:58
35	FG	H	24 H	24	5	23.30	6.73	20.02	6.20	17.80	5.90							10:59
36	TH	H	48 H	48	5	22.00	6.52	19.09	6.46	17.02	6.20							11:00
37	BA	H	48 H	48	6	21.40	6.39	16.60	6.07	16.60	6.70							11:01
38	G	H	48 H	48	5	24.00	6.06	19.40	5.91	19.40	5.91							11:02
39	SM	H	48 H	48	1.5	22.00	6.01	17.00	5.89	17.00	5.86							11:02
40	H	H	48 H	48		20.30	6.67	20.20	6.65	20.30	6.64							11:05
41	MHT	H	48 H	48	8	25.00	6.63	22.30	6.60	20.80	6.58							11:15
42	ER	H	48 H	48	1.5	23.40	6.58	21.10	5.40	19.50	6.51							11:15
43	YP	H	48 H	48	5	20.80	6.33	20.80	5.96	20.80	5.90							11:16
44	ZN	H	24 H	24	5	23.40	6.44	21.20	6.42	19.40	6.39							11:18
45	MM	H	48 H	48	2	21.10	6.56	19.90	6.52	17.70	6.49							11:19
46	XI	H	48 H	48	4	20.10	6.23	16.60	6.13	16.00	6.03							11:19

47	EG	H	24 H	24	6	24.60	5.83	20.90	5.64	18.90	5.48							11:20
48	JCP	H	24 H	24	9	22.40	6.31	20.00	6.20	18.02	6.00							11:24
49	GC	M	48 M	48	2	19.00	6.57	16.80	6.56	15.70	6.56							11:25
50	DG	H	24 H	24	5	21.00	6.20	23.30	6.29	23.30	6.20							11:28
51	ND	H	24 H	24	5	21.60	6.60	21.30	6.50	20.00	6.40							11:35
52	SES	H	48 H	48	9	19.80	5.92	21.00	5.88	21.00	5.85							11:40
53	NC	H	48 H	48	5	18.06	7.28	21.60	6.10	21.80	6.50							11:51
54	S	H	48 H	48	5	24.60	6.53	21.30	6.67	18.50	6.77							11:54
55	PM	H	72 H	72	9	24.10	6.65	20.00	6.49	19.00	6.93							10:54
56	PR	M	72 H	72	1	26.70	6.58	21.00	6.40	18.60	6.21							10:55
57	JQ	M	72 H	72	2	24.00	6.78	20.70	6.55	19.40	6.46							10:56
58	JG	H	72 H	72	1	24.40	6.09	19.90	6.06	18.10	5.93							10:57
59	AH	H	72 H	72	4	28.80	6.05	23.70	6.34	21.70	6.08							10:57
60	S	H	48 H	48	5	24.70	6.29	20.40	6.09	19.00	6.04							10:58
61	AB	H	72 H	72	2.5	25.50	6.48	22.00	6.49	20.00	6.40							11:03
62	EG	H	48 H	48	3	23.70	6.13	21.80	5.99	20.00	5.98							11:09
63	TH	H	72 H	72	5	27.70	6.30	24.40	6.08	22.70	6.02							11:11
64	NC	H	72 H	72	5	23.00	6.75	20.00	6.42	18.00	6.38							11:11
65	ZJ	H	72 H	72	9	26.40	6.43	22.60	6.51	20.40	6.21							11:12
66	MY	H	72 H	72	7	24.10	6.42	21.30	6.44	19.00	6.33							11:14
67	NI	H	72 H	72	7	25.00	6.60	21.00	6.51	19.00	6.52							11:15
68	JCP	H	48 H	48	4	22.00	6.40	19.00	6.36	17.10	6.37							11:16
69	BE	H	72 H	72	7	26.10	5.75	22.90	5.57	21.00	5.56							11:25
70	PL	H	72 H	72	4	26.60	6.74	22.60	6.42	21.00	6.16							11:31
71	CGM	H	72 H	72	4	25.50	6.90	22.00	6.39	20.00	6.03							11:31
72	NH	H	48 H	48	5	27.00	6.55	23.40	6.34	20.80	6.01							11:32

73	VTQ	H	72 H	72	5	25.40	6.06	22.00	6.23	19.60	5.99							11:33
74	FZC	H	48 H	48	5	24.60	6.91	22.30	6.74	19.40	6.64							11:34
75	CU	H	72 H	72	6	26.00	6.34	22.40	6.28	20.40	6.31							11:35
76	YN	H	72 H	72	1	26.80	6.02	23.60	5.89	20.60	6.24							11:36
77	AA	H	48	48	3	28.60	6.51	24.70	6.26	21.60	6.08							11:37
78	ER	H	72 H	72	2	26.20	6.07	22.60	5.95	20.20	5.82							11:39
79	ZI	H	72 H	72	4	27.40	6.56	24.10	6.37	21.70	6.21							11:4
80	NC	H	72 H	72	3	26.70	6.37	23.30	6.35	19.70	6.37							11:41
81	SM	H	72 H	72	3	22.70	6.29	21.00	6.23	17.80	6.19							11:43
82	DG	H	72 H	72	3	28.60	6.69	24.10	6.21	21.80	6.47							11:45
83	HM	M	72 H	72	1.5	31.00	6.51	26.60	6.42	24.00	6.30							11:46
84	JP	M	72 H	72	1	24.00	6.44	21.50	6.31	18.80	6.06							11:47
85	ET	H	48 H	48	5	27.70	6.31	24.80	6.26	22.50	6.15							11:49
86	SO	H	72 H	72	2	28.80	6.00	25.70	5.83	23.20	5.74							11:50
87	AC	H	72 H	72	1	28.00	6.50	24.10	6.13	21.90	5.96							11:57
88	WL	H	72 H	72	5	30.50	6.91	25.60	6.91	23.00	9.03							12:37
89	TH	H	96 H	96	9	18.60	6.64	17.20	6.45	16.40	6.85	15.00	6.18	15.70	6.25			10:44
90	SM	M	96 H	96	5	23.40	6.43	21.40	6.45	19.40	6.56	18.00	6.60	21.00	6.50			10:45
91	YN	M	24 H	24	5	23.00	6.37	21.00	6.39	19.50	6.19	18.20	6.26	19.80	5.82			10:47
92	MV	M	96 H	96	3	27.00	6.86	24.10	6.50	23.80	6.49	22.30	6.52	23.60	6.31			10:53
93	JP	M	96 H	96	1	24.70	6.55	22.80	6.22	20.90	6.25	19.70	6.18	16.60	6.43			10:53
94	GCM	H	96 H	96	2	25.60	6.04	23.00	5.83	21.60	5.80	20.00	5.69	20.60	5.94			20:56
95	ND	H	72 H	72	5	25.70	6.47	22.80	6.24	21.40	6.64	20.00	6.45	21.80	6.35			11:04
96	BE	H	96 H	96	1.5	25.40	6.56	23.80	6.49	22.00	6.67	20.40	6.47	21.10	6.25			11:08
97	AA	H	84 H	96	6	27.70	6.34	25.80	6.08	23.80	6.18	22.50	6.03	23.00	6.04			11:09
98	XI	H	96	96	9	24.60	6.18	23.00	6.24	20.80	6.01	19.10	6.09	20.60	5.85			11:10

99	TM	H	20	24	4	25.00	6.50	24.90	6.01	20.90	6.16	19.50	6.15	20.00	5.93			11:13
100	AA	H	72	72	2.5	27.40	6.08	24.80	6.17	22.60	5.81	21.00	5.72	24.30	5.48			11:25
101	RCF	H	72	72	5	28.30	6.35	24.60	5.92	23.10	6.24	21.40	6.14	21.40	6.03			11:40
102	NI	H	96	96	6	27.00	5.84	22.30	5.91	22.80	5.79	21.10	5.92	21.40	5.99			11:42
103	MM	H	96	96	5	24.70	6.12	24.90	5.60	20.40	6.21	18.70	6.07	16.40	6.02			11:44
104	FG	H	72	72	3	28.00	5.88	27.80	6.09	22.90	5.72	20.00	5.66	20.20	6.24			11:45
105	AH	H	72	72	5	30.60	6.25	22.90	6.07	24.60	6.30	22.70	6.10	23.20	5.65			11:52
106	JP	M	96	96	1	25.50	6.59	26.00	6.07	20.30	6.17	18.60	6.10	19.50	6.54			11:53
107	HM	M	96	96	3	29.00	6.34	24.60	6.08	23.90	6.42	22.10	6.35	20.20	6.55			11:54
108	ET	H	72	72	3.5	28.00	6.36	25.00	6.07	21.60	6.25	20.20	6.22	18.10	6.20			12:01
109	FCH	H	96	96	5	28.40	6.27	25.70	6.53	22.00	6.08	20.50	6.16	20.00	5.91			12:03
110	ZI	H	96	96	5	29.70	6.75	26.20	6.65	23.00	6.31	22.00	6.53	22.00	5.73			12:05
111	TH	H	96	96	11	29.00	6.49	25.90	6.59	24.00	6.74	21.30	6.56	23.50	5.93			12:07
112	JCP	H	72	72	3	31.60	6.07	28.00	5.97	24.40	5.90	21.60	6.02	25.90	5.39			12:34
113	DG	H	72	72	1.5	30.80	6.23	26.50	6.13	24.00	6.22	21.50	6.25	24.70	6.16			12:35
114	EG	H	72	72	5							25.30	6.69	25.00	6.62			03:45
115	NR	H	72	72	9							33.00	7.23	31.00	7.00			05:12
116	NR	H	72	72	6							30.50	6.82	28.00	6.56			05:12
117	LM	H	72	72	1							34.00	6.48	31.00	6.12			05:12
118	WE	H	72	72	1							35.40	6.72	34.00	6.20			05:13
119	HD	H	72	72	5							35.40	6.90	34.20	6.00			05:14
120	SES	H	72	72	6							36.70	6.34	35.40	5.98			05:15
121	KB	H	72	72	4							34.60	6.59	33.80	6.21			05:16
122	HD	H	72	72	5							34.90	6.34	33.70	6.10			05:17
123	N	H	72	72	6							35.70	6.46	34.80	6.17			05:19
124	WE	H	72	72	3							27.60	6.44	26.50	6.25			05:21

125	SES	H	72	72	2							33.00	6.13	32.70	6.00			05:21
126	MHT	H	96	96	5							37.10	6.20	36.40	5.90			05:22
127	TQ	H	72	72	5							34.70	6.54	33.50	6.13			05:23
128	WE	H	12	12	3							32.10	6.16	31.00	6.00			05:23
129	WL	H	24	24	9							34.60	6.12	33.00	5.98			05:24
130	SES	H	12	12	9							36.50	6.15	35.40	5.70			05:25
131	MY	H	24	24	1	25.00	6.61	22.40	6.55	20.70	6.40							10:55
132	ND	H	96	96	4	22.70	6.85	20.20	6.40	19.00	6.33							10:56
133	MY	H	24	24	6	24.20	6.26	21.30	6.17	19.90	6.13							10:57
134	MV	H	24	24	3	25.00	6.63	21.00	6.73	19.60	6.67							10:59
135	JCP	H	96	96	5	24.00	6.92	21.00	6.71	19.90	6.65							11:00
136	FG	H	96	96	3	25.40	6.50	21.70	6.40	20.40	6.34							11:00
137	NH	H	96	96	5	31.20	5.86	24.40	5.81	24.00	5.78							11:01
138	NC	H	120	120	4	24.50	6.52	21.60	6.40	19.70	6.32							11:02
139	TH	H	120	120	7	25.90	6.30	21.60	6.21	20.00	6.10							11:08
140	CH	H	96	96	5	26.80	6.84	22.00	6.42	20.20	6.27							11:09
141	BE	H	120	120	5	28.40	6.75	22.60	6.52	21.00	6.50							11:10
142	WE	M	48	48	5	29.20	6.78	24.80	6.28	23.00	6.06							11:12
143	MM	H	120	120	5	26.40	6.53	21.50	6.46	20.30	6.30							11:13
144	ET	H	96	96	1.5	31.70	6.33	25.20	6.05	22.70	6.00							11:13
145	DG	H	96	96	4	30.70	6.20	27.50	6.12	25.20	6.02							11:14
146	CU	H	120	120	7	27.10	6.41	24.00	6.21	22.00	6.05							11:15
147	EG	H	96	96	7	28.40	6.38	23.70	6.10	21.40	5.97							11:21
148	CU	H	120	120	5	27.00	6.45	24.30	6.49	22.70	6.26							11:27
149	CU	H	120	120	7	26.80	6.29	22.60	6.07	21.40	6.26							11:28
150	NC	H	120	120	1	30.00	6.33	23.10	6.20	21.40	6.00							11:28

151	AH	H	96	96	4	27.70	6.37	24.70	6.10	22.60	6.06							11:29
152	TQ	H	120	120	6	31.70	6.60	25.50	6.37	23.80	6.23							11:32
153	H	H	120	120	7	29.10	6.70	24.40	6.39	22.40	6.25							11:35
154	HM	M	120	120	1	29.40	6.63	23.20	6.44	20.00	6.23							11:36
155	SO	H	96	96	4	29.40	5.98	24.20	5.89	22.40	5.68							11:37
156	NH	H	96	96	7	28.00	6.03	23.30	5.80	21.10	5.67							11:38
157	ELL	H	96	96	5	29.00	6.58	21.40	6.70	19.20	6.88							11:45
158	AA	H	96	96	4	28.10	6.73	22.00	6.88	20.00	6.22							11:46
159	FH	H	96	96		29.40	6.49	21.50	6.30	20.50	6.00							11:47
160	FZC	H	96	96	3	27.90	6.53	23.60	6.40	19.00	6.10							11:48
161	ELL	H	96	96	9	32.00	6.29	28.70	6.29	24.70	6.14							11:49
162	ELL	H	96	96	3	27.70	6.00	23.30	5.99	19.20	6.53							11:50
163	RCF	H	96	96	9	29.70	6.64	24.80	6.32	22.90	6.37							11:51
164	FH	H	96	96	7	28.90	6.78	25.00	6.34	22.50	6.29							11:59
165	PM	H	120	120	9	24.90	6.00	22.20	5.79	20.60	6.12							12:00
166	HCH	H	0	0	9	24.40	6.55	20.70	6.30	18.70	6.36							12:01
167	SO	H	96	96	4	27.00	5.98	22.70	5.75	19.20	5.68							12:02
168	NR	H	24	24	6	27.50	6.83	23.70	5.83	20.60	6.28							12:02
169	TH	H	120	120	5	29.00	6.42	25.00	6.02	21.00	6.00							12:03
170	ZN	H	96	96	5	27.40	6.28	23.70	6.03	22.00	6.00							12:05
171	SM	M	48	48	4	26.80	6.18	22.70	5.99	21.30	6.10							12:06
172	HCH	H	0	0	7	26.10	7.00	22.10	6.55	21.00	5.63							12:10
173	MY	H	0	0	2	28.40	6.50	23.40	6.26	20.10	6.19							12:12
174	H	H	24	24	3	30.40	6.57	26.60	6.42	26.40	6.38							12:13
175	FZC	H	96	96	5	28.00	6.27	23.10	5.97	22.80	5.94							12:13
176	NR	H	24	24	1	28.00	6.62	22.00	6.56	18.00	6.90							12:56

177	WL	H	48	48	4	29.20	7.03	24.40	6.59	22.30	6.10							12:56
178	ET	H	96	96	2	26.00	7.01	22.40	6.78	21.90	6.74							12:57
179	HCH	H	0	0	5	28.70	6.90	22.30	6.79	21.00	7.00							12:58
180	NH	H	96	96	3	28.90	6.41	23.30	6.44	21.40	6.45							12:58
181	H	H	96	96	7	29.00	6.31	24.30	6.00	21.10	5.90							01:00
182	CC	H	24	24	1	30.70	6.69	22.00	6.50	20.00	6.46							01:00
183	HZ	H	4	12	4	37.30	7.00	33.20	6.75	31.50	6.64	28.60	6.52					10:21
184	NC	M	4	12	5	33.60	6.21	24.70	6.02	20.60	6.48	20.70	6.33					10:25
185	DG	H	4	12	8	34.00	6.17	26.90	6.21	22.70	6.38	20.90	6.14					10:25
186	AH	H	4	12	4	35.00	6.28	28.00	6.11	24.00	6.36	22.70	6.05					10:27
187	TH	H	4	12	6	34.00	6.24	28.40	6.12	24.40	5.76	22.70	5.58					10:29
188	SM	M	4	12	4	34.60	7.08	26.80	6.60	23.00	6.46	22.00	6.37					10:32
189	JP	H	4	12	1	34.00	6.71	25.00	6.45	22.00	6.26	20.70	6.40					10:34
190	ND	H	4	12	3	32.60	6.30	25.60	5.92	22.50	6.03	20.40	5.81					10:35
191	ZI	M	4	12	3	34.60	6.87	26.00	6.35	23.80	6.30	21.00	6.15					10:36
192	JCP	H	4	12	7	31.50	5.98	25.60	6.04	22.60	6.02	22.30	5.88					10:36
193	WE	H	4	12	4	35.00	6.38	28.60	6.26	27.00	6.29	25.00	5.94					10:38
194	FG	H	4	12	6	35.00	6.49	25.00	6.02	22.60	6.02	20.80	5.58					10:42
195	AB	H	4	12	4	33.40	6.47	24.00	6.53	22.70	6.40	21.00	6.52					10:42
196	JP	M	4	12	1	34.70	6.72	26.60	6.15	22.40	6.69	21.40	6.10					10:44
197	HO	H	4	12	1	36.60	6.33	25.40	6.20	21.70	6.26	21.00	5.87					10:47
198	NH	H	0	12	9	36.60	7.00	26.00	6.53	24.00	6.38	22.20	6.23					10:47
199	FZC	H	0	12	3	38.00	6.95	32.40	6.32	28.70	6.10	25.40	5.93					10:50
200	BJ	H	0	12	2.5	35.00	6.45	25.00	6.20	19.80	6.10	20.40	5.87					10:52
201	NH	H	0	12		35.50	7.00	24.00	6.74	20.50	6.72	20.50	6.39					10:53
202	FZC	H	0	12	7	31.50	7.20	30.10	6.34	25.70	6.08	23.50	6.02					11:08

203	CGM	H	0	12	3	28.00	6.90	25.00	6.52	23.60	6.50	22.30	6.18					11:41
204	YC	H	0	12	4	24.00	6.56	23.20	6.44	21.20	6.20	20.00	6.15					11:42
205	YP	H	0	12	4	30.00	6.98	28.50	6.75	26.90	6.21	23.60	6.23					11:45
206	BE	H	0	12	8	30.00	7.30	26.00	6.06	22.80	6.47	21.10	5.99					11:58
207	YN	H	0	12	7	34.00	7.50	25.00	7.00	21.70	6.85	21.50	6.88					12:01
208	HD	H	0	12	4	32.00	7.00	25.70	6.45	22.40	6.60	19.70	6.55					12:02
209	HD	H	0	12	9	30.00	7.40	24.50	6.80	20.70	6.97	18.60	6.71					12:03
210	SES	H	0	12	3			26.70	6.60	22.20	6.48	20.70	6.17					12:03
211	SES	H	0	12	3			26.00	6.72	23.00	6.54	20.00	6.41					12:06
212	SES	H	0	12	15			27.00	6.83	23.70	6.62	21.20	6.55					12:08
213	WE	H	0	12	10			29.70	6.19	27.00	5.94	24.00	5.78					12:11
214	HD	H	0	12	2			24.40	6.44	21.90	6.31	20.00	6.90					12:11
215	AB	H	0	12	3			31.00	6.22	26.70	6.20	28.00	5.95					
216	G	H	0	12	4			33.70	6.56	28.20	6.25	24.70	6.00					12:30
217	TH	H	0	12	3			29.70	6.67	23.70	6.70	22.20	6.35					12:30
218	XI	H	0	12	4			27.10	7.23	23.40	7.00	22.00	6.74					12:31
219	GC	M	0	12	2			33.00	6.27	25.70	6.34	22.70	6.19					12:31
220	SM	H	0	12	2			28.20	6.04	25.00	6.28	22.70	6.31					12:31
221	EG	H	0	12	12			30.00	6.47	26.90	6.18	23.80	6.06					12:32
222	MF	M	0	12	2			27.80	6.60	21.60	6.44	21.40	6.19					12:33
223	ET	H	0	12	7			34.60	6.34	29.00	6.10	26.40	5.96					12:34
224	CH	H	0	12	10			34.10	6.52	26.70	6.48	22.80	6.37					12:34
225	AA	H	0	12	2			32.80	6.10	27.30	6.14	24.30	6.09					12:35
226	IC	H	0	6	1	28.10	6.18	25.30	6.13	24.20	6.00							01:10
227	BA	H	0	6	5	30.78	6.50	28.00	6.49	26.80	6.23							01:11
228	MY	H	0	6	4	26.70	6.42	23.80	6.38	21.40	6.13							01:11

229	HF	H	0	6	2	28.00	6.48	25.00	6.49	22.90	6.21							01:18
230	S	H	0	6	9	37.00	5.88	34.00	6.10	31.20	5.87							01:21
231	VTQ	H	0	6	7	26.50	6.72	24.40	6.57	22.60	6.31							01:22
232	SB	H	0	6	4	30.40	5.97	29.00	5.90	28.40	5.74							01:24
233	PM	H	0	6	4	25.60	6.48	24.00	6.26	23.10	6.00							01:25
234	HM	M	0	6	4	31.00	6.42	26.70	6.27	23.40	5.98							01:27
235	AC	H	0	6	10	25.00	6.48	25.00	6.15	24.80	6.00							01:28
236	YC	H	0	6	10	29.00	6.65	26.50	6.41	24.70	6.21							01:56
237	PR	H	0	6	2	26.00	6.50	23.70	6.22	22.40	5.97							01:56
238	CC	M	0	6	2	24.60	6.54	21.00	6.46	20.00	6.34							01:57
239	NI	H	0	6	5	28.80	6.26	25.00	6.16	23.10	6.00							01:57
240	JC	H	0	6	4	34.00	6.87	32.50	6.33	30.70	6.10							01:58
241	HF	H	0	6	3	30.20	6.60	27.00	6.22	26.00	6.20							01:58
242	JG	H	0	6	1	28.60	5.89	22.60	5.80	22.00	5.71							02:00
243	JCP	H	0	6	5	28.30	6.70	26.20	6.42	24.70	6.18							11:47
244	NC	H	24	24	5	26.50	6.71	24.30	6.54	22.70	6.44							11:48
245	HD	H	24	24	9	25.30	6.90	23.80	6.90	22.90	7.10							11:48
246	AH	H	0	6	5	25.90	6.41	23.00	6.25	21.00	6.13							11:49
247	HM	M	0	6	2	24.90	6.70	23.40	6.64	22.40	6.58							11:50
248	SES	M	0	6	12	24.40	6.55	24.10	6.23	23.00	6.17							11:50
249	MY	M	0	6	4	27.00	6.27	26.80	6.10	26.10	5.89							11:51
250	BE	H	0	6	1.5	29.00	6.50	27.30	6.41	26.00	6.36							11:53
251	EG	H	0	6	5	27.40	6.28	25.10	6.21	24.60	6.16							11:55
252	TH	H	0	6	7	29.00	5.90	27.60	5.74	26.90	5.69							11:55
253	YN	H	24	24	9	25.20	6.42	23.70	6.38	22.00	6.33							11:59
254	NH	H	0	6	5	25.70	6.50	25.00	6.42	24.10	6.29							12:01

255	ET	H	0	6	4	30.80	6.30	28.40	6.30	25.00	6.31							12:05
256	ZN	H	0	6	2	28.60	5.92	27.80	5.80	27.00	5.70							12:06
257	WL	H	24	24	2	23.70	6.52	23.50	6.49	23.20	6.42							12:09
258	HF	H	0	6	4	25.70	6.55	24.50	6.50	22.70	6.42							12:11
259	AA	H	0	6	5	33.20	5.90	31.30	5.82	29.90	5.72							12:13
260	BJ	H	24	24	9	28.90	6.31	27.60	6.20	26.70	6.15							12:18
261	DG	H	0	6	3	32.10	6.26	31.00	6.18	29.70	6.12							12:19
262	FZC	H	0	6	5	30.00	6.00	28.00	6.00	26.40	5.93							12:20
263	YP	H	0	6	4	31.20	6.23	29.50	6.19	27.80	6.16							12:26
264	RCF	H	0	6	5	31.00	6.14	29.00	6.00	27.40	6.06							12:26
265	TH	H	0	6	7	30.90	6.45	28.90	6.34	27.50	6.27							12:29
266	MM	H	0	6	1	34.90	6.95	34.50	6.85	33.70	6.78	31.40	6.36					02:20
267	PR	H	24	24	1	33.40	6.54	32.40	6.48	30.50	6.43	29.70	6.40					02:21
268	AB	H	24	24	3	33.50	6.85	30.00	6.76	28.70	6.71	26.00	6.62					02:21
269	WE	H	0	6	4	32.00	6.94	29.40	6.89	27.90	6.85	26.00	6.88					02:22
270	SES	H	24	24	5	30.50	6.98	27.90	6.89	27.70	6.88	27.60	6.88					02:23
271	AC	H	24	24	12	32.80	7.00	31.40	6.94	29.80	6.87	28.90	6.74					02:25
272	FG	H	0	0	2	33.20	6.93	30.40	6.77	29.90	6.89	29.00	6.97					02:25
273	HD	H	24	24	5	34.00	7.00	33.00	7.00	31.10	6.98	28.10	6.87					02:26
274	CGM	H	0	6	3	31.80	7.00	29.30	6.82	28.40	6.81	27.20	6.70					02:26
275	GQ	H	24	24	5	36.20	6.95	34.20	6.57	31.70	6.49	29.60	6.40					06:28
276	MV	H	24	24	1.5	36.90	6.76	35.70	6.45	34.60	6.40	32.20	6.08					02:28
277	XI	M	24	24	1	34.00	7.09	32.10	7.08	30.20	6.97	28.80	6.44					02:32
278	AB	H	24	24	1	35.80	7.00	35.50	6.90	34.40	6.84	30.60	6.78					02:32
279	MM	H	48	48	7	27.40	6.45	23.40	6.14	22.60	6.42	21.00	6.29					10:46
280	AA	H	24	24	5	30.50	6.02	28.40	6.18	26.00	6.12	24.20	6.21					10:49

281	AH	H	24	24	5	26.00	6.45	21.40	6.58	21.60	6.32	20.00	6.51					10:49
282	YC	H	48	48	12	26.60	6.50	23.00	6.61	21.00	6.46	21.00	6.25					10:52
283	HZ	H	48	48	1	27.70	6.22	24.60	6.06	22.40	5.75	21.30	5.76					10:53
284	HD	H	48	48	9	23.00	6.70	20.60	6.54	19.10	6.74	18.60	5.54					10:57
285	ZN	H	24	24	1	31.80	6.60	28.70	6.29	26.00	6.12	23.70	5.97					10:58
286	FG	H	24	24	2	31.00	6.14	28.00	6.30	25.30	6.22	24.00	6.40					11:02
287	BE	H	48	48	7	28.90	6.16	25.00	6.17	22.40	5.96	22.00	5.95					11:03
288	NI	H	48	48	5	31.00	6.33	26.20	5.95	23.90	5.92	22.00	5.81					11:04
289	SM	H	48	48	6	27.90	6.35	25.00	6.44	22.20	6.46	21.00	6.14					11:05
290	ET	H	24	24	10	31.80	5.70	29.70	5.42	27.00	5.36	24.20	5.39					11:06
291	JP	H	48	48	7	30.40	6.20	27.90	6.08	24.00	6.00	22.00	6.01					11:10
292	G	H	48	48	2	30.40	5.98	28.40	5.95	24.80	5.85	23.00	6.00					11:10
293	NC	H	48	48	5	30.00	6.51	28.00	6.46	25.00	6.21	23.60	6.02					11:12
294	MY	H	48	48	4	28.20	6.10	24.20	6.19	22.00	6.35	19.40	6.26					11:20
295	CC	H	48	48	3	26.50	6.70	26.00	6.59	22.40	6.44	21.70	6.49					11:21
296	TQ	H	48	48	12	24.00	6.41	22.60	6.52	20.70	6.40	19.60	6.40					11:22
297	FZC	H	24	24	5	30.00	6.12	26.40	6.27	24.60	6.05	22.70	6.05					11:23
298	WE	H	24	24	5	33.00	6.20	31.70	5.85	27.60	6.03	25.10	5.94					11:24
299	PM	H	48	48	9	26.70	6.46	23.00	6.37	20.40	6.43	18.70	6.40					11:25
300	CH	H	48	48	3	30.80	6.70	28.00	6.20	25.00	6.20	23.60	6.03					11:37
301	EG	H	24	24	5	31.10	6.45	27.00	6.20	25.20	6.02	24.60	6.15					11:38
302	DG	H	24	24	3	27.60	6.19	22.30	6.70	22.60	6.35	20.70	6.35					11:39
303	FCH	H	48	48	5	29.70	5.68	28.30	5.93	26.00	5.77	23.40	5.70					11:40
304	XI	H	48	48	2	28.40	5.80	24.60	5.81	23.00	5.56	21.10	5.53					11:41
305	SB	H	48	48	1	30.00	6.42	27.00	6.03	25.10	6.02	24.00	5.65					11:42
306	JCP	H	24	24	2	32.70	6.32	28.00	6.58	24.60	6.72	23.40	6.37					11:48

307	TH	H	48	48	3	31.00	5.48	27.50	5.40	24.50	5.44	21.50	5.54					11:49
308	HM	M	48	48	1	34.00	6.54	30.40	6.28	26.90	6.32	24.70	6.20					11:53
309	ND	H	24	24	5	29.00	6.37	25.80	6.28	23.00	6.45	22.30	6.15					11:54
310	HD	H	96	96	5	30.00	6.10	26.60	6.25	23.40	6.15	20.50	6.00	18.80	6.00	18.00	5.79	10:05
311	FCH	H	96	96	4	30.20	6.93	24.60	6.79	21.80	6.66	20.10	6.68	18.70	6.60	18.00	6.33	10:09
312	MY	H	96	96	5	27.40	6.74	24.70	6.58	22.10	6.34	20.00	6.29	19.00	6.21	18.40	6.10	10:10
313	S	H	72	72	6	26.40	6.60	23.00	6.74	20.50	6.53	19.20	6.77	17.00	6.71	16.90	6.40	10:11
314	AB	H	96	96	9	28.50	6.35	27.00	6.48	24.80	6.33	22.00	6.35	20.40	6.13	20.00	6.06	10:13
315	AH	H	72	72	6	35.40	6.68	28.00	6.00	25.90	5.63	22.40	5.82	21.50	6.00	20.50	5.57	10:17
316	MY	H	96	96	5	33.80	7.16	24.00	6.33	23.60	6.15	20.60	6.11	19.20	6.43	18.60	6.18	10:18
317	PM	H	96	96	4	27.00	6.22	27.20	6.06	24.00	59.20	21.40	5.89	20.50	5.77	20.00	5.68	10:19
318	HM	M	96	96	2	34.60	6.56	28.60	6.28	25.80	6.06	22.00	6.08	20.70	6.00	19.40	5.90	10:20
319	TH	H	96	96	7	28.70	6.66	25.90	6.37	22.80	6.28	21.10	6.20	20.00	6.14	19.70	6.30	10:21
320	TQ	H	96	96	9	32.00	6.84	26.10	6.52	25.00	6.40	21.70	6.33	20.70	6.47	20.30	6.43	10:22
321	TQ	H	96	96	10	31.10	7.40	25.00	6.73	23.00	6.60	20.00	6.50	19.00	6.39	18.70	6.55	10:27
322	AB	H	96	96	9	31.20	6.94	27.40	6.50	24.00	6.54	22.20	6.41	20.90	6.48	19.90	6.12	10:27
323	SES	H	96	96	15	30.80	6.74	25.80	6.68	22.70	6.63	21.70	6.60	20.00	6.62	19.20	6.64	10:28
324	JCP	H	72	72	8	36.30	6.16	28.00	6.18	24.60	5.88	22.00	5.83	20.00	5.90	19.50	5.59	10:29
325	DG	H	72	72	5	36.00	6.60	28.90	6.66	24.60	6.13	21.30	5.82	19.40	5.90	19.00	5.67	10:31
326	AA	H	72	72	5	36.20	6.95	31.80	6.90	27.60	6.80	24.00	6.77	22.70	6.80	21.80	6.85	10:39
327	FZC	M	72	72	4	37.70	6.51	32.20	6.42	28.00	6.56	23.90	6.50	22.00	6.48	21.00	6.57	10:40
328	TH	H	96	96	9	34.60	7.90	31.10	6.54	26.60	5.89	22.00	6.15	21.10	6.00	19.70	5.83	10:41
329	MM	H	96	96	1.5	35.60	6.45	30.00	6.07	25.60	5.91	22.60	5.98	20.70	5.94	19.00	5.70	10:42
330	RCF	H	96	96	2	33.50	6.91	30.40	6.73	26.00	6.84	22.90	6.90	21.00	6.76	19.40	6.70	10:43
331	MM	H	96	96	9	35.60	6.38	28.80	6.10	25.00	6.17	22.00	6.00	20.40	5.90	19.30	5.88	10:43
332	JP	H	96	96	5	27.80	6.61	25.30	6.19	23.00	6.46	19.00	6.18	17.90	5.98	17.10	5.66	10:45

333	YC	H	96	96	7	33.60	6.93	27.70	6.54	23.90	6.26	20.80	6.20	19.50	6.31	18.40	5.90	10:48
334	NH	H	72	72	7	38.10	7.00	24.20	6.90	30.00	6.49	26.40	6.42	24.00	6.32	23.30	6.22	10:49
335	SES	H	96	96	8	34.00	6.68	28.00	6.24	29.00	6.25	21.70	6.28	20.30	6.22	19.40	6.20	10:50
336	JP	H	96	96	10	33.00	6.80	29.00	6.77	23.70	6.66	23.10	6.59	21.10	6.50	20.70	6.43	10:59
337	RC	H	96	96	4	33.60	8.76	28.90	6.74	23.80	6.58	23.10	6.54	21.00	6.83	20.60	6.85	11:00
338	ZN	H	72	72	3	34.70	6.30	30.20	6.00	25.60	5.79	22.90	6.00	21.20	5.73	20.50	5.45	11:01
339	HM	M	96	96	1	33.40	6.70	28.00	6.62	23.20	6.50	21.00	6.30	20.40	6.33	20.60	6.26	11:02
340	RCF	H	96	96	10	33.00	6.68	29.50	6.60	25.00	6.36	21.00	6.23	18.90	6.30	19.70	6.88	11:03
341	FZC	H	72	72	4	27.00	6.36	25.20	6.32	23.40	6.29	22.70	6.28	20.40	6.37	22.50	6.52	11:04
342	ND	H	72	72	10	24.00	6.21	22.50	6.20	20.10	6.20	18.90	6.12	17.00	6.12	16.70	6.00	11:16
343	AA	H	72	72	6	27.10	6.40	24.70	6.36	23.50	6.40	22.60	6.46	21.80	6.43	19.70	6.20	11:17
344	NI	H	96	96	8	26.20	6.18	25.50	6.23	23.50	6.21	22.40	6.18	21.00	6.18	20.40	5.97	11:21
345	JC	M	96	96	4	34.40	6.00	30.00	6.11	28.30	6.10	25.40	6.15	23.10	6.15	21.70	6.05	11:22
346	ET	H	72	72	4	28.60	6.20	28.90	6.00	26.10	6.00	24.70	6.02	22.60	5.91	22.60	5.89	11:22
347	DG	H	72	72	3	28.00	6.96	25.60	6.40	25.00	6.43	24.10	6.57	22.50	6.18	22.40	5.92	11:25
348	FG	H	72	72	3	30.80	5.90	30.60	5.90	28.60	5.86	25.70	5.66	23.60	5.51	22.70	5.51	11:34
349	BE	H	96	96	6	26.40	6.26	25.00	6.07	22.90	6.00	21.40	6.00	20.50	5.95	19.30	5.98	11:38
350	SES	H	96	96	5	26.70	6.88	25.00	6.81	23.50	6.74	21.60	6.58	19.60	6.68	18.00	6.42	11:39
351	BJ	H	96	96	3	29.00	6.49	27.00	6.32	24.80	6.29	22.30	6.24	21.00	6.17	20.00	6.08	11:41
352	XI	H	96	96	8	24.20	6.65	21.00	6.58	20.80	6.45	20.00	6.29	18.40	6.19	19.00	6.35	11:43
353	FG	H	72	72	8	29.30	6.00	26.70	5.85	24.70	5.81	22.80	5.72	20.70	5.70	20.00	5.70	11:52
354	LM	H	0	6	1	30.60	6.42	28.00	6.60	25.40	6.49	23.00	6.56	20.40	6.23	19.20	6.40	12:18
355	HF	M	0	6	2	32.60	6.63	29.40	6.54	27.10	6.27	24.00	6.17	22.40	6.04	21.10	5.95	12:19
356	KB	H	0	6	1	26.70	7.10	23.60	6.97	22.40	6.74	21.00	6.60	19.70	6.69	18.00	6.70	12:19
357	MC	M	24	24	7	26.60	6.70	22.70	6.52	20.20	6.70	17.20	6.12					11:03
358	MC	M	24	24	5	25.60	6.15	21.60	6.30	18.90	6.12	15.40	5.80					11:03

359	MC	M	24	24	5	26.00	6.33	21.70	6.30	19.00	6.14	16.70	6.24					11:04
360	TH	H	24	24	7	21.60	6.82	18.60	6.78	14.30	6.57	14.80	6.60					11:05
361	NC	M	24	24	10	28.70	6.58	24.00	6.40	23.00	6.12	22.30	6.05					11:06
362	PL	H	24	24	3	21.40	6.96	19.80	6.70	18.50	6.55	18.00	6.52					11:06
363	BE	H	24	24	12	23.30	6.40	21.00	6.06	19.60	6.07	18.40	5.95					11:06
364	PR	M	24	24	1	23.00	6.85	19.00	6.75	17.00	6.78	16.20	6.63					11:09
365	AB	H	24	24	2	28.00	6.18	24.60	6.00	22.40	5.80	22.40	5.98					11:09
366	CC	M	24	24	2	25.20	5.96	21.50	6.07	20.40	5.78	19.00	5.85					11:11
367	BE	H	24	24	6	23.40	6.22	23.00	6.60	20.80	5.77	20.70	5.95					11:17
368	MY	H	24	24	7	28.10	6.88	21.60	6.48	22.00	6.50	20.70	6.52					11:28
369	EG	H	0	0	8	26.70	6.34	22.80	6.04	22.20	6.18	20.40	6.45					11:29
370	TQ	M	24	24	4	28.00	6.65	22.00	6.49	22.40	6.25	21.90	6.25					11:30
371	SES	M	24	24	1	25.30	6.29	19.70	6.10	18.60	6.00	15.40	5.77					11:30
372	SES	H	24	24	12	23.80	6.36	21.00	6.14	17.70	6.18	16.70	5.82					11:17
373	HNM	M	24	24	2	26.70	6.00	22.50	5.75	21.00	5.55	16.50	5.57					11:31
374	HD	H	24	24	10	24.60	6.20	21.40	5.96	20.40	6.05	18.00	5.73					11:34
375	YP	H	24	24	8	26.00	6.42	21.60	6.36	21.00	6.30	21.00	6.45					11:57
376	NC	H	24	24	6	25.00	6.80	21.00	6.86	20.00	7.00	17.20	6.80					11:59

ANEXO 2

CUADROS ESTADÍSTICOS

Cuadros estadísticos procesados en el trabajo de factores asociados a la presencia de carne dura-firme-seca (DFD) en canales de vacunos criollos beneficiados en el matadero de Quicapata Ayacucho 2,760 m.s.n.m.

Sexo

Sexo	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
Hembra	6.47	6.29	6.23	6.24
Macho	6.51	6.34	6.29	6.20

Edad

	Fase1	Fase2	Fase3	Fase4
Joven (De 1.0 a 3.0 años)	6.42	6.26	6.21	6.20
Adulto (De 3.1 a 8.0 años)	6.48	6.30	6.23	6.26
Geriátrico (Mayor a 8.0 años)	6.55	6.37	6.31	6.24

Tiempo de horas de reposo

0			12			24			48			72			96			
	n	Medi a	D.S.	n	Medi a	D.S.	n	Medi a	D.S.	n	Medi a	D.S.	n	Medi a	D.S.	n	Medi a	D.S.
Fase 1	6	6.70	0.27	27	6.72	0.41	69	6.47	0.36	60	6.40	0.32	50	6.40	0.31	69	6.56	0.45
Fase 2	6	6.45	0.30	43	6.41	0.29	69	6.32	0.38	60	6.23	0.30	50	6.27	0.29	69	6.33	0.30
Fase 3	6	6.38	0.51	43	6.36	0.27	69	6.25	0.41	60	6.20	0.30	50	6.24	0.50	69	6.26	0.30
Fase 4	2	6.71	0.37	45	6.19	0.30	42	6.23	0.36	20	6.00	0.31	36	6.31	0.39	45	6.26	0.24

Ayuno Animal

	Fase1	Fase2	Fase3	Fase4
12 horas	6.72	6.41	6.36	6.19
24 horas	6.47	6.32	6.25	6.23
48 horas	6.40	6.23	6.20	6.00
72 horas	6.40	6.27	6.24	6.31
96 horas	6.56	6.33	6.26	6.26

ANEXO 3

GLOSARIO

CARNE DFD (Dark, Firm, Dry): Esto se traduce en una reducción del proceso de glucólisis post-mortem, resultando en un pH final mayor del requerido. Como consecuencia, las proteínas tienden a aumentar su capacidad de enlace, y por tanto, su capacidad de retener agua, dando carnes de **color oscuro, secas y firmes**, debido a la disminución del líquido intersticial.

CARNE PSE (Palid, Soft, Exudative): Al producirse una bajada brusca de pH en la canal cuando la temperatura todavía se encuentra entorno a los 37°C (temperatura que tenía el animal en vivo), se produce la desnaturalización de las proteínas: esto hace que no sean capaces de retener agua, y que ésta salga al espacio intercelular, dando lugar a carnes **exudativas, blandas y pálidas** (debido a la desnaturalización de la mioglobina).

PH: Se trata de una **unidad de medida de alcalinidad o acidez de una solución**, más específicamente el pH mide la cantidad de iones de hidrógeno que contiene una solución determinada, el significado de sus sigla son, potencial de hidrogeniones, el pH se ha convertido en una forma práctica de manejar cifras de alcalinidad, en lugar de otros métodos un poco más complicados.

ATP: El trifosfato de adenosina (adenosín trifosfato, del inglés adenosine triphosphate, **ATP** o TFA) es un nucleótido fundamental en la obtención de energía celular.

ADP: El adenosín difosfato (**ADP**) es un nucleótido difosfato, es decir, un compuesto químico formado por un nucleósido y dos radicales fosfato unidos entre sí. En este caso el nucleósido lo componen una base púrica, la adenina, y un azúcar del tipo pentosa que es la ribosa.

PC : El fosfato de creatina, también conocido como creatina fosfato, **fosfocreatina** o PCr, es una molécula de creatina fosforilada muy importante, ya que tiene por función almacenar energía en el músculo esquelético.

CRA: La capacidad de retención de agua (CRA) es un parámetro que mide la habilidad del músculo para retener el agua libre por capilaridad y fuerzas de tensión.

Este parámetro está directamente relacionado con la jugosidad, así cuando el alimento tiene una alta CRA, es jugoso y es calificado con una alta puntuación en el análisis sensorial [1].

FAENA: Matanza, sacrificio de ganado o faena, es el acto de matar el ganado para el consumo humano, habitualmente llevada a cabo en unas instalaciones específicas denominadas mataderos.

MARMOREO (MARBLING): Indicador de la cantidad de grasa intramuscular que se evalúa a nivel del “ojo de bife”. En general se utiliza una escala de 6 grados. El marmoreo, actúa como un indicador doble, tanto cualitativo como cuantitativo. Se relaciona con la cantidad de grasa intramuscular y con la jugosidad de la carne. Su abundancia es un indicador de calidad de la carne para determinados mercados. No obstante, impone sus propios límites porque un aumento en el marmoreo implica una baja proporcional en el porcentaje de carne magra en la res.

CANAL: Es el cuerpo del animal sacrificado, sangrado, desollado, eviscerado, sin cabeza ni extremidades. La canal es el producto primario; es un paso intermedio en la producción de carne, que es el producto terminado. La canal es un continente cuyo contenido es variable y su calidad depende fundamentalmente de sus proporciones relativas en términos de hueso, músculo y grasa. (Máximo de carne, mínimo de hueso y óptimo de grasa)

BA: El bienestar animal es un tema recurrente. Los consumidores se preocupan más por la forma en que se trata a los animales de producción, desde su nacimiento hasta el sacrificio. La cría de éstos de forma compasiva, con prácticas más responsables, es una actitud que se puede llevar a cabo con facilidad.

ANEXO 4
PROCESO DE FAENADO EN VACUNOS



Aturdimiento



Izado



Desollado



Eviscerado



Seccionamiento



Lavado de las canales



Traslado a la sala de oreo



Oreo de las canales

ANEXO 5
PROCEDIMIENTO PARA LA LECTURA DE LA TEMPERATURA Y DEL
PH CÁRNICO



Materiales



Calibración del potenciómetro



Músculo elegido para tomar el pH



Medición del pH muscular y la temperatura



Lectura de la temperatura muscular



Lectura del pH muscular