

Rev.MVZ Córdoba 18(1):3370-3378, 2013.

ORIGINAL

## Caracterización del sacrificio de corderos de pelo a partir de cruces con razas criollas colombianas

### Slaughter characterization of hair lambs from crosses with Colombian landraces

William Albarracín H,<sup>1,3\*</sup> Ph.D, Iván Sánchez B,<sup>2,3</sup> M.Sc.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA). Bogotá D.C., Colombia. <sup>2</sup>Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín, Colombia. <sup>3</sup>Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Grupo de investigación Aseguramiento de la calidad de Alimentos y desarrollo de nuevos productos. \*Correspondencia: [walbarracinh@unal.edu.co](mailto:walbarracinh@unal.edu.co)

Recibido: Marzo de 2011; Aceptado: Junio de 2012.

#### RESUMEN

**Objetivo.** Evaluar el efecto genético del cruce de corderos Dorper con razas criollas colombianas, tiempo de ayuno y aturdimiento sobre los rendimientos del sacrificio; niveles de glucosa como medida de estrés y pH como calidad de la canal. **Materiales y métodos.** Se emplearon 60 corderos raza Dorper X criollo criados en pastoreo y semi-estabulación con 10 semanas de edad. Se aplicaron 3 tiempos de ayuno (6, 12 y 18 horas) y 2 métodos de aturdimiento (electronarcosis y perno cautivo penetrante), evaluando los rendimientos de canal por pesaje de canales; glucosa en muestras antemortem y postmortem. **Resultados.** Los resultados obtenidos mostraron que el efecto combinado de ayuno y sistema de cría influyen los rendimientos de canal y subproductos. A tiempos prolongados de ayuno se aumenta la concentración de glucosa en sangre, aunque el tiempo de ayuno incide sobre el pH último. El efecto del aturdimiento, solo se presenta en el cambio de pH durante 24 horas, siendo un efecto de estimulación eléctrica por parte de la electronarcosis. Los animales de raza Dorper x criollo criados en sistema de pastoreo, presentaron mejores rendimientos en canal, pero menores porcentajes de vísceras blancas y rojas. **Conclusiones.** El porcentaje medio de rendimiento en canal es similar a los presentados en razas puras Dorper siendo viable y comparable este tipo de cruce.

**Palabras clave:** Carne, glucosa, ovinos, pH, sacrificio (*Fuente: CAB*).

## ABSTRACT

**Objective.** Evaluate the genetic effect of Dorper lambs crosses with Colombian landraces, fasting time and stunning in slaughter yields, blood glucose levels as a measure of stress and pH as carcass quality. **Materials and methods.** 60 Dorper lambs crosses with Colombian landraces feeding under grazing and semi-feedlot systems, 10 weeks old were used. 3 fasting times (6, 12 and 18 hours) and 2 stunning methods (electrical stunning and penetrating captive bolt) were applied, evaluating yield of carcasses by weighting, glucose antemortem and postmortem samples. **Results.** The results showed that the combined effect of fasting and breeding systems affects the carcass and by-products yields. At long fasting times, the concentration of blood glucose is increased, although the fasting time affects the ultimate pH. The stunning effect only occurs in the change of pH for 24 hours, with an effect of electrical stimulation by the electrical stunning. Animals Dorper crosses with Colombian landraces breeding in grazing system showed better carcass yields, but lower percentages of white and red viscera. **Conclusions.** The carcasses average yield is similar in pure Dorper breeds be viable and comparable this crossing.

**Key words:** Glucose, meat, pH, sheep, slaughter (*Source:CAB*).

## INTRODUCCIÓN

Para el año de 2011, Colombia cuenta con una población cercana a 1.5 millones de cabezas de ovinos (1), sin embargo el consumo per capita anual de carne de ovinos es superada por pollo, bovino y porcino en cerca de 10 kg, debido a que su cadena productiva no está desarrollada y no se cuenta con establecimientos autorizados para el sacrificio de esta especie, pese a tener un potencial exportador hacia algunos países del Caribe (2). Con la normatividad colombiana legal vigente, donde se hace énfasis en las buenas prácticas de sacrificio y el bienestar animal se hace necesario establecer las condiciones de sacrificio y protocolos adecuados para las razas presentes en el país.

El sacrificio de un animal es la muerte profesional e indolora del mismo destinado para el consumo humano (3), con operaciones de descanso, aturdimiento y desangrado adecuados, donde el animal sea expuesto un nivel bajo de estrés haciendo humanitaria su muerte (4). El transporte y descanso de los animales son los factores que más afectan la presencia estrés en el animal (5), siendo las concentraciones de glucosa, cortisol y catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) la respuesta a estas alteraciones (6); el ayuno es un factor que permite adaptar al animal frente a las alteraciones dadas por el transporte y permitir que haya una estabilización en las variables sanguíneas (7). Los niveles de glucosa plasmática han mostrado ser la mejor respuesta a las alteraciones por el ayuno según el proceso de glicogénesis de cada variable genética y la absorción de nutrientes (8). Algunos autores también han señalado la existencia de un relación entre el manejo antemortem de animales y calidad de la carne (9).

Varios estudios han mostrado la necesidad de un aturdimiento encaminado a establecer inconsciencia en el animal y reducir la percepción de dolor y angustia empleando aturdimiento con corriente o electronarcosis (10), perno cautivo penetrante e inhalación de CO<sub>2</sub> (11) resaltando su eficiencia en la evaluación de rendimientos de procesos y calidad de la carne (12); no obstante la apreciación de la eficacia del aturdimiento es subjetiva a evaluar respuestas a estímulos musculares (13) y a respuesta en los niveles de glucosa sin encontrar diferencias entre los tipos de aturdimiento (8,14).

Varios factores tienen influencia en la calidad de la carne como la especie, el sexo, la raza, el genotipo, y ambientales como el tipo y el nivel de alimentación, vivienda, tratamiento antemortem y el manejo postmortem en cuanto a la velocidad de enfriamiento y maduración (15), La producción de carne ovina con base al uso del macho de razas productoras de carne, con cruzamientos con razas locales es una alternativa que ha funcionado bien en países como Australia, Nueva Zelanda y el Reino Unido; no se ha encontrado evidencias que permita caracterizar el producto carne y el efecto racial sobre la calidad de la carne (16).

Las diferencias entre los tipos genéticos en parámetros productivos como velocidades de crecimiento, rendimientos y conformación, hacen necesario el uso de razas especializadas en la producción de carne, mostrando también que el cruce ayuda con un aumento en el peso al momento del sacrificio (17).

Hay una tendencia al sacrificio de corderos a una edad más joven debido a que la canal tiene cortes como las piernas y lomos con menor contenido graso y su palatabilidad es mayor que en animales más viejos, pese a obtener rendimientos y pesos de canales inferiores (18); el uso de corderos lactantes a partir de cruces a un peso aproximado de 15 kg muestran buenos efectos en componentes corporales para una comercialización sin afectar el rendimiento (19). Por otra parte el efecto del sistema de alimentación se da no solo en el rendimiento de la canal; los efectos del sistema de pastoreo y semiestabulado, afectan el grado de engrasamiento del animal y por ende, la calidad de la canal. El sistema de alimentación artificial (semi estabulado) comparado con el sistema de pastoreo, permite una mejora en los rendimientos y variables fisicoquímicas de la carne, aunque estos efectos sólo se manifiestan a los 56 días de edad. Por lo tanto, este sistema de alimentación debe ser conveniente para obtener animales más pesados para el sacrificio, aumentando la rentabilidad a partir de los pesos de levante y sacrificio (20). No obstante, en animales de tan corta edad y bajo peso, los efectos de raza, sexo o peso pueden llegar a ser detectados en una evaluación de la canal (21).

El pH, es el resultado de los cambios bioquímicos en el *rigor mortis* y la maduración, donde el pH final se conoce como el pH a las 24 horas del sacrificio (22). El *rigor mortis* dura entre 12 y 24 horas en ovinos, mostrando una disminución desde valores cercanos a 7.7 hasta 5.5, sin presentar defectos característicos como los presentados en carnes PSE (pálidas, suaves y exudativas) o DFD (oscuras, firmes, secas); la estabilidad durante la refrigeración y desde las 24 horas posteriores al sacrificio se da en torno a pH de 5.5 y 5.7. Entre los factores importantes que afectan esta variación están la raza, el sistema de producción donde los animales criados en pradera presentan menor potencial glicolítico definido como la capacidad de obtener energía rápidamente y una menor reserva de glucógeno, también, la presencia de estrés por el manejo de los animales, transporte, aturdimiento, y en menor medida, el efecto del sexo, almacenamiento, oreo, dieta, edad y peso de sacrificio. Se encuentra bastante relacionado el pH con la capacidad de retención de agua de la canal y factores fisicoquímicos como textura, olor y composición, que afectan directamente la calidad de la carne (9,23). No obstante, el pH no se puede predecir en función de la glucosa sanguínea pero puede indicar la efectividad del ayuno y su respuesta al estrés (24).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto genético del cruce de corderos Dorper con razas criollas colombianas, tiempo de ayuno y aturdimiento sobre los rendimientos del sacrificio, niveles de glucosa como medida de estrés y pH como calidad de la canal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Animales de estudio.** Para este experimento, se emplearon 60 corderos de 10 semanas de cruces de ovinos Dorper X criollo pertenecientes a 2 fincas, una aplicando sistema de pastoreo (n=30) y otra el sistema semiestabulado (n=30); los 60 animales se distribuyeron 3 grupos con un ayuno de 6, 12 y 18 horas respectivamente. En cada grupo de ayuno, 5 animales fueron aturridos mediante electronarcosis y los 5 restantes fueron aturridos por medio de un perno cautivo penetrante.

**Sacrificio.** El sacrificio de los animales se desarrolló en la planta de sacrificio del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) durante 6 días, donde en cada día, fueron sacrificados 10 corderos. Los animales durante su ayuno solamente tuvieron acceso a agua según los tiempos de ayuno descritos en la sección anterior. El aturdimiento mediante electronarcosis se realizó por aplicación de electrodos con corriente alterna de 0.9 A y 250 V (25) entre el ojo y la oreja en ambos lados de la cabeza, previamente humedecidos con solución salina durante 6 segundos; el aturdimiento con perno cautivo se localizó en la línea media detrás de la cresta entre los cuernos, apuntando hacia la base de la lengua. 30 seg después del aturdimiento los animales fueron izados de las 2 piernas y desangrados por corte parcial de vena cava superior y la arteria carótida derecha. Posteriormente, fueron desollados y eviscerados manualmente. Los despojos del sacrificio fueron embolsados, pesados y registrados. Las canales de los corderos fueron lavadas con agua potable y dejados en oreo por 2 h, posteriormente pesadas, envueltas en bolsas de polietileno y refrigeradas durante 7 días a 4°C, con pesado a los días 4 y 7 de refrigeración.

**pH.** La medición de pH se realizó con un equipo portátil de sonda de punción Hanna® en el lomo del animal y la paleta izquierda. La medición se realizó inmediatamente después de lavadas las canales y cada 2 h durante 1 día. La medición de 24 h se define como pH último (22).

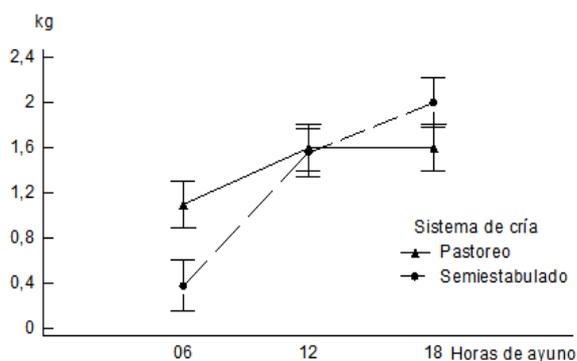
**Niveles de glucosa.** Se tomaron 10 mL de muestras de sangre de los animales recién llegados a la planta de sacrificio en los corrales

(post transporte) y durante el desangrado en la sala de sacrificio (post sacrificio). Cada muestra fue llevada al laboratorio clínico de la facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Colombia, donde fueron centrifugadas tomando alícuotas de plasma y posteriormente se determinó glucosa por el método de glucosa oxidasa con medición de la absorbancia a 505 nm y reportado en mmol/L (14).

**Análisis estadístico.** Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente por medio de un análisis de la varianza multifactorial (ANOVA) utilizando el paquete estadístico Statgraphics Centurion XV (Statistical Graphics Corp., U.S.A.), realizando una prueba de rangos múltiples mediante el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher y de múltiples interacciones a una significancia ( $p < 0.05$ ).

## RESULTADOS

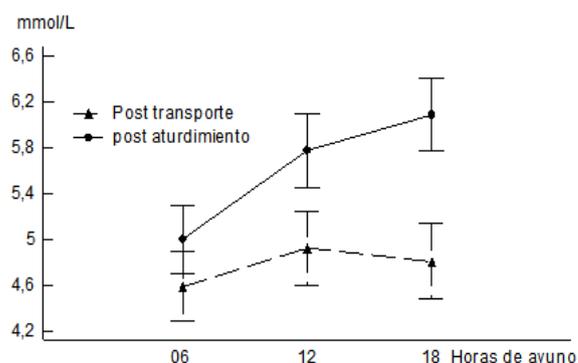
En la figura 1 se presentan las pérdidas de peso durante el descanso y ayuno en los corrales, para animales procedentes de cruces de corderos Dorper con razas criollas colombianas.



**Figura 1.** Pérdidas de peso durante el descanso y el tiempo de ayuno por el sistema de cría.

Se observó que el tiempo de ayuno y el sistema de cría son los factores que influyen la pérdida de peso en los corrales de descanso (Figura 1), encontrándose en general un aumento en la pérdida de peso con mayores tiempos de ayuno, para los dos sistemas de cría, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre las 6 y 12 horas de ayuno ( $p < 0.05$ ); mientras que entre las 12 y 18 horas de ayuno no se presentaron diferencias ( $p < 0.05$ ). Para 6 horas de ayuno, la respuesta de los animales criados en sistema semiestabulado frente a la pérdida de peso fue menor que los criados en pastoreo ( $p < 0.05$ ). A las 12 y 18 horas de ayuno no hubo diferencias entre los dos sistemas de cría manteniéndose en valores cercanos a 1.6 kg.

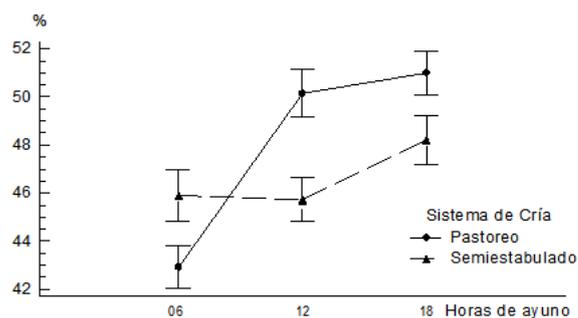
Los niveles de glucosa en sangre posteriores al transporte y el aturdimiento respecto al tiempo de ayuno, se presentan en la figura 2.



**Figura 2.** Niveles de glucosa en sangre para 6, 12 y 18 horas de ayuno.

Para este parámetro se encontró que el tiempo de ayuno es el único factor significativo sobre los niveles de glucosa en los animales. En las mediciones posteriores al transporte no se presentaron diferencias significativas, mostrando la homogeneidad a la respuesta por el estrés durante el transporte. Las diferencias se presentaron entre 6 y 18 horas de ayuno ( $p < 0.05$ ) y una tendencia de aumento a tiempos prolongados de ayuno.

En la figura 3 se presentan los resultados del porcentaje de canal o rendimiento de canal en caliente



**Figura 3.** Rendimiento de canal en caliente para los sistemas de cría y los tiempos de ayuno evaluados.

Se encontró que los factores de sistema de cría y tiempo de ayuno, son los factores estadísticamente significativos sobre este rendimiento. En general, a mayores tiempos de ayuno hay mayores porcentajes de la canal; este factor afecta el balance general de los rendimientos, debido a que al disminuir el porcentaje de vísceras blancas, la base de cálculo que es el peso antemortem, se ve

modificado. Respecto a los sistemas de cría, los rendimientos de canal son estadísticamente mayores en los animales criados en sistema de pastoreo ( $p < 0.05$ ). Los mayores rendimientos de canal se presentaron con animales criados en pastoreo y con ayunos de 12 y 18 horas, en donde este último factor no presentó diferencias significativas ( $p > 0.05$ )

Los porcentajes de los despojos de los animales sacrificados en el estudio se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Relación del porcentajes del despojos del sacrificio.

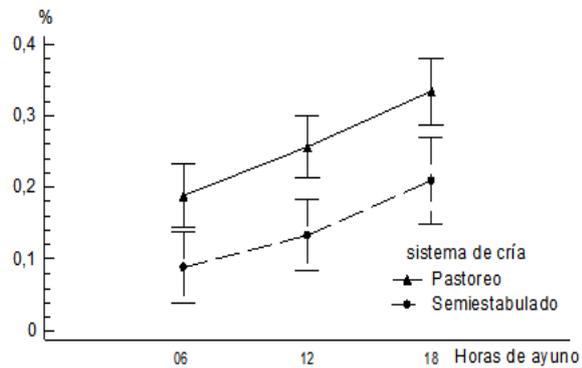
	Pastoreo			Semiestablado		
	6 h	12 h	18 h	6 h	12 h	18 h
Ayuno	6 h	12 h	18 h	6 h	12 h	18 h
Patatas	2.37	2.64	2.76	2.43	2.58	2.31
Piel	6.78	7.47	7.89	8.44	6.94	7.16
Cabeza	5.72	6.03	5.47	5.61	5.83	5.86
Vis. Blanca	27.03a	25.33	23.45a	24.29b	23.72	22.91b
Vis. Roja	4.43c	4.99c	4.53c	5.49c	4.18c	5.32c

a,b,c. Diferencias estadísticamente significativas entre las mismas letras a ( $p < 0.05$ ).

Para los animales de experimentación de sacrificio no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en cuanto a las partes de conformación como lo son las patas, piel y cabeza debido a la homogeneidad en la edad de los animales, este resultado implica también que no hay un efecto por el sistema de cría, ayuno o tipo de aturdimiento. En cuanto al porcentaje de vísceras blancas, se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos sistemas de cría ( $p < 0.05$ ), siendo mayores en los animales criados en pastoreo; a su vez, hubo un efecto entre los tiempos de ayuno en ambos sistemas de cría, en los cuales, a mayor tiempo de ayuno el porcentaje de vísceras blancas disminuye, siendo estadísticamente significativo entre 6 y 18 horas ( $p < 0.05$ ). El porcentaje de vísceras rojas mostró diferencias debido al sistema de cría, con mayores porcentajes en el sistema de cría semiestablado.

En la figura 4 se encuentran las pérdidas por almacenamiento durante 7 días a 4°C representadas como porcentaje de la canal caliente.

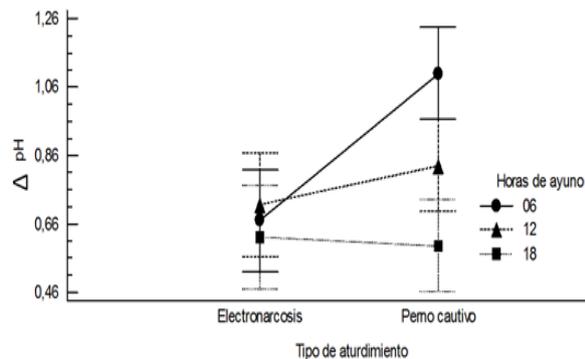
El sistema de cría y el tiempo de ayuno son los factores estadísticamente significativos en el porcentaje de pérdidas por almacenamiento ( $p < 0.05$ ). En general se observaron mayores pérdidas a tiempos de ayunos prolongados, donde las diferencias estadísticas se encontraron entre las 6 y 18 horas. Para cada tiempo de ayuno hay mayores pérdidas en los animales



**Figura 4.** Pérdidas de peso por almacenamiento debido al ayuno y el sistema de cría.

criados en sistema de pastoreo respecto al sistema semiestablado ( $p < 0.05$ ). Es importante mencionar que no se evidenció efecto debido al sistema de aturdimiento sobre las mermas durante el almacenamiento en frío.

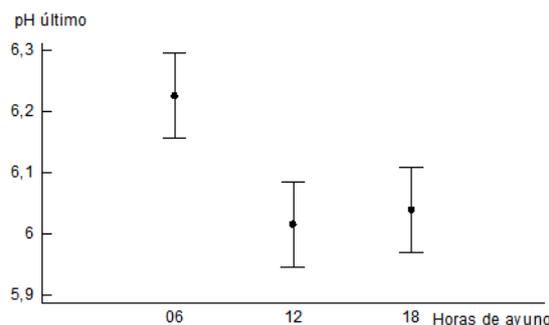
La disminución del pH entre el tiempo transcurrido de las 2 y 24 horas posteriores al sacrificio se presenta en la figura 5 como la diferencia  $\Delta pH$  entre los valores de pH a 2 horas - pH último.



**Figura 5.** Cambio de pH ( $\Delta pH$ ) entre 2 y 24 horas posteriores al sacrificio, para el aturdimiento mediante electronarcosis y perno cautivo.

El aturdimiento y el ayuno tuvieron un efecto significativo en este descenso. Para los animales aturridos mediante electronarcosis, no se presentaron diferencias a los diferentes tiempos de ayunos ( $p > 0.05$ ), con una variación cercana a 0.66 unidades de pH. Para el aturdimiento por perno cautivo, el cambio en el pH, desciende a medida que el tiempo de ayuno es mayor, encontrándose diferencias entre 6 y 18 horas de ayuno ( $p < 0.05$ ) en los animales aturridos por perno cautivo. Los valores del cambio de pH en los animales con 12 y 18 horas de ayuno y aturdimiento con perno cautivo no presentaron diferencias con los valores registrados en animales aturridos por electronarcosis ( $p > 0.05$ ).

En la figura 6 se presentan los valores de pH último respecto a los tiempos de ayuno evaluados en la experimentación.



**Figura 6.** pH último de las canales, en función del tiempo de ayuno.

El ayuno es el único factor que afecta estadísticamente el pH último; solamente se presentaron diferencias entre las 6 y 12 horas de ayuno ( $p < 0.05$ ) y entre las 6 y 18 horas de ayuno ( $p < 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

Los resultados presentados en la Figura 1, sugieren un efecto del sistema de cría y tiempo de ayuno, existiendo diferencias de peso entre el sistema de pastoreo y semi estabulado para 6 horas de ayuno. Ferguson y Warner (26), sugieren que las pérdidas de peso se hacen evidentes entre las primeras 12 horas por la falta de agua y comida, lo cual se evidenció en el presente estudio, donde posterior a las 12 horas no se presentaron diferencias entre los sistemas de cría.

Los resultados obtenidos en el presente estudio respecto a los niveles de glucosa en sangre (Figura 2), donde no se encontraron diferencias en los niveles de este compuesto, posterior al transporte, pueden ser debidos a los factores de manejo previo (7,27) y su homogeneidad en la reproducibilidad en estas actividades. Miranda de la Lama et al (7), recomiendan que 9 horas son necesarias para que el cortisol y la glucosa se regulen, pero la respuesta a la homeostasis se puede dar a 24 horas posteriores a la alimentación y puede ser más lenta en adultos (28). Para los animales criados en sistema de pastoreo, resulta un factor estresante la presencia de humanos, aumentando los valores de cortisol y glucosa (29).

En la figura 2 se observó la evolución de la glucosa post-aturdimiento con niveles elevados a través del tiempo, efecto que pudo ser debido a una inhibición de la utilización de la glucosa por la acción del cortisol; se ha reportado que el ayuno está acompañado de una hipoglicemia que actúa sobre la liberación de catecolaminas, estas a su vez, inciden en la producción energética a través de procesos de lipólisis, glucogenólisis y gluconeogénesis para satisfacer la demanda de glucosa en el citoesqueleto y el cerebro (26). Pero, como se mencionó anteriormente el efecto de la homeostasis se puede dar a las 24 horas, y el consumo de glucosa debido al tiempo de ayuno se puede presentar a tiempos superiores a los evaluados en este estudio, conllevando a una disminución de su concentración de acuerdo a lo evidenciado en novillos por Tadich et al (14). Así mismo periodos largos de descanso son necesarios para que los niveles de cortisol se repongan sin presentar defectos posteriores en la carne (29). El transporte y el ayuno *per se* no tiene efecto directo en los porcentajes de la canal caliente. Los resultados obtenidos, (variación de rendimientos en canal respecto al ayuno, Figura 3), se deben a un cambio en la base de cálculo del peso *antemortem*. No obstante, Ferguson y Warner (26), mencionaron que las pérdidas de peso en la canal debido al ayuno se hacen evidentes a tiempos superiores a las 24 horas. Para los animales analizados en el presente estudio se encontró que hubo mayores rendimientos en las canales de los animales criados en sistema de pastoreo que en el estabulado, contrario a lo presentado por otros autores (30-32), donde se evidenciaron mayores rendimientos en sistema de suplementación o estabulados.

La eficiencia del cruzamiento con las razas criollas colombianas respecto a los porcentajes de canal donde se mantienen cercanos al 50% (Figura 3) es comparable con el porcentaje de rendimiento en canal medio para razas puras Dorper (34); Burke y Apple (31) evidenciaron que las razas de pelo (Dorper, Catahdin, entre otras) no presentaron mayores diferencias en estos rendimientos, al igual que el cruce de raza Merino con mestizajes franceses (32), permitiendo inferir que los cruces de razas especializadas en carne con mestizajes colombianos, pueden proveer buenos rendimientos a edades tempranas aunque con menores tamaños del animal al alcanzar su madurez fisiológica.

En los rendimientos de los subproductos del sacrificio presentados en la tabla 1, las diferencias significativas en los porcentajes de vísceras blancas se deben a los factores de sistema de cría y el ayuno. Lo anterior concuerda con lo

observado por Joy et al (30), quienes observaron que los animales en pastoreo presentaron mayores porcentajes de vísceras blancas a ayunos cortos, indicando menor transformación del alimento y mayor acumulación en los estómagos; en comparación de sus resultados con variación en la dieta (suplementación), donde el efecto de la maduración temprana aumentó el porcentaje de vísceras rojas, hecho que también fue evidenciado en el presente estudio.

Las mediciones del peso de las canales a los 4 días de almacenamiento a 4°C, mostraron que el efecto del sistema de cría incide en las pérdidas por almacenamiento o driploss (Figura 4). Este efecto está relacionado con la pérdida de la capacidad de retención de agua y es función de la variación de pH, no obstante en la Figura 5 no se evidencia un efecto debido al sistema de cría sobre los valores de pH, por lo cual se puede inferir que la conformación y contenido muscular en animales de pastoreo, presentó mayores pérdidas y por ende menor rentabilidad en la comercialización.

Los resultados presentados en la figura 5, muestran que el cambio de pH por efecto de la electronarcosis no presenta diferencias significativas, esto se puede atribuir al efecto de estimulación que recibe el animal cuando recibe la descarga eléctrica. No obstante, lo presentado anteriormente respecto a la influencia del ayuno sobre el estrés del animal, indica que el descenso está ligado a las reservas de glucógeno que presenta el animal, por lo cual se puede explicar el comportamiento del tiempo de ayuno cuando fueron aturridos por el perno cautivo. Al comparar las figuras 2 y 5 se puede inferir que la demanda de glucosa está ligada al cambio de pH, presentando mayores cambios cuando hay menores concentraciones de glucosa en sangre, pero los valores de pH último (Figura 6) muestran que el efecto de ayuno es incidente solo hasta las 6 horas de ayuno, efecto consistente con la disponibilidad de glucosa y bloqueo por efecto del cortisol para ser utilizado en la producción de energía y consecuentemente en la producción de ácido láctico.

Hay que aclarar que los valores de pH cercanos a 6 obtenidos en las canales empleadas en el presente estudio, indicarían un defecto en la calidad de la canal, pero de acuerdo con las pérdidas de peso por almacenamiento (Figura 4), este factor no representa una alta significancia. Devine et al (33) encontraron que animales con tiempos de recuperación menores a 3 días presentaron pH superiores a 5.7 y con tiempos de 10 días el 8% de los animales mostraron valores superiores a 5.8; sugieren que para carnes con pH superiores a este 5.8 es necesario un tiempo de maduración para obtener fuerzas de corte menores y recomiendan que valores intermedios de pH entre 5.7 y 5.8 se pueden alcanzar por medio de una estimulación eléctrica para no tener problemas con la terneza de la carne a 72 horas del sacrificio.

Adicionalmente, el pH último no se vió afectado por el sistema de alimentación al igual que lo encontrado por Carrasco et al (29), donde la presencia de humanos durante el pastoreo resultaría estresante y por consiguiente presentaría menores descensos en el pH a las 24 horas del sacrificio, lo cual tampoco se evidenció.

En conclusión, el efecto combinado de ayuno y sistema de cría influyen en los rendimientos tanto de la canal y sus despojos, la concentración de glucosa en sangre y la disminución del pH en la canal. Las combinaciones de tiempo de ayuno y sistema de cría para los cruces de raza Dorper X criollo permiten disminuir el efecto estresante del animal al momento del sacrificio y aumentar los rendimientos del sacrificio sin afectar la calidad de la canal.

### Agradecimientos

Especiales agradecimientos a la Dirección de investigación DIB de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, por financiar este trabajo y al criadero de ovinos la Primavera por su asistencia y apoyo con los animales del estudio.

### REFERENCIAS

1. DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Encuesta Nacional Agropecuaria 2011.
2. MADR. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas. La cadena ovina y caprina en Colombia 2006.
3. Lopez R, Vanaclocha AC. Tecnología de mataderos. Mexico: Ed. Mundiprensa; 2004.
4. Torrescano G, Sánchez A, Gonzales NF, Camou JP. Tecnología e ingeniería del sacrificio y su repercusión en la calidad de la canal de animales de abasto. Nacameh 2008; 2(1):78-94.

5. Miranda-de la lama GC, Villarroel M, Liste G, Escós J, Maria GA. Critical points in the pre-slaughter logistic chain of lambs in Spain that may compromise the animal's welfare. *Small Rumin Res* 2010; 90:174-8.
6. Linares MB, Bórnez R, Vergara H. Cortisol and catecholamine levels in lambs: Effects of slaughter weight and type of stunning. *Lives Sci* 2008; 115:53-61.
7. Miranda-de la lama GC, Villarroel M, Olleta JL, Alierta S, Sañudo C, Maria GA. Effect of the pre-slaughter logistic chain on meat quality of lambs. *Meat Sci* 2009; 83:604-9.
8. Koruse Y, Terashima Y. Roles of central histaminergic system in glucose metabolisms and food intake in sheep. *Anim Sci J* 2007; 78:66-9.
9. Sañudo C, Sanchez A, Alfonso M. Small Ruminant Production Systems and Factors Affecting Lamb Meat Quality. *Meat Sci* 1998; 49(1):29-64.
10. Rodriguez P, Oliver MA, Manteca X, Dalmau A, Velarde A. efecto del aturdimiento sobre la calidad de la canal y la carne en corderos. *Eurocarne* 2006; 148(1):1-8.
11. Bórnez R, Belén M, Vergara H. Systems stunning with CO2 gas on Manchego light lambs: Physiologic responses and stunning effectiveness. *Meat Sci* 2009; 82:133-8.
12. Gonzales AM, Cepero Y, Bencomo E. Efecto del aturdimiento eléctrico con alto voltaje sobre la calidad de la carne. *Ciencia y Tecnología de Alimentos* 2006; 16(3):55-8.
13. Gregory N. Animal welfare at markets and during transport and slaughter. *Meat Sci* 2008;80:2-11.
14. Tadich N, Gallo C, Echeverria R, Van Schaik G. Efecto del ayuno durante dos tiempos de confinamiento y de transporte terrestre sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en novillos. *Arch Med Vet* 2003; 32(2):171-85.
15. Okeudo NJ, Moss BW. Interrelationships amongst carcass and meat quality characteristics of sheep. *Meat Sci* 2005; 69:1-8.
16. Bianchi G, Bentancur O, Sañudo C. Efecto del tipo genetico y del tiempo de maduración sobre la terneza de la carne de corderos pesados. *Agrociencia* 2004; 8(1):41-50.
17. Bianchi G, Garibotto G, Bentancur O, Feed O, Franco J, Peculio A, et al. Características productivas y calidad de la canal y de la carne en corderos pesados Corriedale y Hampshire Down X Corriedale. *Rev Argent Prod Anim* 2005; 25:75-91.
18. Diaz MT, De la Fuente J, Pérez C, Lauzurica S, Alvarez I, Ruiz de Huidobro F, et al. Body composition in relation to slaughter weight and gender in suckling lambs. *Small Rumin Res* 2006; 64:126-32.
19. Pérez P, Maino M, Kobrick K, Morales MS, Pokniak J. Efecto del peso de sacrificio y sexo sobre la canal de corderos lactantes del cruce suffolk Down X Merino precoz aleman. *Rev Cient* 2007; 7(6):621-6.
20. Barone CMA, Colatruglio P, Girolami A, Matassino D, Zullo A. Genetic type, sex, age at slaughter and feeding system effects on carcass and cut composition in lambs. *Livest Sci* 2007; 112:133-42.
21. Miguélez E, Zumalacárregui JM, Osorio MT, Mateo J. Características de la canal de cordero lechal de diversas razas producidas en España (revisión bibliográfica). *ITEA* 2007; 103(1):14-30.
22. Zimerman M. pH de la carne y factores que lo afectan. Aspectos estrategicos para obtener carne de ovino de calidad en el cono sur americano. 1 ed. Bariloche, Argentina: INTA; 2010.
23. Marques-almeida M, Mendes I, Franqueza MJ, Ferreira CJ, Barreto AS, Silva-Pereira M, et al. efecto del peso de la canal y del sistema de refrigeración en la calidad de la carne de corderos merino branco. *SEOC* 2003; 338-40.
24. Amtamann VA, Gallo C, Van Schaik G, Tadich N. Relaciones entre el manejo antemortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y pH de la canal en novillos. *Arch Med Vet* 2006; 38(3):259-64.
25. Velarde A, Gispert M, Diestre A, Manteca X. Effect of electrical stunning on meat and carcass quality in lambs. *Meat Sci* 2003; 63:35-8.

26. Ferguson DM, Warner RD. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants?. *Meat Sci* 2008; 80:12-9.
27. Tadich N, Gallo C, Brito G, Broom DM. Effects of weaning and 48 h transport by road and ferry on some blood indicators of welfare in lambs. *Livest Sci* 2009; 121:132-6.
28. Cowett RM, Rapoza RE, Gelardi ML. The Contribution of Glucose to Neonatal Glucose Homeostasis in the Lamb. *Metabolism* 1998; 47(10):1239-44.
29. Carrasco S, Panea B, Ripoll G, Sanz A, Joy M. Influence of feeding systems on cortisol levels, fat colour and instrumental meat quality in light lambs. *Meat Sci* 2009; 83:50-6.
30. Joy M, Ripoll G, Delfa R. Effects of feeding system on carcass and non-carcass composition of Churra Tensina light lambs. *Small Rumin Res* 2008; 78:123-33.
31. Burke JM, Apple JK. Growth performance and carcass traits of forage-fed hair sheep wethers. *Small Rumin Res* 2007; 67:264-70.
31. Santos-Silva J, Mendes I, Bessa RJB. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs 1. Growth, carcass composition and meat quality. *Livest Prod Sci* 2002; 76:17-25.
32. Devine CE, Lowe TE, Wells RW, Edwards NJ, Hockings JE, Starbuck TJ, et al. Pre-slaughter stress arising from on-farm handling and its interactions with electrical stimulation on tenderness of lambs. *Meat Sci* 2006; 73:304-12.
33. Cloete SWP, Snyman MA, Herselman MJ. Productive performance of Dorper sheep. *Small Rumin Res* 2000; 36:119-35.