

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



**EFICIENCIA PRODUCTIVA DE OVINOS DE PELO Y EL USO DE
SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES EN LA ALIMENTACIÓN DE
CORDEROS EN EL NORTE DE MÉXICO**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

PRESENTA

ULISES MACÍAS CRUZ

DIRECTORES DE TESIS

**Ph. D. LEONEL AVENDAÑO REYES
Ph.D. ARNOLDO GONZÁLEZ REYNA**

Mexicali, Baja California

Enero, 2010.

Ésta tesis fue realizada bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito para obtener el grado de:

Doctorado en Ciencias Agropecuarias

Consejo particular

Ph. D. Leonel Avendaño Reyes
Co-Director de tesis

Ph. D. Arnoldo González Reyna
Co-Director de tesis

Ph. D. Abelardo Correa Calderón
Sinodal

Dra. Noemi Guadalupe Torrentera Olivera
Sinodal

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIAS

ÍNDICE TEMÁTICO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE GRÁFICAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 Situación de la ovinocultura.....	6
2.1.1 En el mundo y México.....	6
2.1.2 En el norte de México	8
2.2 Caracterización de los ovinos de pelo	10
2.2.1 Actividad reproductiva.....	10
2.2.2 Comportamiento reproductivo.....	13
2.2.3 Productividad de la oveja.....	15
2.2.4 Comportamiento productivo	16
2.2.4.1 Pre-destete.....	17
2.2.4.2 Post-destete.....	19
2.2.5 Características de la canal.....	23
2.3 Alternativas para mejorar la producción en razas de pelo.....	24
2.3.1 Sincronización del estro.....	24
2.3.2 Cruzamientos.....	29
2.4 Uso de pulpa fresca de cítricos en la alimentación de ovinos	31
3. PRODUCTIVIDAD DE LAS OVEJAS PELIBUEY Y EL SUBSECUENTE CRECIMIENTO PRE-DESTETE DE LOS CORDEROS USANDO RAZAS DE PELO BAJO CONDICIONES DE CONFINAMIENTO	36
3.1 Resumen.....	36
3.2 Abstract	37
3.3 Introducción	38
3.4 Materiales y métodos	39
3.5 Resultados y discusión.....	41
3.6 Conclusiones	53

4. CRECIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE CANAL EN CORDEROS PELIBUEY PUROS Y CRUZADOS BAJO CONDICIONES DESÉRTICAS	54
4.1 Resumen	54
4.2 Abstract	55
4.3 Introducción	56
4.4 Materiales y métodos	57
4.5 Resultados y discusión	61
4.6 Conclusiones	68
5. SUSTITUCIÓN DE ZACATE BUFFEL (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) CON PULPA DE NARANJA SOBRE EL CONSUMO, LA DIGESTIBILIDAD Y EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS DE PELO	69
5.1 Resumen	69
5.2 Abstract	70
5.3 Introducción	72
5.4 Materiales y Métodos	74
5.5 Resultados y discusión	78
5.6 Conclusiones	90
6. LITERATURA CITADA	91

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Porcentaje y valores de las medias del comportamiento reproductivo de ovejas Pelibuey cruzadas con sementales Dorper, Katahdin y Pelibuey en condiciones desérticas.....	42
Cuadro 2. Efecto de raza de semental sobre el tipo de parto y sexo de la crías en cada grupo de ovejas Pelibuey.....	46
Cuadro 3. Medias del crecimiento pre-destete de corderos de pelo por efecto de sexo y de la interacción raza de semental x tipo de nacimiento (RS x TN)	48
Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad y medias de productividad de ovejas Pelibuey por efecto de raza de semental, tipo de nacimiento y sexo del cordero.....	51
Cuadro 5. Ingredientes y composición química de las dietas utilizadas para la alimentación de los corderos durante el período de engorda.....	59
Cuadro 6. Efecto de la interacción entre genotipo y sexo sobre el peso final de corderos Pelibuey y sus cruzas bajo condiciones desérticas.....	62
Cuadro 7. Medias y errores estándar (E.E.) del comportamiento productivo de corderos Pelibuey y sus cruzas acorde al genotipo y al sexo bajo condiciones desérticas.....	63
Cuadro 8. Medias y errores estándar (E.E.) de características de canal y cortes primarios de corderos Pelibuey y sus cruzas acorde al genotipo y al sexo bajo condiciones desérticas.....	65
Cuadro 9. Condiciones climáticas e índice de temperatura-humedad predominantes durante el desarrollo del experimento.....	68
Cuadro 10. Porcentaje de ingredientes en las dietas experimentales (en base MS) ofrecidas a corderos Dorper x Pelibuey.....	75
Cuadro 11. Análisis químico (g/kg MS) de heno de zacate buffel, pulpa fresca de naranja (PFN), y dietas experimentales ofrecidas a corderos Dorper x Pelibuey.....	78
Cuadro 12. Sustitución del heno de zacate buffel (0, 25, 75 y 100%) con pulpa fresca de naranja sobre el comportamiento productivo y los costos de	

alimentación (dólares) en corderos Dorper x Pelibuey.....	80
Cuadro 13. Sustitución del heno de zacate buffel (0, 25, 75 y 100%) con pulpa fresca de naranja sobre el coeficiente de digestibilidad en corderos Dorper x Pelibuey.....	85
Cuadro 14. Sustitución del heno de zacate buffel (0, 25, 75 y 100%) con pulpa fresca de naranja sobre el consumo de nutrientes en corderos Dorper x Pelibuey.....	85

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cambios en el contenido de MS (g/kg alimento fresco), MO (g/kg MS), PC (g/kg MS) y cenizas (g/kg MS) de la pulpa fresca de naranja almacenada en pila durante 8 días.....	88
Gráfica 2. Cambios en el contenido de fracciones fibrosas en pulpa fresca de naranja almacena durante 8 días.....	89

1. INTRODUCCIÓN

La producción ovina a nivel mundial ha estado en constante cambio en relación a sus sistemas y objetivos de producción, así como en una redistribución del inventario ovino. La alta demanda de carne de ovinos en un mercado que tradicionalmente exigía lana es el motivo principal del sistema cambiante en la ovinocultura. Según la FAO (2000), de 1990 al 2000 el inventario ovino mundial disminuyó alrededor del 12% y la producción de carne se incrementó en 6%. Aunque pareciera paradójico, esta situación es explicada por el nulo mercado que actualmente tiene la venta de lana y por el incremento en la producción y productividad de los rebaños para abastecer la demanda cárnica, la cual no es cubierta al 100%. Esta situación es globalizada y México no es la excepción a este mercado cambiante en la producción ovina.

De 1998 al 2007, el inventario ovino en México (18.6%) y la producción de carne a nivel nacional crecieron paulatinamente (INEGI, 2007), sin embargo en conjunto también la población humana continuo incrementándose y, con esto, la demanda de carne de ovinos. En el 2005, del 100% de la demanda de este producto, sólo 48% fue cubierto por la producción nacional, el resto (52%) provenía de importaciones de países tradicionalmente dedicados a la ovinocultura como Nueva Zelanda, Australia, Uruguay y en menor grado de Estados Unidos (SIAP, 2005). Esta situación, aunada al precio de oportunidad que presenta el kilogramo en piel y en canal de ovino con respecto a otras especies, permitió que el sector agropecuario apoyara el crecimiento de la ovinocultura en el país.

En años recientes, para solucionar en parte el desabasto de la carne de borrego y aumentar la rentabilidad de los sistemas de producción de estos, los ovinocultores han buscado implementar algunas alternativas que ayuden a

incrementar la productividad de los rebaños existentes. Estas alternativas se han basado en el uso de razas altamente fértiles y prolíficas con nula ó escasa estacionalidad (por ejemplo las razas de pelo), así como la incorporación de sistemas de producción ovina en regiones del país con algún potencial para esta actividad. Además, del mejoramiento genético en características productivas y la búsqueda de fuentes de alimento de bajo costo. Un reflejo de esta situación se observa en el norte de México donde hasta 2007, alrededor del 25% del inventario nacional se encontraba en esta región y los rebaños en su mayoría se conformaban de ovinos de pelo (Esqueda, 2007). Así, los ovinos de razas de pelo en los tiempos actuales representan la base del desarrollo ovino a nivel nacional.

No obstante que dichas alternativas planteadas para el desarrollo ovino nacional se estén realizando, todavía existe escasa información documentada sobre la factibilidad y potencial de estas alternativas para solucionar la problemática de la baja producción en relación a la demanda. Esto juzgado por la información del Censo Agropecuario Nacional de 2007 (INEGI, 2007), donde sus estadísticas confirman la insuficiente investigación sobre cómo obtener mejor provecho de estas alternativas.

Este estudio trata de ofrecer alternativas a problemáticas reales que afectan directamente la producción ovina a nivel nacional con énfasis a las observadas en el norte del país. La investigación realizada se basa en la búsqueda del incremento de la productividad de los rebaños de ovinos de pelo (raza Pelibuey) a través del uso de programas de mejoramiento genético (sistemas de cruzamientos) y biotecnología reproductiva como son los protocolos de sincronización; además de considerar el aspecto nutricional, contemplando el

uso de alimentos no convencionales de bajo costo que ayuden a cubrir los requerimientos nutricionales de mantenimiento y producción en los ovinos.

De tal manera que este estudio se fundamenta en:

1. Los ovinos de pelo de las razas Pelibuey y Blackbelly se encuentran ampliamente distribuidas por todo el territorio nacional por su capacidad de adaptación a las diferentes condiciones ambientales predominantes en la región sin afectar esto sus capacidades reproductivas y productivas. Ambas razas están caracterizadas por su baja estacionalidad reproductiva, excelente comportamiento reproductivo y su gran capacidad de adaptación y rusticidad (Bradford y Fitzhugh, 1983). Sin embargo, existen regiones como el noroeste del país donde las condiciones climáticas son clasificadas como desierto y sus condiciones ambientales son extremosas, muy secas y calientes en verano e inviernos muy fríos con escasa lluvia a través del año. Por tanto, esta situación conduce a reflexionar si realmente estas razas de ovinos de pelo son capaces de sobrevivir en primera instancia y, posteriormente, si producen satisfactoriamente bajo estas condiciones. Algunos estudios realizados por Avendaño-Reyes et al. (2004b, 2007) y Macías et al. (2008) demuestran la posibilidad de producir involucrando la raza Pelibuey bajo estas condiciones. Sin embargo, la información no es contundente, de tal manera que se hace necesario seguir estudiando bajo estas condiciones.

2. La utilización de razas de ovinos como Pelibuey y Blackbelly bajo los diferentes sistemas de producción y ambientes implica una desventaja para el productor cuando se trata de evaluar el comportamiento productivo y las características de canal. Los corderos Pelibuey al nacer presentan pesos bajos, así mismo, su tasa de crecimiento y calidad de la canal son inferiores a las razas

de lana o cárnicas al ser clasificada como una raza ligera (Gutiérrez et al., 2005). Esta situación conllevó al uso de sistemas de cruzamiento como programas de mejoramiento genético para estas características. Los ovinocultores utilizan las ovejas de raza Pelibuey como línea materna practicando cruzamientos con machos de razas de aptitud cárnica tales como Dorper, Katahdin y algunas otras razas lanares. Lo anterior ha garantizado una mejora en las características deseadas de importancia explotando los efectos de heterosis y el potencial propio de los progenitores. Sin embargo, el estudio de este tipo de cruzamiento solo se ha queda a nivel práctica de campo con poca información clara y estandarizada sobre los beneficios de los esquemas de cruzamiento con razas de pelo. Los escasos estudios realizados en México sobre cruzamiento en ovinos muestran resultados hasta cierto grado contradictorios (Bores et al., 2002; Avendaño-Reyes et al., 2004a; Gutiérrez et al., 2005; Canton et al., 2009).

3. La apertura de la frontera mexicana a Estados Unidos y Canadá para la entrada libre de importación y exportación de cereales implicó que los costos de los granos tradicionales para la alimentación de ovinos se incrementaran en más del 100%, y la alimentación para esta especie fueran a base de pastos y forrajes. Sin embargo, su disponibilidad y calidad muestran gran variación, situación que afecta el desarrollo de los animales. En las regiones productoras de cítricos, la industria de jugos está ampliamente distribuida y produce un gran cantidad de pulpa de cítricos como desechos de la industrial. No obstante, esta pulpa puede ser aprovechada en la alimentación de los ovinos, resultando en un alimento no convencional de bajo costo. Bampidis y Robinson (2006) destacan el gran valor nutricional de este subproducto el cual es comparable al de los granos y superior al observado en muchos henos de zacate. Así, el desecho de la industria juguera

puede reemplazar al forraje en la dieta de ovinos, o bien, formar parte de ésta con grandes beneficios nutricionales. Sin embargo, en el país no existe información disponible sobre el uso de este subproducto, siendo necesario documentarla para su uso futuro en la alimentación ovina.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Situación de la ovinocultura

2.1.1 En el mundo y México

En las últimas dos décadas, la producción de ovinos a nivel mundial ha presentado constantes cambios. Durante los 80`s, el inventario ovino y en consecuencia la producción de esta especie se incrementó significativamente, alcanzando el segundo lugar en importancia económica a nivel mundial a finales de esta década (Morand-Fehr y Boyazoglu, 1999). Pero de 1990 al 2000 el inventario ovino tendió a disminuir de 1,204 a 1,070 millones de cabezas, respectivamente (FAO, 2000). El decremento en el inventario ovino mundial se relaciona con la también disminución en la producción de lana (40% en los últimos 20 años según FAO en 2005), la cual debido a su bajo precio al mercado en la actualidad no es redituable para los ovinocultores. Además, la poca aceptación a esta carne en algunos países por considerarla poco nutritiva, dañina para la salud y con presencia de aromas poco agradables para el consumidor. Sin embargo, contrario de lo que se pensara, la disminución en la población ovina no ha impedido que producción de carne ovina aumente. La FAO (2000) reportó que la producción de carne de borrego se incrementó de 7,027 a 7,461 millones de toneladas entre 1990 y 2000.

Cabe mencionar que la magnitud de este incremento no es suficiente al no estar a la par con el crecimiento geométrico de la población humana. Se considera que la carne ovina sigue teniendo el nivel de crecimiento más bajo en comparación con otras variedades de carne (FAO, 2005). Además, la participación de este producto en el mercado mundial de la carne disminuyó en un

0.6% en los últimos años (Acero, 2005). Acero (2005) menciona que los sistemas y razas para producir borrego están cambiando. Actualmente, la mayoría de los sistemas de producción ovina mundiales están enfocados en producir carne a mínimo costo y no lana, de tal manera que la tendencia actual de la industria de la carne ovina se dirige hacia el incremento en la productividad por oveja. Esto en base a involucrar en sus sistemas productivos razas más especializadas, cruzamientos y biotecnología como métodos idóneos para mejorar la reproducción y el uso del alimento. Las tendencias actuales a nivel mundial son de carácter globalizadas y México como país ovinocultor, no es la excepción a seguir dichas tendencias.

La actividad ovina en México mostró un gran crecimiento en la última década debido al mejor precio de la carne de cordero en el mercado en comparada con otras carnes competidoras (p.e. de bovino, caprino, cedo y pollo). Según datos del INEGI, la población ovina nacional incrementó en 18.6% de 1998 al 2007, siendo el inventario actual con que se cuenta de alrededor de 7.5 millones de cabezas. Sin embargo, este incremento no corresponde al incremento poblacional, observándose que la producción de carne de ovino solo cubre alrededor del 50% de la demanda de este producto. Así, México desde hace varios años depende de las importaciones de carne de ovinos congelada y de mala calidad.

A nivel mundial, México ocupa el sexto lugar dentro de los países más importadores de carne ovina (40 mil toneladas), sólo por debajo de Francia, Reino Unido, Estados Unidos, China y Arabia Saudita (Acero, 2005). Además, a nivel nacional estas importaciones representan entre 41 y 60% de la carne que consumida, observándose en los últimos años que las importaciones van

disminuyendo (SIAP, 2007). Estas provienen principalmente de Australia, Nueva Zelanda y Uruguay (Arteaga, 2006).

Actualmente existe un plan de desarrollo a nivel nacional para apoyar la ovinocultura mexicana (SIAP, 2009). Este plan contempla como prioridad incrementar la producción de carne de ovino para llegar en un futuro a la autosuficiencia. Las razas de pelo juegan un papel determinante para lograr este objetivo, ya que debido a su excelente comportamiento reproductivo, nula estacionalidad y gran capacidad de adaptación y rusticidad se consideran razas idóneas para incrementar la productividad del hato ovino nacional.

2.1.2 En el norte de México

El norte del país siempre se ha considerado apropiado para el desarrollo de la ganadería en forma extensiva debido a la existencia de grandes áreas de pastizales y matorrales. Hasta hace unos años, el desarrollo de ganadería bovina de tipo extensivo era característico de esta región y la producción de borrego se encontraba en la total marginación, siendo la raza Rambouillet la de mayor distribución (Esqueda, 2007). No obstante, recientemente los sistemas de producción ovina se han incorporado como parte fundamental en el sector agropecuario del norte del país, siendo la principal causa el precio de oportunidad del kilogramo de carne de cordero en pie y en canal.

Otras causas atribuibles a la entrada del ovino a los sistemas de producción del norte del país son la necesidad de hacer un mejor aprovechamiento del forraje en los pastizales, ya que los hábitos alimenticios difieren entre ovinos y bovinos. Bajo las condiciones del norte de México, Esqueda (2007) menciona que el pastoreo combinado con bovinos y ovinos

mejora la eficiencia en la utilización del forraje y se incrementa en cierto grado la carga animal, conduciendo esto a un aumento en la cantidad de carne producida por unidad de superficie.

En base a lo anterior, es indudable que la actividad ovina en el norte de México está creciendo aceleradamente. En el 2007, el 25% del inventario nacional se encontraba distribuido entre los estados del norte del país, siendo Zacatecas, San Luis Potosí, Chihuahua, Tamaulipas y Nuevo León donde se registraron los inventarios más altos (INEGI, 2007). Las principales razas ovinas distribuidas en esta región son las de pelo tales como Pelibuey, Black-belly, Katahdin y Dorper. Cabe destacar que las razas de pelo en esta región son de reciente incorporación, ya que en décadas pasadas dominaban las razas de lana, principalmente la Rambouillet, Dorset y criollas (Esqueda, 2007).

Los sistemas de producción ovina en el norte son variados adaptándose a la disponibilidad de recursos naturales según menciona Esqueda (2007). En Zacatecas, San Luis Potosí, Coahuila, Durango, parte de Chihuahua y Sonora predominan los sistemas de pastoreo extensivo en pastos nativos de la región; mientras que más al norte de Chihuahua, en Nuevo León y Tamaulipas se encuentran sistemas de producción extensivo en praderas irrigadas y con suplementación, así como el sistema intensivo aplicado para la engorda de corderos. En el caso específico de Baja California y Sonora donde las condiciones ambientales son extremas al pertenecer a un clima desértico, el inventario de ovinos es bajo y se localiza en puntos muy específicos dentro de estos estados; los rebaños se caracterizan por ser pequeños y se mantienen normalmente en corral, combinándose también con el pastoreo de praderas irrigadas.

2.2 Caracterización de los ovinos de pelo

2.2.1 Actividad reproductiva

Típicamente, la actividad reproductiva en ovinos de pelo se caracteriza por ser constante durante todo el año, con un período donde ésta se reduce sin llegar a considerarse un anestro estacional como en las ovejas de lana (González et al., 1992a; Cruz et al., 1994; Valencia et al., 2006; Arroyo et al. 2007; Chemineau et al., 2004). Este período de baja actividad reproductiva se presenta entre los meses de Enero a Mayo bajo condiciones del trópico mexicano (González et al., 1992a). Bajo condiciones de Francia, se observó en ovejas Blackbelly que este período se extiende desde mediados de Abril hasta finales de Septiembre (Chemineau et al., 2004).

Diversas causas son consideradas para explicar este patrón reproductivo, sin embargo, hasta el momento estas causas son contradictorias y poco claras. Los primeros estudios mencionaban que las razas de origen tropical, como la Pelibuey y Blackbelly, no presentaban estacionalidad reproductiva asociada con el fotoperíodo (González et al., 1987; González et al., 1992a; Cruz et al. 1994), ya que en las regiones cercanas al ecuador las variaciones en la cantidad de horas luz por día a través del año son relativamente bajas (Cerna et al., 2004). Estos autores consideraban que este patrón reproductivo se debía a factores de carácter nutricional (disponibilidad y calidad del forraje) y ambiental (temperatura y humedad). No obstante, estudios recientes demostraron que las ovejas Pelibuey bajo un buen plano nutricional a través del año seguían presentando dicho período de baja actividad ovárica (Heredia et al., 1991), el cual coincide con la época de anestro estacional observado en ovejas de lana. Así, se fundamentó la

hipótesis de que las razas de pelo respondían al fotoperíodo para controlar su actividad reproductiva durante el año. Por tanto, Cerna et al. (2000) y Porras et al. (2003) mencionan que la reproducción en ovinos de pelo, al igual que los de lana, es regulada por efecto del fotoperíodo y modulada indirectamente por la temperatura, humedad y disponibilidad de alimento.

Aun y cuando el fotoperíodo es el principal regulador de la actividad ovárica en ovinos de pelo, Valencia et al. (2006) comprobaron que en estas razas el impacto del fotoperíodo sobre su actividad reproductiva a través del año es relativamente inferior a las de lana, teoría basada en el anestro poco profundo, de corto tiempo, y por la habilidad de estos para responder al contacto directo del macho sin un período previo de aislamiento.

Actualmente, se sabe que no todas las hembras de razas de pelo presentan el mismo patrón reproductivo (Valencia et al., 2006; Arroyo et al., 2007), existiendo hembras que se comportan reproductivamente como se señaló anteriormente (ovejas con anestro estacional), y otras que presentan una actividad reproductiva cíclica durante todas las épocas del año. Arroyo et al. (2007) plantean que, basados en los patrones reproductivos, existen tres diferentes tipos de ovejas Pelibuey:

1. Ovejas insensibles a los ligeros cambios del fotoperíodo registrado en regiones tropicales, de tal manera que presentan una época de anestro estacional poco profundo.

2. Ovejas insensibles a los cambios fotoperiódicos registrados a los 19° N (alrededor del 60%), es decir, ovejas capaces de presentar actividad estrual a través del año cuando se encuentren en esta latitud (latitud típica de las regiones templadas de México).

3. Ovejas altamente insensibles a los cambios en el fotoperiodo (aproximadamente 20%), las cuales son capaces de presentar actividad cíclica durante todo el año, incluso bajo cambios en el fotoperiodo típicos de latitudes más altas (>56°).

Por otro lado, la actividad reproductiva de los carneros de raza de pelo ha sido escasamente estudiada bajo condiciones ambientales de México. Se ha observado que estos machos son capaces de mostrar libido y empadrear durante todo el año (González et al., 1992b; Aguirre et al. 2007), sin que esto implique que la calidad del semen sea similar a través del año (Aguirre et al., 2007). Las variaciones en la secreción de la hormona testosterona y hormona luteinizante (LH) durante el año son los principales factores relacionados con el patrón reproductivo del macho. González et al. (1992b) encontraron épocas del año donde los niveles de testosterona y la amplitud del pico LH se reducían, sin llegar a observarse niveles basales de estas hormonas (<1 ng/ml). Contrariamente, Aguirre et al. (2007) mencionan que la magnitud del efecto estacional a latitudes de México es relativamente bajo sobre los machos de estas razas, pudiéndose mantener bajo condiciones de empadre continuo durante todo el año.

Aún cuando la literatura coincide en remarcar el potencial de los machos de raza de pelo para mantener su fertilidad durante todo el año, cabe señalar que la región juega un papel importante para determinar la época del año donde los machos muestran su mayor capacidad reproductiva. Por ejemplo, Aguirre et al. (2007) realizó un estudio en Morelos, México, para evaluar los cambios en calidad de semen y tamaños testicular de ovinos de pelo, encontrando que días cortos (Octubre a Marzo) favorecían la calidad del semen, la secreción de testosterona, la libido y el desarrollo testicular; mientras que en otro estudio realizado

similarmente al sur de Tamaulipas, México, González et al. (1992b) no encontraron diferencias en el desarrollo testicular por efecto de época y los niveles de testosterona fueron más altos de Marzo a Agosto (6 ng/ml en promedio).

2.2.2 Comportamiento reproductivo

Las ovejas de pelo son razas consideradas reproductivamente precoces, ya que su edad a la pubertad y al primer parto bajo un manejo intensivo puede llegar a presentarse en su primer año de vida (Wildeus, 1997; Álvarez y Andrade, 2008). En condiciones extensivas y con un bajo nivel de suplementación, Galina et al. (1996) observaron que las corderas Pelibuey y Blackbelly presentaba su primer parto a los 465 días de edad (1.5 años) y la pubertad aproximadamente al año. Así mismo, observaron que la edad al primer parto fue mayor en Blackbelly que en Pelibuey (483 vs 447 d). Por su parte, Álvarez y Andrade (2008) encontraron que sometiendo a las corderas Pelibuey al efecto macho y buena nutrición, éstas presentaban su primer estro y ovulación a los 253 y 233 d de edad, respectivamente. La nutrición, velocidad de crecimiento, época de nacimiento y raza entre otros han sido factores determinantes para explicar la variabilidad en la edad a la pubertad de las ovejas de pelo (Galina et al., 1996).

Bajo la gran variedad de condiciones ambientales que existen en México, los ovinos de pelo han mostrado la capacidad de reproducirse en forma similar en condiciones extensivas-suplementadas o intensivas (Macedo y Alvarado, 2005), y en cualquier ambiente (Avendaño-Reyes et al., 2007). En trabajos donde evaluaron el comportamiento reproductivo de las ovejas Pelibuey o Blackbelly en regiones desérticas (Avendaño-Reyes et al., 2007), tropicales (Galina et al., 1996;

Macedo y Alvarado, 2005) y/o templadas (Quispe et al., 1994; Morales-Terán et al., 2004), se destaca la habilidad de estas razas para adaptarse fácilmente, sin reducir su tasa de fertilidad.

En general las ovejas de pelo (Pelibuey y Blackbelly) presentan en promedio una fertilidad de 91% (70 a 100%), prolificidad de 1.6 corderos por hembra parida (1.2 a 2.3), fecundidad de 140% corderos por hembra empadrada (99 a 226 %) y alrededor de 65% más partos sencillos que múltiples (Galina et al., 1996; Segura et al., 1996; Rosado et al., 1998; Martínez et al., 2001; Macedo y Alvarado, 2005; Carrillo et al., 2007). Estos parámetros reproductivos demuestran la gran capacidad reproductiva de las ovejas de pelo y su superioridad sobre las ovejas de lana, las cuales tienen una fertilidad del 80% y prolificidad de 1.1 (Hafez, 2004).

El hecho de que la información que se presenta sobre comportamiento reproductivo sea solamente de la raza Pelibuey y Blackbelly, se debe a que son las razas de pelo mayormente distribuidas en México (Arteaga et al., 2006); aunque existen otras razas de pelo de reciente incorporación como St. Croix, Katahdin y Dorper, de las cuales existe escasa información sobre su reproducción bajo los sistemas de producción ovina de México. Adicionalmente, la raza Katahdin y Dorper son utilizadas preferencialmente como líneas paterna por los ovinocultores mexicanos.

En condiciones ambientales tropicales de Estados Unidos, las ovejas St. Croix y Katahdin han demostrado tener buena fertilidad (80 al 92%) y prolificidad (1.5 a 2.1), dependiendo del lugar y el manejo, así como una edad a la pubertad de 150 a 175 d (Wildeus, 1997). Por su parte, ovejas Dorper en condiciones de

África, su lugar nativo, Schoeman y Burger (1992) reportan para esta raza 85% de fertilidad, 1.41 de prolificidad y 1.1 partos por año.

2.2.3 Productividad de la oveja

En países donde la industria ovina está ampliamente desarrollada como Nueva Zelanda, Australia, e incluso en Estados Unidos, la estimación de la productividad de la oveja (peso de la camada al nacimiento y al destete) es una herramienta ampliamente utilizada para evaluar la eficiencia de los rebaños. Sin embargo, en México no se usa esta herramienta por la mayoría de los ovinocultores dentro de sus explotaciones. Consecuentemente, la productividad de las ovejas de pelo bajo los distintos ambiente y sistemas de producción del país no está bien documentada.

Las ovejas de pelo en ambientes tropicales se caracterizan por presentar más baja productividad que las hembras de lana en regiones templadas (Segura et al., 1996). Pero dentro de las razas de pelo, las ovejas de raza Blackbelly muestran mejor productividad que las Pelibuey debido a su mayor prolificidad y tasa de ovulación (Rojas y Bores, 1992; Segura et al., 1996). En general, la productividad de las ovejas de pelo es afectada por la raza de la oveja y del semental, edad de la oveja, número de partos, sexo predominante en la camada, tipo de alimentación y principalmente, el tipo de parto, del cual depende directamente la tasa de ovulación (Urrutia et al., 1991; Segura et al., 1996; Macedo y Arredondo, 2008).

Bajo sistemas de pastoreo de gramíneas nativas del trópico húmedo, Segura et al. (1996) encontraron pesos de la camada al nacimiento y al destete por ovejas Pelibuey parida de 3.5 y 11.5 kg, respectivamente, y en ovejas

Blackbelly paridas de 4.2 y 12.8 kg, respectivamente. Sin embargo, bajo sistemas de alimentación en corral, Macedo y Arredondo (2008) encontraron mejor productividad en ovejas Pelibuey (peso de la camada al nacimiento y al destete de 6.7 y 15.8 kg, respectivamente) que la reportada por Segura et al. (1996). Otro factor importante que impacta directamente sobre la productividad de la oveja es la mortalidad pre-destete. Así, la tasa de mortalidad reportada para esta etapa en ovejas de pelo se encuentra entre 10 y 25% (Galina et al., 1996; Segura et al., 1996). Una menor tasa de mortalidad beneficia directamente la productividad de la oveja al presentarse camadas con mayor número de corderos, y consecuentemente, camadas más pesadas.

2.2.4 Comportamiento productivo

En ambos ovinos de pelo y de lana, existen razas que genéticamente son caracterizadas por presentar un excelente comportamiento productivo, y otras donde este comportamiento es relativamente bajo; no obstante con mayor capacidad reproductiva. Las ovejas de pelo como Pelibuey, Blackbelly y St. Croix producen corderos de bajos pesos al nacimiento y con lento crecimiento pre-destete y post-destete (Notter, 2000). En cambio, los corderos Dorper y Katahdin presentan altos pesos al nacer y crecimiento acelerado (Wildeus, 1997; Cloete et al., 2000; Notter et al., 2004; Godfrey y Weis, 2005; Burke y Apple, 2007). De tal manera que bajo los sistemas de producción actuales de México es común observar esquemas de cruzamientos entre ovejas Pelibuey ó Blackbelly con sementales Dorper o Katahdin para aprovechar el efecto de heterosis, y así, producir mayor cantidad de corderos con un comportamiento productivo satisfactorio.

2.2.4.1 Pre-destete

Bajo los sistemas de producción de corderos del país, los ovinos de raza Blackbelly y Pelibuey producen corderos con un peso promedio al nacimiento y al destete de 2.86 (2.6 a 3.6 kg) y 14.75 kg (11.2 a 21 kg), respectivamente (Carrillo y Segura, 1993; Espinoza et al., 1998; Bustamante, 2002; González et al., 2002; González-Reyna, 2003; Avendaño-Reyes et al., 2004a; Macedo y Arredondo, 2008). El peso al destete lo alcanzan aproximadamente a los 107 d de edad registrando ganancia diaria de peso de 137 g (75 a 230 g). Sin embargo, los parámetros de comportamiento productivo pre-destete pueden variar por diferencias en la alimentación (Bustamante, 2002), sistema de producción (De Lucas et al., 2003), época del año (Macedo y Arredondo, 2008) y raza (Gardner et al., 2007; Carrillo y Segura, 1993). Además, este desarrollo pre-destete en cada raza puede también variar por el tipo de parto (Gardner et al., 2007; Macedo y Arredondo, 2008) y sexo (Dwyer et al., 2005; González et al., 2002)

La alimentación a la que se someten las ovejas durante la etapa de gestación y postparto afecta el desarrollo del feto, y subsecuentemente, el peso al nacimiento y crecimiento pre-destete (Dwyer, 2003; Nowak y Poidron, 2006). Evaluando el desarrollo pre-destete de corderos Pelibuey y Blackbelly nacidos de ovejas alimentadas en pastoreo antes y después del parto, Carrillo y Segura et al. (1993) encontraron en las crías valores de 2.6 kg, 11.7 kg y 81 g para peso al nacimiento, al destete y ganancia diaria de peso, respectivamente. Por su parte, Espinoza et al. (1998), en corderos Pelibuey nacidos de ovejas alimentadas a base de concentrado durante el pre y post-parto, reportaron pesos para la cría de 3.6 kg al nacimiento, 21 kg al destete y 230 g/d de ganancia. Cabe mencionar que el tipo y calidad de alimento ofrecido a crías y madres depende del sistema de

producción y la época del año (De Lucas et al., 2003). Las ovejas gestantes o paridas que se tienen en pastoreo durante la época de sequía producen crías pequeñas al parto, o bien, las crías ya paridas que andan con las madres presentarán limitaciones en su desarrollo, conduciendo esto a bajos pesos al destete a una edad más avanzada (De Lucas et al., 2003). En estudios realizados en ovejas y corderos de pelo alimentados en un sistema de pastoreo encontraron pesos al nacimiento de 2.5 a 2.8 kg y ganancias diarias de peso de 75 a 118 g al destete (Carrillo y Segura, 1993; González et al., 2002). Pero bajo sistemas intensivos o semi-extensivo de alimentación, el peso al nacimiento y la tasa de crecimiento variaron de 2.8 a 3.6 kg y de 129 a 230 g/día, respectivamente (Espinoza et al., 1998; González-Reyna et al., 2003; Macedo y Arredondo, 2008; Avendaño-Reyes et al., 2004a).

La raza de semental y de la oveja también influye sobre el desarrollo pre-destete. Dwyer et al. (2005) reportaron que las razas pesadas tendían a producir fetos de mayor tamaño, lo cual se reflejaba directamente en corderos de mayor peso al nacimiento comparado con las razas categorizadas ligeras. Así mismo, señalan que estas razas pesadas producen corderos con una mayor tasa de crecimiento al destete debido a su capacidad genética. Por otra parte, las razas altamente prolíficas como la Blackbelly regularmente presentan gestaciones múltiples, lo cual ocasiona que el desarrollo fetal y el peso al nacimiento sea menor no obstante con un mayor tamaño de camada (González et al., 2002). Adicionalmente, varios estudios documentaron diferencias en peso al nacimiento y crecimiento pre-destete entre crías de la misma raza (Carrillo y Segura, 1993; González et al., 2002; De Lucas et al., 2003; Dwyer et al., 2005; Macedo y Arredondo, 2008; Avendaño-Reyes et al., 2004a), lo cual se atribuyó al tipo de

parto (sencillo ó múltiple) y sexo de las crías. Los corderos provenientes de partos múltiples comparados con los de parto sencillo, tienden a presentar pesos al nacimiento bajos con una tasa de crecimiento lenta al destete. Esto se debe a que las crías únicas durante la gestación no compiten en el útero ni por los nutrientes y ni por espacio (De Lucas et al., 2002; Gardner et al., 2007; Macedo y Arredondo, 2008). Además, durante la etapa pre-destete, las corderos de nacimientos sencillos disponen de una mayor cantidad de leche al ser cría única (Nowak y Poidron, 2006). En relación a la superioridad en desarrollo pre-destete de los machos es atribuido a diferencias en las funciones fisiológicas, principalmente las de naturaleza hormonal (Carrillo y Segura, 1993).

2.2.4.2 Post-destete

Bajo los actuales sistemas de producción ovina en el país, el comportamiento productivo post-destete de los corderos de lana es superior al observado en corderos de pelo como Pelibuey o Blackbelly, pero similar, y en ocasiones inferior, al mostrado por corderos de pelo Dorper o Katahdin, siempre y cuando la alimentación sea la adecuada (Bores et al., 2002; Burke and Apple, 2007). Dentro de las ventajas que tiene producir y engordar corderos de pelo es su facilidad de manejo y la habilidad de estas razas para adaptarse a diferentes condiciones ambientales, donde ninguna otra raza ovina, ó en general especie doméstica, podría sobrevivir, y más aún, mantener una producción satisfactoria (Avendaño-Reyes et al., 2007). Algunos estudios demostraron que administrando alimentos de calidad, aditivos ó suplementos en dietas balanceadas en base a sus requerimientos nutricionales, los corderos Pelibuey y Blackbelly pueden mostrar una buena tasa de crecimiento post-destete (Bustamante, 2002; Fimbres

et al., 2002; Salinas et al., 2006; Macedo et al., 2009; Ruíz et al., 2009), pudiendo ser similar al de corderos Katahdin o Dorper, tal como lo demostraron Macedo et al. (2009) y Ruíz et al. (2009).

En promedio durante el período de desarrollo post-destete y hasta su salida para venta o sacrificio, los ovinos de pelo en México consumen 1.07 kg/día (0.7 a 1.6 kg/d) de alimento y presentan una tasa de crecimiento de 214 g/d (102 a 330 g/d), lo cual da como resultado que estos corderos presenten una conversión alimenticia de 5.4:1 (3.6:1 a 10.3:1), es decir, necesitan consumir 5.36 kg de alimento para incrementar en un kilogramo su peso vivo (Pineda et al., 1998; Bustamante et al., 2002; Fimbres et al., 2002; Macedo y Aguilar, 2005; Salinas et al., 2006; Kawas et al., 2007; Canton et al., 2009; Macedo et al., 2009; Ruíz et al., 2009). Regularmente, los corderos de pelo inician y finalizan en esta etapa con un peso vivo de 15 y 35 kg, respectivamente.

Las variaciones en el comportamiento productivo de los corderos de pelo en el post-destete son atribuidas principalmente a factores como raza, sexo y alimentación. Bajo condiciones de Estados Unidos, los corderos Dorper y Katahdin mostraron un pesos superior al sacrificio que los St. Croix cuando estos fueron alimentados con dietas altas en forraje, no obstante los Dorper tendieron a presentar mejor tasa de crecimiento post-destete que los Katahdin y St. Croix (147 vs 127 ó 119 g/d; Burke y Apple, 2007). Similarmente, en México reportaron mayor peso final (37 vs 35 kg) y ganancia diaria de peso (275 vs 246 g) en corderos Dorper que en Pelibuey, pero el consumo diario de alimento fue similar, mostrando mejor eficiencia alimenticia los Dorper (Ruiz et al., 2009). Por lo tanto, estos resultados demuestran la habilidad de algunas razas para convertir el alimento en masa muscular, siendo aquellas razas que genéticamente a través de

los años se sometieron a alta presión de selección sobre algunas características productivas de importancia bioeconómica (Snowder y Forgary, 2009).

Dentro de las razas de pelo distribuidas en México, Dorper y en menor grado Katahdin son consideradas por excelencia razas de aptitud cárnica. Otras razas como la Pelibuey y Blackbelly se siguen manteniendo como líneas maternas debido a su alta prolificidad y rusticidad, y baja estacionalidad (González et al., 2002). Además, la baja tasa de crecimiento que se observa en los corderos de estas razas se ha corregido actualmente a través de cruzamientos con razas especializadas en producción de carne para producir cruzas terminales (Canton et al., 2009).

Por su parte, los corderos machos de razas de pelo se comportan productivamente mejor que las hembras después del destete dentro de raza (Bradford, 2002). Bores et al. (2002) en corderos Blackbelly y Pelibuey encontraron 27% más de ganancia diaria de peso en machos que en hembras. Diversos estudios realizados en ovinos de pelo y lana han indicado que las hembras reducen su velocidad de crecimiento (Pineda et al., 1998; Bustamante, 2002; Macías et al., 2007), debido a la ineficiencia de las hembras para convertir el alimento en músculo. Bradford (2002) menciona que el efecto de sexo sobre el desarrollo productivo se debe a diferencias hormonales y fisiológicas. Los machos están provistos de hormonas androgénicas que son responsables de incrementar la tasa de crecimiento en músculo, mientras que en hembras donde estas hormonas no se encuentran, tienden a producir más grasa que carne (Bores et al., 2002).

La calidad y tipo de alimentación juegan un papel muy importante en el desarrollo de los corderos de raza de pelo. Los corderos alimentados con dietas

altas en grano y bajo sistemas de estabulación presentan mejor comportamiento productivo, esto debido a una mayor disponibilidad de energía y proteína en la dieta (NRC, 2007). El nivel energético en la dieta es el principal factor limitante en el crecimiento de los ovinos, por lo que Canton et al. (2009) mencionan que un incremento en el nivel de energía afecta positivamente el crecimiento de esta especie. Sin embargo, esta respuesta puede variar de acuerdo al genotipo, composición corporal y eficiencia digestiva y metabólica (Freking y Leymaster, 2004). En corderos Pelibuey y Dorper se compararon tres niveles de energía en la dieta de engorda (2.2, 2.6 y 2.8 Mcal/kg MS), observándose 76 g/d más de ganancia de peso y mejor conversión alimenticia en corderos alimentados con la dieta de mayor contenido energético en relación a los que consumieron la dieta de 2.2 Mcal/kg MS (Canton et al., 2009). Por su parte, Ruiz et al. (2009) no encontraron diferencias en el comportamiento productivo en la raza Dorper o Pelibuey entre ofrecer dietas con 14, 16 ó 18% de PC, concluyendo que el nivel de proteína tiene poco o ningún efecto sobre el desarrollo de corderos de pelo. Por su parte, ofreciendo a corderos Pelibuey una dieta con cultivo de levadura y formulada para rápido crecimiento, Macedo et al. (2009) reportaron un mejoramiento significativo (330 g/d de ganancia de peso y 4.9 de conversión alimenticia) en el comportamiento productivo de esta raza comparado con corderos alimentados con una dieta para moderado crecimiento y sin levaduras. En corderos Pelibuey, Fimbres et al. (2002) disminuyeron el nivel de forraje de 30 a 0%, encontrando una mejora en la tasa de crecimiento y aprovechamiento de los nutrientes.

2.2.5 Características de la canal

Las canales de los ovinos de pelo se caracterizan por ser pequeñas y de menor calidad que las de razas de lana cuando son comparadas a edades similares (Bradford and Fitzhugh, 1983; Canton et al., 1992; Wildeus, 1997). Esto se debe a la lenta tasa de crecimiento y al peso maduro tan reducido que registran, el cual está directamente relacionado con el peso óptimo de sacrificio que es aproximadamente el 66% del peso adulto (Wildeus, 1997). Las ovejas de razas Pelibuey y Blackbelly alcanzan su peso adulto entre 40 y 50 kg (Canton et al., 1992), las Dorper y Katahdín entre 60 y 70 kg, y las de lana entre 70 y 90 kg (Notter, 2000). Así, los pesos óptimos al sacrificio de los corderos de razas de pelo son inferiores al registrado en los corderos de lana, consecuentemente, los componentes de la canal también presentan pesos y tamaños reducidos.

En el caso de corderos Dorper y Katahdin, el peso al sacrificio resulta ser ligeramente superior al de los Pelibuey y Blackbelly. Sin embargo, los corderos Dorper se caracterizan por depositar grandes cantidades de grasa entre la carne y superficie de sus canales, lo cual hace a esta carne poco apetecible para el consumidor (Cloete et al., 2000; Bunch et al., 2004; Notter et al., 2004). No obstante, a pesar de estas características indeseables en la canal de razas de pelo, estos ovinos tienen una amplia aceptación entre los productores debido a su excelente comportamiento reproductivo, alta resistencia a parásitos y bajos costos de producción (Wildeus, 1997).

En México, la información referente a las características de la canal de ovinos de pelo es reducida e inconsistente, ya que se observan grandes variaciones dentro y entre estudios en el grado de maduración al sacrificio (Canton et al., 1992; Fimbres et al., 2002; Gutiérrez et al., 2005; Salinas et al.,

2006; Kawas et al., 2007; Vargas et al., 2008). En términos generales, los corderos de raza Pelibuey y Blackbelly en el país se sacrifican a un peso promedio de 35 kg (24.7 a 45.5 kg) y presentan un rendimiento en canal de 53% (44.5 a 55.5 %). El peso de la canal caliente y fría para este tipo de ovinos se ubica entre los 13.2 y 25.3 kg, y entre 12.9 y 23.1 kg, respectivamente. El área del ojo de la costilla y grasa dorsal, características importantes para estimar el grado de calidad de la canales, presentan valores promedio de 4.5 cm² (1.1 a 16.3 cm²) y 4.0 mm (3.1 a 5.0 mm), respectivamente.

2.3 Alternativas para mejorar la producción en razas de pelo

2.3.1 Sincronización del estro

Los protocolos de sincronización del estro son ampliamente utilizados en todo el mundo para incrementar la eficiencia reproductiva y la productividad de la oveja a través del año (Wildeus, 2000). Estos permiten agrupar la actividad estrual de las hembras en una época determinada, la cual favorezca la aparición de partos durante un período donde la disponibilidad y calidad del forraje para la alimentación de madre y cría sea la adecuada (González-Bulnes et al., 2005). Además, la aplicación de los protocolos de sincronización juega un papel vital en el éxito de los programas de inseminación artificial (IA), ya que éstos son un requisito para el uso de esta técnica (Baril et al., 1992). A través de la sincronización se logra colocar al grupo de ovejas a inseminar en similar situación ovárica y endócrina a un lapso de tiempo conocido (Godfrey et al., 1999), prediciéndose de esta manera los diferentes eventos del ciclo estrual para una inseminación en el momento óptimo, tales como inicio del estro y ovulación (Quispe et al., 1994; Greyling y Van Der Nest, 2000).

Los protocolos de sincronización actúan regulando los procesos hormonales que ocurren en el eje hipotálamo-hipófisis-gónada durante el ciclo estrual (Hafez, 2004). Algunos inhiben la secreción de progesterona durante la fase lútea y otros alargan dicha fase administrando progesterona, garantizando así que al final de la aplicación del protocolo todas las ovejas tratadas presenten estros una hora después (Rahman et al., 2008).

Dentro de los diferentes protocolos disponibles tanto de origen natural (aislar las ovejas del macho, sobre alimentación, introducir ovejas en estro en grupos de ovejas que permanecen en anestro, destetes temporales de la cría en ovejas lactantes, manipulación del fotoperíodo, etc.) como hormonal (progesterona, prostaglandina, gonadotropinas, estrógenos y melatonina), el uso de progestágenos para sincronizar el estro en las ovejas es el método más utilizado en todo el mundo (Evans et al., 2004), principalmente debido a su fácil aplicación y mejor eficiencia reproductiva observada en las hembras tratadas comparado con otros protocolos (Wildeus, 2000). Además de que presenta la ventaja de inducir la aparición del estro a parte de sincronizarlo, siendo mayor este efecto cuando se combina con alguna hormona gonadotropina (Baril et al., 1992). Lo anterior hace a los progestágenos métodos aptos para aplicarse en cualquier época del año independientemente del estado reproductivo en que se encuentre la hembra.

Como su nombre lo dice, estos métodos utilizan la aplicación de la hormona progesterona para regular la actividad estrual en las ovejas (Ainsworth and Shrestha, 1985). Esta hormona puede ser de origen natural o sintético, siendo esta última la más utilizada en los protocolos de sincronización. Dentro de las hormonas progestágenas más usadas se encuentra el acetato de flugestona

(FGA), acetato de medroxiprogesterona (MPA), y norgestomet (Wildeus, 2000). Las dos primeras sustancias se liberan lentamente a través de dispositivos intravaginales (esponjas y CIDR's), y la tercera hormona se coloca subcutáneamente con la ayuda de un implante de silicón (Wildeus, 2000). También es posible encontrar a la FGA y MPA en forma de polvo para administrarse en el alimento, o bien, en forma de inyección para su aplicación vía subcutánea o intramuscular (Rahman et al., 2008).

Cuando se utilizan dispositivos intravaginales se observa que la máxima liberación de la progesterona se alcanza en las primeras 48 h después de aplicados para descender lentamente hasta el momento del retiro (Hafez, 2004). Tanto las esponjas como CIDR's se mantienen insertados en la vagina de 10 a 14 d, dependiendo del estado reproductivo de la hembra al momento de iniciar el tratamiento (Armstrong et al., 1982). En este lapso de tiempo se garantiza que todas las ovejas tratadas hayan alcanzado la fase lútea del ciclo, y al retiro, la presentación del estro.

Endocrinológicamente, los progestágenos exógenos incrementan la vida del cuerpo lúteo prolongando la fase lútea del ciclo estrual de la oveja (Hafez, 2004). A nivel del eje hipotálamo-hipófisis-gónada, el incremento de la progesterona en el suero sanguíneo por efecto del protocolo de sincronización produce una retroalimentación negativa sobre el hipotálamo para evitar la secreción del factor libertador GnRH, el cual es encargado de estimular la síntesis y liberación de hormona folículo estimulante (FSH) y LH (Noel et al., 1994). Además, las altas concentraciones de progesterona bloquean al útero para que éste no secrete Prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$), lo cual garantiza la permanencia del

cuerpo lúteo (Noel et al., 1994), de tal manera que la aparición de un nuevo estro se interrumpe hasta el retiro del progestágeno.

Regularmente, los tratamientos hormonales con progestágenos se combinan con una inyección de alguna gonadotropina para incrementar la respuesta de ovejas a estro, la ovulación y reducir el intervalo a estro después de retirado el dispositivo, así mismo, para mejorar el comportamiento reproductivo del rebaño (Akoz et al., 2006). La gonadotropina coriónica humana (hCG) y la gonadotropina del suero de la yegua preñada (PMSG) ó gonadotropina coriónica equina (eCG) son las hormonas principalmente utilizadas en ovejas. Estas hormonas se aplican vía intramuscular al momento ó de 24 a 48 h antes de retirar el progestágeno (Hackett et al., 1981). La decisión de administrar esta hormona depende de la respuesta deseada. Si la finalidad es incrementar la incidencia de estro y el grado de sincronía del momento de aparición del estro y la ovulación, entonces debe aplicarse al tiempo de remover la esponja; pero, si además se quiere mejorar el parámetro prolificidad en el rebaño reflejo de un aumento en la tasa de ovulación, se puede aplicar de 24 a 48 h antes de finalizar el protocolo (Macías, 2007).

En general, la aplicación de las gonadotropinas mejora la eficiencia de los tratamientos con progestágenos debido a que sus funciones son similares a FSH ó LH (Eppleston y Roberts, 1986). La PMSG actúa principalmente como FSH y en menor grado como LH, caso contrario se observa cuando se aplica hCG (Hafez, 2004). Así, al tener mayor efecto de FSH, la aplicación de PMSG antes o al momento de retirar el progestágeno ayuda a incrementar el desarrollo folicular, consecuentemente, la producción de estradiol 17- β en las células granulosas también se incrementa y el pico pre-ovulatorio ocurre más rápido (Webb et al.,

2004). Sin embargo, su aplicación también tiene desventajas sobre el desarrollo folicular debido a que produce grandes cantidades de folículos inmaduros, altera el tamaño de los folículos antrales y su capacidad esteroidogénica, además, de sus características de crecimiento y patrones de reclutamiento (Barret et al., 2004). Adicionalmente, algunos estudios encontraron que las ovejas crean anticuerpos contra PMSG cuando son tratadas repetidamente con esta hormona para incrementar la fertilidad en los programas de empadre (Bodin et al., 1997). Por su parte, la hCG que actúa en primera instancia como LH, se relaciona más con el acortamiento en la presencia de estro después del retiro y con un pico de LH más rápidos y pronunciados (Rahman et al., 2008). No existe evidencia de que la hCG genere anticuerpos como la hace la PMSG.

Estudios realizados en México (Quispe et al., 1994; Macías et al., 2005; Martínez et al., 2007; Camacho et al., 2008) indicaron la efectividad de la combinación de progesterona + PMSG para sincronizar e inducir la actividad reproductiva en oveja de pelo. Durante la época de baja actividad reproductiva (Enero - Abril) de las ovejas Blackbelly, Martínez et al. (2007) demostraron que con la aplicación de esponjas intravaginales impregnadas de MPA y una inyección de 200 UI de PMSG 48 h, 24 h ó al momento de retirar dicha esponja, estas ovejas incrementaban 60 y de 20 a 40 % la presencia de estro y fertilidad, respectivamente. Por su parte, en ovejas Pelibuey multíparas, Camacho et al. (2008) plantean como una alternativa adecuada para mejorar la eficiencia reproductiva durante el período de anestro postparto el uso de FGA + eCG. En general, Macías et al. (2005) mencionan que las ovejas de pelo después de haber sido tratadas con esponjas intravaginales impregnadas de FGA por 12 d, además de una inyección de 300 ó 400 UI de PMSG 24 h antes de finalizar el tratamiento,

provocan que en promedio el 90% de las hembras sincronizadas presenten estro en un intervalo de 24 a 48 h después del retiro del progestágeno.

2.3.2 Cruzamientos

Los cruzamientos se han considerado como uno de los grandes métodos del mejoramiento genético animal junto con la selección y sustitución de razas. Por definición, el cruzamiento es una estrategia de apareamiento entre individuos no emparentados y cuyo vínculo genético es más distante que el promedio de la población de la cual provienen (Mellado et al., 1994). En producción animal, los logros de estos programas dependen de la magnitud de la heterosis (mecanismo involucrado cuando se practican apareamientos entre razas y/o especies) o vigor híbrido y los beneficios cuantitativos derivados de estos (Shull, 1908). Así, antes de establecer programas de cruzamiento es necesario tener bien claro el objetivo que se persigue para obtener los resultados esperados.

En los actuales sistemas de producción ovina de México, los esquemas de cruzamientos son una estrategia ampliamente usada para incrementar la productividad del rebaño, y por ende, la producción de carne de ovino. La combinación de las características deseables de dos razas de ovinos es el tipo de cruzamiento principalmente utilizado. Las ovejas de razas de pelo como Pelibuey y Blackbelly normalmente son cruzadas con razas especializadas en producción de carne con el fin de mejorar las características indeseables de estas razas, tales como baja tasa de crecimiento pre y post-destete, y calidad reducida en las canales en comparación a las características de tipos biológicos de lana (Bores et al., 2002).

Dentro de las principales razas cárnicas usadas como líneas paternas a nivel nacional para ser utilizadas en cruza con líneas maternas (Pelibuey y Blackbelly) se encuentran la Dorper, Katahdin, Suffolk, Hampshire y Dorset, así mismo, otras de menor distribución como Charolais e Ile de France. Este tipo de cruzamiento da como resultado un cordero F_1 de cruza terminal con características de crecimiento deseables, el cual es dirigido directamente al abasto y presenta mejores características de crecimiento que sus progenitores (Canton et al., 2009).

Diferentes estudios realizados en condiciones del país destacan ventajas, pero no contundentes, sobre el crecimiento y características de la canal de los corderos cuando las ovejas de pelo son cruzadas con machos de lana (López et al., 2000; Bores et al., 2002; Rubio et al., 2004; Gutiérrez et al., 2005) o de pelo cárnicas (Pineda et al., 1998). Al respecto, Bores et al. (2002) reportaron similar crecimiento pre- y post-destete, y características de canal entre corderos cruzados de Pelibuey y Blackbelly con Suffolk, Dorset y Hampshire Down (220 g de ganancia diaria de peso y de 52% en rendimiento en canal), valores que son superiores a los reportados normalmente para corderos Pelibuey puros. Gutiérrez et al. (2005), comparando corderos Pelibuey puros contra corderos cruzados de Pelibuey x Suffolk ó Rambouillet, reportaron beneficios al practicar este tipo cruzamientos para las características de canal referentes a nivel de engrasamiento y desarrollo muscular de las paletas. En el caso del estudio realizado por Pineda et al. (1998), concluyeron que los corderos F_1 (Pelibuey x Rambouillet) fueron mejores que los Pelibuey puros al presentar tasas de crecimiento superior por día y mejor conversión alimenticia, lo cual se reflejó en un período de engorda más reducido (6 días menos). Similarmente, Partida de la

Peña et al. (2009) reportaron un incremento en la tasa de crecimiento en corderos machos Pelibuey cruzados (Pelibuey x Suffolk ó Dorset) con respecto a los machos puros Pelibuey (210 vs 181 g), pero con un rendimiento en canal similar (55%).

Cabe mencionar que además existen trabajos donde no encontraron diferencias en crecimiento y eficiencia alimenticia en corderos cruzados como resultado del aparear hembras Pelibuey con machos Dorper y Katahdin (Canton et al., 2009). O bien, efecto sobre la calidad de la carne al comparar corderos Pelibuey puros con corderos cruzados Pelibuey x Rambouillet (Peraza-Mercado et al., 2006). Por lo tanto, estos resultados solo conllevan a pensar que bajo las condiciones de explotación en México no existe una estandarización de la información como sucede en Estados Unidos u otros países productores de ovinos.

2.4 Uso de pulpa fresca de cítricos en la alimentación de ovinos

El uso de subproductos agroindustriales en la alimentación ovina como la pulpa de cítricos ha sido una alternativa viable para reducir los costos de producción e incrementar los ingresos netos del productor en países como Estados Unidos, Brasil, Venezuela y otros del viejo continente. El subproducto pulpa fresca de cítricos (PFC), como comúnmente se le conoce al residuo que queda después de extraer el jugo del fruto, está compuesto por semillas, gabazo y la cáscara, y representa entre 50 y 70% del peso del fruto dependiendo del cítrico, variedad, grado de maduración y método de extracción (Macedo et al., 2007).

Por su composición química (17% de materia seca, MS; 95% de materia orgánica, MO; 8% de proteína cruda, PC; 20% de fibra detergente ácida, FDA; 27

de fibra detergente neutra, FDN; y 6% de extracto etéreo, EE), y su excelente digestibilidad (90% de la MS; Bampidis y Robinson, 2006), este subproducto puede ser empleado como ingrediente no convencional en la dieta de ovinos para satisfacer la proporción de fibra o energía requerida (Fegeros et al., 1995). Scerra et al. (1999) mencionan que los rumiantes por su adaptación fisiológica (rumen) pueden hacer uso de este subproducto para cubrir parte de sus requerimientos nutricionales para mantenimiento, crecimiento y producción. Además, se caracteriza por ser rico en carbohidratos altamente solubles como la pectina, la cual por su alta y rápida degradabilidad a nivel rumen es usado por los microorganismos ruminales como un sustrato para iniciar su actividad celulolítica durante el proceso de degradación (Navamuel et al., 2002; Oni et al., 2008). De esta manera, la digestibilidad de los diferentes nutrientes de la dieta es incrementada hasta en un 30% (Ashbell, 1992). Silva et al. (1997) encontraron que el potencial de degradación ruminal de la MS de la PFC es cercano a la unidad, sugiriendo un alto valor nutritivo para los rumiantes, similar al de los granos de cereal procesados. Pereira y González (2004) consideran a la pulpa de cítricos una fuente buena y económica de fibra digestible debido a su alto y bajo contenido de pectina y lignina, respectivamente.

Cabe señalar, que a la PFC dentro de la alimentación de los rumiantes se le han conferido diferentes propiedades benéficas que favorecen la buena asimilación de los nutrientes, y en general, la digestión de estos. Entre estas propiedades destacan: ayuda a mantener estable el pH, representa un sustrato altamente energético para los microorganismos del rumen, su degradación produce mayor cantidad de ácidos grasos volátiles deseables (propiónico y acético), incrementa la actividad celulolítica en rumen favoreciendo la

disponibilidad de proteína microbiana, mejora la digestibilidad de ingredientes altamente lignificados, entre otros (Ben-Ghendalia et al., 1989; Silva et al., 1995; Bampidis y Robinson, 2006). Sin embargo, el uso de la PFC en la alimentación ovina también presenta algunas limitaciones a considerar al momento de balancear las dietas. En la composición química de la PFC se observa una notoria deficiencia en su nivel de PC (5 a 10%), la cual es insuficiente para mantener una síntesis adecuada de proteína microbiana en el rumen (Fegeros *et al.*, 1995; Migwi et al., 2000). No obstante esta deficiencia puede ser corregida con la suplementación de nitrógeno de origen natural o no proteico (Bampidis y Robinson, 2006). Por otra parte, la PFC como alimento único en la alimentación de ovinos puede ocasionar problemas digestivos metabólicos como acidosis, cetosis, entre otros, recomendándose el uso de este subproducto a niveles máximos del 60% y en combinación de otros alimentos fibrosos (Arthington et al., 2002). Otro problema observado con el uso de este subproducto es una disminución en el consumo debido a su alto contenido de taninos condensados y fenoles, lo cual se refleja en un comportamiento productivo y reproductivo disminuido (Oni et al., 2008). Una problemática no menos importante a las mencionadas anteriormente con el uso como alimento de la PFC es su alto contenido de humedad (entre 15 y 20%; Martínez et al. 2008). Esto limita que pueda utilizarse en forma extensiva, así como su traslado y manejo dentro de las explotaciones ganaderas.

Algunos trabajos donde utilizaron la PFC como fuente de fibra ó energía para mejorar la digestión, valor nutricional de la dieta y productividad de los ovinos se mencionan a continuación. Macedo et al. (2007) evaluaron la sustitución de ensilado de sorgo (0, 25, 50 y 75%) por PFC sobre el valor nutritivo de la dieta,

observando que a medida que se incrementaba el nivel de pulpa hasta llegar a un máximo de 50%, también el consumo y digestibilidad de nutrientes se incrementaba linealmente. Pero al nivel de 75%, los parámetros medidos decrecieron en relación al nivel anterior, lo cual se atribuyó a la alta concentración de taninos condensados y fenoles.

Barrios-Urdaneta et al. (2003) examinaron el efecto de la suplementación con varias proporciones de grano de cebada y PFC (833:0, 564:268, 286:542 y 0:823 g/kg) sobre la digestibilidad de paja tratada con amoníaco en ovejas. Los resultados mostraron que los coeficientes de digestibilidad de la MS y MO permanecieron constantes con el incremento de PFC en la dieta en sustitución al grano de cebada, pero la digestibilidad de la FDN se incrementó linealmente con los niveles crecientes de inclusión de PFC.

Pereira et al. (2008) encontraron que la sustitución de ensilaje de maíz (0, 25, 50 y 75%) por PFC en dietas para engorda de corderos mantiene sin cambios significativos el consumo de alimento y la conversión alimenticia de los corderos, sin embargo, la ganancia diaria de peso se incrementa proporcionalmente en relación al incremento del nivel de PFC. Concluyeron que la PFC es un subproducto de bajo costo que puede sustituir al ensilaje de maíz en dietas de engorda de corderos bajo condiciones de confinamiento. Por su parte, Scerra et al. (2001) demostraron que el ensilaje de la PFC (mezcla de PFC y paja de trigo) puede ser utilizado para substituir todo el heno de avena, y parcialmente, el concentrado de una dieta de corderos en crecimiento, sin que esto implique un efecto negativo sobre la tasa de crecimiento, las características de la canal y la calidad de la carne. De hecho, en los resultados obtenidos en ese estudio se observó que la conformación de la canal fue mejor en corderos alimentados con

ensilaje de PFC, así mismo, la cantidad de grasa fue menor. Estos resultados fueron explicados por el cambio en los patrones de fermentación ruminal (Scerra et al., 2001).

3. PRODUCTIVIDAD DE LAS OVEJAS PELIBUEY Y EL SUBSECUENTE CRECIMIENTO PRE-DESTETE DE LOS CORDEROS USANDO RAZAS DE PELO BAJO CONDICIONES DE CONFINAMIENTO

3.1 Resumen

Los objetivos de este estudio fueron i) evaluar el efecto de raza de semental sobre el comportamiento reproductivo de las ovejas Pelibuey, y ii) determinar el efecto de genotipo, sexo y tipo de nacimiento sobre el desarrollo de las crías y la productividad de la oveja al destete. Un total de 43 ovejas Pelibuey fueron distribuidas aleatoriamente en cada uno de 3 grupos para ser montadas por sementales de las razas: Dorper, Katahdin y Pelibuey. Adicionalmente, la productividad pre-destete de las ovejas y sus corderos fueron evaluados. La fertilidad y prolificidad fue similar ($P>0.05$) entre razas de semental. La fecundidad fue mayor ($P<0.05$) en ovejas expuestas a sementales Dorper (193%) y Katahdin (191%) que en las montadas por el semental Pelibuey (169%). La duración de la gestación fue 1.8 y 3.3 días más corta ($P<0.01$) en ovejas expuestas a Dorper comparado con las ovejas apareadas con Katahdin o Pelibuey, respectivamente. Al nacimiento, los corderos provenientes de cruzamientos en partos sencillos registraron pesos más altos ($P<0.01$) con respecto a los corderos cruzados y puros nacidos en partos múltiples. En general, los valores más bajos para ganancia diaria de peso, peso al nacimiento y al destete se presentaron en los corderos provenientes de nacimientos triples producto de los 3 cruzamientos practicados. En conclusión, la productividad de las ovejas Pelibuey y el crecimiento de sus crías son mejorados con la utilización de esquemas de

cruzamiento entre estas ovejas y razas de sementales especializadas en producción de carne tales como la Dorper y Katahdin.

Palabras Claves: Raza Pelibuey, raza Dorper y desarrollo pre-destete.

3.2 Abstract

The purpose of the study was to evaluate the effect of hair sheep sires on reproductive performance of Pelibuey ewes and to compare pre-weaning growth traits of their offspring. Forty-three Pelibuey ewes were randomly assigned in 3 groups to be mated naturally by 3 breed sires (Dorper, Katahdin and Pelibuey). Additionally, pre-weaning productivity of ewes and their lambs was evaluated. Fertility and prolificacy were similar ($P>0.05$) among the three breed sires. Fecundity was higher ($P<0.05$) in ewes mated with Dorper (193%) or Katahdin (191%) sires than those mated with Pelibuey sires (169%). In ewes mated to Dorper, gestation length was 1.8 and 3.3 days shorter ($P<0.01$) than those ewes mated to Katahdin or Pelibuey sires, respectively. Crossbred lambs born singles were heavier at birth ($P<0.01$) than those crossbred and pure lambs born from multiple parturition. Lambs from triplet birth in the three sire breeds had the lowest birth and weaning weight, and daily weight gain. Weaning litter weight per ewe lambing was greater ($P<0.04$) in ewes mated to Dorper and Katahdin sires. In conclusion, the Pelibuey ewe productivity and growth pre-weaning of their lambs is improved using crossbreeding schemes among this ewes and breed sires specialized in mutton production well as Dorper and Katahdin, under a confinement system.

Key words: Pelibuey and Dorper breed, pre-weaning performance.

3.3 Introducción

El incremento en la demanda de carne de borrego ha excedido la producción nacional de producto, siendo necesario que cada vez más se dependa en mayor medida de las importaciones (el 52% de la demanda es abastecida por importaciones). Esta situación conllevó a que los precios por kilogramo de borrego se encuentra al doble del precio observado en el ganado bovino (De Lucas et al., 2003). De tal manera, que la producción de cordero es actualmente una propuesta atractiva para que el sector agropecuario intensifique la producción ovina en muchas regiones con algún potencial. En el país, los ovinos de pelo de raza Pelibuey se encuentran ampliamente distribuidos en todo el territorio nacional debido a su fácil manejo, habilidad reproductiva, rusticidad, y adaptación a diferentes condiciones ambientales (Wildeus, 1997; Galina et al., 1996; Avendaño-Reyes et al., 2007). No obstante su uso dentro de los sistemas de producción de cordero ha representado ciertas desventajas para el ovinocultor tales como: bajos pesos al nacimiento, y tasas de crecimiento lentas tanto en la etapa pre y post-destete en comparación a otras razas de pelo o lana que son específicas para producción de carne (Notter et al., 2004). Por lo tanto, en busca de mejorar la productividad de las ovejas Pelibuey, y en consecuencia, la producción de carne, los ovinocultores han introducido machos de razas de pelo especializadas en producción de carne, tal es el caso de la raza Dorper y Katahdin caracterizadas por su excelente crecimiento pre-destete y post-destete, y formación de músculo. Notter et al. (2004) y Wildeus (1997) reportaron una mejora en el peso al nacimiento y al destete en corderos cruzados de Pelibuey con otras razas de pelo ó lana bajo condiciones tropicales y templadas.

Adicionalmente, otras situaciones de manejo que han contribuido a la incidencia de baja productividad en los ovinos de pelo es la carencia de programas de mejoramiento genético, la inadecuada nutrición y manejo reproductivo limitado. Atendiendo este último punto, la inducción y sincronización de la actividad estrual representa una herramienta valiosa utilizada con éxito por varios productores para mejorar la eficiencia reproductiva de sus rebaños en sistemas de producción intensiva (González-Reyna et al., 1999). Entre las diferentes alternativas, el protocolo basado en el uso de esponjas intra-vaginales impregnadas con progesterona en adición una inyección de gonadotropina coriónica equina (eCG) es el más utilizado, debido a su mayor eficacia demostrada (Gómez et al., 2006). Sin embargo, está poco documentada sobre esquemas de cruzamiento entre ovejas Pelibuey y macho Dorper y Katahdin bajo programas de reproducción intensiva. Consecuentemente, para intensificar el uso de estos esquemas de cruzamientos entre dichas razas es necesario proveer información fidedigna sobre los beneficios de su utilización. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento reproductivo de ovejas Pelibuey sincronizadas con acetato de fluorogestona (FGA) más eCG, y montadas naturalmente con machos de diferentes razas de pelo especializadas en producción de carne. Así mismo, evaluar la productividad de la oveja y el crecimiento de los corderos del nacimiento al destete.

3.4 Materiales y métodos

El estudio fue conducido en la Unidad Experimental Ovina del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 41, en el Valle de Mexicali, Baja California, al Noroeste de México. Esta zona se ubica a los 32.8° latitud norte y

114.6° longitud oeste. Las condiciones climáticas predominantes son clasificadas como del Desierto de Sonora, el cual es seco y caliente, registrándose temperaturas máximas de 50° C en verano, y mínimas de bajo 0° C en invierno con una precipitación media anual de 85 mm (García, 1987).

En verano del 2006, 43 ovejas Pelibuey multíparas con condición corporal entre 3.0 y 3.5 (1= muy flacas y 5= muy gordas) fueron tratadas con esponjas, impregnadas de 40 mg FGA, (Chronogest, Intervet International BV, Boxmeer, Holland) por 12 d y una inyección intramuscular de 250 UI de eCG (Folligon Intervet International BV, Boxmeer, Holland) 48 h antes del retiro del progestágeno. Posteriormente, las ovejas fueron asignadas aleatoriamente a uno de los tres machos de raza Pelibuey (n= 16), Dorper (n= 15) y Katahdin (n= 12) para realizar la detección de estro y la monta natural utilizando un sistema de montas controladas (dos por hembra). Las montas se realizaron a un intervalo de 12 h entre una y otra, siendo la primera al momento de la detección del estro, y la segunda, 12 h después. Al parto, las ovejas y sus crías fueron alojadas en otro corral especial para ovejas paridas, el cual se encontraba adyacente al corral al de ovejas gestantes. Dentro de las primeras 24 h post-parto se identificó la cría, y se registraron sus datos de nacimiento como: fecha y peso de nacimiento (PN), tipo de parto, sexo y genotipo (Pelibuey, Pelibuey x Dorper, Pelibuey x Katahdin). Así mismo, se registro la información de corderos nacidos muertos ó que murieron en el período pre-destete para estimar el porcentaje de mortalidad (número de corderos muertos x 100 / número de corderos nacidos). El destete se realizó cuando los corderos alcanzaron los 90 d de edad anotándose el peso al destete (PD). Con la información colectada al parto y al destete se estimó la ganancia diaria de peso (GDP) y la productividad de la oveja (peso promedio de la camada

por oveja parida al nacimiento y al destete). Adicionalmente, las variables de estudio como porcentaje de ovejas en estro (número de ovejas que respondieron al protocolo de sincronización x 100 / número de ovejas tratadas), fertilidad (número de ovejas paridas x 100 / número de ovejas expuestas), fecundidad (número de corderos nacidos x 100 / número de ovejas expuestas a monta natural), prolificidad (número de corderos nacidos x oveja parida), porcentaje por tipo de parto (número de ovejas paridas con parto simple ó múltiple x 100 / número de ovejas paridas), porcentaje de cada sexo en corderos (número de machos o hembras nacidas x 100 / número de corderos nacidos) y longitud de la gestación fueron calculadas.

La información referente a comportamiento reproductivo se analizó bajo un diseño completamente al azar utilizando a la raza de semental como tratamiento. Para crecimiento pre-destete y productividad de la oveja, el modelo incluyó los efectos fijos de raza de semental, sexo del cordero, tipo de nacimiento y las posibles interacciones entre estos efectos fijos. Las variables expresadas en porcentaje fueron analizadas con el procedimiento PROC FREQ y las variables continuas con el PROC GLM, ambos del programa SAS (SAS, 2004). En el caso de las variables que resultaron significativas, se realizaron comparaciones de medias con la prueba “t” de Student declarando diferencias significativas a una $P < 0.05$.

3.5 Resultados y discusión

En el cuadro 1 se muestran los resultados debidos a efecto de raza de semental sobre el comportamiento reproductivo. La respuesta de ovejas a estro, fertilidad, fecundidad y prolificidad fue similar ($P > 0.05$) en los tres grupos de

ovejas montadas por los diferentes sementales, no así en longitud de la gestación, donde fue estadísticamente diferente ($P < 0.05$) entre las tres razas de sementales. La longitud de la gestación fue 150, 146 y 148.5 d en ovejas montadas por los sementales Pelibuey, Dorper y Katahdin, respectivamente.

Cuadro 1. Porcentaje y valores de las medias del comportamiento reproductivo de ovejas Pelibuey cruzadas con sementales Dorper, Katahdin y Pelibuey en condiciones desérticas.

	Raza de semental			E.E
	Dorper	Katahdin	Pelibuey	
Total de ovejas (N)	15	12	16	--
Ovejas en estro (%)	100	100	100	--
Ovejas paridas (n)	14	11	13	--
Corderos nacidos (n)	29	23	27	--
Longitud de la gestación (d)	146.71 ^a	148.54 ^b	150.00 ^c	0.35
Fertilidad (%)	93 ^a	92 ^a	81 ^a	5.26
Fecundidad (%)	193 ^a	191 ^a	179 ^a	14.00
Prolificidad	2.07 ^a	2.09 ^a	2.07 ^a	0.20

^{a,b,c} Letras diferentes dentro de hileras indica diferencia ($P < 0.05$).

Los resultados obtenidos mostraron que la raza de semental influye poco sobre el comportamiento reproductivo de la oveja, a excepción de aquellas variables reproductivas que están relacionadas con el crecimiento fetal, tal es el caso de longitud de la gestación. Eventos como desarrollo folicular, ovulación, fecundación, reconocimiento maternal de la preñez, implantación embrionaria y habilidad para mantener la gestación son características maternas; las cuales pueden ser modificadas por el clima, temperatura, humedad, cantidad y calidad de alimento, manejo, entre las principales (Hafez, 2004). Cabe destacar que el semental juega un papel importante al momento del empadre y fecundación.

Hafez (2004) menciona que parte de las fallas reproductivas durante la fecundación es debido a la baja calidad seminal.

En este estudio, todas las ovejas respondieron al protocolo de sincronización en un período de 48 h después de retirada la esponja. Similarmente Avendaño-Reyes et al. (2007) reportaron 100% de respuesta a estro en ovejas Pelibuey tratadas con FGA + eCG. Martínez et al. (2008) también detectaron 100% de presencia de estros en ovejas de pelo Blackbelly aplicando acetato de medroxiprogesterona + eCG. Por su parte Rosado et al. (1998) obtuvieron ligeramente menor respuesta a estro (97%) en ovejas Pelibuey utilizando como protocolo de sincronización esponjas impregnadas de progesterona y 500 UI PMSG. Esta ligera diferencia en resultados en relación a los obtenidos en este estudio, posiblemente se deba a cuestiones de manejo ó factores ambientales, tal como lo señalan Fenton et al. (1997), quienes sugieren que la respuesta de las ovejas a los tratamiento para manipular el ciclo estrual pueden ser influenciados por edad de la oveja, año y lugar.

En relación a la fertilidad, aún cuando no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) por efecto de raza de semental, sí fue observado que las ovejas montadas por sementales Dorper y Katahdin fueron numéricamente mayores en un 12 y 11%, respectivamente, en relación a las hembras montadas por el semental Pelibuey. En general, la fertilidad varió de 81 a 92%, porcentajes que son consistentes con los valores reportados en otras investigaciones realizadas en ovejas de pelo (Combellas, 1980; Galina et al., 1996; Macedo et al., 2007). Funkui et al. (2002) relacionaron directamente la fertilidad de ovejas apareadas por monta natural con factores como condición corporal, estado fisiológico de la oveja y el sistema de alimentación, y no así con la raza de semental. Esta

situación explica los resultados encontrados en esta investigación. Hafez (2004) menciona que la única relación que pudiera encontrarse entre fertilidad y raza de semental podría ser atribuida a variaciones en la calidad del semen.

La similitud en fertilidad y prolificidad ($P>0.05$) entre los grupos de ovejas utilizados, conllevó a que la fecundidad no fuera diferente entre grupos. Se observó que las ovejas paridas tuvieron en promedio dos corderos nacidos, y con relación a número de ovejas tratadas por grupo fue de 1.9 corderos nacidos, que corresponde a 190% de fecundidad por tratamiento. Tanto la prolificidad como la fecundidad son dos variables que dependen de la tasa ovulatoria y la supervivencia embrionaria (Gómez et al., 2006). De tal manera, que los resultados obtenidos son atribuidos al manejo reproductivo similar al inicio del experimento (sincronización de estro) y no a la raza del semental. Combellas (1980) en una revisión sobre parámetros reproductivo y productivo en ovinos de pelo, menciona que estos presentan una prolificidad de 1.2 bajo condiciones naturales; mientras que Rosado et al. (1998) reportaron 1.9 corderos por oveja parida en ovejas Pelibuey y Blackbelly donde el estro fue sincronizado con progestágenos y eCG. Similarmente, en ovejas de pelo tratadas hormonalmente para regular la actividad reproductiva en época de anestro, Gómez et al. (2006) reportaron 1.6 de prolificidad. Este resultado en conjunto con los obtenidos en esta investigación realizada en Baja California, México, muestran la utilidad de la eCG dentro de los programas de sincronización para estimular la tasa ovulatoria. Por otra parte, se puede inferir que los sementales de las tres razas utilizadas presentaban buena calidad de semen y fertilidad, juzgado por los resultados similares de los parámetros reproductivos medidos.

Los resultados obtenidos sobre longitud de la gestación se debe al efecto de raza de semental. Esto coincide con lo encontrado por Carrillo et al. (1997), quienes evaluaron diferentes factores para explicar las variaciones en tiempo de gestación en ovinos de pelo, encontrando que la raza de semental es uno de ellos, además de peso de la oveja, crecimiento fetal y número de corderos al nacimiento. Esto sugiere que la longitud de la gestación en el grupo de ovejas montadas por el semental Dorper fue más corto posiblemente debido a un mayor desarrollo y crecimiento fetal comparado al presentado en las ovejas montadas por Katahdin o Pelibuey, esto conllevó a que los fetos de Dorper iniciarán antes el proceso de parto. Sin embargo, hace falta realizar estudios más específicos para medir algunas variables placentarias que pudieran soportar esta hipótesis. Gardner et al. (2007) demostró en ovinos de lana que las razas más pesadas tendían a cortar el tiempo de gestación en relación a las razas ligeras. Resultados similares a los de este estudio sobre longitud de gestación fueron encontrados por Avendaño-Reyes et al. (2007), al inseminar ovejas Pelibuey con semen congelado de sementales Dorper, Katahdin y Pelibuey.

En el cuadro 2 se muestran los resultados de efecto de raza de semental sobre tipo de nacimiento y sexo de los corderos. El porcentaje de partos sencillos y múltiples producidos por cada raza de semental fue similar ($P > 0.05$). En promedio, el porcentaje de partos sencillos fue de 20.1%, y de múltiples 79.9% para los tres grupos de ovejas. Estos resultados sugieren que el porcentaje de parto múltiples en relación a los sencillos en ovejas de pelo, dependen del desarrollo folicular y mantenimiento de la gestación, y en caso de aplicar protocolo de sincronización, también del uso de eCG. Pero nunca debido a la raza de semental. Al igual como se observó en este estudio, Rosado et al. (1998) y

Funkui et al. (2002) reportaron mayor porcentaje de partos múltiples que sencillos en ovejas de pelo sometidas a programas de sincronización con progestágenos.

Cuadro 2. Efecto de raza de semental sobre el tipo de parto y sexo de la crías en cada grupo de ovejas Pelibuey.

Tipo de parto	Raza de segmental		
	Dorper	Katahdin	Pelibuey
Sencillo, % (n)	21.43 (3/14) ^a	18.18 (2/11) ^a	23.08 (3/13) ^a
Múltiple, % (n)	78.57 (11/14) ^a	81.82 (9/11) ^a	76.92 (10/13) ^a
Sexo de la cría			
Macho, % (n)	65.52 (19/29) ^a	39.13 (9/23) ^b	44.44 (12/27) ^b
Hembra, % (n)	34.48 (10/29) ^a	60.87 (14/23) ^b	55.56 (15/27) ^b

^{a,b} Letras diferentes dentro de hilera indica diferencia ($P < 0.05$).

Con respecto al porcentaje de cada sexo por efecto de raza de semental, se encontró que las ovejas montadas por semental Katahdin y Pelibuey produjeron al parto, mayor ($P < 0.05$) porcentaje de hembras que el grupo de ovejas montadas por el semental Dorper, situación contraria fue observada en el porcentaje de corderos machos. Estos resultado concuerdan con la información dispuesta por Macedo et al. (2007) sobre la influencia del semental en la determinación sexual de los ovinos de pelo. Así, al ser el espermatozoides quien aporta la mitad información genética concerniente a la determinación del sexo, se dice que en todas las especies domésticas el macho determina el sexo (Hafez, 2004). Sin embargo, cabe mencionar que posiblemente los resultados encontrados en este estudio sobre porcentaje de cada sexo por efecto de raza de semental puedan estar confundidos por un efecto puro del macho e independientemente de la raza. Un estudio donde se utilice un número más elevado de sementales de cada raza sería necesario para determinar a quién se deben los resultados específicamente. Al respecto, Macedo et al. (2007) comparó

proporción de machos y hembras en un grupo de ovejas Pelibuey apareadas por siete sementales de la misma raza, obteniendo que cinco de los siete sementales produjeron significativamente más hembras que machos bajo condiciones tropicales.

En el cuadro 3 se muestran los resultados de efecto de raza de semental sobre el crecimiento pre-destete. Solamente, la interacción raza x tipo de parto afectó significativamente ($P < 0.01$) el crecimiento pre-destete de los corderos de pelo. El PN, PD y la GDP fueron similares ($P > 0.05$) entre machos y hembras. Los corderos nacidos de ovejas montadas por los sementales Pelibuey y Katahdin producto de partos sencillos presentaron los máximos PN ($P < 0.0001$), mientras que los corderos de los tres sementales nacidos en partos triples tuvieron los PN más bajos, pero similar entre ellos ($P > 0.05$). En el caso de los corderos del semental Dorper nacidos en partos sencillos tuvieron menor PN ($P < 0.05$) que los hijos de los sementales Pelibuey y Katahdin nacidos en el mismo tipo de parto, pero estos corderos de padre Dorper presentaron pesos similares ($P > 0.05$) a los corderos que nacieron en partos dobles de las tres razas, entre los cuales también fue similar ($P > 0.05$) el PN. Adicionalmente, los mayores PD y GDP ($P < 0.01$) fueron observados en corderos cruzados (de padres Dorper y Katahdin) nacidos en parto sencillo y corderos de ovejas empadradas con semental Dorper nacidos en parto doble, y los menores se observaron en corderos cruzados de nacimiento triples, corderos de ovejas montadas por semental Katahdin de nacimiento doble y en corderos de raza Pelibuey de cualquier tipo de parto, entre los cuales los valores fueron similares ($P > 0.05$). Los machos tendieron ($P = 0.12$) a incrementar su GDP pre-destete en comparación a las hembras. Los efectos de raza de semental y tipo de parto sobre el comportamiento pre-destete ya habían

sido descritos anteriormente en razas pelo puras y cruzadas bajo condiciones de pastoreo en el trópico (Carrillo y Segura, 1993; Bores et al., 2002; Macedo y Arredondo, 2008), y más ampliamente, en razas de lana de todo el mundo (Rastogi, 2001; Christley et al., 2003; De Lucas et al., 2003; Gardner et al., 2007), coincidiendo dichos resultados con los observados en este estudio. Sin embargo, también existen algunas diferencias principalmente debidas al sexo, ya que todos los autores mencionados anteriormente encontraron efecto de sexo sobre el PN, PD y GDP, el cual favorece a los machos. Esto posiblemente se deba a manejo, raza ó condiciones ambientales en donde se desarrollo cada estudio.

Cuadro 3. Medias del crecimiento pre-destete de corderos de pelo por efecto de sexo y de la interacción raza de semental x tipo de nacimiento (RS x TN).

RS x TN	Peso al nacimiento (kg)	Peso al destete (kg)	GDP (kg)
Katahdin			
Sencillo	4.19±0.19 ^a	21.98 ±0.29 ^a	0.212±0.004 ^a
Doble	2.93±0.19 ^b	15.05±0.29 ^c	0.136±0.003 ^c
Triple	2.01±0.19 ^d	15.44±0.29 ^c	0.140±0.003 ^{bc}
Dorper			
Sencillo	3.10±0.19 ^b	18.56±0.29 ^{ab}	0.175±0.003 ^{ab}
Doble	2.88±0.19 ^{bc}	18.29±0.29 ^{ab}	0.172±0.003 ^{ab}
Triple	2.47±0.19 ^c	14.22±0.29 ^c	0.127±0.003 ^c
Pelibuey			
Sencillo	3.40±0.19 ^{ab}	14.14±0.29 ^c	0.126±0.003 ^c
Doble	3.25±0.19 ^b	14.55±0.29 ^c	0.130±0.003 ^c
Triple	2.25±0.19 ^{cd}	14.18±0.29 ^{bc}	0.132±0.003 ^{bc}
Sexo			
Macho	2.97±0.09 ^a	17.16±0.71 ^a	0.159±0.007 ^a
Hembra	2.90±0.09 ^a	15.82±0.71 ^a	0.144±0.007 ^a

^{a,b,c,d} Letras diferentes dentro de columnas indica diferencia (P<0.05).

GDP= Ganancia diaria de peso

Por lo tanto, los mayores PN en corderos nacidos de ovejas montadas por semental Pelibuey (3.40 kg) y Katahdin (4.19 kg) en partos sencillos sugieren que se debe a un mejor crecimiento fetal, ya que dentro de la placenta no tienen competencia en la absorción de nutrientes, ni por espacio en el útero (Gardner et al., 2007). Resultados contrarios fueron observados en corderos de gestación múltiple, donde uno de los fetos normalmente absorbe mayor cantidad de nutrientes (González et al., 2002), sin embargo, nunca llega a alcanzar PN similares a los corderos nacidos de gestaciones simples, como fue observado en corderos producto de parto múltiples de las diferentes razas de semental utilizadas en este estudio. Además, Dwyer et al. (2005) señalan que las razas pesadas tienden a presentar un mayor crecimiento fetal que las razas ligeras. Lo anterior explica en parte la razón por la cual los corderos de padres Katahdin tuvieron mayor PN. Resultados similares a los de este estudio reportaron González et al. (2002), quienes encontraron PN más altos en corderos Blackbelly nacidos de partos sencillos que en aquellos de parto doble. En relación al crecimiento predestete, se observó que principalmente los corderos cruzados (padres de Dorper y Katahdin) nacidos de partos simples tuvieron PD más altos y consecuentemente, GDP más altas en comparación a los corderos hijos del semental Pelibuey. Esto es explicado por el fenómeno genético heterosis, el cual menciona que los corderos obtenidos como producto de un cruzamiento entre razas puras diferentes son superiores a los padres productivamente, al ser estas características medianamente heredables. Por su parte, Rastogi (2001) destaca que los corderos provenientes de partos sencillos tienen una mayor tasa de crecimiento pre-destete debido a que el consumo de leche es mayor, en relación a cuando varios corderos son amamantados por una sola hembra. En razas de Pelo, Carrillo y Segura

(1993) y González et al. (2002) reportaron PD y GDP más altos en corderos nacidos de partos sencillos que múltiples. Adicionalmente, contrario a los resultados encontrados en este estudio, Carrillo y Segura (1993) evaluaron la influencia de raza sobre el comportamiento pre-destete, y observaron que la raza Pelibuey y su cruce con Blackbelly tuvieron crecimiento pre-destete similar. Esto posiblemente se deba a que ambas razas se caracterizan por presentar tasas de crecimiento más bajas en comparación con las razas Dorper o Katahdin, que son esencialmente utilizadas como razas de aptitud cárnicas. En razas de lana, Dwyer et al. (2005) encontraron que el PN declinaba aproximadamente 1 kg por cada cordero nacido en la camada, lo cual es inferior a lo observado en las medias de este estudio (0.4 kg). Esta diferencia se debe al tipo de razas usadas en un estudio y otro, lana vs pelo.

En el Cuadro 4 se muestran los resultados debido al efecto de raza de semental, tipo de nacimiento y sexo de la cría sobre porcentaje de mortalidad y productividad de la oveja al destete. Como se observa, ninguna interacción entre los factores principales fue significativa ($P > 0.05$). La mortalidad y peso de la camada al destete fue diferente ($P < 0.05$) entre las razas de semental Dorper, Katahdin y Pelibuey; a su vez, el peso de la camada al nacimiento y mortalidad fueron afectados ($P < 0.05$) por el tipo de nacimiento. El sexo de los corderos no influyó ($P > 0.05$) sobre los resultados de mortalidad y productividad de la oveja Pelibuey. Se observó menor porcentaje de mortalidad ($P < 0.05$) en el grupo de corderos descendientes del semental Katahdin comparado con los otros dos grupos de corderos nacidos producto del empadre de ovejas Pelibuey con sementales Dorper y Pelibuey. Así mismo, los corderos nacidos en partos de tres

crías registraron mayor mortalidad ($P < 0.05$; 21.2%) que los de partos sencillos (0%) o dobles (5.3%).

Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad y medias de productividad de ovejas Pelibuey por efecto de raza de semental, tipo de nacimiento y sexo del cordero.

Raza de semental	Mortalidad (%)	Peso de camada al nacimiento (kg)	Peso de camada al destete (kg)
Dorper	13.79 (4/29) ^a	5.54±0.30 ^a	31.58±1.96 ^a
Katahdin	4.35 (1/23) ^b	5.55±0.30 ^a	31.37±1.96 ^a
Pelibuey	14.81 (4/27) ^a	5.02±0.30 ^a	26.29±1.96 ^b
Tipo de nacimiento			
Sencillo	0.00 (0/8) ^a	3.52±0.28 ^a	30.67±2.40 ^a
Doble	5.26 (2/38) ^a	6.02±0.28 ^b	28.75±2.40 ^a
Triple	21.21 (7/33) ^b	6.72±0.28 ^b	28.82±2.40 ^a
Sexo del cordero			
Macho	12.50 (5/40) ^a	5.66±0.26 ^a	28.11±1.67 ^a
Hembra	10.26 (4/39) ^a	5.68±0.26 ^a	30.72±1.67 ^a

^{a,b} Letras diferentes dentro de columnas indica diferencia ($P < 0.05$).

En el contexto general, el peso al nacimiento es considerado un factor de riesgo para la mortalidad de corderos (Christley et al., 2003), y según se observan los resultados de este estudio, no fue la excepción. Así, los resultados obtenidos son atribuidos a la alta tasa de mortalidad de corderos registrada durante los primeros días de vida como consecuencia de bajos pesos al nacer y nacimientos múltiples. Además, la mortalidad fue mayor en corderos de semental Pelibuey y Dorper debido al alto número de nacimientos triples. Similarmente, Galina et al. (1996) reportaron un mayor porcentaje de mortalidad en corderos Pelibuey y Blackbelly cuando provenían de partos múltiples comparados con los corderos de parto sencillo (23 vs 8%). Por otra parte, en relación a los resultados encontrados de efecto de raza, Segura et al. (1996) observaron mayor mortalidad en corderos

de raza Blackbelly que en los corderos Pelibuey (23.8 vs 15.1%). El 15% de tasa de mortalidad para corderos Pelibuey encontrado por Segura et al. (1996) es similar al 14.8% obtenido en los corderos Pelibuey de este estudio.

La productividad de la oveja se mide en base al peso y número de corderos de la camada, y son parámetros de gran importancia biológica y económica para determinar el grado de producción de un rebaño e ingreso neto para el productor. En este estudio, se observó que las ovejas Pelibuey bajo condiciones estabuladas y sometidas a protocolos de sincronización de estro con progestágenos y eCG producen camadas con peso promedio de 5.4 kg al nacimiento, y al destete, 29.7 kg/oveja parida. Pero dichos valores variaron ($P < 0.05$) entre raza de semental ó tipo de nacimiento. El peso de la camada al nacimiento por oveja parida fue similar ($P > 0.05$) entre raza de semental, pero este peso fue más alto ($P < 0.0001$) cuando las camadas provenían de partos múltiples que cuando provenían de parto sencillo. Al destete, las camadas de ovejas empadradas con semental Dorper y Katahdin fueron más pesadas ($P < 0.04$) que las producidas por ovejas apareadas con el semental Pelibuey. No obstante este peso fue similar entre los tipos de nacimientos ($P > 0.05$). En estudio realizado con ovinos de lana, Freking et al. (2000) encontraron efecto de raza de semental y de oveja sobre la productividad de esta. También en tres razas de ovinos de pelo de origen tropical, Rajab et al. (1992) reportaron efecto de raza de semental, tipo y año de nacimiento sobre la productividad de la oveja. Por otra parte, valores sobre productividad inferiores a los encontrados en este estudio fueron publicados por Segura et al. (1996), quienes encontraron peso de la camada al nacimiento de 3.45 y 4.17 para ovejas Pelibuey y Blackbelly, respectivamente, y al destete de 11.49 kg para Pelibuey y 12.81 kg para Blackbelly. Estas diferencias posiblemente

se deban a que en este estudio se utilizaron tratamientos hormonales y razas de sementales más pesadas, lo cual repercutió en camadas de más numerosas de corderos y más pesadas.

3.6 Conclusiones

La raza de semental, como Dorper, Katahdin y Pelibuey, no influye sobre el comportamiento reproductivo de ovejas Pelibuey sometidas a programas de manejo reproductivo intensivo, a excepción de cuando se evalúan variables de crecimiento fetal, tal como longitud de la gestación. Sin embargo, la raza de semental sí afecta directamente el desarrollo pre-destete y productividad de la oveja Pelibuey. Por lo tanto, realizar esquemas de cruzamiento entre ovejas Pelibuey y sementales de razas especialistas en producción de carne como la Dorper y Katahdin ayuda a mejorar el peso al nacimiento y crecimiento pre-destete de los corderos, así mismo, la productividad de la oveja Pelibuey.

4. CRECIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE CANAL EN CORDEROS PELIBUEY PUROS Y CRUZADOS BAJO CONDICIONES DESÉRTICAS

4.1 Resumen

El objetivo fue evaluar el comportamiento productivo en corral y las características de canal de 36 corderos (18 machos y 18 hembras) de los genotipos Pelibuey puros, Dorper x Pelibuey y Katahdin x Pelibuey bajo condiciones desérticas del noroeste de México. Los corderos fueron sacrificados cuando alcanzaron los 40 kg de peso vivo ó después de 94 días en engorda. Los corderos Dorper x Pelibuey en comparación con los otros dos genotipos tuvieron mayor ($P<0.05$) ganancia de peso (0.24 vs 0.19 kg en promedio) y consumo de alimento por día (1.50 vs 1.25 kg en promedio), así mismo un periodo en engorda de 12 d más corto ($P<0.01$). La ganancia diaria de peso (0.25 vs 0.17 kg), el consumo de alimento (1.43 vs 1.23 kg) y el peso vivo final (39.40 vs 34.44 kg) fue mayor ($P<0.05$) en machos que en hembras; no obstante, la conversión alimenticia y los días en engorda fueron menores en machos que en hembras ($P<0.05$). El rendimiento en canal, área del músculo *longissimus dorsi* y espesor de grasa dorsal fueron similares ($P>0.01$) entre los genotipos y entre sexos, así como el rendimiento en cortes primarios. Por lo tanto, los corderos Dorper x Pelibuey mostraron mejor comportamiento productivo y características de la canal que los corderos Katahdin x Pelibuey y Pelibuey puros, así mismo, los machos en relación a las hembras. Estos resultados sugieren que la raza Dorper puede ser usada en esquemas de cruzamiento para mejorar la producción de carne de borrego en la región árida del noroeste de México.

Palabras claves: Desarrollo en corral, estrés calórico, ovinos de pelo, canales de cordero.

4.2 Abstract

The aim of this study was to evaluate the feedlot performance and carcass characteristics of 36 males and females lambs from genotypes pure Pelibuey, Dorper x Pelibuey, and Pelibuey x Katahdin under desert conditions at northwestern of Mexico. Lambs were slaughtered around of 40 kg or after of 94 days of fattening period. Daily weight gain (0.25 vs 0.17 kg), feed intake (0.24 vs 0.19 kg in average), and fattening period were improved significant ($P < 0.05$) in Dorper x Pelibuey lambs compared to Katahdin x Pelibuey and pure Pelibuey lambs. Additionally, daily weight gain (0.25 vs 0.17 kg), daily feed intake (1.43 vs 1.23 kg), and finish weight (39.40 vs 34.44 kg) was greater ($P < 0.05$) in males than in females; but, feed conversion and fattening period were lower ($P < 0.01$) in males than in females. Carcass yield, *longissimus dorsi* muscle area and back-fat thickness were similar ($P > 0.05$) in the three genotypes and also between sexes. Yield of primary cuts was also similar ($P > 0.05$) between sexes and genotypes. Consequently, Dorper x Pelibuey lambs showed better feedlot performance and carcass traits than Katahdin x Pelibuey and pure Pelibuey lambs, meanwhile males improved feedlot performance and carcass traits compared to females. These findings suggest that Dorper breed can be used in crossbreeding schemes to improved mutton production under warm conditions at northwestern of México.

Key words: Feedlot performance, heat stress, hair sheep, lamb carcass.

4.3 Introducción

Las condiciones climáticas extremas predominantes en las zonas desérticas del mundo afectan el desarrollo de la actividad agropecuaria en estas regiones debido al estrés que le ocasionan al animal. Pocas razas de las diferentes especies de animales domesticados son capaces de sobrevivir, y más aún, de producir bajo estas condiciones adversas. Este clima exige a las diferentes especies un máximo de disponibilidad de energía para mantener la homeostasis en su cuerpo, lo cual limita su producción (Marai et al., 2007). Algunas razas de ovinos y cabras se encuentran ampliamente distribuidas bajo diferentes climas, y han demostrado sobrevivir y producir en condiciones ambientales donde para el ganado sería imposible (El Khidir et al., 1998).

En el noroeste de México donde las condiciones climáticas son típicamente desérticas, los ovinos de pelo de raza Pelibuey han sido adoptados por los productores para la producción de cordero en sus explotaciones. Bajo estas condiciones, esta raza demuestra una capacidad reproductiva, rusticidad y adaptación satisfactoria. Sin embargo, los corderos Pelibuey al nacimiento presentan pesos bajos, además, su crecimiento y calidad de la canal son inferiores a las razas de lana ó cárnicas al ser clasificada como una raza ligera (Gutiérrez et al., 2005). Esta situación conllevó recientemente a que ovinocultores de la región incorporen a sus rebaños sementales de razas especializadas en producción de carne para practicar esquemas de cruzamientos, tales como Dorper y Katahdin. Los ovinos Dorper bajo condiciones desérticas de Sudáfrica demostraron una excelente adaptación basado en su nula estacionalidad a través del año y gran velocidad de crecimiento (Cloete et al., 2000). Por lo que se refiere, la raza Katahdin desarrollada en el sur de los Estados Unidos, Burke y Apple

(2007), reportaron un desarrollo productivo y reproductivo satisfactorio en condiciones tropicales y áridas. Se ha observado que los cruzamientos entre hembras Pelibuey y sementales Dorper o Katahdin producen corderos para el abasto que presentan tasas de crecimiento superiores (alrededor de 50 g de ganancia diaria de peso) a los Pelibuey puros, así como buena adaptación en climas áridos (Avendaño-Reyes et al., 2004b). En otros estudios realizados en climas templados (Gutiérrez et al., 2005) o tropicales (Bores et al., 2002; Canton et al., 2009), también coinciden en una tasa de crecimiento superior en corderos Pelibuey provenientes de cruzamientos con alguna raza de lana o de pelo cárnicas comparado a los corderos de raza pura, lo cual es atribuido al efecto de heterosis y al más rápido grado de madurez que alcanzan los corderos cruzados. Sin embargo, bajo condiciones desérticas del noroeste de México falta generar más información de crecimiento y características de la canal de corderos de pelo cruzados con razas de aptitud cárnicas, ya que el ambiente puede ser un factor determinante en la utilización de la energía disponible en la ración, y consecuentemente en el desarrollo del animal. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento productivo en corral y las características de canal en corderos Pelibuey puros y sus cruza F_1 con Dorper y Katahdin bajo condiciones desérticas.

4.4 Materiales y métodos

Todos los procedimientos desarrollados sobre los animales experimentales fueron realizados en base a la técnica oficial local del cuidado animal (NOM-051-ZOO-1995: Cuidado humanitario de animales durante la movilización). El estudio fue conducido en la unidad experimental de ovinos del Instituto de Ciencias

Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicada en el Valle de Mexicali, al noroeste de México. Las condiciones climáticas predominantes en esta región son clasificadas como del Desierto de Sonora, cuyo clima se caracteriza por ser extremadamente seco y caliente, con temperaturas máximas en verano (48° C) y mínimas durante invierno (0° C). La precipitación media anual es de 80 mm, siendo entre los meses de Noviembre y Diciembre donde mayormente se concentra el período de lluvias (García, 1987).

Un total de 50 corderos nacidos en Noviembre producto de un esquema de cruzamientos entre hembras Pelibuey y machos Dorper, Katahdin y Pelibuey, fueron vacunados, vitaminados, desparasitados y destetados a los 90 días de edad. En la realización de la prueba de comportamiento productivo se seleccionaron 36 corderos siendo 12 de cada cruzamiento (seis machos y seis hembras): Pelibuey puro, Dorper x Pelibuey y Katahdin x Pelibuey. La edad de los corderos al iniciar el experimento varió de 129 a 136 d, la cual fue ajustada a una edad común de 133 d usando la ecuación planteada por Notter et al. (1975). Las medias de PV iniciales fueron 18.10, 22.64 y 19.24 kg para Pelibuey puro, Dorper x Pelibuey y Katahdin x Pelibuey, respectivamente. Los corderos fueron alojados en parejas en base a su genotipo y sexo en corrales provistos de bebederos, comederos y sombra, en los cuales permanecieron hasta alcanzar un peso final alrededor de 40 kg, o bien, 94 días de engorda. La alimentación durante el período de engorda consistió de dos dietas (Cuadro 5): a) dieta de iniciación, ofrecida los primeros 32 d (19.6% PC y 2.65 Mcal/kg de EM), y b) dieta de finalización, ofrecida por el resto del experimento (16.4% PC y 2.73 Mcal/kg de EM). Diariamente, el alimento rechazado de un día anterior se retiró y se ofreció alimento fresco a razón de dos veces por día, a las 8:00 y 16:00 hrs. Además, los

corderos fueron pesados cada 18 días hasta finalizar el experimento para ajustar el alimento ofrecido por día a 4.5% de su PV. El alimento rechazado y ofrecido fue pesado y registrado para estimar el consumo diario. Después de finalizado el período de engorda en corral, tres machos y tres hembras de cada genotipo fueron conducidos al rastro ICA-UABC y sacrificados por el método de degüello, acorde a la norma aprobada en México (NOM-033-ZOO-1995; sacrificio humanitario de animales domésticos y salvajes en México).

Cuadro 5. Ingredientes y composición química de las dietas utilizadas para la alimentación de los corderos durante el período de experimental.

Ingredientes	Dietas (g/kg de alimento)	
	Iniciación	Finalización
Grano de trigo	417.7	533.7
Heno de alfalfa	313.3	266.9
Harina de soya	156.6	106.7
Paja de trigo	52.2	53.4
Melaza	52.2	31.9
Sal común en grano	4.7	4.8
Piedra caliza	3.3	2.5
Composición química (% en base fresca)		
Materia seca	93.84	93.58
Materia orgánica	85.34	85.38
Proteína cruda	19.61	16.39
Extracto etéreo	1.42	1.10
Fibra cruda	14.80	13.20
Fibra detergente neutra	17.54	15.10
Cenizas	8.50	8.20
Energía metabolizable (Mcal/kg)	2.65	2.73

Antes del sacrificio (24 h), el agua y el alimento fueron retirados de los corrales donde se alojaron los animales. Una vez separados la piel, cabeza y

órganos viscerales de la canal, se registro su peso en forma individual, así mismo, el peso de la canal caliente. Posteriormente, las canales se refrigeraron durante 48 h a 4° C para determinar el peso de la canal fría y medir la longitud de la canal, la cual se estimó midiendo la distancia desde la última vértebra cervical hasta la última vértebra sacra. Todas las canales fueron transportadas al taller de carnes ubicado justamente a un costado del rastro ICA-UABC. Las canales fueron cortadas a lo largo de la línea media dorsal con sierra eléctrica. El lado derecho de cada canal fue cortado entre la 12^{va} y 13^{va} costilla para medir espesor de grasa dorsal y área del músculo *longissimus dorsi* usando una cuadrícula de puntos (64 mm). Finalmente, se diseccionaron las canales para obtener el peso del cuello y cortes primarios (lomo, costillares, cuarto delantero y cuarto trasero). La suma de los pesos de los cortes primarios fue considerada como peso total de cortes primarios, el cual a su vez fue expresado como porcentaje del peso de la canal fría para determinar el rendimiento en cortes primarios. El peso de pierna, paleta, lomo y costillas fue expresado como porcentaje de la canal fría, mientras que el peso de la canal caliente fue expresado como porcentaje del PV final mermado. El PV final mermado fue calculado multiplicando el PV final por 0.96, considerando que los corderos por acción de traslado y el ayuno previo al sacrificio pierden alrededor de 4% de su PV final.

Mensualmente, la información ambiental sobre temperaturas (T) y humedad relativa (HR) fue solicitada a la Estación Experimental Climatológica de la UABC. A partir de estos datos se estimó índice de temperatura-humedad (ITH) registrado durante el desarrollo del experimento con la ecuación propuesta por Kelly y Bond (1971): $THI = T - \{[0.55 \cdot (1 - HR)] \cdot (T - 14.4)\}$. En esta ecuación

considera que los ovinos se encuentran en estrés por calor cuando el ITH calculado es igual o superior a 23.

Las variables evaluadas fueron peso final, días en engorda, consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso (diferencia entre PV final – PV inicial), conversión alimenticia (cociente de dividir consumo de alimento entre ganancia de peso diaria), peso de canal caliente, canal fría, cabeza, piel y vísceras. Así mismo, longitud de la canal, grasa dorsal, área del músculo *longissimus dorsi*, peso total de cortes primarios, porcentaje de cada corte primario (en base al peso de canal fría), y rendimiento en canal y en cortes primarios.

Las variables fueron sometidas análisis de varianza utilizando un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2 x 3, donde el modelo incluyó los tres genotipo (Pelibuey puro, Dorper x Pelibuey y Katahdin x Pelibuey) y los dos sexos (macho y hembra), así como su posible interacción. La variable días en engorda fue incluida como covariable para peso final; así también peso final fue considerado como una covariable para las variables peso de canal caliente y canal fría. Las comparaciones de medias fueron hechas con la prueba “t” de Student a una $\alpha=0.05$. El análisis estadístico fue desarrollado con el paquete estadístico SAS (2004), utilizando el procedimiento PROC GLM.

4.5 Resultados y discusión

La interacción entre genotipo y sexo fue significativa ($P=0.049$) sólo para peso final (Cuadro 6), y no se observó ($P>0.05$) interacción sobre otras variables productivas (Cuadro 7) ó de características de canal (Cuadro 8). Bajo las condiciones particulares en que se realizó este estudio, los resultados de peso final no reflejan un beneficio por realizar esquemas de cruzamientos entre

hembras Pelibuey y machos Dorper ó Katahdin para producir corderos, ya que tanto los corderos machos Pelibuey como cruzados mostraron pesos finales similares ($P>0.05$; 38.4 kg en promedio). Sin embargo, cuando se comparó ganancia diaria de peso y días en engorda entre los genotipos, se observó que los corderos Pelibuey y Katahdin x Pelibuey ganaron 60 y 40 g, respectivamente, menos ($P<0.04$) que los Dorper x Pelibuey y permanecieron 12 d más ($P<0.0001$) en engorda (Cuadro 7). Así, el peso final similar entre machos de los tres genotipos puede atribuirse al mayor período de engorda en que estuvieron los corderos Pelibuey y sus cruzas con Katahdin; tiempo que fue suficiente para alcanzar un peso final similar a los Dorper x Pelibuey. Caso contrario fue detectado entre las hembras, donde las corderas Pelibuey y Katahdin x Pelibuey mostraron un peso final inferior ($P<0.0001$) a las Pelibuey x Dorper no obstante que duraron mayor tiempo en engorda, lo cual es atribuido a una tasa de crecimiento lenta ($P>0.05$) que se observó en hembras Pelibuey y Katahdin x Pelibuey. Además, tal es el potencial genético para crecimiento que presenta la raza Dorper, que las corderas Dorper x Pelibuey tuvieron un peso final ($P>0.05$) similar a los machos de los tres genotipos. En general, los resultados observados en este estudio demuestran la superioridad de la raza Dorper como línea paterna cuando es utilizada en cruzamientos en relación a otras razas cárnicas de pelo como Katahdin.

Cuadro 6. Efecto de la interacción entre genotipo y sexo sobre el peso final de corderos Pelibuey y sus cruzas bajo condiciones desérticas.

Sexo	Genotipo		
	Pelibuey x Dorper	Pelibuey x Katahdin	Pelibuey
Hembra	38.9± 1.1 ^a	34.9± 1.1 ^b	32.3± 1.1 ^b
Macho	38.8± 1.1 ^a	39.3± 1.1 ^a	37.2± 1.1 ^a

^{a,b} Letras diferentes entre columnas e hileras indica diferencia ($P<0.05$).

La mejor tasa de crecimiento en corderos Dorper x Pelibuey es atribuido a efecto de heterosis (acciones interalélicas de genes entre razas involucradas), además, a los índices de herencia que muestran las características de crecimiento (Notter, 2000). Adicionalmente, está ampliamente documentado que la raza Pelibuey presenta tasas de crecimiento lentas y es más pequeña que las razas especializadas en producción de carne (Notter et al., 2004; Gutiérrez et al., 2005). Varios estudios donde han evaluado cruzamientos entre hembras de raza de pelo y machos Dorper ó Katahdin coinciden en reportar un crecimiento más elevado en corderos provenientes de cruzamientos de Dorper que de Katahdin (Burke et al., 2003; Bunch et al., 2004).

Cuadro 7. Medias y errores estándar (E.E.) del comportamiento productivo de corderos Pelibuey y sus cruzas acorde al genotipo y al sexo bajo condiciones desérticas.

Variables	Genotipo				Sexo		
	DrX	KaX	Pb	E.E.	Macho	Hembra	E.E.
Peso inicial (kg)	22.49 ^a	19.14 ^b	18.18 ^b	0.73	21.05 ^a	18.82 ^b	0.59
Peso final (kg)	39.94 ^a	36.65 ^b	34.18 ^c	0.79	39.40 ^a	34.44 ^b	0.64
Ganancia de peso (kg/d)	0.24 ^a	0.20 ^b	0.18 ^b	0.01	0.25 ^a	0.17 ^b	0.01
Días en engorda (d)	76.08 ^a	87.83 ^b	88.83 ^b	3.01	76.72 ^a	91.77 ^b	2.45
Consumo de alimento (kg/d)	1.50 ^a	1.26 ^b	1.23 ^b	0.03	1.43 ^a	1.23 ^b	0.03
Conversión alimenticia	6.68 ^a	6.31 ^a	6.88 ^a	0.30	5.91 ^a	7.34 ^b	0.24

^{a,b} Letras diferentes dentro de hileras indica diferencia (P<0.05).

DrX= Dorper x Pelibuey; KaX= Katahdin x Pelibuey, y Pb= Pelibuey puro.

El consumo diario de alimento fue mayor (P<0.0001) en corderos del genotipo Dorper x Pelibuey que en el resto de los genotipos, esto debido a su tasa de crecimiento por día superior y durante todo el período de engorda (Bunch et al., 2004), lo cual se reflejó también en una reducción en los días de engorda para estos corderos. La conversión alimenticia fue similar (P>0.05) entre los genotipos

evaluados debido a que el consumo de alimento y la ganancia de peso se comportaron similarmente dentro de cada genotipo.

Los resultados concernientes al efecto del sexo son consistentes con los reportados en otros estudios (Pineda et al., 1998; Bores et al., 2002; Freitas et al., 2007), donde mencionan que el crecimiento y la conversión alimenticia ($P < 0.01$) son mejores en machos que en hembras, coincidiendo con los resultados de este estudio. Esto puede atribuirse al efecto anabólico de los andrógenos presentes en los machos (Bradford, 2002).

Se observó que las características de canal fueron poco afectados por el genotipo (Cuadro 8). Al sacrificio, las canales calientes ($P = 0.045$) y frías ($P = 0.016$) resultaron más pesadas en corderos cruzados que en Pelibuey; no obstante similar entre ellos ($P > 0.05$). Además, la longitud de las canales de Katahdin x Pelibuey fueron significativamente ($P < 0.05$) más cortas comparado con las de Pelibuey y Dorper x Pelibuey, entre las cuales fue similar ($P > 0.05$). Esto puede atribuirse a diferencias entre los pesos vivos al sacrificio (de 10 a 14% mayor peso al sacrificio en corderos cruzados en esta investigación), adaptación al ambiente y tamaño corporal en relación al peso maduro de cada genotipo estudiado (Bradford, 2002). Sin embargo, estas diferencias entre genotipos no fueron detectadas ($P > 0.05$) en la evaluación de rendimiento en canal. El rendimiento en canal esta en función del contenido gastrointestinal, grado de finalización y peso de todos los componentes corporales no considerados en el peso de la canal (Gutiérrez et al., 2005). Adicionalmente, la cantidad de grasa corporal también es un factor relacionados con el rendimiento en canal, siendo proporcional al incremento de la grasa (Bradford, 2002). De esta manera, los corderos utilizados en este estudio presentaron similar rendimiento en canal

debido a que no se observaron variaciones significativas ($P>0.05$) en el peso de cabeza, vísceras (aparato digestivo, pulmones e hígado) y grasa dorsal. Sacrificando corderos machos Pelibuey y F_1 a pesos similares (35 kg), Gutiérrez et al. (2005) y Bores et al. (2002), no reportaron diferencias en grado de rendimiento y pesos de las canales.

Cuadro 8. Medias y errores estándar (E.E.) de características de canal y cortes primarios de corderos Pelibuey y sus cruzas acorde al genotipo y al sexo bajo condiciones desérticas.

Características de canal	Genotipos				Sexo		
	DrX	KaX	Pb	E.E.	Macho	Hembra	E.E.
Peso de canal caliente (kg)	20.11 ^a	18.91 ^{ab}	18.29 ^b	0.57	20.01 ^a	18.20 ^b	0.47
Peso de canal fría (kg)	18.93 ^a	17.50 ^{ab}	16.59 ^b	0.59	18.81 ^a	16.54 ^b	0.48
Rendimiento en canal (%)	52.56 ^a	52.36 ^a	54.50 ^a	1.12	53.14 ^a	54.14 ^a	0.92
Cabeza (kg)	1.42 ^a	1.44 ^a	1.35 ^a	0.07	1.57 ^a	1.24 ^b	0.05
Piel (kg)	2.68 ^a	2.64 ^a	2.30 ^b	0.12	2.74 ^a	2.34 ^b	0.09
Órganos viscerales (kg)	1.54 ^a	1.56 ^a	1.34 ^a	0.07	1.71 ^a	1.25 ^b	0.6
Longitud de la canal (cm)	63.00 ^a	58.00 ^b	60.16 ^a	1.29	62.33 ^a	58.66 ^b	1.05
Área del M.L.D. (cm ²)	16.21 ^a	16.83 ^a	16.31 ^a	0.86	17.00 ^a	15.90 ^a	0.72
Grasa dorsal (cm)	0.34 ^a	0.29 ^a	0.38 ^a	0.06	0.29 ^a	0.37 ^a	0.05
Cortes primarios							
Cuartos traseros (%)	25.39 ^a	24.41 ^a	20.65 ^b	3.25	24.20 ^a	22.76 ^a	0.98
Lomo (%)	21.93 ^a	19.28 ^a	18.11 ^a	4.66	18.66 ^a	20.89 ^a	1.72
Costillas (%)	16.46 ^a	19.33 ^a	19.60 ^a	3.45	16.41 ^a	20.52 ^b	0.79
Cuartos delanteros (%)	21.94 ^a	21.31 ^a	21.55 ^a	3.22	23.89 ^a	19.31 ^b	0.77
Cuello (%)	5.10 ^a	6.10 ^a	5.50 ^a	1.31	5.39 ^a	5.75 ^a	0.46
PTCP (kg)	16.37 ^a	16.03 ^a	15.31 ^a	1.67	15.87 ^a	15.93 ^a	0.37
RCP (%)	85.7 ^a	84.33 ^a	79.93 ^a	5.24	83.17 ^a	83.49 ^a	1.73

^{a,b} Letras diferentes dentro de celda indica diferencia ($P<0.05$).

DrX= Dorper x Pelibuey; KaX= Katadhin x Pelibuey, y Pb= Pelibuey puro.

M.L.D.= Músculo *longissimus dorsi*; PTCP= Peso total de los cortes primarios, RCP= Rendimiento en cortes primarios.

El área del músculo *longissimus dorsi* y la profundidad de grasa dorsal fueron similares ($P>0.05$) entre los genotipos estudiados. Esto puede atribuirse a que los genotipos utilizados depositaron los nutrientes de la dieta de forma similar en músculo y grasa (Bradford, 2002). En corderos de pelo cruzados también se ha reportado un nulo efecto del genotipo sobre el área del músculo *longissimus dorsi* y grasa dorsal (Horton y Burgher, 1992; Bores et al., 2002; Burke et al., 2003; Bunch et al., 2004).

En relación al efecto de genotipo sobre las variables evaluadas para cortes primarios (Cuadro 8), se observó que solamente se afectó significativamente ($P<0.05$) el porcentaje de cuartos traseros. Los cuartos traseros de los corderos cruzados representaron en promedio 4.2% más peso de la canal fría comparado a los cuartos traseros de Pelibuey. Esto posiblemente se deba a una mejor conformación y desarrollo muscular en piernas de la raza Dorper y en menor grado de la raza Katahdin (Brand, 2000) comparado con la raza Pelibuey. Notter (2000), menciona que los ovinos Pelibuey debido a su rusticidad y capacidad de adaptarse, sobrevivir y producir baja condiciones precarias, es una raza que genéticamente no se caracteriza por su gran masa corporal. Burke y Apple (2007), reportaron una mejor conformación y calidad de canal en corderos puros de Dorper seguidos de los Katahdin, y finalmente los St. Croix.

Adicionalmente, las canales de los corderos machos en relación a las de hembras fueron significativamente ($P<0.05$) más pesadas y largas; sin embargo, en grado de rendimiento fueron similares ($P>0.05$). Debido a que al sacrificio los machos presentaron mayor peso que hembras, esto se reflejó en un mayor peso ($P<0.05$) de cabeza, piel y órganos viscerales, así mismo, en una mayor ($P<0.05$) área del músculo *longissimus dorsi*. Además, las canales de machos fueron más

magras que las canales de hembras, ya que tuvieron menor ($P < 0.05$) espesor de grasa dorsal. En cuanto al rendimiento de cortes primarios y porcentaje de cada corte, se observó que el porcentaje de costillares fue mayor ($P < 0.01$) en hembras (4.11%) y el de cuartos delanteros en machos (4.51%). Los porcentajes de los otros cortes y el rendimiento en cortes primarios fue similar ($P > 0.05$) entre machos y hembras. Estos resultados de efecto de sexo sobre características de la canal sugieren que las canales de los machos son mejores en calidad y rendimiento que las canales de hembras, lo cual se debe al efecto anabólico de los andrógenos en machos. Este mecanismo ayuda a formar mayor cantidad de músculo y fijar menos grasa en las canales de machos (Bradford, 2002). Los resultados encontrados sobre efecto de sexo por Pineda et al. (1998), Notter et al. (2004) y Gutiérrez et al. (2005), son consistentes con los resultados de este estudio.

Se observó un incremento en la temperatura ambiental (17 a 36° C) e ITH (15.7 a 28.5 unidades) proporcional al avanzar el período experimental (Cuadro 9). Cuando las combinaciones entre temperatura y humedad producen $ITH \geq 23$ unidades se considera que las condiciones ambientales son suficientes para producir estrés por calor en ovinos (Kelly y Bond, 1971). Esto sugiere que los corderos bajo estudio estuvieron expuestos a condiciones de estrés calórico (de moderado a severo), principalmente durante los meses de Mayo y Junio. En ovinos y otras especies domésticas, las condiciones de estrés calórico se relacionan con una disminución en el consumo de alimento como consecuencia de una reducción en el funcionamiento de la glándula tiroides, lo cual conlleva a una baja en la tasa de crecimiento, y al sacrificio, reduce la calidad de la carne (Srikandakumar et al., 2003; Marai et al., 2007). Sin embargo, juzgado por la

similitud en resultados entre los obtenidos en este estudio y reportados en la literatura sobre la tasa de crecimiento y características de canal de corderos Pelibuey (machos y hembras) y cruzados de Pelibuey con razas cárnicas de pelo (Dorper ó Katahdin) ó lana (Dorset, Suffolk, Hampshire, entre otros) en climas templados o tropicales, se considera que las condiciones de estrés calórico sobre los corderos utilizados no tuvieron un impacto sobre los resultados obtenidos. Por lo tanto, estos resultados sugieren la factibilidad de usar las razas de pelo Pelibuey, Dorper y Katahdin bajo climas desértico.

Cuadro 9. Condiciones climáticas e índice de temperatura-humedad predominantes durante el desarrollo del experimento.

	Mínimas			Máximas			Promedios		
	T	H	ITH	T	H	ITH	T	H	ITH
Abril	16.7	17.2	15.7	30.0	50.7	23.1	23.7	33.0	19.8
Mayo	22.4	9.5	18.9	33.1	49.9	24.1	28.5	28.1	22.5
Junio	25.4	17.2	20.4	36.0	39.9	28.5	33.0	31.1	25.8

T= Temperatura ambiental, HR= Humedad relativa, ITH= Índice de temperatura-humedad.

4.6 Conclusiones

Bajo las condiciones desérticas en que se desarrollo este estudio, engordar en corral corderos F₁ Dorper x Pelibuey es mejor que engordar corderos Pelibuey puros ó Pelibuey x Katahdin. Sin embargo, cabe mencionar que los corderos Pelibuey cruzados producen canales más pesadas, pero en rendimiento, conformación y producción de cortes primarios estas canales son equiparables a las de corderos Pelibuey puros. En base a sexo, es mejor engordar corderos machos que hembras juzgado por su mejor crecimiento y características de canal. En general, los resultados sugieren una capacidad de adaptación razonable de razas de pelo utilizadas a este clima árido y seco.

5. SUSTITUCIÓN DE ZACATE BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.) CON PULPA DE NARANJA SOBRE EL CONSUMO, LA DIGESTIBILIDAD Y EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS DE PELO

5.1 Resumen

Un total de 20 corderos de pelo F1 Dorper x Pelibuey fueron utilizados para evaluar el efecto de la sustitución de forraje por pulpa fresca de naranja (PFN) en dietas para corderos de engorda sobre el comportamiento productivo, consumo y coeficiente de digestibilidad aparente de nutrientes, y costos de alimentación. Los corderos fueron divididos aleatoriamente en cinco grupos (n= 5) y alojados individualmente en corraletas durante 70 d. Los tratamientos consistieron de cinco niveles de PFN (0, 25, 50, 75 y 100%), los cuales sustituyeron el heno de zacate Buffel en la dieta base (40:60%, forraje:concentrado). Además, los cambios diarios en la composición química de PFN almacenada en pila durante 8 d fueron evaluada (del día 1 al día 8). El consumo diario de alimento expresado como kg/día y en base al % del peso vivo, ganancia diaria de peso, costos de alimentación de cada cordero por día y por período de engorda, consumo de hemicelulosa y digestibilidad de MS, MO, PC, FDN y hemicelulosas mostraron un efecto cuadrático ($P<0.05$), mientras que consumo de MS, MO y PC presentaron un efecto cúbico con el incremento en el nivel de PFN. Al nivel del 75% de sustitución del heno de Buffel con PFN, se observaron los valores más altos para estas variables. Con respecto a los cambios en la composición química de la PFN almacenada, se observó que el contenido de MS incrementó ($P=0.0011$) de 210 a 310 g/kg de PFN, y el contenido de MO, fracciones fibrosas y cenizas permaneció constante ($P>0.05$) entre los días de almacenamiento. Reemplazar 75% de heno

de zacate Buffel con PFN en dietas de corderos de engorda resulto en una mejor tasa de crecimiento y un uso más eficiente de la dieta por corderos engordados. Almacenar la PFN en pila por 8 días no altera su composición química, ni tampoco afecta su utilización como alimento no convencional para ovinos.

Palabras Claves: Pulpa de naranja fresca, heno de zacate Buffel, fracciones fibrosas

5.2 Abstract

Twenty Dorper x Pelibuey male lambs were used to evaluate the effect of substitution of forage with fresh orange pulp (FOP) in diets for fattening lambs on productive behavior, nutrient intake, feed conversion, apparent digestibility coefficient, and feeding costs. Lambs were divided into five groups (n= 5) and then housed in individual pens during 70 d. Treatments consisted of five levels of FOP (0, 25, 50, 75 and 100%) which substituted buffel grass hay on the base diet (40:60%, forage : concentrate). Additionally, changes in chemical composition of FOP stored in stacks during 8 d were evaluated (from the day 1 until day 8). Daily feed intake expressed as kg/day and % live weight, lamb growth rate, feeding cost of each lamb per day and per fattening period, hemicellulose intake, and DM, OM, CP, NDF and hemicellulose digestibility showed a quadratic effect ($P<0.05$), while DM, OM and CP intake showed a cubic effect ($P<0.05$) with the increasing level of FOP. The maximum estimated value for those variables was observed at 75% of hay replacement with FOP. Concerning to changes in chemical composition of FOP stored, DM content increased ($P=0.0011$) from 210 to 310 g/kg FOP and OM, fiber fraction, and ash content were constant ($P>0.05$) among storage days. Therefore, replacing around 75% of buffel grass hay with FOP in diets for fattening

lambs resulted in the best growth rate and more efficient diet utilization. Fresh orange pulp stored in a stack did not change its chemical composition, and did not affect its utilization as a sheep feedstuff.

Keywords: Fresh orange pulp, buffelgrass hay, digestibility, fiber fraction

5.3 Introducción

En las áreas tropicales de México y de otros países subdesarrollados, los pastos y forrajes constituyen la base principal de las dietas de ovinos de pelo debido a que los costos de los granos se incrementaron recientemente en más del 100% en relación a su costo anterior. Sin embargo, estos forrajes están sujetos a una alta variabilidad estacional y anual en relación a la cantidad disponible y su calidad (Martínez et al., 2008). Durante la época seca, la disponibilidad de forraje y su calidad es reducida, resultando en un decremento en el desarrollo del animal. Los subproductos agroindustriales, tales como la pulpa fresca de naranja (PFN), son importantes fuentes de alimentos no convencionales de bajo costo, lo que demuestra la posibilidad de ser utilizados para remplazar parcialmente al grano o forraje en las dietas de corderos (Bampidis and Robinson, 2006).

Cabe destacar, que la PFN en varias regiones de México es producida en la mayor parte del año (de Junio a Febrero) por la industria juguera, alcanzando el pico de producción durante la estación seca (de Noviembre a Enero). Así, el uso de PFN para la alimentación ovina sugiere ser una alternativa viable y económica para el productor.

En las regiones citrícolas del país, la industria juguera produce grandes cantidades del subproducto PFN, el cual se considera como desecho, además representa un problema para deshacerse de este. Es común encontrarse tiraderos clandestinos de este subproducto en estas regiones, lo cual se ha convertido para la población un foco latente de infecciones, y para el medio ambiente, un contaminante. La utilización de PFN para la alimentación de los rumiantes es una solución a dichos problemas. Algunos estudios han demostrado la factibilidad de usarlo en rumiantes para cubrir sus requerimientos de

mantenimiento, crecimiento y producción a un bajo costo (Oni et al., 2008; Vasta, 2008).

La PFN contiene aproximadamente 20% de MS, y representa entre 50 y 70% del peso de la fruta, dependiendo de la variedad, maduración, clima y técnica de extracción del jugo (Macedo et al., 2007). El valor nutricional de la PFN es similar a algunos granos y mayor que en los forrajes secos (Bampidis y Robinson, 2006). Adicionalmente, este subproducto tiene un alto contenido de pectinas, carbohidrato altamente fermentable en rumen, y considerado una fuente energética de rápida disponibilidad para el crecimiento microbiano (Bampidis y Robinson, 2006; Ben Salem y Smith, 2008). Las pectinas a diferencia del almidón como carbohidratos de rápida degradación ruminal, en su fermentación producen menos lactato creando mejores condiciones del rumen para la fermentación de la fibra (Oni et al. 2008). Lo anterior, muestra los beneficios del uso de la PFN como ingrediente en las dietas de rumiantes como son los ovinos. Pereira y González (2004) encontraron que la pulpa de cítrico es una buena fuente de fibra digestible por su alto y bajo contenido de pectinas y lignina, respectivamente. Reemplazando ensilaje de sorgo con PFN en dietas de corderos de engorda, Macedo et al. (2007) concluyó que la MS, el consumo de nutrientes y la digestibilidad aparente fueron mejoradas.

Sin embargo, la PFN es altamente perecedera, lo cual limita su uso como alimento no convencional pudiéndose observar cambios en sus composición química en un período corto de tiempo (a partir del día 6; Martínez et al. 2008). En las explotaciones mexicanas de producción ovina, la PFN es almacenada en pilas bajo las condiciones de intemperie durante períodos de 8 a 10 días, dependiendo del número de animales por alimentar. Así, determinar los cambios en

composición química durante el período de almacenamiento es esencial para conocer con precisión el balance nutricional correcto en dietas de corderos. En México, el uso de PFN para alimentación de ovinos es un concepto relativamente nuevo. Limitada información está disponible sobre la utilidad de su inclusión como ingrediente en las dietas para corderos. Además, el impacto del uso de PFN como sustituto de forraje no ha sido evaluado extensivamente. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la sustitución parcial o total de forraje seco por PFN en dietas para corderos de engorda sobre el comportamiento productivo, consumo, conversión y digestibilidad aparente de nutrientes, y costos de alimentación. Además, el efecto de los días de almacenamiento en pilas de la PFN sobre su composición química.

5.4 Materiales y Métodos

Este estudio se realizó en la Posta Zootécnica de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, que se localiza en la zona productora de cítricos de Tamaulipas, al noreste de México. Se condujeron dos experimentos para evaluar la PFN como sustituto de forraje en dietas de corderos de pelo, así también, para evaluar el tiempo de almacenamiento sobre la composición química de la PFN.

Animales y tratamientos

Para la prueba de comportamiento productivo y digestibilidad aparente, 20 corderos machos F₁ Dorper x Pelibuey con un peso vivo promedio de 24.5 kg y 3 meses de edad, fueron asignados aleatoriamente a 5 dietas experimentales. Las dietas fueron basadas sobre la dieta típicamente ofrecida a corderos de engorda por productores de la región, la cual consiste de una mezcla de 60% de

concentrado y 40% de forraje (heno de zacate Buffel, *Cenchrus ciliaris* L.). Los tratamientos (T= 5) consistieron en sustituir 0 (T1), 25 (T2), 50 (T3), 75 (T4) y 100% (T5) de la parte de forraje en la dieta típicamente ofrecida por PFN (en base MS). Diariamente, las dietas fueron mezcladas y ofrecidas a los animales experimentales a las 08:00 hr. Los ingredientes y la composición química de las dietas experimentales se muestran en los Cuadros 10 y 11.

Cuadro 10. Porcentaje de ingredientes en las dietas experimentales (en base MS) ofrecidas a corderos Dorper x Pelibuey.

Ingredientes (%)	Tratamientos (Nivel de pulpa fresca de naranja, %)				
	0 (testigo)	25	50	75	100
Heno de zacate buffel	40.00	30.00	20.00	10.00	0.00
Pulpa fresca de naranja	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00
Sorgo molido	33.50	33.50	33.50	33.50	33.50
Grano seco de destilería	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Harina de soya	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Harina de semilla de algodón	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Melaza de caña	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Mezcla vitaminas-minerales	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Sulfato de amonio	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Urea	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
TOTAL	100	100	100	100	100

Prueba de comportamiento productivo

Todos los corderos fueron alojados individualmente en corrales (1.5 m²) provistos con comederos, bebederos y sombra durante 60 d, 15 d de adaptación a la dieta y 45 d de período experimental. En el período de adaptación a las dietas, los corderos también fueron vitaminados y desparasitados. Al inicio del período

experimental, los corderos fueron pesados y posteriormente, cada 18 d y hasta el término de la prueba ajustando el consumo de alimento de acuerdo a su PV (6.0% del PV). El alimento ofrecido y rechazado fue recogido, pesado y muestreado diariamente. Las muestras tanto de alimento ofrecido como rechazado fueron secadas en estufa a 60° C por 48 h, empaquetadas y almacenadas para su análisis bromatológico subsecuente. Las variables de estudio fueron PV final, consumo diario de alimento, ganancia de peso diaria y total y conversión alimenticia. Además, el costo de alimentación por día (costo de alimento consumido por animal), por kg de PV incrementado (costo de alimentación requerido para ganar 1 kg de PV), y por período de engorda animal^{-1} (costo de alimentación $\text{día}^{-1} \text{ animal}^{-1}$ durante los 45 d de engorda).

Prueba de digestibilidad aparente

Después de finalizar la prueba de comportamiento productivo, los corderos fueron equipados con arneses, y permanecieron consumiendo la misma dieta. Esta prueba tuvo una duración de 10 d, 5 d de adaptación a las bolsas colectoras y 5 d de prueba de digestibilidad. Diariamente por la mañana (8:00 horas), se colectó y se registró el peso del alimento ofrecido y rechazado en cada animal, así mismo, el total de heces depositadas en los arneses. Adicionalmente, una muestra de cada uno de estos fue secada (60 °C, 72 h), empaquetada en bolsas de plástico y almacenadas en el laboratorio de nutrición para su posterior análisis químico.

El consumo de nutrientes fue estimado por diferencia entre la cantidad de cada nutriente en el alimento ofrecido y rechazado, lo cual fue expresado como g por kg del PV metabólico. Por su parte, el coeficiente de digestibilidad aparente

fue determinado por diferencia entre nutrientes encontrados en el alimento ingerido y desechado en heces, expresándolo como g por kg de MS consumida.

Cambios en la composición química de PFN

Alrededor de 10 toneladas métricas fueron transportadas de la industria juguera hasta la Posta Zootécnica de la UAMAC, UAT, donde fueron almacenadas en una pila expuesta a las condiciones ambientales durante 8 d. A partir del día 1 hasta día 8, se colectaron tres muestras de PFN de la pila, a una profundidad de 30 a 40 cm. Al igual que las muestras colectadas en las pruebas anteriores, estas fueron secadas (60 °C, 72 h) y almacenadas para su posterior análisis bromatológico. En el caso de las muestras colectadas el día 6, estas fueron eliminadas debido a que resultaron contaminadas por hongos por un deficiente proceso de secado.

Análisis químico y estadístico

A todas las muestras almacenadas se les determinó contenido de MS, MO, PC y cenizas usando la metodología desarrollada por AOAC (1990). Además, contenido de FDN, FDA, celulosa, hemicelulosa y lignina con el procedimiento descrito por Van Soest et al. (1991).

La información fue analizada bajo la estructura de análisis de varianza usando un diseño completamente al azar usando el procedimiento PROC GLM (SAS, 2004). Así mismo, polinomios ortogonales fueron realizados para evaluar efectos lineales, cuadráticos, cúbicos y cuárticos por la acción de sustituir el forraje con PFN. Las diferencias estadísticas en composición química entre los días de almacenamiento en pilas de la PFN fueron comparadas con la prueba “t”

de Student considerando significancia a $P < 0.05$. Así mismo, se utilizó esta misma prueba para el caso de la comparación de medias de las variables de respuesta conversión alimenticia y costo de alimentación por kg de PV incrementado.

5.5 Resultados y discusión

La composición química del heno de zacate Buffel, de PFN y de las dietas experimentales se muestran en el Cuadro 11. El contenido de MS, FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa, lignina y cenizas fue mayor en heno de zacate Buffel que en la PFN. Sin embargo, la PFN tuvo 38 y 33 g/kg más de PC y MO, respectivamente, que el heno de zacate Buffel. Adicionalmente, se observó un nivel más alto de MS, cenizas, FDN y sus componentes en la dieta testigo, mientras que los valores más bajos para estos nutrientes fueron detectados en la dieta con 100% de sustitución de heno.

Cuadro 11. Análisis químico (g/kg MS) de heno de zacate buffel, pulpa fresca de naranja (PFN), y dietas experimentales ofrecidas a corderos Dorper x Pelibuey.

Nutrientes	Heno Buffel	PFN	Nivel de pulpa fresca de naranja (%)				
			0	25	50	75	100
Materia seca ^a	960	266	901	627	517	517	390
Materia orgánica	917	950	900	935	930	935	958
Proteína cruda	58	96	137	142	153	159	166
Fibra detergente neutra	786	402	361	342	302	263	238
Fibra detergente ácida	474	287	189	173	142	107	91
Hemicelulosa	311	115	171	169	159	156	147
Celulosa	375	254	145	137	112	84	71
Lignina	99	33	45	35	30	23	20
Cenizas	83	50	100	77	70	65	42

^a La MS fue expresada como g/kg de alimento fresco.

En relación al contenido de MO y PC fue observada una tendencia a aumentar a medida que se fue incrementando el nivel de sustitución del forraje con PFN. Por lo tanto, basado en estos resultados, la composición química de la PFN es de mejor calidad que la determinada en el heno de zacate buffel que comúnmente se utiliza en la alimentación de ovinos en esta región estudiada de México. El valor nutricional de PFN se reflejó en un mejor contenido de nutrientes en las dietas experimentales donde se sustituyó el heno por PFN, comparado con la dieta testigo (0% de PFN). Algunos estudios previos realizados en otras partes del mundo coinciden con estos resultados sobre la buena composición nutricional de la pulpa de cítricos (Arthington et al., 2002; Navamuel *et al.*, 2002; Bampidis y Robinson, 2006; Oni et al., 2008). Caparra et al. (2007) demostraron los beneficios de adicionar pulpa de cítricos a dietas de rumiantes debido a su alto contenido de carbohidratos altamente fermentables y de rápida disponibilidad. Así mismo, Pereira y González (2004) reportaron que los subproductos obtenidos de la industria juguera es mejor fuente de fibra digestible que los forrajes secos, esto a causa de su alto y bajo contenido de pectina y lignina, respectivamente. Con respecto al contenido de PC de las dietas, se observó una adecuada cantidad para cubrir los requerimientos de 14% recomendados por el NRC (2007) para crecimiento de corderos de pelo.

Comportamiento productivo

Los resultados de la prueba de comportamiento productivo y costos de alimentación se muestran en el Cuadro 12. El PV final, la ganancia de peso diaria y total, y el consumo de alimento por día incrementaron cuadráticamente ($P < 0.05$) como la PFN incrementó entre los diferentes niveles de la dieta, observándose los

valores máximos para estas variables al nivel de 75% de sustitución. En la conversión alimenticia no se observó ningún efecto ($P=0.37$) ó tendencia de sustituir el forraje por PFN. Sin embargo, utilizando comparaciones de medias, se observó que los corderos alimentados con la dieta testigo necesitaron consumir más alimento para incrementar 1 kg en su PV que los corderos alimentado con alguna dieta donde se reemplazó alguna parte del forraje por PFN.

Cuadro 12. Sustitución del heno de zacate buffel (0, 25, 75 y 100%) con pulpa fresca de naranja sobre el comportamiento productivo y los costos de alimentación (dólares) en corderos Dorper x Pelibuey.

	Nivel de pulpa fresca de naranja (%)					E.E	Efectos		
	0	25	50	75	100		L	Q	C
Crecimiento de los corderos (kg)									
Peso inicial	24.63	24.63	24.50	24.13	25.13	0.48	----	----	----
Peso final	32.13	34.13	34.88	35.50	35.13	0.39	NS	*	NS
Ganancia diaria de peso	0.17	0.21	0.24	0.26	0.22	0.01	*	*	NS
Ganancia de peso total	7.50	9.50	10.88	11.38	10.00	0.40	*	*	NS
Consumo diaria de alimento (en base MS)									
Kg /día	1.14	1.25	1.34	1.53	1.22	0.02	*	**	NS
% de PV	4.00	4.25	4.60	5.12	4.07	0.06	*	**	NS
g/Kg PV ^{0.75}	92.38	98.85	103.26	119.66	95.18	1.60	*	**	**
Conversión alimenticia	6.70 ^a	5.95 ^b	5.58 ^b	5.88 ^b	5.54 ^b	0.37	NS	NS	NS
Costo de alimentación (\$)									
Kg alimento/dieta	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	----	----	----	----
Día/cordero	0.32	0.35	0.36	0.41	0.33	0.01	**	*	NS
Kg de PV	1.88 ^a	1.67 ^b	1.50 ^b	1.59 ^b	1.49 ^b	0.20	NS	NS	NS
Período engorda/cordero	14.36	15.75	16.28	18.59	14.82	0.31	NS	*	NS

Efecto lineal (L), cuadrático (Q) y cúbico (C) entre tratamientos a una $P<0.05$ (*) y $P<0.01$ (**).

^{a,b} Letras diferentes dentro de hileras indica diferencia ($P<0.05$); NS= No significativo.

Los resultados sobre el incremento en la ganancia de PV observada cuando se incremento la proporción de PFN en la dietas hasta el nivel de 75%, es atribuido al también incremento en este nivel del consumo de alimento. Así, los

corderos alimentado con la dieta 25:75 (forraje : pulpa) tuvieron mayor consumo de MS y ganancia de peso total y por día. Reemplazando la fuente de fibra con PFN en dietas de engorda para corderos de raza de pelo, Pereira et al. (2008) encontraron un mayor incremento en la tasa de crecimiento usando un nivel de sustitución del 50%. Sin embargo, contrario a los resultados encontrados en este estudio, Scerra et al. (2001) no detectó ningún efecto sobre la ganancia de PV al reemplazar la porción de forraje y 30% de concentrado de una dieta de corderos con ensilaje de pulpa de cítricos. Estos resultados puede estar relacionada con una reducción en la energía de la dieta utilizada por Scerra et al. (2001), como producto de la sustitución parcial de la fracción concentrado.

En el consumo de MS también se observó un incremento positivo al sustituir el zacate buffel de 0 a 75% con PFN, lo cual se atribuyó a un mejoramiento en la calidad de fibra presente en las dietas con PFN comparado a la encontrada en la dieta testigo. Acorde a Burns (2008), las características de la fuente de fibra usada en la alimentación de rumiantes influye drásticamente sobre su digestión ruminal. De esta manera, el uso de fuentes de fibras ricas en lignina, tales como el heno de zacate buffel utilizado (99 g/kg MS), pueden causar un efecto negativo sobre la degradación del alimento en el rumen, tasa de pasaje en el canal digestivo y consumo de MS (NRC, 2007). Por otra parte, también se detecto que el consumo de MS de los corderos alimentados con la dieta de solo pulpa como fuente de fibra declinó significativamente ($P<0.01$). Este resultado corrobora la importancia de incluir forrajes en las dietas de corderos de engorda para reducir los problemas digestivos y metabólicos (Galyean y Defoor, 2003). Así, los forrajes son adicionados a dietas altas en concentrado para estimular el mecanismo de la masticación, el cual está asociado con el incremento en la

producción de saliva (Balch, 1958); sustancia que juega un papel importante en la producción de ácidos reguladores del pH durante la actividad ruminal. Tanto la concentración de forraje y la forma física de éste contribuyen a mantener un buen funcionamiento del rumen (Woodford et al., 1986).

Cabe mencionar, que en el presente estudio el nivel del forraje no cambio, solo la proporción de PFN y heno de zacate buffel en la dieta. Por lo tanto, el decremento en el consumo de alimento observado con el uso de PFN como única fuente de forraje fue posiblemente causado por una deficiente habilidad de la PFN para estimular efectivamente la función del rumen. Otra situación que puede explicar la baja en el consumo de alimento en los corderos alimentados con la dieta de solo PFN, es la palatabilidad de la dieta. La pulpa de cítricos contiene fenoles y taninos condensados que pueden reducir la palatabilidad de la dieta (Mahgoub et al., 2008). Estos resultados sugieren limitaciones en la utilización de PFN como única fuente de forraje, siendo más apropiado incluir el subproducto en la dieta en combinación otro forraje. Resultados similares sobre la tendencia del consumo de MS fueron encontrados al usar como fuente de forraje parcial o total pulpa fresca (Macedo et al. 2007) ó seca de cítricos (Oni et al., 2008) en dietas de engorda de corderos. Al respecto, Macedo et al. (2007) encontraron que el consumo en corderos enteros cruzados tendió a declinar cuando la PFN sustituyó más del 50 % del ensilaje de sorgo en la dieta.

Con respecto a la conversión alimenticia, no se observó ningún efecto ($P>0.05$) al sustituir parcial o totalmente el heno por pulpa. Sin embargo, los corderos alimentados con la dieta testigo necesitaron consumir más alimento para incrementar en un kilogramo su PV (6.7:1), la cual se atribuyó al alto contenido de lignina de dicha dieta (10 vs 3.8%) comparado a las dietas experimentales (25,

50, 75 y 100% de sustitución de heno por PFN). El efecto negativo de lignina sobre el consumo de alimento, crecimiento animal y conversión alimenticia esta ampliamente documentado (Bampidis y Robinson, 2006; NRC, 2007; Burns, 2008; Rinehart, 2008). Estos resultados sugieren que alimentar corderos de raza de pelo con PFN como fuente de fibra favorece la eficiencia alimenticia. En corderos Santa Inés alimentados con niveles crecientes de PFN en sustitución de ensilaje de maíz (0, 25, 50 y 75%) como fuente de fibra, Pereira et al. (2008) no encontraron efecto sobre la conversión alimenticia con valores que variaron desde 4.45 a 4.24 para 0 y 25% en el nivel de sustitución, respectivamente.

En relación a los costos, se observó que los costos por kg de alimento fueron similares entre tratamientos y varió de 0.27 a 0.28 dólares en dietas con el nivel de 100 y 0% de PFN, respectivamente. El costo de alimentación por día y por período de engorda de cada cordero incrementó cuadráticamente ($P < 0.05$) con el aumento del nivel de PFN en la dieta, observándose el valor más alto en el nivel de sustitución del 75%. Ningún efecto fue detectado ($P > 0.05$) para costo de alimentación por kg de PV incrementado por la sustitución del forraje. Pero cuando comparaciones de medias fueron aplicadas para esta variable, el costo de alimentación para incrementar en 1 kg el PV de los corderos fue mayor ($P < 0.05$) en los que consumieron la dieta testigo que en aquellos que consumieron las otras dietas (25, 50, 75 y 100% de PFN). La pulpa de cítricos ha sido ampliamente utilizada como un ingrediente en la alimentación de los rumiantes para reducir los costos por concepto de alimentación (Bampidis y Robinson, 2006). En este estudio, sustituir parcial o totalmente la fracción de forraje por PFN como fuente de fibra no significó un ahorro en el costo de alimentación, ya que entre la dieta con 0% PFN y las otras (25, 50, 75 y 100%), la diferencia en el costo por kg de

alimento fue de 0.01 dólar. Esta ligera reducción se debió a que el forraje en México es relativamente barato. Sin embargo, cuando el costo de alimentación fue calculado por kg de PV producido, este costo disminuyó alrededor de 0.31 dólar en corderos alimentados con las dietas con sólo PFN o PFN + heno en relación a los corderos alimentados con la dieta testigo. Dichas diferencias son atribuidas a las ventajas obtenidas en disponibilidad de nutrientes para crecimiento en corderos alimentados con algún nivel de PFN en la dieta. Cuando los costos fueron calculados en base al período de engorda por cordero, un mayor costo en corderos alimentados con el nivel de 75% de sustitución de heno fue evidente, lo cual se debió a un mayor consumo de MS observado en esta dieta. Las respuestas observadas en costos de alimentación están acorde a lo encontrado por Pereira et al. (2008).

Digestibilidad Aparente y consumo de nutrientes

Los resultados de coeficientes de digestibilidad aparente y consumo de nutrientes se muestran en el Cuadro 13 y 14, respectivamente. El coeficiente de digestibilidad de MS, MO, PC, FDN y hemicelulosa presentó un efecto cuadrático ($P < 0.05$) con el incremento en el nivel de PFN, observándose la digestibilidad más alta para estos nutrientes al incluir 75% de PFN. La digestibilidad de celulosa y FDA incremento linealmente ($P < 0.01$) con la sustitución parcial y total del zacate Buffel en la dieta. La digestibilidad de cenizas respondió a un efecto cúbico ($P < 0.01$) con el incremento de PFN (553, 423, 307, 641, y 394 ± 34.0 g/kg MS, para 0, 25, 50, 75 and 100% del nivel remplazado con PFN, respectivamente).

Cuadro 13. Sustitución del heno de zacate buffel (0, 25, 75 y 100%) con pulpa fresca de naranja sobre el coeficiente de digestibilidad en corderos Dorper x Pelibuey.

Nutrientes	Nivel de pulpa fresca de naranja (%)					E.E.	Efectos		
	0	25	50	75	100		L	Q	C
Materia seca	684	743	786	849	810	16.3	**	**	NS
Materia orgánica	710	741	810	867	830	15.6	**	**	NS
Proteína cruda	715	745	793	845	770	14.4	*	*	NS
Fibra detergente neutra	528	609	687	797	778	27.1	**	*	NS
Fibra detergente ácida	487	549	574	776	800	34.2	**	NS	NS
Hemicelulosa	571	660	736	811	765	32.0	**	*	NS
Celulosa	444	515	594	776	849	34.0	**	NS	NS
Cenizas	553	423	307	641	394	34.0	NS	NS	**

Efecto lineal (L), cuadrático (Q) y cúbico (C) entre tratamientos a una $P < 0.05$ (*) y $P < 0.01$ (**). NS= No significativo

Cuadro 14. Sustitución del heno de zacate buffel (0, 25, 75 y 100%) con pulpa fresca de naranja sobre el consumo de nutrientes en corderos Dorper x Pelibuey.

Nutrientes	Nivel de pulpa fresca de naranja (%)					E.E.	Efectos		
	0	25	50	75	100		L	Q	C
Materia seca	94.10	96.19	97.01	112.21	76.98	3.71	NS	*	*
Materia orgánica	84.69	88.80	90.24	104.93	73.76	3.40	NS	*	*
Proteína cruda	12.87	13.69	14.84	17.84	12.78	0.58	NS	*	*
Fibra detergente neutra	33.92	32.87	30.28	29.50	18.30	1.52	**	NS	NS
Fibra detergente ácida	17.85	16.91	13.81	12.01	7.01	0.92	**	NS	NS
Hemicelulosa	16.07	16.26	16.47	17.49	11.30	0.65	*	*	NS
Celulosa	13.62	13.25	10.88	9.40	5.45	0.75	**	NS	NS
Lignina	4.24	3.37	2.93	2.60	1.56	0.22	**	NS	NS
Cenizas	9.42	8.40	7.28	6.77	4.81	0.50	**	NS	NS

Efecto lineal (L), cuadrático (Q) y cúbico (C) entre tratamientos a una $P < 0.05$ (*) y $P < 0.01$ (**). NS= No significativo

El consumo de MS, MO y PC mostró un efecto cúbico ($P < 0.05$) al aumentar la cantidad de sustitución de heno por PFN, con un valor estimado máximo al nivel de 75% de PFN. Entre el nivel 0 y 25% de PFN se observó un bajo incremento en el consumo de estos nutrientes. El consumo de FDN, FDA, celulosa, lignina y cenizas decreció proporcionalmente ($P < 0.01$) a medida que se incremento el nivel de PFN en la dieta como remplazo de parte de forraje.

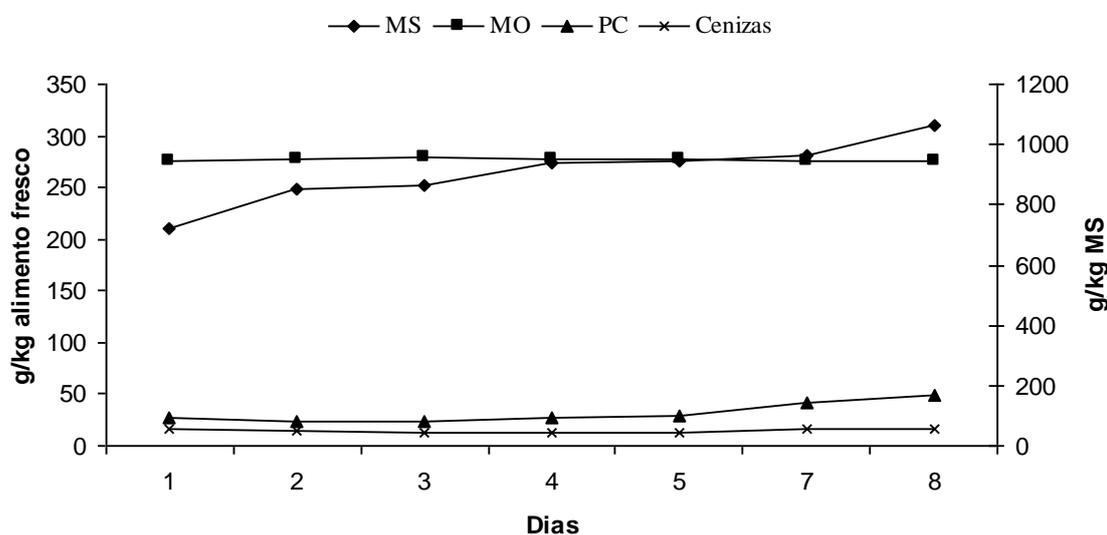
El valor nutricional de las dietas experimentales se mejoró con la sustitución parcial del heno de zacate buffel con PFN, siendo en los corderos alimentados con 0% de PFN donde se observaron los valores más bajos para digestibilidad, además mayor consumo de la fracción FDA. El mejoramiento observado en el valor nutricional y digestibilidad aparente de las dietas al incrementar el nivel de PFN es atribuible al mejor perfil nutricional de la PFN en comparación al perfil que mostró el heno de buffel (Cuadro 11). Así mismo, la composición de la fibra de la PFN es fermentada más rápidamente en rumen al ser rica en pectinas y baja en lignina. El contenido de lignina de la PFN fue un tercio de la encontrada en el zacate buffel. Debido a esto, la calidad de la fibra y la digestibilidad de las dietas se mejoraron con la adición de PFN. Ben Salem y Smith (2008), señalan que la pulpa contiene una gran variedad de sustratos de energía fácil desdoblamiento por los microorganismos ruminales, incluyendo carbohidratos solubles y FDN digestión rápida. Además, se ha demostrado que la pulpa de cítricos tiene la habilidad de ayudar a mantener el pH ruminal aún a niveles altos de inclusión, comparado con otros subproductos altos en almidón, lo cuales por su rápida fermentación en rumen reducen el pH, y por ende, disminuye la actividad celulolítica (Barrios-Urdaneta et al. 2003). Estos efecto positivo de la PFN sobre el ambiente ruminal contribuyen a mejorar la digestibilidad aparente de

los nutrientes, tal como fue observado en este experimento. Varios estudios (Bampidis y Robinson, 2006; Kim et al., 2007; Macedo et al., 2007; Pereira et al., 2008) que examinaron digestibilidad de la pulpa de cítricos concluyeron que este subproducto promueve la digestión de todos los nutrientes, incluyendo la fibra de forrajes toscos que tienen elevado contenido de lignina. En una revisión de trabajos publicados sobre el uso de pulpa de cítricos en rumiantes, Bampidis y Robinson (2006) mencionan que cuando la paja es usada como ingrediente basal en las dietas de rumiantes, la adición de subproductos cítricos en estas dietas, ayuda a mejorar el perfil de nutrientes cubriendo las deficiencias de nutrientes de la paja y mejorando la digestibilidad de la dieta. Macedo et al. (2007) sustituyó 0, 25, 50 y 75% de ensilaje de sorgo con PFN en dietas de ovinos, encontrando un incremento cuadrático en la digestibilidad aparente de MS, PC y FDN, y un incremento lineal en el consumo de MS, MO y PC con también incremento en el nivel de sustitución. Adicionalmente, ellos concluyeron que la presencia de PFN en dietas para corderos en engorda resultó en un mayor consumo de MS y nutrientes que la componen, ya que promueve una mejor digestibilidad aparente en comparación a la dieta testigo usada (solo ensilaje de sorgo). Todos estos resultados fueron similares a los obtenidos en el presente estudio.

Cambios en la composición química de PFN

Los resultados sobre los cambios observados en la composición química de la PFN almacenada en pila durante 8 d se muestran en las Gráficas 1 y 2. El contenido de MS se incrementó ($P < 0.01$) de 210 a 310 g/kg de PFN durante el tiempo de almacenamiento. Además, el contenido de PC fue mayor ($P < 0.0001$) sobre el día 7 y 8 en relación a los días del 1 al 5 de almacenamiento. Pero entre

el día 7 y 8, y entre los días 1, 2, 3, 4 y 5, el contenido de este nutriente fue similar ($P>0.05$). El contenido de MO, lignina, cenizas y fracciones fibrosas se mantuvieron estables ($P>0.05$) durante los 8 días muestreados.

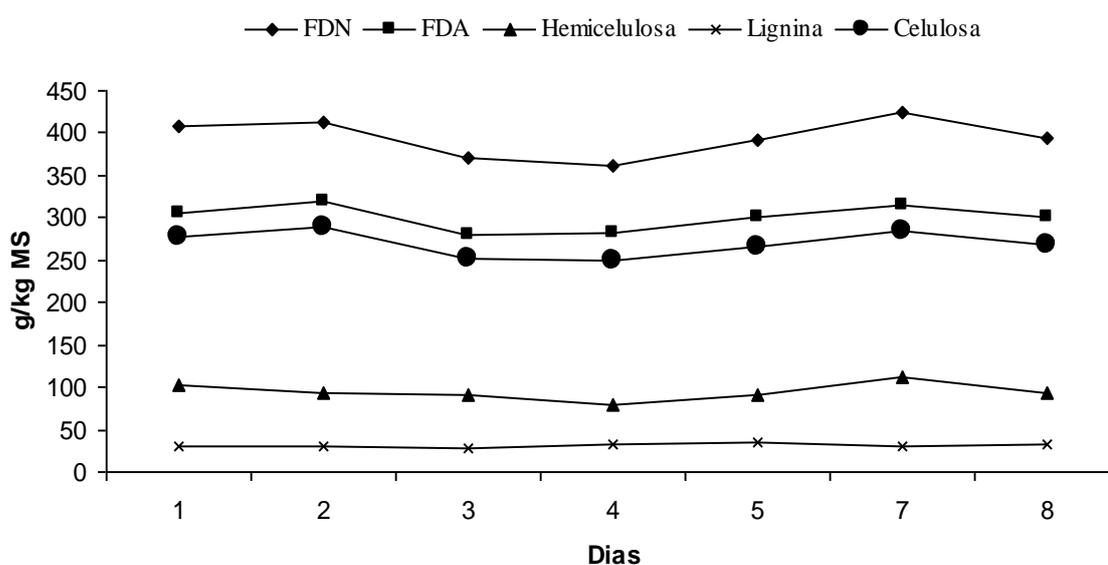


Gráfica 1. Cambios en el contenido de MS (g/kg alimento fresco), MO (g/kg MS), PC (g/kg MS) y cenizas (g/kg MS) de la pulpa fresca de naranja almacenada en pila durante 8 días.

El incremento en el contenido de MS de la PFN durante el período de almacenamiento fue debido a la pérdida de humedad. Martínez et al. (2008) encontró resultados similares después de almacenar la pulpa de cítricos durante 10 ó 12 d. Por su parte, el incremento en el contenido de PC entre los días 7 y 8 (160 a 170 g/kg MS) se atribuyó a la presencia e incremento de la población microbiana y de hongos en la pulpa almacenada en pilas causada por la fermentación anaerobia de los carbohidratos solubles (De Gregorio et al. 2002). Similarmente, Dolores Megía et al. (1993) reportaron un incremento en el contenido de PC (50 a 90 g/kg MS) en cáscara de naranja ensilada, y Scerra et al. (2000) en PFN tratada con *Penicillium roqueforti* (57 a 120 g/kg de MS). Sin embargo, Martínez et al. (2008) no reportaron diferencias en el contenido de PC

(82 a 84 g/kg de MS) en respuesta al tiempo de almacenamiento, lo cual atribuyó al bajo pH y poca presencia de microorganismos proteolíticos.

En el caso del contenido de las fracciones fibrosas como FDN, FDA, hemicelulosa y celulosa no se observaron grandes variaciones entre los diferentes días que duró almacenada la PFN en pila bajo las condiciones de la interperie (Gráfica 2).



Gráfica 2. Cambios en el contenido de fracciones fibrosas en pulpa fresca de naranja almacenada durante 8 días.

Este resultado puede ser explicado por una actividad microbial limitada. Acorde a Martínez et al. (2008), el pH durante los primeros días después de iniciado el almacenaje es bajo cuando la PFN permanece bajo condiciones climáticas naturales, lo cual limita la proliferación de microorganismos fermentativos. Estos resultados sugieren que la FDN y sus componentes permanecen sin alteraciones durante los primeros 8 días de almacenamiento. Attyia y Ashour (2002) indicaron que los cambios en los componentes de la pared celular en pulpas de cítricos pueden resultar de cambios producidos por otros

componentes, los cuales son más sensibles a degradación. En este estudio no se observaron cambios, esto debido posiblemente a que el período de almacenamiento fue muy corto (8 días). Otros resultados observados fueron que el contenido de lignina y cenizas no cambió, lo cual es debido a que los microorganismos no utilizan estos componentes en el proceso de fermentación. En este contexto, evaluar un período más largo es necesario para adquirir más conocimientos inherentes al efecto de almacenaje sobre la composición química de la PFN. Así mismo, el bajo contenido de PC en la PFN sugiere la suplementación con fuentes de nitrógeno proteico para facilitar el adecuado funcionamiento del rumen. Por lo tanto, la PFN puede ser almacenada durante 8 días en pilas sin efectos negativos sobre su composición química que limite su uso en la alimentación de rumiantes.

5.6 Conclusiones

En conclusión, la PFN es una fuente de fibra de más alta calidad que el heno de zacate buffel, la cual ayudó a mejorar el valor nutritivo de las dietas para corderos de engorda. La sustitución parcial del heno de buffel con PFN tiene un efecto positivo sobre la respuesta productiva, digestibilidad aparente y consumo de nutrientes. Sustituir 75% del zacate buffel con PFN resulta en una mejor tasa de crecimiento y consumo de alimento, así como un incremento en la digestibilidad de MS, MO y PC. Los costos de alimentación de los corderos en engorda fueron ligeramente más menores cuando la PFN fue incluida como fuente de fibra. Finalmente, la PFN almacenada en pilas solo presentó variaciones en el contenido de MS y PC. Sin embargo, estas variaciones no afectan su utilización en la alimentación de los ovinos.

6. LITERATURA CITADA

- Acero C., M. 2005. Papel de México y América Latina en el Comercio Mundial de la Carne Ovina. XXXIII Reunión de la AMPA y XIX Reunión de la ALPA. Tampico, Tamps., México. Pp. 4-10.
- Aguirre, V., A. Orihuela, and R. Vázquez. 2007. Effect of semen collection frequency on seasonal variation in sexual behavior, testosterone, testicular size and semen characteristics of tropical hair rams (*Ovis aries*). *Trop. Anim. Health Prod.* 7:271-277.
- Ainsworth, L., and J. N. B. Shrestha. 1985. Effect of PMSG dosage in the reproductive performance of adult ewes and ewe lambs bred at a progestagen-PMSG synchronized estrus. *Theriogenology* 24:479-487.
- Aköz, M., B. Bülbül, M. B. Ataman, and S. Dere. 2006. Induction of multiple births in Akkaraman cross-bred sheep synchronized with short duration and different doses of progesterone treatment combined with PMSG outside the breeding season. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 50:97-100.
- Álvarez, L., y S. Andrade. 2008. El efecto macho reduce la edad al primer estro y ovulación en corderas Pelibuey. *Arch. Zootec.* 57:91-94.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association Offic. Anal. Chem., Arlington, VA, USA.
- Armstrong, D. T., A. P. Pfitzner, K. J. Porter, G. M. Warnes, P. O. Janson, and R. F. Seamark. 1982. Ovarian responses of anoestrous goats to stimulation with pregnant mare serum gonadotrophin. *Anim. Reprod. Sci.* 5:15-23.
- Arroyo, L. J., J. Gallegos-Sánchez, A. Villa-Godoy, J. M. Berruecos, G. Perera, and J. Valencia. 2007. Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19° north latitude. *Anim. Reprod. Sci.* 102:24-30.
- Arteaga C., J. D. 2006. Situación de la ovinocultura y sus perspectivas. I Semana Nacional de Ovinocultura, Pachuca, Hidalgo, México. Pp. 60-73.
- Arthington, J. D., W. E. Kunkle, and A. M. Martin. 2002. Citrus pulp for cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Prac.* 18:317-326.

- Ashbell, G. 1992. Conservation of citrus peel by ensiling for ruminant feed In: Simpósio utilização de subprodutos agro-industriais e resíduos de colheita na alimentação de ruminantes, São Carlos, Brasil. Pp. 189-190.
- Attyia, S. H., and S. M. Ashour. 2002. Biodegradation of agro-industrial orange waste under solid state fermentation and natural environment conditions. *Egyp. J. Biol.* 4:23-30.
- Avendaño-Reyes, L., F. D. Álvarez-Valenzuela, L. Molina-Ramírez, R. Rangel-Santos, A. Correa-Calderón, J. Rodríguez-García, M. Cruz-Villegas, M., P. H. Robinson, and T. R. Famula. 2007. Reproductive performance of Pelibuey ewes in response to estrus synchronization and artificial insemination in Northwestern Mexico. *J. Anim. Vet. Adv.* 6:807-812.
- Avendaño-Reyes, L., F. D. Alvarez-Valenzuela, L. Molina-Ramírez, R. Rangel-Santos, A. Correa-Calderón, A. Pérez-Márquez, and J.S. Quintero-Saucedo. 2004a. Fertility, prolificacy, and birth weight in crossbred from Pelibuey sheep in two consecutive years. *J. Anim. Sci.* 83 (suppl. 2):100. (Abstr.).
- Avendaño-Reyes, L., F. D. Alvarez-Valenzuela, J. Salomé, L. Molina, and F. J. Cisneros. 2004b. Assesment of some productive traits of the Pelibuey sheep in northwest Mexico: Preliminary results. *Cuban J. Agric. Sci.* 38:129-134.
- Balch, C. C. 1958. Observations on the act of eating in cattle. *Brit. J. Nutr.* 12:330-3345.
- Bampidis, V. A., and P. H. Robinson. 2006. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. *Anim. Feed Sci. Tech.* 128:175-217.
- Baril, G., B. Remy, J. C. Vallet, and J. F. Beckers. 1992. Effect of repeated use of progestagen-PMSG treatment for estrus control in dairy goats out of breeding season. *Reprod. Dom. Anim.* 27:161-168.
- Barrett, D. M. W., P. M. Bartlewski, M. Batista-Arteaga, A. Symington, and N. C. Rawlings. 2004. Ultrasound and endocrine evaluation of the ovarian response to a single dose of 500 IU of eCG following a 12-day treatment with progestogen-releasing intravaginal sponges in the breeding and nonbreeding season in ewes. *Theriogenology* 61:311-327.
- Barrios-Urdaneta, A., M. Fondevila, and C. Castrillo. 2003. Effect of supplementation with different proportions of barley grain or citrus pulp on

- the digestive utilization of ammonia-treated straw by sheep. *Anim. Sci.* 76:309-317.
- Ben-Ghedalia, D., Yosef, E., Miron, J. and Est, Y. 1989. The effects of starch- and pectin-rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 24: 289-298.
- Ben Salem, H., and T. Smith. 2008. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. *Small Rumin. Res.* 77:174-194.
- Bodin, L., P. V. Drion, B. Remy, G. Brice, Y. Cognié, and J. F. Beckers. 1997. Anti-PMSG antibody levels in sheep subjected annually to oestrus synchronization. *Reprod. Nutr. Dev.* 37:651-660.
- Bores Q., R. F., P. A. Velázquez M., and A. M. Heredia. 2002. Evaluación de razas terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. *Téc. Pec. Méx.* 40:71-79.
- Bradford, G. E. 2002. Relationships among traits: growth rate, mature size, carcass composition and reproduction. *Sheep Goat Res. J.* 17:38-41.
- Bradford, G. A., and H. A. Fitzhugh. 1983. Hair sheep: A general description. Fitzhugh, H.A. and Bradford eds. In *Hair Sheep of Western African and the American: A Genetic Resource for the Tropics*. A Winrock International Study, Western Press. Boulder, CO, USA. Pp. 3-22.
- Brand, T. S. 2000. Grazing behaviour and diet selection by Dorper sheep. *Small Rumin. Res.* 36:147-158.
- Bunch, T. D., R. C. Evans, S. Wang, C. P. Brennand, D. R. Whittier, and B. J. Taylor. 2004. Feed efficiency, growth rates, carcass evaluation, cholesterol level and wool sheep and their crosses. *Small Rumin. Res.* 52:239-245.
- Burke, J. M., J. M. Apple, W. J. Roberts, C. B. Boger, and E. B. Kegley. 2003. Effect of breed-type on performance and carcass traits of intensively managed hair sheep. *Meat Sci.* 63:309-315.
- Burke, J. M., and J. K. Apple. 2007. Growth performance and carcass traits of forage-fed hair sheep wethers. *Small Rumin. Res.* 67:264-270.
- Burns, J. C. 2008. Utilization of pasture and forages by ruminants: A historical perspective. *J. Anim. Sci.* 86:3647-3663.
- Bustamante G., J. J. 2002. Crecimiento y finalización de corderos con dietas a base de grano. *Boletín Técnico No. 1*. Ed. INIFAP, México.

- Camacho R., J. C., A. Pro M., C. M. Becerril P., B. Figueroa S., G. B. Martin, J. Valencia, and J. Gallegos S. 2008. Prevention of suckling improves postpartum reproductive responses to hormone treatments in Pelibuey ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 107:85-93.
- Canton C., J. G., A. Velázquez M., and A. Castellanos R. 1992. Body composition of pure and crossbred Blackbelly sheep. *Small Rumin. Res.* 7:61-66.
- Canton, G. J., Q. R. Bores, R. J. Baeza, F. S. Quintal, R. R. Santos, and C. C. Sandoval. 2009. Growth and efficiency of pure and F1 Pelibuey lambs crossbred with specialized breeds for production of meat. *J. Anim. Vet. Adv.* 8:26-32.
- Caparra, P., F. Foti, M. Scerra, M. C. Sinatra, and V. Scerra. 2007. Solar-dried citrus pulp as an alternative energy source in lamb diets: Effects on growth and carcass and meat quality. *Small Rumin. Res.* 68:303-311.
- Carrillo, L., and J. C. Segura. 1993. Environment and genetic effects on preweaning growth performance of hair sheep in México. *Trop. Anim. Health Prod.* 25:173-178.
- Carrillo, L., J. C. Segura C., and L. Sarmiento F. 1997. Some factors that determine the period of gestation in hair ewes. *Rev. Biomed.* 8:15-20.
- Carrillo, F., J. Hernández-Cerón, V. Orozco, J. A. Hernández, and C. G. Gutiérrez. 2007. A single dose of bovine somatotropin 5 days before end of progestin-based estrous synchronization increases prolificacy in sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 102:31-37.
- Chemineau, P., A. Daveau, Y. Cognié, G. Aumont, and D. Chesneau. 2004. Seasonal ovulatory activity exists in tropical Creole female goats and Black Belly ewes subjected to a temperate photoperiod. *BMC Physiol.* 4:12-18.
- Christley, R.M., K. L. Morgan, T. D. H. Parkin, and N. P. French. 2003. Factors related to the risk of neonatal mortality, birth-weight and serum immunoglobulin concentration in lambs in the UK. *Prev. Vet. Med.* 57:209-226.
- Cerna C., C., A. Porras A., L. A. Zarco Q., y J. Valencia M. 2004. Efecto del fotoperíodo artificial sobre el reinicio de la actividad ovárica postparto en la oveja Pelibuey. *Vet. Méx.* 35:179-185.

- Cerna, C., A. Porras, M. J. Valencia, G. Perera, and L. Zarco. 2000. Effect of an inverse subtropical (19° 13'N) photoperiod on ovarian activity, melatonin and prolactin secretion in Pelibuey ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 60:511-525.
- Cloete, S. W. P., M. A. Snyman, and M. J. Herselman. 2000. Productive performance of Dorper sheep. *Small Rumin. Res.* 36:119-135.
- Combellas, J. 1980. Production and reproduction parameters of tropical sheep breeds in improved production systems. *Trop. Anim. Prod.* 5:266-272.
- Cruz, L. C., S. Fernández-Baca, J. A. Álvarez L., y R. H. Pérez. 1994. Variaciones estacionales en la presentación de ovulación, fertilización, y sobrevivencia embrionaria en ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Vet. Méx.* 25:23-27.
- De Gregorio, A., G. Mandalari, N. Arena, F. Nucita, M. M. Tripodo, and R. B. Lo Curto. 2002. SCP and crude pectinase production by slurry-state fermentation of lemon pulp. *Bioresource Technol.* 83:89-94.
- De Lucas T., J., L. A. Zarco Q., E. González P., J. Tórtora P., A. Villa G., and C. Vázquez P. 2003. Crecimiento predestete de corderos en sistemas intensivos de pastoreo y manejo reproductivo en el altiplano central de México. *Vet. Méx.* 34:235-245.
- Dolores Megías, M., A. Martínez-Teruel, J. A. Gallego, and J. M. Núñez. 1993. Chemical changes during the ensiling of orange peel. *Anim. Feed Sci. Tech.* 43:269-274.
- Dwyer, C. M. 2003. Behavioural development in the neonatal lamb: effect of maternal and birth-related factors. *Theriogenology* 59:1027-1050.
- Dwyer, C. M., S. K. Calvert, M. Farish, J. Donbavand, and H. E. Pickup. 2005. Breed, litter and parity effects on placental weight and placentome number, and consequences for the neonatal behaviour of the lamb. *Theriogenology* 63:1092-1110.
- El Khidir, I. A., S. A. Babiker, and S. A. Shafie. 1998. Comparative feedlot performance and carcass characteristics of Sudanese desert sheep and goats. *Small Rumin. Res.* 30:47-151.
- Eppleston, J., and E. M. Roberts. 1986. The effect of progestagen, PMSG, and time of insemination on fertility in ewes following intra-uterine insemination with frozen semen. *Aust. Vet. J.* 63:124.

- Espinoza, J. L., O. López-Molina, J. A. Ramírez-Godínez, J. Jiménez, and A. Flores. 1998. Milk composition, postpartum reproductive activity and growth of lambs in Pelibuey ewes fed calcium soaps of long chain fatty acids. *Small Rumin. Res.* 27:119-124.
- Esqueda C., H. M. 2007. La ovinocultura como una alternativa para el Estado de Chihuahua. Reunión de la Unión Ganadera Especializada de Productores de Ovinos y Caprinos en Chihuahua, Chihuahua, México. Pp. 5-6.
- Evans, A. C. O., P. Duffy, T. F. Crosby, P. A. R. Hawken, M. P. Boland, and A. P. Beard. 2004. Effect of ram exposure at the end of progestagen treatment on estrus synchronization and fertility during the breeding season in ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 84:349-358.
- FAO. 2000. Investigación sobre producción ovina: indicaciones para el fomento de la cría de pequeños rumiantes en los países en desarrollo. Accesado en Julio 2, 2009. En: <http://www.fao.org/>
- FAO. 2005. Estadísticas producción ovina. Accesado en Julio 2, 2009. En <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Fegeros, K., G. Zervas, S. Stamouli, and E. Apostolaki. 1995. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. *J. Dairy Sci.* 78:1116-1121.
- Fenton, L. S., G. H. Shackell, M. L. Ramsay, K. G. Dodds, P. J. Reid and B. J. McLeod. 1997. Influence of year, age, and geographical location on induced oestrus in ewes early in the breeding season. *New Zeal. J. Agr. Res.* 40:69-74.
- Fimbres H., G. Hernández-Vidal, J. F. Picón-Rubio, J. R. Kawas, and C. D. Lu. 2002. Productive performance and carcass characteristics of lambs fed finishing ration containing various forage levels. *Small Rumin. Res.* 43:283-288.
- Freitas, D. C., J. C. C. Oliveira, J. S. M. Palma, L. C. A. Silva, T. P. E. L. M. Vinhaes, F. A. Santana, and D. C. Almeida. 2007. Performance of hair lambs finished in feedlot or pasture with creep feeding supplementation in the Northern Coast of Bahia. *Braz. J. Anim. Sci.* 36:709-715.

- Freking, B. A., and K. A. Leymaster. 2004. Evaluation of Dorset, Finnsheep, Romanov, Texel, and Montadale breeds of sheep: IV. Survival, growth, and carcass traits of F1 lambs. *J. Anim. Sci.* 82:144–153.
- Freking, B. A., K. A. Leymaster, and L. D. Young. 2000. Evaluation of Dorset, Finnsheep, Romanov, Texel and Montadale breeds of sheep: I. Effects of ram breed on productivity of ewes of two crossbred populations. *J. Anim. Sci.* 78:1422-1429.
- Funkui, Y., K. Iida, A. Okada, Y. Zyouzyou, S. Wachi, and M. Togawa. 2002. Fertility of estrus-induced ewes during the non-breeding season and artificially inseminated with frozen semen imported from New Zealand. *J. Reprod. Dev.* 48:485-488.
- Galina, M. A., R. Morales, E. Silva, and B. López. 1996. Reproductive performance of Pelibuey and Blackbelly sheep under tropical management systems in México. *Small Rumin. Res.* 22:31-37.
- Galyean, M. L., and P. J. Defoor. 2003. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 81(Suppl. 2):E8-E16.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Editorial Universidad Autónoma de México, México.
- Gardner, D. S., P. J. Buttery, Z. Daniel, and M. E. Symonds. 2007. Factors affecting birth weight in sheep: maternal environment. *J. Reprod. Fertil.* 133:297-307.
- Godfrey, R. W., J. R. Collins, E. L. Hensley, and J. E. Wheaton. 1999. Estrus synchronization and artificial insemination of hair sheep ewes in the tropics. *Theriogenology* 51:9895-997.
- Godfrey and A.J. Weis. 2005. Post-weaning growth and carcass traits of St. Croix White and Dorper x St. Croix White Lambs fed a concentrate diet in the U.S. Virgin Islands. *Sheep Goat Res. J.* 20:32-36.
- Gómez, J. D., S. Balasch, L. D. Gómez, A. Martino, and N. Fernández. 2006. A comparison between intravaginal progestagen and melatonin implant treatments on the reproductive efficiency of ewes. *Small Rumin. Res.* 66:156-163.
- González, A., B. D. Murphy, J. De Alba, and J. G. Manns. 1987. Endocrinology of the postpartum period in the Pelibuey ewe. *J. Anim. Sci.* 64:1717-1723.

- González, A., B. D. Murphy, W. C. Foote, and E. Ortega. 1992a. Circannual estrous variations and ovulation rate in Pelibuey ewes. *Small Rumin. Res.* 8:225-232.
- González, A., W. C. Foote, B. D. Murphy, and E. Ortega. 1992b. Seasonal variations in circulating testosterone and luteinizing hormone in Pelibuey lambs. *Small Rumin. Res.* 8:233-242.
- González-Bulnes, A., A. Veiga-Lopez, P. García, R. M. García-García, C. Ariznavarreta, M. A. Sánchez, J. A. F. Tresguerres, M. J. Cocero, and J. M. Flores. 2005. Effects of progestagen on ovarian function and embryo viability in sheep. *Theriogenology* 63:2523-2534.
- González G., R., G. Torres H., and M. Castillo A. 2002. Growth of Blackbelly lambs between birth and final weight in the humid tropics of Mexico. *Vet. Méx.* 33:443-453.
- González-Reyna, A., E. Márquez-García, H. Lizárraga-Tracy, and J. C. Martínez-González. 1999. Dose response effects of PMSG on ovulation rate and follicular development in Pelibuey ewes treated with Syncro-mate-B implants. *Small Rumin. Res.* 31:149-155.
- González-Reyna, A., M. J. Higuera M., H. Hernández A., P. C. Estrada B., E. Gutiérrez O., J. Colín N., and E. G. Cienfuegos R. 2003. Eficiencia productiva y punto de equilibrio para el costo del kilogramo de cordero al destete en ovinos de pelo en el Noreste de México. *Livest. Res. Rural Dev.* 15(12). Accesado en Mayo 4, 2009. En <http://www.lrrd.org/lrrd15/12/gonz1512.htm>
- Greyling, J. P. C., and M. Van Der Nest. 2000. Synchronization of oestrus in goats: dose effect of progestagen. *Small Rumin. Res.* 36:201-207.
- Gutiérrez J., M. S. Rubio, and R. D. Méndez. 2005. Effects of crossbreeding Mexican Pelibuey sheep with Rambouillet and Suffolk on carcass traits. *Meat Sci.* 70:1-5.
- Hackett, A. J., H. A. Robertson, and M. S. Woynetz. 1981. Effects of Prstaglandin F2 (alpha) and pregnant mare's serum gonadotropin (PMSG) on the reproductive performance of fluorogestone acetate-PMSG-Treated ewes. *J. Anim. Sci.* 53:154-159.
- Hafez, E.S.E. 2004. Reproducción e inseminación artificial en animales de granja. Ed. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., México, D.F.

- Heredia, A., T. M. Menéndez, y M. A. Velázquez. 1991. Factores que influyen en la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. Memorias de la II Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Cd. Victoria, Tamps., México. Pp. 115.
- Horton G., M. J., and C. C. Burgher. 1992. Physiological and carcass characteristics of hair and wool breeds of sheep. *Small Rumin. Res.* 7:51-60.
- INEGI. 2007. Censo Agropecuario 2007, VIII Censo agrícola, ganadero y forestal. Instituto Nacional de Geografía y Estadística (Cuadro 64). Accesado en Junio 5, 2009. En: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?c=10210&s=est>
- Kawas, J. R., R. García-Castillo, F. Garza-Cazares, H. Fimbres-Durazo, E. Olivares-Sáenz, G. Hernández-Vidal, and C. D. Lu. 2007. Effects of sodium bicarbonate and yeast on productive performance and carcass characteristics of light-weight lambs fed finishing diets. *Small Rumin. Res.* 67:157-163.
- Kelly, C. F., and T. E. Bond. 1971. Bioclimatic factors and their measurement: A guide to environmental research on animals. National Academy of Sciences, Washington, DC.
- Kim, S. C., A. T. Adesogan, and J. D. Arthington. 2007. Optimizing nitrogen utilization in growing steers fed forage diets supplemented with dried citrus pulp. *J. Anim. Sci.* 85:2548-2555.
- López P., M. G., M. S. Rubio L., and S. E. Valdés M. 2000. Efectos del cruzamiento, sexo y dieta en la composición química de la carne de ovinos Pelibuey con Rambouillet y Suffolk. *Vet. Méx.* 31:11-19.
- Lopez-Villalobos, N., D. J. Garrick, C. W. Holches, H. T. Blair, and R. J. Spelman. 2000. Profitabilities of some mating systems for dairy herd in New Zeland. *J. Dairy Sci.* 83:144-153.
- Macedo, C. A. B., I. Y. Mizubuti, E. S. Pereira, E. L. A. Ribeiro, B. M. O. Ramos, R. M. Mori, A. P. Pinto, F. B. Moreira, and M. N. Bonin. 2007. Apparent digestibility and nitrogen use of diets with different levels of fresh orange pulp. *Arch. Zootec.* 56:907-917.
- Macedo B., R., V. Arredondo R., R. Rodríguez R., J. A. Rosales S., y A. Larios G. 2009. Efecto de la adición de un cultivo de levaduras y de la ración sobre

- la degradación in vitro y productividad de corderos Pelibuey. *Téc. Pec. Méx.* 47:41-53.
- Macedo, R. y A. Alvarado. 2005. Efecto de la época de monta sobre la productividad de ovejas Pelibuey bajo dos sistemas de alimentación en Colima, México. *Arch. Zootec.* 54:51-62.
- Macedo, R., y L. A. Aguilar. 2005. Productive performance of confined Pelibuey lambs fed a mixed diet based on agro-industrial by-products and crop residues. *Livest. Res. Rural Dev.* 17(6). Accesado en Mayo 25, 2009. En: <http://www.lrrd.org/lrrd17/6/mace17065.htm>
- Macedo, R., and V. Arredondo. 2008. Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos Pelibuey en manejo intensivo. *Arch. Zootec.* 57:219-228.
- Macedo, R., V. Arredondo, E. Cásarez, A. E. Esperón, and J. D. Hummel. 2007. Offspring sex proportion and lamb competition during gestation and lactation in prolific Pelibuey lambs under intensive management. *Livest. Res. Rural Dev.* 19(12). Accesado Junio 19, 2009. En:<http://www.lrrd.org/lrrd19/12/mace19188.htm>
- Macías C. U. 2007. Factores que afectan la manifestación del estro en ovejas de pelo tratadas con FGA y PMSG. Tesis de Maestría en Producción Animal Tropical. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamps. 80 Pp.
- Macías C., U., F.D. Álvarez V., J. Rodríguez G., A. Correa C., S. C. Medina T., L. Molina R., A. González R., F. Lucero M., y L. Avendaño R. 2007. Comportamiento productivo en corral de cruza de corderos Pelibuey bajo condiciones desérticas. En: XVII Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C. Pp. 419-422.
- Macías C., U., J. A. Quintero E., A. Bautista A., J. F. Vázquez A., F. A. Lucero M., E. G. Cienfuegos R., and A. González R. 2005. Efecto de la PMSG sobre el comportamiento reproductivo en ovejas de Pelo tratadas con acetato de fluorogestona. *Arch. Latinoame. Prod. Anim.* 13:125-137.
- Macías, C.U., J.A Quintero E., F. D. Álvarez V., A. Correa C., N. Torrentera, L. Molina R., A. González R., y L. Avendaño R. 2008. Características de la canal en corderos Pelibuey y su cruce con Dorper y Katahdin en el Valle

- de Mexicali. En: XXXVI Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal A.C. Monterrey, N.L. Pp. 108-114.
- Mahgoub, O., I. T. Kadim, M. H. Tageldin, W. S. Al-Marzooqi, S. Q. Khalaf, and A. Ambu Ali. 2008. Clinical profile of sheep fed non-conventional feeds containing phenols and condensed tannins. *Small Rumin. Res.* 78:115-122.
- Marai, I. F. M., A. A. El-Darawany, A. Fadiel, and M. A. M. Abdel-Hafez. 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep. A review. *Small Rumin. Res.* 71:1-12.
- Martínez M., J., B. Chongo G., H. Jordán V., N. Hernández S., D. Fontes M., Y. Lezcano M., and N. Cubillas L. 2008. Nutritional characterization of fresh and pile-stored humid orange peel (*Citrus sinensis* cv. Valencia). *Téc. Pec. Méx.* 46:183-193.
- Martínez R., R.D., L. A. Zarco Q., I. Rubio G., C. Cruz L., y J. Valencia M. 2001. Efecto de los implantes subcutáneos de melatonina y la suplementación alimentaria, sobre la inducción de la actividad ovárica en ovejas Pelibuey durante la época de anestro. *Vet. Méx.* 32:237-247.
- Martínez T., J. J., F. Izaguirre F., L. Sánchez O., C. G. García C., G. Martínez P., y G. Torres H. 2007. Comportamiento reproductivo de ovejas barbados barriga negra sincronizadas con MPA y diferentes tiempos de aplicación de eCG durante la época de baja fertilidad. *Rev. Cient.* 17:47-52.
- Migwi, P. K., J. R. Gallagher, and R. J. Van Barneveld. 2000. Effect of molasses on the fermentation quality of wheat straw and poultry litter ensiled with citrus pulp. *Aust. J. Exp. Agric.* 40:825-829.
- Morales-Terán, G., A. Pro-Martínez, B. Figueroa-Sandoval, C. Sánchez-del-Real, y J. Gallegos-Sánchez. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas Pelibuey. *Agrociencia* 38:165-171.
- Morand-Fehr, P., and J. Boyazoglu. 1999. Present state and future outlook of the small ruminant sector. *Small Rumin. Res.* 34:175-188.
- Navamuel, J. M., S. A. Fioranelli, A. Capellari, M. A. Revidatti, N. B. Coppo, and J. A. Coppo. 2002. Weight gain of wintering cows supplemented with citrus pulp. *Livest. Res.* 14:28-32.

- Noël, B., J. L. Bister, B. Pierquin, and R. Paquay. 1994. Effects of FGA and PMSG on follicular growth and LH secretion in Suffolk ewes. *Theriogenology* 41:719-727.
- Notter, D. R., A. L. Swiger, R. W. Harvey. 1975. Adjustment factors for 90-day lamb weight. *J. Anim. Sci.* 40:383-391.
- Notter, D. R. 2000. Potential for hair sheep in the United States. *Memory of Proc. Amer. Soc. Anim. Sci.* Accesado en Marzo 8, 2009. En: <https://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0907.pdf>.
- Notter, D. R., S. P. Greiner, and M. L. Wahlberg. 2004. Growth and carcass characteristics of lambs sired by Dorper and Dorset rams. *J. Anim. Sci.* 82:1323-1328.
- Nowak, R. and P. Poindron. 2006. From birth to colostrum: Early steps leading to lamb survival. *Reprod. Nutr. Dev.* 46:431-446.
- NRC. 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids.* National Academy of Science, Washington DC.
- Oni, A. O., C. F. I. Onwuka, O. O. Oduguwa, O. S. Onifade, and O. M. Arigbede. 2008. Utilization of citrus based diets and *Enterolobium cyclocarpum* (JACQ. GRISEB) foliage by West African dwarf goats. *Livest. Sci.* 117:184-191.
- Partida de la Peña, J. A., D. Braña V., y L. Martínez R. 2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruizas con Suffolk o Dorset. *Téc. Pec. Méx.* 47:313-322.
- Peraza-Mercado, G., E. Jaramillo-López, S. Chávez del Hierro, and A. D. Alarcón-Rojo. 2006. Diet effect upon chemical composition of Pelibuey and Polipay x Rambouillet meat. *American-Eurasian J. Scient. Res.* 1:8-11.
- Pereira, J. C., and J. González. 2004. Rumen degradability of dehydrated beet pulp and dehydrated citrus pulp. *Anim. Res.* 53:99-110.
- Pereira, M. S., E. L. Ribeiro, I. Y. Mizubuti, M. A. da Rocha, J. T. Kuraoka, and E. Y. O. Nakaghi. 2008. Nutrient intake and performance of lambs in feedlot fed diets with different levels of pressed citrus pulp in substitution of corn silage. *Rev. Bras. Zootec.* 37:134-139
- Pineda, J., J. M. Palma, G. F. W. Haenlein, and M. A. Galina. 1998. Fattening of Pelibuey hair sheep and crossbreds (Rambouillet-Dorset X Pelibuey) in the Mexican tropics. *Small Rumin. Res.* 27:263-266.

- Porras A., A., L.A. Zarco Q., y J. Valencia M. 2003. Estacionalidad reproductiva en ovejas. *Ciencia Vet.* 9:1-34.
- Quispe, T., L. Zarco, J. Valencia, and A. Ortíz. 1994. Estrus synchronization with melengestrol acetate in cyclic ewes: Insemination with fresh or frozen semen during the first or second estrus post treatment. *Theriogenology* 41:1385-1392.
- Rahman, A. N. M. A., R. B. Abdullah, and W. E. Wan-Khadijah. 2008 Estrus synchronization and superovulation in goats: A review. *J. Biol. Sci.* 8:1129-1137.
- Rajab, M. H., T. C. Cartwright, P. F. Dahm, and E. A. Figueiredo. 1992. Performance of three tropical hair sheep breeds. *J. Anim. Sci.* 70:3351-3359.
- Rastogi, R. K. 2001. Production performance of Barbados blackbelly sheep in Tobago, West Indies. *Small Rumin. Res.* 41:171-175.
- Rinehart, L., 2008. Ruminant nutrition for graziers. National Sustainable Agriculture Information Service of U.S. Accesado en Mayo 12, 2009. En: www.attra.ncat.org/attra-pub/PDF/ruminant.pdf
- Rojas, O. y R. Bores. 1992. Comparación de tasa ovulatoria y medidas ováricas en borregas de las raza Pelibuey y Blackbelly. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Chihuahua, Méx. Pp 228.
- Rosado, J., E. Silva, and M. A. Galina. 1998. Reproductive management of hair sheep with progesterone and gonadotropins in the tropics. *Small Rumin. Res.* 27:237-242.
- Rubio, M. S., N. Torres, J. Gutiérrez, and R. D. Méndez. 2004. Composition and sensory evaluation of lamb carcasses used for the traditional Mexican lamb dish, "barbacoa". *Meat Sci.* 67:359-364.
- Ruíz N., A., J. J. Uribe G., J. R. Orozco H., and V. O. Fuentes H. 2009. The effect of different protein concentrations in the diet of fattening Dorper and Pelibuey lambs. *J. Anim. Vet. Adv.* 8:1049-1051.
- Salinas, J., R. G. Ramírez, M. M. Domínguez, N. Reyes-Bernal, N. Trinidad-Lárraga, M., and F. Montaña. 2006. Effect of calcium soaps of tallow on growth performance and carcass characteristics of Pelibuey lambs. *Small Rumin. Res.* 66:135-139.

- SAS, 2004. SAS/STAT, users guide software released 9.12. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Scerra, V., A. Caridi, F. Foti, M. C. Sinatra, and P. Caparra. 2000. Changes in chemical composition during the colonisation of citrus pulp by a dairy *Penicillium roqueforti* strain. *Bioresource Technol.* 72:197-198.
- Scerra, V., P. Caparra, F. Foti, M. Lanza, and A. Priolo. 2001. Citrus pulp and wheat straw silage as an ingredient in lamb diets: Effects on growth and carcass and meat quality. *Small Rumin. Res.* 40:51-56.
- Scerra, V., A. Caridi, F. Foti, and M. C. Sinatra. 1999. Influence of dairy *Penicillium* spp. on nutrient content of citrus fruit peel. *Anim. Feed Sci. Technol.* 78: 169-176.
- Schoeman, S.J., Burger, R., 1992. Performance of Dorper sheep under an accelerated lambing system. *Small Rumin. Res.* 9:265-281.
- Segura, J. C., L. Sarmiento, and O. Rojas. 1996. Productivity of Pelibuey and Blackbelly ewes in México under extensive management. *Small Rumin. Res.* 21:57-62.
- SIAP. 2005, 2007, 2009. Resumen nacional 2005 y 2007: producción, precios, valor, animales sacrificados y peso. SAGARPA. Accesado Mayo 5, 2009. En: <http://www.siap.gob.mx/>
- Silva, A. G., R. C. Wanderley, and S. N. Esteves. 1995. Ruminal degradation of lemon peels and the effect of added calcium hydroxide (CaOH₂). *J. Dairy Sci.* 73:288-295.
- Silva, A. G., R. C. Wanderley, A. F. Pedroso, and G. Ashbell. 1997. Ruminal digestion kinetics of citrus peel. *Anim. Feed Sci. Technol.* 68:247-257.
- Snowder, G.D., and N. M. Fogarty. 2009. Composite trait selection to improve reproduction and ewe productivity: A review. *Anim. Prod. Sci.* 49:9-16.
- Srikandakumar A, E. H. Johson and O. Mahgoub. 2003. Effect of heat stress on respiratory rate, rectal temperature and blood chemistry in Omani and Australian Merino sheep. *Small Rumin. Res.* 49:193-198.
- Urrutia, M. J., T. E. Morales, y M. A. Ochoa. 1991. Eficiencia reproductiva de borregas Rambouillet de distintas edades. II Reunión de Investigación Pecuaria. Cd. Victoria, Tamps., México. Pp. 108.

- Valencia, J., A. Porras, O. Mejía, J. M. Berruecos, J. Trujillo, y L. Zarco. 2006. Actividad reproductiva de las ovejas Pelibuey durante la época de anestro: Influencia de la presencia del macho. *Rev. Cient.* 16:136-141.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Vargas, F., I. Vergara, M. A. Pérez, y J. de Lucas. 2008. Características de la canal en ovinos de pelo mediante uso de ultrasonografía y evaluación postmortem. XXX Jornada Científica, Buenos Aires, Argentina. Pp. 5-9.
- Vasta, V., A. Nudda, A. Cannas, A., M. Lanza, and A. Priolo. 2008. Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 147:223-246.
- Webb, R., P. C. Garnsworthy, J. G. Gong, and D. G. Armstrong. 2004. Control of follicular growth: Local interactions and nutritional influences. *J. Anim. Sci.* 82:63-74.
- Wildeus, S. 1997. Hair sheep genetic resources and their contribution to diversified small ruminant production in the United States. *J. Anim. Sci.* 75:630-640.
- Wildeus, S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *J. Anim. Sci.* 77:1-14.
- Woodford, J. A., N. A. Jorgensen, and G. P. Barrington. 1986. Impact of dietary fiber and physical form on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 69:1035-1047.