

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS CÓRDOBA

POSTGRADO EN INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA SUSTENTABLE

**DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL POLIMORFISMO DEL GEN LEPTINA
EN EL DESARROLLO CORPORAL-CALIDAD DE LA CANAL DE CORDEROS
PELIBUEY**

JORGE NORIEGA LOYO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

AMATLÁN DE LOS REYES, VERACRUZ. MÉXICO

2017

La presente tesis, titulada “DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL POLIMORFISMO DEL GEN LEPTINA EN EL DESARROLLO CORPORAL-CALIDAD DE LA CANAL DE CORDEROS PELIBUEY” realizado por el alumno JORGE NORIEGA LOYO, bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

INNOVACION AGROALIMENTARIA SUSTENTABLE

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO	 _____ DR. JUAN SALAZAR ORTIZ
ASESORA	 _____ DRA. OBDULIA LOURDES SEGURA LEÓN
ASESOR	 _____ DR. ALBERTO BALDERAS MARTÍNEZ
ASESORA	 _____ DRA. ALEIDA SELENÉ HERNÁNDEZ CÁZARES
ASESORA	 _____ DRA. SILVIA LOPÉZ ORTIZ

Amatlán de los Reyes, Veracruz, México, enero de 2017

DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL POLIMORFISMO DEL GEN LEPTINA EN EL DESARROLLO CORPORAL-CALIDAD DE LA CANAL DE CORDEROS PELIBUEY

JORGE NORIEGA LOYO, MC.

Colegio de Postgraduados, 2017

RESUMEN

El gen Leptina (*LEP*) se ha asociado significativamente con la eficacia de la alimentación, existen variantes de cambio de un solo nucleótido, por sus siglas en inglés Single Nucleotide Polimorphysm (SNP) que en este gen se relacionan con ganancia de peso, deposición de grasa e influencia sobre conformación de canal en ovinos. También se ha demostrado que los SNP's en el gen *LEP* también están asociados con el peso de destete, peso corporal, peso a la matanza, porcentaje de grasa en la cola, cantidad de músculo y grasa subcutánea en ovejas, sin embargo, las variaciones genéticas en *LEP* pueden ejercer efectos pequeños, sobre los rasgos de las características de la canal. Se tomaron muestras sanguíneas de la vena yugular de 30 corderos divididos en sexo, tipo de parto e interacción sexo y tipo de parto, fueron conservadas en papel FTA® (Whatman Mini Card). El exón dos del gen fue amplificado mediante la técnica de Polimerase Chain Reaction (PCR) y secuenciado para la búsqueda de SNPs. Se encontraron cuatro nuevos polimorfismos en el exón dos (C 18 T, G 107 T, A 156 C y C 15 T) de la raza Pelibuey asociados anteriormente con la composición de la canal. Se obtuvieron las curvas de peso vivo desde el nacimiento hasta el peso final. Se obtuvo una conformación de canal como BUENA en el 90% de los corderos y una clasificación de canal con un 50 % MEX 1 ,40% fuera de clasificación y 10% MEX 2, se encontró una ligera relación entre las mutaciones encontradas y las canales de las hembras de parto triple.

Palabras Clave: Leptina, PCR, SNP's, Conformación y Calidad de Canal.

DETERMINATION OF THE EFFECT OF THE LEPINE GENE POLYMORPHISM IN THE CORPORAL DEVELOPMENT-QUALITY OF THE PELIBUEY LAMBS CHANNEL

JORGE NORIEGA LOYO, MC.

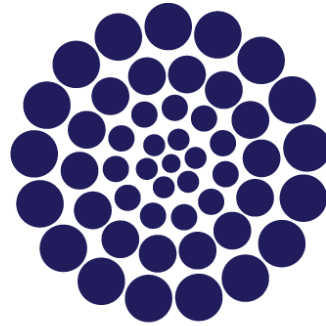
Colegio de Postgraduados, 2017

SUMMARY

The Leptin gene (LEP) has been significantly associated with the efficacy of feeding, there are single nucleotide change variants (SNPs) that in this gene are related to weight gain, fat and influence on carcass conformation in sheep. It has also been shown that SNPs in the LEP gene are also associated with weaning weight, body weight, slaughter weight, percentage of fat in the tail, amount of muscle and subcutaneous fat in sheep; Genetic variations in LEP may exert small effects on the traits of the characteristics of the canal. Blood samples from the jugular vein of 30 lambs divided into sex, type of delivery and interaction between sex and type of delivery were collected on FTA® paper (Whatman Mini Card). The exon two gene was amplified by the Polymerase Chain Reaction (PCR) technique and sequenced for the SNPs search. Four new polymorphisms were found in exon two (C 18 T, G 107 T, A 156 C and C 15 T) of the Pelibuey breed previously associated with the carcass composition. Curves of live weight were obtained from birth to final weight. A carcass conformation was obtained as GOOD in 90% of the lambs and a Channel Classification with 50% MEX 1, 40% Out of Classification and 10% MEX 2, a slight relationship was found between the mutations found and the carcass Of females with triple birth.

Key Words: Leptin, PCR, SNP's, Conformation and Carcass Quality.

Esta investigación fue realizada gracias al apoyo de las siguientes instituciones:



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)



Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba

DEDICATORÍA

Dedico esta tesis particularmente a mi familia, por todo el apoyo y cariño sincero que día a día me brindan. En especial a mis padres Juana y Jorge.

Para mis hermanos: Roberto y Aidé, por ser quienes desde un inicio creen en mí.

Para mis sobrinos: Isaí, Lucero, Naomi y Mayara, porque no todo tiene que ser tan aburrido, siempre hay algo de color y diversión para las cosas en la vida

Para la Familia Noriega, Loyo & Martínez: Gracias por ese apoyo en los momentos buenos y malos, ¡los quiero y estimo!

Para mis amigos y colegas: Juan Salazar, Alberto Balderas, Amalio Alonso, Linda Elvira, Rosa Pérez, Hipólito Hernández, Jorge Escamilla, Maribel Aquino, Isaías Gonzales, Marcial Sorcía, Enhé Millán, Gerardo Enríquez, Miriam Rosas y Esmeralda Cancino, porque siempre me dieron esas palabras de aliento para seguir adelante.

In memoriam

Abuelita Luz, Sarahi & Rupertino Loyo por ese gran afecto familiar con el cual siempre los llevé en mi mente y corazón.

AGRADECIMIENTOS

A toda la sociedad mexicana, que a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), contribuyeron económicamente para mi formación como Maestro en Ciencias en el Colegio de Postgraduados. A estas instituciones y a su personal, brindo un reconocido agradecimiento.

Al Colegio de Postgraduados Campus Córdoba y Campus Montecillo, por haberme dado la oportunidad de realizar los estudios de maestría y por el financiamiento para llevar a cabo esta investigación

Al Dr. Juan Salazar Ortiz, a la dirección de la tesis, pero sobre todo por su apoyo y amistad

A los Doctores: Alberto Balderas Martínez, Obdulia Lourdes Segura León, Aleida Selene Hernández Cazares, Silvia López Ortiz, miembros de mi Consejo Particular, que intervino adecuadamente en mi formación, imprimiendo una visión multidisciplinaria para realizar estudios en el área biológico-agropecuaria.

Al Dr. Benjamín Alfredo Piña Cárdenas por su valiosa asesoría durante el procesamiento de corderos

Al Dr. Josafhat Salinas Ruiz, por su valiosa ayuda en el análisis estadístico.

Al MVZ. Julio Miguel Ayala Rodríguez, MVZ. Jorge Alberto Escamilla Juárez, MVZ Amalio Alonso Bustamante, MVZ José Luis Cortes Ortega, Sr. Juan Reyes Rodríguez y al Sr. José Manuel Bringas Láinez por su valiosa colaboración.

Al equipo de laboratorio Colpos: Azucena, Julio Miguel, Paulina, Emma, Luis, Francisco Javier, Diana, Dayana, Norma, Daniela, Miriam, Gerardo, les agradezco infinitamente su apoyo y amistad.

Al equipo de Laboratorio Cordobés: Amalio, Jorge, Linda, Rosa, Maribel, Hipólito, Marcial, Jessy, Cheo, Sandra, Isauro. Les estoy infinitamente agradecido. ¡Gracias!

A la administración y personal académico del Campus Córdoba 2014-2016, por facilitarme lo requerido para esta investigación.

Aquí debería ir una lista inmensa de amigos del Postgrado en Innovación Agroalimentaria Sustentable & Paisaje y Turismo Rural del Campus Córdoba y amigos del Campus Montecillo. Pero todos saben que por razones de formato, no se permite esa lista. Sin embargo, estoy seguro que al leer este párrafo *“podrán visualizar su nombre”*. Mil gracias a todos por brindarme su amistad y haberme hecho más amena mi estancia.

CONTENIDO

SUMMARY	iv
DEDICATORÍA.....	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 La producción de ovinos en México	3
2.2 Sistemas de producción	3
2.2.1 Sistemas de producción Intensiva	4
2.2.2 Sistemas de producción semi-intensiva.....	5
2.2.3 Sistemas de producción extensiva	5
2.3 Situación de la producción de ovinos en Veracruz	6
2.4 Características de la raza pelibuey.....	7
2.5 Medidas morfométricas	7
2.6 Calidad de la canal de ovino.....	10
2.6.1 Definición de la canal ovina	10
2.6.2 Preparación de la canal.....	10
2.6.3 Clasificación y conformación de la canal de ovino	10
2.7 Gen Leptina (<i>LEP</i>).....	16
2.7.1 Origen del gen <i>LEP</i>	16
2.7.2 Leptina.....	16
2.7.3 Descripción molecular de leptina	16
2.7.4 Regulación de la leptina	17
2.7.5 Funciones de la leptina.....	17
2.7.6 Efectos de la leptina en alimentación animal.....	18
2.7.7 Descripción del gen	18
2.7.8 SNP's en el gen <i>LEP</i>	19
2.7.9. Exón 2 del gen <i>LEP</i>	19
3. OBJETIVOS	20
3.1 Objetivo General.....	20
3.2 Objetivos Particulares.....	20

4. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS.....	21
4.1 Justificación	21
4.2 Hipótesis.....	21
5. METODOLOGÍA	22
5.1. Ubicación del área de estudio	22
5.2 Animales experimentales.....	22
5.3 Alimentación	23
5.4 Evolución de peso vivo en corderos Pelibuey de parto único, doble y triple	23
5.4.1 Variables determinadas	23
5.4.2 Medidas morfométricas (MF).....	23
5.5 Características de la canal de corderos Pelibuey de parto único doble y triple	24
5.5.1 Variables medidas	24
5.5.2 Peso vivo en rastro (PVR)	24
5.5.3 Peso canal caliente (PCC).....	24
5.5.4 Peso canal Fria (PCF)	25
5.5.5 Rendimiento de canal fría (RCF)	25
5.5.6 Conformación de la canal (CONF)	25
5.5.7 Calidad de Canal (CLCL).....	25
5.5.8 Deposición de grasa pericárdica (PER), renal (REN), pélvica (PEL).....	26
5.5.9 Espesor de la grasa dorsal (EGD).....	26
5.6 Identificación de polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) en el exón 2 del gen <i>LEP</i> en corderos Pelibuey machos y hembras de parto único, doble y triple	26
5.6.1 Toma de muestra	26
5.6.2 Extracción de DNA	27
5.6.3 Preparación de muestra para PCR (Polimerase Chain Reaction)	27
5.6.4 Preparación de gel	28
5.6.5 Electroforesis.....	28
5.6.6 Lectura del Amplicón	28
5.6.7 Secuenciación	28
5.6.8 Pretratamiento de las secuencias.....	29
5.6.9 Análisis de secuencias y búsqueda de polimorfismos	29
5.6.10 Variables medidas	29
5.7 Relación entre SNP's y las características de la canal de corderos Pelibuey	29

5.7.1 Variables medidas	29
5.8 Análisis estadístico	30
5.8.1 Modelo estadístico.....	30
6. RESULTADOS.....	31
6.1 Evolución del peso vivo al destete de corderos Pelibuey de parto único, doble y triple.....	31
6.2 Características de la canal en corderos Pelibuey parto único, doble y triple	40
6.3 Identificación de polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) en el exón 2 del gen <i>LEP</i> en corderos Pelibuey machos y hembras de parto único, doble y triple	43
6.3.1 PCR	43
6.3.2 Secuenciación	44
6.3.3 Análisis de las secuencias para búsqueda de polimorfismos en el gen <i>LEP</i>	44
6.4 Identificación de posible correlación entre los SNP´s y las características de canal de corderos Pelibuey.....	47
7. DISCUSIÓN.....	49
7.1 Curvas de crecimiento y medidas morfométricas de corderos Pelibuey de parto único, doble y triple.....	49
7.2 Características de la canal (PCF, RCF, CONF, CLCL) de corderos Pelibuey de parto único, doble y triple.....	50
7.3 Polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) en el exón 2 del gen <i>LEP</i> en corderos Pelibuey machos y hembras de parto único, doble y triple.....	51
7.4 Relación entre los SNP´s y las características de la canal de corderos Pelibuey ...	52
8. CONCLUSIONES.....	53
9. LITERATURA CITADA	54
10. ANEXOS	60
10.1 Alineamiento de secuencias del exón II (272 pb) del gen <i>LEP</i>	60
10.2 Electroferograma	64
10.3 Canales de corderos Pelibuey evaluadas.....	65

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de producción de ovinos en el estado de Veracruz	6
Cuadro 2. Descripción para realizar medidas morfométricas en ovinos	9
Cuadro 3. Especificaciones para la clasificación de canales en ovinos en la norma oficial mexicana NMX FF 106 SCFI 2006.....	11
Cuadro 4. Clasificación de las canales de ovino con base a la relación grasa/conformación, norma oficial mexicana NMX FF 106 SCFI 2006	12
Cuadro 5. Mutaciones en el gen LEP reportadas en ovejas	19
Cuadro 6. Análisis proximal del contenido nutricional de alimento concentrado y caña de azúcar (variedad MEX69290), en porcentaje.	23
Cuadro 7. Pesos de 63 corderos Pelibuey (machos y hembras) de parto único, doble y triple y días de engorda (Media \pm EE)	32
Cuadro 8. Medidas morfométricas de corderos Pelibuey (machos y hembras) de parto único, doble y triple (media \pm EE).....	38
Cuadro 9. Correlación entre medidas morfométricas en corderos Pelibuey	39
Cuadro 10. Pesos de 30 corderos Pelibuey (machos y hembras) de parto único, doble y triple (Media \pm EE)	41
Cuadro 11. Clasificación de canales de corderos Pelibuey de parto único, doble y triple	42
Cuadro 12. Polimorfismos encontrados en Exón 2 del gen LEP en corderos Pelibuey	47
Cuadro 13. Variación genética molecular de corderos Pelibuey machos y hembras de parto único, doble y triple.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Conformación de canales en ovinos norma oficial mexicana NMX FF 106 SCFI 2006 (SAGARPA., 2006).....	15
Figura 2 Descripción del gen Leptina (LEP) en la oveja (<i>Ovis aries</i>). Modificado de Jonas et al. (2016).....	18
Figura 3. Macho Pelibuey de parto único	22
Figura 4 Gel de agarosa al 1% con de fragmentos amplificados del exón dos del gen LEP de corderos Pelibuey de parto único, doble y triple. El fragmento amplificado es de aproximadamente 490 pb [bandas del 129 (carril 1) al 136 (carril 8)] control negativo (carril 9) y control positivo (carril 10).....	43
Figura 5 Edición de secuencias (490 pb) que incluye el exón 2 den gen LEP.....	44
Figura 6 Alineamiento de secuencias e identificación de polimorfismos del exón 2 den gen LEP. Las secuencias fueron alineadas con referencia a la secuencia reportada en el NCBI ID: 443534 para el gen de Leptina para la raza Texel (<i>Ovis aries</i>).	45
Figura 7 Adenograma de las secuencias del exón 2 del gen LEP en las que se muestra variante (C-T)	46
Figura 8 Análisis de haplotipos con DNAsp.....	48
Figura 9. Electroferograma del gen LEP (exón 2) en corderos Pelibuey	64
Figura 10. Cordero número 129 macho de parto único ; México 2 (MEX 2).....	65
Figura 11. Cordero número 136 macho de parto único; México 1 (MEX 1).....	66
Figura 12. Cordero número 138 macho de parto único; México 2 (MEX 2).....	67
Figura 13. Cordero número 139 macho de parto único; México 1 (MEX 1).....	68
Figura 14. Cordero número 190 macho de parto único; México 1 (MEX 1).....	69
Figura 15. Cordero número 145 macho de parto doble; Fuera de Clasificación (F/C)..	70
Figura 16. Cordero número 175 macho de parto doble; Fuera de Clasificación (F/C).	71
Figura 17. Cordero número 201 macho de parto doble; Fuera de Clasificación (F/C).	72
Figura 18. Cordero número 207 macho de parto doble; México 1 (MEX 1).....	73
Figura 19. Cordero número 212 macho de parto doble; Fuera de Clasificación (F/C)..	74
Figura 20. Cordero número 179 macho de parto triple; México 2 (MEX 2).....	75
Figura 21. Cordero número 184 macho de parto triple; Fuera de Clasificación (F/C)...	76
Figura 22. Cordero número 185 macho de parto triple; Fuera de Clasificación (F/C)...	77

Figura 23. Cordero número 187 macho de parto triple; Fuera de Clasificación (F/C)...	78
Figura 24. Cordero número 208 macho de parto triple; México 1 (MEX 1).....	79
Figura 25. Cordero número 130 hembra de parto único; Fuera de Clasificación (F/C)	80
Figura 26. Cordero número 137 hembra de parto único; México 1 (MEX 1)	81
Figura 27. Cordero número 188 hembra de parto único; Fuera de Clasificación (F/C)	82
Figura 28. Cordero número 215 hembra de parto único; México 1 (MEX 1)	83
Figura 29. Cordero número 216 hembra de parto único; México 1 (MEX 1)	84
Figura 30. Cordero número 127 hembra de parto doble; Fuera de Clasificación (F/C)	85
Figura 31. Cordero número 128 hembra de parto doble; Fuera de Clasificación (F/C)	86
Figura 32. Cordero número 135 hembra de parto doble; México 1 (MEX 1)	87
Figura 33. Cordero número 174 hembra de parto doble; Fuera de Clasificación (F/C) .	88
Figura 34. Cordero número 194 hembra de parto doble; México 1 (MEX 1)	89
Figura 35. Cordero número 132 hembra de parto triple; México 1 (MEX 1)	90
Figura 36. Cordero número 140 hembra de parto triple; México 1 (MEX 1)	91
Figura 37. Cordero número 142 hembra de parto triple; México 1 (MEX 1)	92
Figura 38. Cordero número 178 hembra de parto triple; México 1 (MEX 1)	93
Figura 39. Cordero número 186 hembra de parto triple; México 1 (MEX 1)	94

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Ganancia de peso del nacimiento al destete de 63 corderos Pelibuey 34

Grafica 2. Ganancia de peso del destete al peso final de 63 corderos Pelibuey 35

1. INTRODUCCIÓN

En México se tienen registradas alrededor de 53,000 unidades de producción ovina, distribuidas de la siguiente manera: 53% en el centro, 24% en el sur-sureste y 23% en el norte (SIAP- PROGAN, 2011). Toda esta producción llega a satisfacer apenas el 54% del consumo nacional y el restante 46% es importado como carne congelada (costilla, falda, cuello y espaldilla) de países como: Australia y Nueva Zelanda (88%), Estados Unidos (9%), Chile (2%) y Canadá (1%) (SIAP, 2011). La crianza de ovinos es productiva y rentable, debido a que es una especie de pequeño tamaño con la habilidad de ganar peso de forma eficiente con dietas ricas en fibra (Ponce., 2006). El tipo de cordero deseable para el mercado de la carne debe ser largo, grueso, musculado con simetría balanceada, que muestre características propias de la raza (Desdémona *et al.*, 2007). Se ha señalado que existe una relación proporcional entre la deposición de grasa y masa muscular sobre las costillas, hombros y lomo respecto a la longitud del animal (Boggs., 1998). Existen hallazgos de la función de la Leptina en la ingesta de los alimentos, gasto de energía y el balance de grasa y músculo en los animales (Houseknecht *et al.*, 1998), esta proteína es generada por el gen de la Leptina (*LEP*) en los adipocitos blancos (Zhang *et al.* 1994). El gen *LEP* se ha asociado significativamente con la eficiencia de la alimentación y con la variación de un solo nucleótido (SNP), por sus siglas en inglés Single Nucleotide Polimorphysm en este gen que se relacionan con la ganancia de peso, la deposición de grasa y su influencia sobre la conformación de la canal en ovinos (Boucher *et al.*, 2006; Jonas *et al.*, 2016). Además, los SNP's en el gen *LEP* también están asociados con el peso de destete, peso corporal, peso a la matanza, porcentaje de grasa en la cola, cantidad de músculo y grasa subcutánea en ovejas. Sin embargo, las variaciones genéticas en *LEP* pueden ejercer efectos pequeños, sobre los rasgos de las características de la canal (Boucher *et al.* 2006; Barzehkar., 2009). Se han realizado estudios de este gen en diferentes razas como: Dorset, Poll Dorset, Suffolk, Shal, Zandi y Zel entre otras, que asocian los SNP's con la calidad de canal (Boucher *et al.* 2006; Barzehkar *et al.*, 2009; Zhou *et al.* 2009; Jonas *et al.* 2016). En México no hay registro de investigaciones genéticas y moleculares relacionadas con la calidad de canal en corderos Pelibuey. Por lo que en

esta investigación se propuso evaluar el efecto de los SNP's en el exón 2 del gen *LEP*, en el desarrollo corporal y características de la canal en corderos Pelibuey.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 La producción de ovinos en México

En México se tiene registrado alrededor de 53,000 unidades de producción ovina con 7,306,600 cabezas de ganado ovino, que están distribuidas aproximadamente de la siguiente manera: 53% en el centro, 24% en el sur-sureste y 23% en el norte del país (SIAP- PROGAN, 2011).

La distribución geográfica del ganado ovino abarca la mayoría de los estados de la república mexicana, los estados con mayores registros son: Estado de México (1,289,321) quien ocupa el primer lugar, seguido de los estados de Hidalgo (1,055,678), Veracruz (630,348), Oaxaca (570,598), San Luis Potosí (450,657) y Puebla (441,249). (SAGARPA, 2016)

Esta producción llega a satisfacer apenas el 54% del consumo nacional y el restante 46% es importado como carne congelada (costilla, falda, cuello y espaldilla) de países como Australia y Nueva Zelanda (88%), Estados Unidos (9%), Chile (2%) y Canadá (1%) (SIAP, 2011).

La ovinocultura en México se desarrolla bajo un esquema de tipo regional, en la zona central se producen carne y pieles con razas de lana como Suffolk, Hampshire, Rambouillet y Dorset y de pelo (Katahdin, Dorper y Pelibuey), la región sur-sureste se orienta principalmente a la producción de carne con razas de pelo (Pelibuey, Black Belly, Katahdin y Dorper) y produce un poco de lana para uso artesanal con animales criollos en Oaxaca y Chiapas, y la zona norte ahora se dedica a la producción de carne, no obstante fue la principal proveedora de lana en épocas pasadas, por lo que aún se mantiene una población de animales de la raza Rambouillet, pero más recientemente se han introducido razas de pelo (Pelibuey, Katahdin y Dorper). (Partida *et al.* 2013)

2.2 Sistemas de producción

Los sistemas de producción en el trópico son compartidos y presentan asociaciones que incluyen árboles (cafetales, maderables y frutales), los ovinos son pastoreados de manera conjunta con otras especies de ganado o cultivos agrícolas. La razón por la que los productores diversifican las opciones de producción es para generar mayores

ingresos y evitar riesgos económicos. En función del nivel tecnológico y los objetivos de producción, los sistemas de producción ovina se clasifican en tres tipos: INTENSIVOS, SEMI-INTENSIVOS Y EXTENSIVOS (Pérez *et al.* 2005)

2.2.1 Sistemas de producción Intensiva

El sistema de producción intensivo se divide de la siguiente manera:

a) Pastoreo tecnificado o racional

Este tipo de pastoreo se lleva a cabo en áreas poco extensas, donde la vegetación está compuesta por especies introducidas en una asociación de gramíneas con leguminosas. La carga animal es alta, por lo que el tiempo de ocupación de las praderas es corto, esto hace necesaria la utilización de cercas, bajo un esquema de rotación de potreros. En los trópicos, para la producción intensiva el pastoreo tecnificado busca aprovechar los recursos de manera racional, los ovinos se crían bajo varias modalidades, pero uno de los mejores es el sistema de pastoreo rotacional de alta densidad (50 o 60 animales/ha) durante un periodo corto de aprovechamiento y se le da al pasto un tiempo amplio de descanso (40 días) para que se recupere, comúnmente se emplean cercos perimetrales fijos y cercos internos eléctricos, que se van moviendo constantemente para aprovechar totalmente el forraje que evitan la selectividad de los animales (por la misma presión de pastoreo) y permitiendo que los rebrotes sean homogéneos en la pradera. (Partida *et al.* 2013)

b) Estabulación

En esta categoría, existen grandes unidades de producción que mantienen los animales en áreas determinadas para cada etapa fisiológica, donde se proporcionan los nutrientes para satisfacer las necesidades específicas de cada sexo, edad, peso y etapa fisiológica, se incluyen la cría y desarrollo de animales para propósitos reproductivos (venta de pie de cría), la producción, finalización y venta de corderos para el abasto. Por lo general, el peso promedio a la matanza es de 35 a 40 kg, y se prefieren animales jóvenes, pero para la elaboración de barbacoa se comercializan tanto hembras como machos de todas las edades, razas y pesos. (Partida *et al.* 2013)

c) Sistemas mixtos

Este sistema de pastoreo consiste en pastorear todo el tiempo las hembras reproductoras y en darles complementación alimenticia de aproximadamente 500 gramos de concentrado durante el periodo de lactancia. El destete se realiza a los dos o tres meses de edad y toda la producción de machos se mantiene en estabulación hasta los seis meses de edad, estos se venden en peso mínimo de 30 a 35 Kg. El pastoreo se realiza en áreas destinadas exclusivamente a la producción de ovinos practicando la rotación de potreros y Las reproductoras se manejan en grupos separados según su estado fisiológico, por lo que es necesario tener suficientes divisiones para pastorear los diferentes grupos de animales (Pérez *et al.* 2005).

2.2.2 Sistemas de producción semi-intensiva

Los sistemas de producción semi-intensiva también se conocen como “diversificados”, con pastoreo en superficies agrícolas. El pastoreo se efectúa cuando la plantación está bien establecida para evitar daños en los árboles jóvenes, ya que cuando hay poca disponibilidad de alimento en el suelo, los ovinos pueden ramonear las hojas de los arbustos y árboles pequeños dañándolos y por la tarde se les ofrece un poco de concentrado (Partida *et al.* 2013)

2.2.3 Sistemas de producción extensiva

Los sistemas de producción extensiva en ovinos se basan en el consumo de la vegetación nativa, anteriormente se consideraban como una actividad secundaria en la producción de bovinos por ejemplo en el sur-sureste los climas cálidos con una intensa precipitación pluvial, permiten una alta disponibilidad de zacates y leguminosas tropicales que se aprovechan mediante pastoreo rotacional o continuo y por lo general, los animales se mantienen juntos en un solo rebaño que incluye hembras y machos de diferentes edades, no se lleva un control reproductivo ni genético, además no se proporcionan complementos alimenticios, los animales únicamente reciben sales minerales como suplemento y muy esporádicamente se les provee de algún tipo de subproducto agrícola. Las pocas instalaciones que se tienen para el resguardo de los animales en este sistema se fabrican con materiales locales de poco valor. (Partida *et al.* 2013)

2.3 Situación de la producción de ovinos en Veracruz

En Veracruz la situación actual de producción de ovinos se encuentra ampliamente difundida en todo el estado (Cuadro 1), sobre todo los ovinos de pelo. Lo anterior se ve favorecido por los recursos naturales existentes y por la diversidad de climas que van desde el tropical y subtropical (en las zonas costeras externas), hasta el frío (en las zonas serranas y de montaña), pasando por los templados (en la zona montañosa central). En el estado la distribución de ovinos se encuentra organizada, por regiones, municipios y el porcentaje de ovinos que tiene cada zona Cuadro1 (SAGARPA, 2010).

Cuadro 1. Distribución de producción de ovinos en el estado de Veracruz

Región	MUNICIPIO	% Estatal
Norte	Huayacocotla	9.2
	Tuxpan	0.6
	Pánuco	11.0
	Martínez de la Torre	6.5
Centro	Coatepec	15.1
	Fortín	12.4
	La Antigua	1.9
	Veracruz	2.1
Sur	Ciudad Alemán	10.4
	San Andrés Tuxtla	2.1
	Jáltipan	11.2
	Las Choapas	17.5

Fuente: SAGARPA, 2010

Los datos anteriores indican que la explotación de ganado ovino representa una importante actividad pecuaria atractiva, con mayor auge y rentabilidad en el Estado, esto está fundamentado principalmente en el giro total de los sistemas tradicionales de producción a sistemas con mayor rentabilidad, además de un enfoque empresarial. Los ovinos de pelo, como son las razas Black-Belly, Kathadin, Pelibuey (Canelo, Blanco y Pinto), Dorper y sus cruas son las que destacan en producción de carne (Pérez *et al.*, 2005)

2.4 Características de la raza pelibuey

Pelibuey, cubano o Tabasco

El Pelibuey es un ovino procedente de África Meridional, traído por los españoles, que en un inicio se estableció en las Islas del Caribe, de ahí lo trasladaron a Cuba y por último pasó por la Península de Yucatán para establecerse en México, esta raza se caracteriza por tener el pelo corto cuyo aspecto importante es su rusticidad y prolificidad. Son animales de mediano tamaño, ya que los machos llegan a alcanzar un peso que oscila de 85 a 100 Kg y las hembras de 50 a 60 Kg. (Rojas., 2002; Rodríguez., 2005)

2.5 Medidas morfométricas

Las variables de medición que se toman en un animal vivo, son criterios muy importantes en el desarrollo de trabajos de investigación y la práctica, dado que existe una alta correlación con la composición de la canal (Silva *et al.*, 2005)

Estas medidas pueden ser lineales o circunferenciales, pueden realizarse con varios instrumentos, tales como cintas métricas flexibles y/o calibradores. Las medidas circunferenciales se realizan con una cinta flexible. Las medidas lineales reflejan el largo de los huesos del animal y generalmente son tomadas con calibradores o vernier zoométricos. Todos estos indicadores se miden secuencialmente sobre ciertos periodos de tiempo, estos son usados como predictores de peso vivo y la composición de la canal (Lawrence y Fowler., 2002)

Las medidas en vivo se clasifican en tres categorías de acuerdo a la estructura anatómica que presentan: a) para estimar la proporción del hueso, masa muscular y grasa; b) para estimar la proporción de masa muscular; y c) para estimar la medida del esqueleto o estructura ósea (Fisher *et al.* 1974). El objetivo de estas mediciones es estimar la estructura del esqueleto asociado a la proporción de músculo y grasa, y ayudan a conocer la estructura de los ovinos y a establecer la composición en cada parte del cuerpo (Cuadro 2). Como por ejemplo, la anchura de los hombros, profundidad del lomo y proporción de la pierna. De esta forma, los datos obtenidos de

los puntos de medida de referencia en un animal vivo, tales como la profundidad sacro coccígea a la articulación de la epífisis de la rótula, ayuda a conocer la estructura de la parte distal del animal. Las estimaciones del tejido graso son menos exactas, dejando ventaja para la estructura del esqueleto y masa muscular (Fisher *et al.* 1974)

Lawrence y Fowler ampliaron el número de medidas corporales que pueden ser tomadas en corderos vivos y que son usados como predictores del peso vivo y de la composición de la canal que son circunferencia de la caña, altura a la cruz, anchura de hombros, circunferencia torácica, anchura de la panza, largo del lomo, profundidad de la rótula, circunferencia de pierna trasera, largo de la pelvis, profundidad de la rótula, longitud de la pierna, anchura de grupa, perfil fronto-nasal, circunferencia de la babilla. Lawrence y Fowler mencionan que la exactitud de cada medida depende de varios factores tales como; a) una correcta identificación y localización de los puntos de los puntos anatómicos lineales; b) la distorsión anatómica y mala posición o postura de animales, también puede cambiar la forma del músculo; y c) el error que se puede dar al tomar la medida con el material no indicado. Las medidas lineales se hacen mejor con calibradores, mientras que las medidas sobre superficies y cóncavas se hacen con cintas flexibles. (Lawrence y Fowler., 2002).

Cuadro 2. Descripción para realizar medidas morfométricas en ovinos

Número	Medida	Descripción	Material a usar
1	Circunferencia de la caña	Circunferencia arriba del metacarpo o hueso de la caña	Cinta Flexible
2	Altura a la Cruz	Altura vertical del punto escapular al suelo	Cinta rígida
3	Anchura de los hombros	Distancia horizontal medida por atrás de los hombros	Calibrador Vernier
4	Circunferencia a nivel del Corazón	Circunferencia a nivel del corazón	Cinta Flexible
5	Circunferencia de la parte posterior	Circunferencia a nivel de la babilla	Cinta Flexible
6	Anchura de las costillas	Distancia entre los puntos de los dos lados del animal a nivel de la 12a. y 13a. costillas, que pasan por el tubérculo coccígeo	Vernier de pinzas
7	Anchura de la panza	Distancia horizontal a nivel de la panza	Calibrador Vernier
8 + 9	Largo del lomo	Largo del lomo que inicia a nivel de la 12a. y 13a. costillas hasta el tubérculo coccígeo	Calibrador Vernier
10	Profundidad de la rótula o la base de la cola	Distancia inclinada del punto anterior de la rótula hasta la primera vértebra coccígea	Cinta Flexible
11	Circunferencia de la pierna trasera	Medida circunferencial a nivel del músculo <i>Gastrocnemius</i> que se origina en el extremo inferior del hueso del muslo (fémur) y su tendón	Cinta Flexible
12	Largo de la faja de la pelvis	Distancia entre el punto ventral del tubérculo coccígeo, la faja y la tuberosidad ventral del tubérculo del isquion.	Calibrador Vernier
13	Profundidad de la rótula	Distancia entre la rótula y la media línea dorsal	Cinta Flexible
14	Longitud de la pierna	Distancia horizontal del punto anterior de la rótula a la línea media de la parte posterior	Cinta Flexible
15	Anchura de la cadera	Distancia entre los puntos tubérculos coccígeos	Calibrador Vernier
16	Longitud del cuarto trasero	Distancia entre la 10a. costilla en línea horizontal hasta el tubérculo del isquion	Cinta Flexible
17	Longitud corporal	Distancia entre las cruces y el tronco de la cola	Cinta Flexible

Fuente: (Lawrence y Fowler., 2002)

2.6 Calidad de la canal de ovino

La canal de los ovinos se refiere a los atributos o características deseables de la carne para el consumo humano y cuya evaluación da lugar a los distintos grados de clasificación. (SAGARPA 2006)

2.6.1 Definición de la canal ovina

Se define canal ovina al cuerpo del animal sacrificado, desangrado y sin piel, abierto a lo largo de la línea media desde el xifoideas hasta el pubis; separado de la cabeza a nivel de la articulación atlanto-occipital y de los miembros anteriores a nivel de la articulación carpo metacarpiana y de los miembros posteriores a nivel de la articulación tarso metatarsiana; sin vísceras, excepto los riñones y grasa perirrenal.(SAGARPA 2006)

2.6.2 Preparación de la canal

Las canales son divididas a lo largo de la columna vertebral mediante un corte sagital en dos mitades, conservando cada una de ellas su riñón y grasa (Colomer Rocher *et al.* 1988)

2.6.3 Clasificación y conformación de la canal de ovino

La NOM NMX FF 106 SCFI 2006 tiene como propósito orientar y fortalecer la cadena de producción, transformación, comercialización y consumo de carne de ovino, a través de la definición de las características de calidad que deben reunir las canales para su comercialización. Para la correcta interpretación de esta norma, se establecen las siguientes definiciones:

Cordero liviano: Es el animal macho o hembra con dientes temporales, un peso en pie hasta de 38 Kg y un peso en canal no mayor a 18 Kg.

Cordero pesado: Es el animal macho o hembra con dientes temporales, un peso en pie mayor a 38 Kg y un peso en canal mayor a 18 Kg.

Borrego primal: Es el animal macho o hembra que ha mudado de uno a cuatro dientes incisivos (palas o pinzas y primeros medianos).

Borrego adulto: Es el animal macho o hembra que ha mudado más de cuatro dientes incisivos hasta formar boca completa (ocho incisivos).

Media canal: Es cada una de las partes resultantes del corte longitudinal a lo largo de la línea media dorsal (columna vertebral) de la canal.

Canal caliente: Es la canal inmediatamente después del proceso de matanza y faenado, previa al lavado final de la misma.

Canal fría: Es la canal 24 h después de la matanza y conservada en refrigeración con una temperatura, en el centro de las masas musculares entre 2 - 4°C.

Peso en pie: Es el peso expresado en kilogramos de un ovino al proceso o matanza.

Peso de la canal caliente: Es la cantidad expresada en kilogramos de una canal después del proceso de matanza y faenado, previa al lavado final de la misma.

Peso de la canal fría: Es la cantidad expresada en kilogramos de una canal que permanece en un sistema de conservación físico, que le permite alcanzar una temperatura, en el centro de las masas musculares entre 2°- 4°C, a las 24 h después del proceso de matanza.

Cuadro 3. Especificaciones para la clasificación de canales en ovinos en la norma oficial mexicana NMX FF 106 SCFI 2006.

Parámetros	Cordero			Borrego	
	Lechal	liviano	Pesado	Primal	Adulto
Peso en pie al matanza (Kg)	Hasta 12	Hasta 38	Más de 38	NA	NA
Peso en canal (Kg)	Hasta 6	Hasta 18	Más de 18	NA	NA
		De 1 a 3mm	de 3 a 6 mm	de 5 a 10 mm	de 5 a 10 mm
Grasa de cobertura	Perirrenal Abundante	de 4 a 6 mm	de 7 a 10 mm	de 11 a 15 mm	de 11 a 15 mm
		de 7 a 10 mm	de 11 a 15 mm	más de 15 mm	más de 15 mm
Edad	Hasta 45 días	Hasta dientes temporales	Hasta dientes temporales(15 m)	de 1 a 4 incisivos permanentes	de 5 a 8 incisivos permanentes

(SAGARPA., 2006)

Carne: Es la estructura compuesta por fibra muscular estriada, acompañada o no de tejido conjuntivo elástico, grasa, fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos autorizada para el consumo humano.

Grasa: Es el tejido conectivo adiposo de la canal que puede ser de cobertura, cavitaria e infiltrada.

Grasa cavitaria: Es la grasa que se acumula alrededor de las vísceras y de las paredes de las cavidades internas del cuerpo del animal, (torácica, abdominal y pélvica). La grasa perirrenal es la que recubre a los riñones.

Grasa infiltrada: Es la grasa inter e intramuscular. Esta grasa entreverada da lugar a la apariencia de mármol o marmoleo.

Cuadro 4. Clasificación de las canales de ovino con base a la relación grasa/conformación, norma oficial mexicana NMX FF 106 SCFI 2006

TIPO DE CORDERO/BORREGO	GRASA	CONFORMACIÓN		
		EXCELENTE	BUENA	DEFICIENTE
CORDEROS LIVIANOS	1-3 mm	MEX EXT	MEX 1	MEX 2
	4-6 mm	MEX 1	MEX 1	MEX 2
	7-11 mm	MEX 2	MEX 2	MEX 2
CORDEROS PESADOS	3-6 mm	MEX EXT	MEX 1	MEX 2
	7-10 mm	MEX 1	MEX 1	MEX 2
	11-15 mm	MEX 2	MEX 2	MEX 2
	Más de 15 mm	F/C	F/C	F/C
BORREGO PRIMAL	5-10 mm	MEX 1	MEX 2	F/C
	11-15 mm	MEX 2	MEX 2	F/C
	Más de 15 mm	F/C	F/C	F/C
BORREGO ADULTO	5-15 mm	MEX 2	F/C	F/C
	Más de 15 mm	F/C	F/C	F/C

(SAGARPA 2006)

Adicionalmente durante la disección de cada una de las piezas obtenidas de las medias canales, se definen también los tipos de grasa (Colomer Rocher *et al.* 1988), como se mencionan a continuación:

Grasa subcutánea o espesor de la grasa dorsal (EGD): Es la capa de grasa que recubre la superficie externa de los músculos, la capa grasa recubierta por el músculo cutáneo (*M. cutaneus trunci*) se considera también grasa subcutánea.

Grasa intermuscular: Es la grasa que se encuentra en los diferentes músculos, junto con pequeños vasos sanguíneos y pequeñas cantidades de músculo difíciles de separar.

Grasa perirrenal: Es la grasa que recubre los riñones. La mayor parte de esa grasa, según el despiece usado, se encuentra por lo general cerca del área del costillar

Grasa pélvica: Es la grasa contenida en la cavidad pélvica que incluye que incluye, además, una porción de grasa perirrenal que se encuentra en la pierna. (Colomer-Rocher *et al.* 1988)

Apreciación de la cantidad de grasa perirrenal y pélvica

Según Colomer – Rocher (1988) para evaluar la importancia de los acúmulos grasos que recubren los riñones y la cavidad pélvica, mediante una apreciación visual, se designan tres criterios de clasificación que a continuación se describen:

Calificación 1 Poca. Los riñones solamente están cubiertos de grasa en su extremo caudal. La cavidad pélvica está cubierta por una capa fina de grasa.

Calificación 2 Normal. Los riñones están parcialmente cubiertos de grasa. La grasa depositada en la cavidad pélvica es aparente, pero de mediano espesor

Calificación 3 Mucha. Los riñones están totalmente cubiertos de grasa. La cavidad pélvica presenta acúmulos grasos en forma de racimos gruesos muy aparentes y numerosos.

La cantidad de grasa subcutánea y su distribución uniforme en la superficie de la canal es de gran importancia para los compradores, la falta de grasa subcutánea en las canales caprinas y ovinas dificulta la considerablemente la conservación de las canales por espacios largos de tiempo (Colomer-Rocher *et al.* 1988)

Defectos de la canal: La presencia de alteraciones en el color, consistencia, pérdida de materia, errores en el faenado, traumatismos y patologías sobre las distintas partes de la canal, que repercuten en la calidad de la misma.

Clasificación de las canales: Es la determinación del grado de calidad de la canal, después de haber sido sometida a un proceso de inspección directo e indirecto (con equipo de medición), con base en los indicadores o lineamientos establecidos en la presente norma.

Conformación de la canal: Es la forma y volumen general del cuerpo del animal ya sacrificado en su presentación como “canal caliente” o “canal fría”, tomando como base el contorno de la canal. Esta se determinará visualmente de acuerdo a un patrón fotográfico.

La conformación se clasifica en tres tipos:

Excelente: Canales con músculos gruesos y amplios en comparación con la longitud de la misma; amplio llenado de las piernas y los cuartos delanteros.

Buena: Canales con músculos moderados en comparación con la longitud de la misma; piernas y cuartos delanteros moderadamente delgados.

Deficiente: Canales con músculos delgados en comparación con la longitud de la misma; piernas y cuartos delanteros delgados y cóncavos.



Excelente	Buena	Deficiente
-----------	-------	------------

Figura 1. Conformación de canales en ovinos norma oficial mexicana NMX FF 106 SCFI 2006 (SAGARPA., 2006)

2.7 Gen Leptina (*LEP*)

2.7.1 Origen del gen *LEP*

En el año de 1950 se describe por primera vez el gen de la obesidad, gracias al descubrimiento de su homólogo mutado en ratones (*ob/ob*). Los efectos de estas mutaciones se entendieron cuando se realizaron experimentos de parabiosis, dicho de una mejor forma cuando se logró una conexión parcial de los sistemas circulatorios de animales mutantes y normales de acuerdo a Coleman (1973), estos ensayos dieron como resultado la normalización del peso corporal de los ratones mutantes. Finalmente, el gen fue obtenido por clonación posicional y secuenciado en 1994 por Zhang *et al* (1994), la palabra leptina es originaria del griego *leptos*, que quiere decir delgado, refiriéndose al efecto protector de la misma contra la obesidad

2.7.2 Leptina

La leptina es una de las adipocinas que es sintetizada y secretada por el tejido adiposo y la cantidad liberada es directamente proporcional a la masa del tejido graso. La leptina es un péptido que circula en la sangre y actúa en el sistema nervioso central, regulando parte de la conducta alimenticia y balance de energía (Almanza-Pérez *et al.* 2008)

2.7.3 Descripción molecular de leptina

El gen *LEP* tiene un tamaño de 4.5 kb, codifica una proteína de 167 aminoácidos con un peso de 16 kDa y una homología del 84% entre ratones y humanos (Zhang *et al.* 1994). Las mutaciones en el gen provocan el desarrollo de obesidad debido a la sensación alterada de hambre/saciedad y aumento en el consumo de alimento; sin embargo, no estaba claro qué tejidos secretaban el producto del gen *OB*, que más tarde llevaría el nombre de leptina (hormona proteica). En 1995 con ayuda de la técnica "Northern Blot", se demostró que la leptina es secretada principalmente por el tejido adiposo y por otros tejidos como placenta y ovarios en menor concentración. En el mismo año se localizó al gen *OB* en el cromosoma 6 de ratón, el cual es homólogo al 7q del humano. Algunos trabajos posteriores dieron evidencia de la relación entre las lesiones hipotalámicas y la resistencia a la leptina, con lo que se pudo concluir que la

leptina tiene su lugar de acción en el sistema nervioso central para controlar el crecimiento del tejido adiposo y que la administración local de leptina a regiones hipotalámicas reduce el consumo de alimento y peso corporal en animales (Vázquez., 2006).

2.7.4 Regulación de la leptina

Regulación transcripcional en la expresión del gen está restringida al tejido adiposo y sus niveles están íntimamente relacionados con el almacenamiento de triglicéridos y con la masa del tejido adiposo. Esta hormona es regulada negativamente vía la activación de receptores activados por proliferadores de peroxisomas tipo gamma (PPAR γ) y positivamente por C/EBP α donde a los 60 y 180 minutos después del consumo de alimento, la mayor concentración de leptina está presente en el intestino, mientras que el hígado, riñón, estómago y pulmón tienen cuatro veces menos y es poco abundante en la piel, músculo, corazón y cerebro (Almanza-Pérez *et al.* 2008)

Receptor de leptina

El receptor de la leptina Ob-R fue aislado por primera vez del plexo coroideo de ratón, denominándolo Ob-R. Se han descrito al menos seis isoformas de las variantes de “splicing” del ARNm del gen que codifica para el receptor de leptina Ob-R;16,17 todas comparten un dominio extracelular idéntico localizado en el extremo aminoterminal, donde se encuentra el sitio de unión con la leptina y difieren en su porción carboxilo-terminal (Almanza-Pérez *et al.* 2008)

2.7.5 Funciones de la leptina

La función de la leptina es regular la ingesta de alimento, provocando saciedad, esta señal es generada en el hipotálamo, interactuando con receptores los cuales regulan la actividad metabólica y peso corporal (O'Donnell *et al.* 2000; Almanza-Pérez *et al.* 2008)

2.7.6 Efectos de la leptina en alimentación animal

La leptina actúa como una señal metabólica con el sistema reproductivo, informándole que ya existen suficientes reservas de grasa y están disponibles para satisfacer las demandas calóricas de reproducción. El gen que regula leptina influye en animales racionados con dietas completas y aquellos que son con solo forraje, donde los resultados en los primeros son favorables y en los segundos no son muy concluyentes con la influencia de este gen (Burke and Apple 2007; Catunda *et al.* 2013; Papaleo Mazzucco *et al.* 2016)

2.7.7 Descripción del gen

El gen está compuesto por tres exones y dos intrones su tamaño es de 13,894 pb (No. de acceso secuencia: NC_019461.2 (NCBI, 2016) (Figura 2).

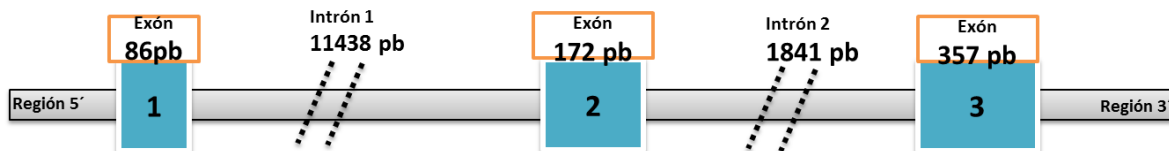


Figura 2 Descripción del gen Leptina (*LEP*) en la oveja (*Ovis aries*). Modificado de Jonas *et al.* (2016)

El gen *LEP* se ha asociado significativamente con la eficacia de la alimentación, se ha demostrado que los SNP's en el gen Leptina también están asociados con el peso de destete, peso corporal, peso a la matanza, porcentaje de grasa en la cola, cantidad de músculo y grasa subcutánea en ovejas, sin embargo las variaciones genéticas en *LEP* pueden ejercer efectos pequeños, sobre los rasgos de las características de la canal (Boucher *et al.*, 2006; Barzehkar., 2009).

2.7.8 SNP's en el gen *LEP*

La secuencia de nucleótidos en el exón 2 del gen leptina en ovinos tiene una longitud de 172 pb estas codifican a 57 aminoácidos, en esta región se han descrito varios sitios polimorficos (Buchanan *et al.* 2002). Un estudio en cuatro razas de bovinos: Angus, Charollais, Hereford y Simmental, describieron una sustitución de citosina (C) a timina (T) en el intrón 2 de gen *LEP*, lo que sugiere alelos C y T y por lo tanto, genotipos CC, TT y TC. (Buchanan *et al.* 2002).

Cuadro 5. Mutaciones en el gen *LEP* reportadas en ovejas

Posición del SNP en gen <i>LEP</i>	Aminoácido sustituido	Raza en el que se ha reportado	referencia
A103G	-		
C154T	-	Dorset y Suffolk	(Boucher <i>et al.</i> 2006)
C617G	-		
C107T	SIN CAMBIO		
G271A	Arg-Gln	Romney, Merino,	
C316A	Pro-Gln	Coopworth, Corriedale,	(Zhou., 2009)
G387T	Val-Leu	Poll Dorset y Suffolk	
A113G	-	Shal, Zandi y Zel	(Barzehkar., 2009)
C11T	SIN CAMBIO		
G314A	Arg-Glu	Awassi-Merino	(Jonas <i>et al.</i> 2016)

2.7.9. Exón 2 del gen *LEP*

En un estudio en el año 2005 se secuenciaron 94 pb en el exón 2 del gen *LEP* en bovinos *Bos taurus* donde se encontraron tres genotipos distintos, genotipo TT y CT en 19 pb; y el genotipo CC en 75 pb. Esta mutación estaba presente tanto en *B. taurus* (Limousin, Charolais, Charolais x Friesian, Simmental x Friesian, Limousin x Friesian, Charolais x Hereford / Friesian, Jersey, razas Simmental) y las cruzas con *Bos indicus* (Choudhary *et al.*, 2005).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Evaluar las características fenotípicas (desarrollo corporal – calidad de canal) y genotípicas (SNP's), mediante amplificación-secuenciación del exón 2 del gen *LEP* para identificar si existe una relación entre ganancia de peso, rendimiento, conformación y calidad de canal en corderos Pelibuey de parto único, doble y triple.

3.2 Objetivos Particulares

- Determinar las curvas de crecimiento y medidas morfométricas de corderos Pelibuey de parto único, doble y triple.
- Caracterizar las características de la canal (PCF, %CF, CONF, CLCL) de corderos Pelibuey de parto único, doble y triple.
- Identificar los Polimorfismos de un Solo Nucleótido (SNP) en el exón 2 del gen *LEP* en corderos Pelibuey machos y hembras de parto único, doble y triple.
- Identificar si existe correlación entre los SNP's y las características de la canal de corderos Pelibuey

4. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS

4.1 Justificación

La raza Pelibuey ha tenido gran aceptación en todo el país, bajo diferentes sistemas de producción, con una producción variable de la calidad de cárnica (Partida *et al.* 2013). Una de las vías para lograr un incremento en la calidad de la canal en corderos es la implementación de sistemas de cruzamiento; no obstante, la selección de fenotipos con cualidades deseables debe hacerse con técnicas como la inseminación artificial y/o monta natural para expresar cualidades genéticas (Barzehkar *et al.*, 2009). La inseminación artificial, como un sistema de cruzamiento, permite seleccionar animales con valor genético alto que permite la heredabilidad de genes deseables de generación en generación. Recientemente Boucher *et al.* (2006) identifico polimorfismos en el gen *LEP* relacionados con la deposición de grasa y la calidad canales en ovejas Dorset y Suffolk. El gen *LEP* está relacionado con la distribución del tejido graso y la composición de las fibras musculares en algunas razas de ovinos y otros animales (Blache *et al.* 2000; Cerón-Muñoz *et al.* 2009). Sin embargo, no se han reportado estudios de la variabilidad de este gen en la raza Pelibuey.

4.2 Hipótesis

Existen SNP's en el exón 2 del gen *LEP* relacionados con una mayor deposición de grasa perirrenal y mejor conformación y calidad de canal en corderos Pelibuey de parto único, doble y triple.

5. METODOLOGÍA

5.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en el Área Experimental de Ovinos (AREO) del Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, con un clima cálido-húmedo, ubicado en la Carretera federal Córdoba-Veracruz Km 348, Congregación Manuel León, Municipio de Amatlán de los Reyes, Veracruz. C.P. 94946. México (18° 50´ N y 96° 55´ O) a 660 msnm.

5.2 Animales experimentales

Se utilizaron 63 corderos Pelibuey (31 machos y 32 hembras) estabulados desde el nacimiento hasta el beneficio final provenientes de parto único (PU), parto doble (PD) y parto triple (PT). En la figura 3 se muestra un macho Pelibuey de parto único.



Figura 3. Macho Pelibuey de parto único

5.3 Alimentación

Durante la fase experimental los corderos fueron alimentados con una dieta a base de caña de azúcar (triturada) y alimento comercial de engorda con 15% de proteína cruda (PC). La dieta consistió en un 40% de concentrado y el resto de forraje (Cuadro 6)

Cuadro 6. Análisis proximal del contenido nutricional de alimento concentrado y caña de azúcar (variedad MEX69290), en porcentaje.

Producto	MS	CENIZAS	PT	FDN	FDA
Concentrado	89.52	9.54	18.51	27.57	20.80
Caña	93.29	4.12	3.93	61.59	45.07

MS= Materia Seca, PT= Proteína Total, FND= Fibra Detergente Neutro, FDA= Fibra Detergente Ácido

5.4 Evolución de peso vivo en corderos Pelibuey de parto único, doble y triple

5.4.1 Variables determinadas

Peso Vivo (PV) y medidas morfométricas (MF)

La evolución del PV se siguió a través del pesaje de los 63 corderos cada 15 días con una báscula digital modelo BAC-300 (Rhino Maquinaria S.A de C.V) con una precisión de 100g. Los corderos durante toda la fase experimental se dividieron en dos lotes (hembras y machos). Las variables medidas al inicio, durante y al final del proceso productivo fueron: peso al nacimiento (PN) en Kg, peso al destete a los 75 días en Kg (PD), días de engorda (DE), peso final en granja (animal listo para el abasto) y medidas morfométricas.

5.4.2 Medidas morfométricas (MF)

Las medidas morfométricas (cm) en ovinos se realizaron según la propuesta de Lawrence y Fowler (2002) para determinar los rasgos fenotípicos al final del periodo de engorda, las variables evaluadas fueron: largo del tronco (LDT), ancho del tórax (ADT), alto del tórax (ATX), circunferencia torácica (CT), longitud de la grupa (LDG), ancho de la grupa (ADG), profundidad de la rótula (PDR), circunferencia de la babilla (CDB),

longitud del lomo (LM), longitud de la faja de la pelvis (LFP), longitud de la pierna (LP), longitud del cuarto trasero (LCT) y longitud corporal (LC).

5.5 Características de la canal de corderos Pelibuey de parto único doble y triple

5.5.1 Variables medidas

Se utilizaron 30 corderos Pelibuey distribuidos en 6 grupos (5 corderos) quedando de la siguiente manera cada grupo: Macho Parto Único (MPU), Macho Parto Doble (MPD), Macho Parto Triple (MPT), Hembra Parto Único (HPU), Hembra Parto Doble (HPD) y Hembra Parto Triple (HPT). Los cuales fueron procesados en cuatro etapas distribuidas de la siguiente forma; a) primer etapa: 4 MPU, 1 MPD, b) segunda etapa 4 MPD, 2 MPT, 1HPU, c) tercera etapa: 4 MPD, 2 MPT, 1HPU y d) cuarta etapa: 4 MPT, 1 HPU, 3HPD. Las variables medidas fueron: peso vivo en rastro (PVR), peso canal caliente (PCC), peso canal fría (PCF), rendimiento de canal fría (RCF), conformación de la canal (CONF), calidad de canal (CLCL), deposición de grasa pericárdica (PER), renal (REN), pélvica (PEL) y espesor de la grasa dorsal (EGD)

5.5.2 Peso vivo en rastro (PVR)

El PVR se registró en corderos con un ayuno de 12 horas, los cuales se transportaron al rastro municipal de Orizaba Veracruz, proporcionándoles condiciones ideales minimizar estrés durante el viaje. El peso vivo en rastro se obtiene al registrar el peso del animal antes de someterse al proceso de extracción de la canal.

5.5.3 Peso canal caliente (PCC)

Los corderos en el rastro se insensibilizaron por contusión mediante una pistola de perno cautivo Marca Azasa modelo Cash Special Calibre 22 y se desangraron inmediatamente, cortando con cuchillo los vasos yugulares a nivel de la garganta, evitando cortar la tráquea. La sangre se colectó en bolsas para registrar su peso. Posteriormente se separó la cabeza del cuerpo, en la articulación atlanto – occipital (base de la cabeza y 1ª vértebra cervical), y las extremidades anteriores y posteriores

en la articulación del carpo y tarso, respectivamente. Se retiró la piel y las vísceras torácicas y abdominales, separando todos los órganos para su pesaje. Los riñones y la cola se dejaron en la canal. La canal se lavó, identificó, pesó y empacó en bolsas de polietileno y se guardó en cámara fría a una temperatura de entre 2 y 4° C (Fisher *et al.* 1974; Owen *et al.* 1977)

5.5.4 Peso canal Fria (PCF)

Tras 24 horas *post mortem* de almacenamiento en cámara frigorífica a 4°C, las canales se sacaron, se retiró la bolsa de polietileno y se registró el peso de cada canal.

5.5.5 Rendimiento de canal fría (RCF)

Tras 24 horas *post mortem* se realizó el cálculo del rendimiento de la canal, tomando como el 100% el valor de peso vivo en rastro y su respectivo rendimiento conforme a la canal fría de cada animal

5.5.6 Conformación de la canal (CONF)

Tras 24 h *post mortem* en el rastro municipal, las canales se trasladaron al obrador, ubicado en el municipio de Chocamán donde se tomaron fotografías a las canales con ayuda de un panel en color negro mate que sirvió de fondo para una mejor apreciación de la misma, las fotografías se tomaron de manera individual, tomando evidencia del perfil izquierdo, perfil derecho, dorsal (parte baja y alta), cavidad torácica, zona perirrenal. Se determinó la conformación de la canal de cuerdo a la norma NMX-FF-106-SCFE-2006 Productos Pecuarios- Carne de Ovino en Canal- Clasificación. (SAGARPA 2006)

5.5.7 Calidad de Canal (CLCL)

Tras 24 h *post mortem* en el rastro municipal, se determinó la calidad de canal de cuerdo a la norma NMX-FF-106-SCFE-2006 Productos Pecuarios- Carne de Ovino en Canal- Clasificación. (SAGARPA 2006)

5.5.8 Deposición de grasa pericárdica (PER), renal (REN), pélvica (PEL)

Una vez concluido el proceso de extracción de canal de cada animal, el peso de la grasa pericárdica (PER) se obtuvo separando las vísceras rojas, dejando expuesto el miocardio para que la grasa pericárdica se solidifique y se facilite su pesaje. Tras 24 h *post mortem* se extrajo de la canal fría la deposición de grasa perirrenal del área perimetral del riñón y pelvis registrando el peso de cada una.

5.5.9 Espesor de la grasa dorsal (EGD)

Después de 24 h *post mortem* a la altura de la 12^a o 13^a costilla se corta la canal perpendicularmente sobre el músculo *Longissimus dorsi* y se mide en la parte media con un vernier registrando su medida en mm

5.6 Identificación de polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) en el exón 2 del gen *LEP* en corderos Pelibuey machos y hembras de parto único, doble y triple

La identificación de polimorfismos en el exón 2 del gen Leptina se realizó en el Laboratorio Cordobés de Diagnostico Pecuario S.C., en el área de biología molecular, el cual está regido por la norma NMX-EC- 17025 –IMNC - 2006

5.6.1 Toma de muestra

Durante el destete (75 días) de los corderos se tomó una muestra de sangre de la vena yugular con una jeringa estéril de plástico grado médico de 5 ml de marca BD Plastipak® con una aguja de un calibre 21, posteriormente se quitó la aguja y se depositó de 5 a 8 gotas de sangre en tarjetas Watman FTA™ (Whatman BioScience, Middlesex, UK) (previamente rotuladas con número del cordero, sexo y tipo de parto) llenando la zona dentro de la línea que determina cada tarjeta, se dejaron secar a temperatura ambiente por un lapso de 2 h en una superficie limpia y libre de insectos, se almacenaron posteriormente en un congelador marca Criotec modelo CTCC-25 a una temperatura de –20°C hasta su procesamiento en el laboratorio de Biología Molecular.

5.6.2 Extracción de DNA

La extracción del ADN se realizó en una área limpia y estéril, en presencia de un mechero Bunsen donde se colocaron 5 fragmentos pequeños (1mm x 1mm) de tarjeta FTA™ cortados con tijeras estériles, depositados en micro tubos de 1.5 mL previamente rotulados e identificados. Se realizó la lisis celular con la adición de 300µL de Buffer de Lisis y 10µL de proteinasa K (Thermo fisher scientific EO0491) durante 2 h en thermomixer compacto (Eppendorf) a una temperatura de 56°C a 750 rpm, inactivando la proteinasa k con un incremento de temperatura a 90°C durante 10 min. Posteriormente se dejó reposar la muestra en una gradilla hasta alcanzar la temperatura ambiente. Se centrifugó la muestra a 2,500 rpm durante un minuto para compactar los restos de la tarjeta FTA™ recolectando el sobrenadante libre para no obstruir las columnas. Se utilizó el kit comercial Quick-gDNA™ MiniPrep (Zymo research D3024). Se vertieron 250 µL de sobrenadante en una columna y centrifugando a 10,000 rpm durante un minuto, se adicionó 200 µL de pre-wash y llevando a la centrifuga a 10,000 rpm durante 1 min con una temperatura de 10°C. Se adicionó a la columna 500µL de wash y se centrifugo a 10,000 rpm durante 10 min con una temperatura de 10°C dejándolo reposar durante 5 min. Se cambió la columna a un nuevo microtubo de 1.5 mL y se adicionó 50 µL de buffer de elución dejando reposar dos minutos y se centrifugó por última vez a 14,000 rpm por dos minutos.

5.6.3 Preparación de muestra para PCR (Polimerase Chain Reaction)

El ensamblaje de la mezcla de reacción por cada muestra se llevó a cabo en una campana de trabajo para ácidos nucleicos (Biosan) de la siguiente manera. En microtubos de 0.2 mL se colocan 5 µL de master mix 2x (Thermo Fisher Scientific K0171) y 5 µL de agua libre de nucleasas (Thermo Fisher Scientific K0171). Se adicionaron 0.2 µL de primer forward 5´- AGA TGA TAG CCA CGG CAG AC – 3´ y 0.2 µL de primer reverse 5´- GGG AGG GAG GAG AGT GAG AA-3´ y 1µL de DNA molde. Se colocan las mezclas de reacción en un termociclador (Mastercycler egradient, Eppendorf USA) con un programa con las siguientes especificaciones. Desnaturalización inicial a 94°C durante 10 min, hibridación 94°C x 1 min, 57°C x 30 s y 72°C x 1 min por 35 ciclos y una elongación final con 72°C x 10 min. Se retiran del

termociclador y se depositan en una gradilla en el refrigerador a 4°C hasta su electroforesis.

5.6.4 Preparación de gel

Se preparó a una concentración del 1%, esto es 1 g de agarosa en 100 mL de buffer TAE 1x, el cual se disuelve y se lleva a ebullición en un microondas durante 3 min, en lapsos de 20 segundos hasta que la solución se torne traslúcida. Se deja enfriar en el casete de la cámara de electroforesis e inserta un peine adicionado con 4 µL de bromuro de etidio (Sigma-Aldrich MFCD00011724), dejar reposar hasta que solidifique. Retirar el peine dentro de la cámara de electroforesis, previamente llena con buffer TAE 1x hasta el nivel que indica la misma cámara.

5.6.5 Electroforesis

En un papel parafilm poner 2µL de buffer de carga DNA Gel Loading Dye (6X) (THERMO SCIENTIFIC R0611), con una micropipeta tomar 5 µL del producto de PCR y homogenizar con el buffer de carga para posteriormente cargarlo en la cámara de electroforesis (CLP , MOD: 75.51) a 400 mA, dejando libre el primer, noveno y décimo pozo para colocar marcador de peso molecular GeneRuler™ 100 bp DNA Ladder (THERMO SCIENTIFIC SM0241), control negativo (Solo reactivo, sin DNA molde) y control positivo, que se generó a partir de un amplificado anterior, las condiciones de la electroforesis fueron 70 volts por 50 min.

5.6.6 Lectura del Amplicón

Se retira el gel de la cámara de electroforesis y se deposita en un foto documentador (MicrQBIS) el cual se lee por el programa Gelcapture DNR (BIO-IMAGING SYSTEMS) para la confirmación de la amplificación de la región de interés

5.6.7 Secuenciación

Los productos de PCR fue purificado por el método de columnas (ZR-96 DNA Clean-up kit) para su envío a secuenciación. Para ello se colocó 5 µL de producto de PCR en un tubo de 0.2 mL para su envío. La secuenciación se realizó por capilaridad en un

secuenciador ABI3730X, se realizó por separado en ambas direcciones (forward y reverse), por la empresa MACROGEN©

5.6.8 Pretratamiento de las secuencias

Para el pretratamiento de las secuencias se utilizó el software bioinformático SEQUENCHER (VERSION 5.4.5). La finalidad de este software fue purificar las secuencias, ensamblarlas y optimizarlas para poder realizar en análisis bioinformático con MEGA 7 (Tamura et al 2013)

5.6.9 Análisis de secuencias y búsqueda de polimorfismos

Las secuencias obtenidas del pretratamiento se analizaron con MEGA 7(Tamura *et al.* 2013), para la búsqueda de polimorfismos, se realizó un alineamiento (Clustal W) para determinar la existencia de los polimorfismos entre las secuencias obtenidas de corderos Pelibuey con la secuencia de referencia *Ovis aries* reportada en el NCBI (número de acceso 443534)

5.6.10 Variables medidas

Para el análisis de las secuencias se identificó el cambio de un solo nucleótido, cambio de aminoácido y su posición de cambio.

5.7 Relación entre SNP's y las características de la canal de corderos Pelibuey

5.7.1 Variables medidas

Se utilizó la información obtenida para relacionar las características entre los grupos analizados (MPU, MPD, MPT, HPU, HPD, HPT y PCF, EGD, CONF, CLCL)

5.8 Análisis estadístico

5.8.1 Modelo estadístico

Las variables de sexo, tipo de parto y su interacción fueron analizadas utilizando el procedimiento GLIMMIX de SAS (SAS 2009 Versión 9.2) (GLIMMIX: Generalized Linear Mixed Model) bajo el siguiente modelo mixto:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ik} + \text{sexo animal}_{j(k)} + e_{ijk}$$
$$i = 1, 2; j = 1, 2, 3; k = 1, 2, \dots, 30$$

donde:

y_{ijk} : Es la respuesta observada en el k –ésimo animal del sexo i con el tipo de parto j , μ : Es la media general, α_i : Es el efecto fijo debido al sexo, β_j : Es el efecto fijo del tipo de parto, $\alpha\beta_{ik}$: Es la interacción entre sexo y tipo de parto $\text{sexo animal}_{j(k)}$: Es el efecto aleatorio del tipo de sexo del animal con $\text{sexo animal}_{j(k)} \sim N(0, \sigma_{\text{sexo(animal)}}^2)$ y e_{ijk} : Es el error experimental asumiendo $e_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

6. RESULTADOS

6.1 Evolución del peso vivo al destete de corderos Pelibuey de parto único, doble y triple

Peso al nacimiento

El análisis de varianza mostro que existe diferencia significativa en el peso al nacimiento en función al sexo con 3 ± 0.1 Kg para machos y 2.9 ± 0.1 Kg en hembras ($P < 0.0419$) (Cuadro 5), los corderos de parto único fueron 1/3 más pesados ($P < 0.0001$) que los de parto doble o triple, en la interacción de sexo y tipo de parto los corderos de parto único (macho y hembra) son notoriamente más pesados que los corderos de parto múltiple (doble y triple) ($P < 0.5118$), cuyo efecto se le atribuye a que la cría única durante la etapa de gestación, no tiene competencia alguna por nutrimentos y por espacio, contrario a lo que sucede con las crías de partos múltiples.

Peso al destete

La media general del peso al destete ajustado a 75 días fue de $16.6 \pm 0,6$ Kg para machos y $15 \pm 0,6$ Kg en hembras ($P < 0.1418$), los corderos de parto único tuvieron mayor peso ajustado al destete ($P < 0.0001$) que los provenientes de parto doble y triple ($18.5 \pm 0.8, 13.96 \pm 0.6$ y 12 ± 0.6) Kg respectivamente), con respecto a los de la interacción de tipo de parto y sexo ($P < 0.7480$) los machos y hembras de parto único son los más pesados a diferencia de los corderos machos y hembras de parto doble y 1/3 más pesados que machos y hembras de parto triple.

Peso final

La media general del peso final fue de 46.3 ± 0.6 Kg para machos y 45 ± 0.6 Kg en hembras ($P < 0.2034$), entre tipo de parto no se registró diferencia significativa ($P < 0.4430$), tampoco se registró diferencia significativa en la interacción de sexo y tipo de parto ($P < 0.9769$) .

Días de engorda

La media general de los días de engorda en un lapso de 330 días fue de 140 ± 9 días para machos y 169 ± 8 días en hembras ($P < 0.0155$), los corderos de parto único ganaron peso en menor tiempo con respecto a los de parto doble y triple (134 ± 12 , 164 ± 8 y 164 ± 8 días respectivamente), en la interacción sexo y tipo de parto los machos de parto único son los que más ganan peso en menor tiempo a comparación de machos parto doble, machos parto único y hembras parto único que son similares.

Ganancia diaria de peso

Los promedios de las ganancias diarias de peso del destete al peso final en los 30 corderos evaluados en canal (Cuadro 10) fue igual entre tipo de sexo ($P < 1.0000$), los corderos de parto único fueron los que mejor se desempeñaron en la ganancia de peso ($P < 0.0127$), en la interacción sexo y tipo de parto no hubo diferencias significativas.

Cuadro 7. Pesos de 63 corderos Pelibuey (machos y hembras) de parto único, doble y triple y días de engorda (Media \pm EE)

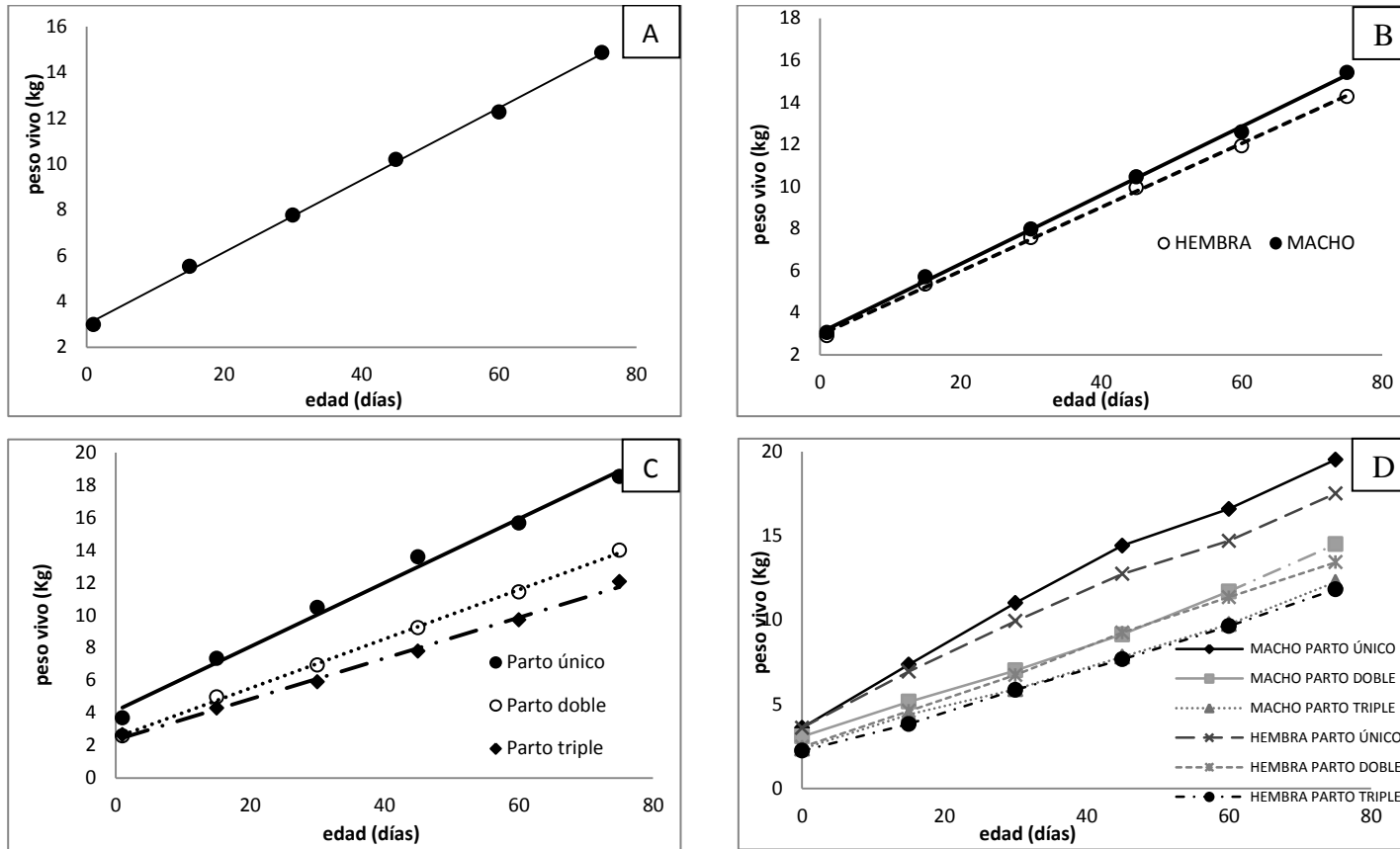
Variables	Sexo		Tipo de parto			Sexo*Parto					
	M (n=32)	H (n=31)	PU (n=15)	PD (n=28)	PT (n=20)	MPU (n=6)	MPD (n=15)	MPT (n=10)	HPU (n=9)	HPD (n=13)	HPT (n=10)
PN(Kg)	3 \pm 0.1 ^a	2.9 \pm 0.1 ^b	3.8 \pm 0.1 ^a	2.5 \pm 0.1 ^b	2.5 \pm 0.1 ^b	3.9 \pm 0.2 ^a	2.6 \pm 0.1 ^b	2.7 \pm 0.1 ^b	3.7 \pm 0.1 ^a	2.4 \pm 0.1 ^b	2.3 \pm 0.1 ^b
PD(Kg)	15 \pm 0.5 ^a	14 \pm 0.5 ^a	18.5 \pm 0.8 ^a	13.96 \pm 0.6 ^b	12 \pm 0.6 ^b	19.5 \pm 1 ^a	14.5 \pm 0.8 ^{bc}	12.2 \pm 1 ^c	17.5 \pm 1 ^{ba}	13.4 \pm 0.8 ^c	11.8 \pm 1 ^c
PF(Kg)	46.3 \pm 0.6 ^a	45 \pm 0.6 ^a	46.5 \pm 0.1 ^a	45.5 \pm 0.6 ^a	45 \pm 0.8 ^a	47.2 \pm 1 ^a	46.6 \pm 1 ^a	45.6 \pm 1 ^a	45.9 \pm 1 ^a	45.1 \pm 1 ^a	44.3 \pm 1 ^a
DE(d)	140 \pm 9 ^b	169 \pm 8 ^a	134 \pm 12 ^a	164 \pm 8 ^a	164 \pm 10 ^a	113 \pm 18 ^b	149.8 \pm 11 ^{ba}	156 \pm 14 ^{ba}	155 \pm 15 ^{ba}	179 \pm 12 ^a	172 \pm 14 ^{ba}

Macho (M). Hembra (H). Parto doble (PD). Parto triple (PT). Machos parto único (MPU). Machos parto doble (MPD). Machos parto triple (MPT). Hembras parto único (HPU). Hembras parto doble (HPD). Hembras parto triple (HPT). Peso al nacimiento (PN). Peso al destete (PD). Peso a la matanza (PS) y días de engorda (DE).

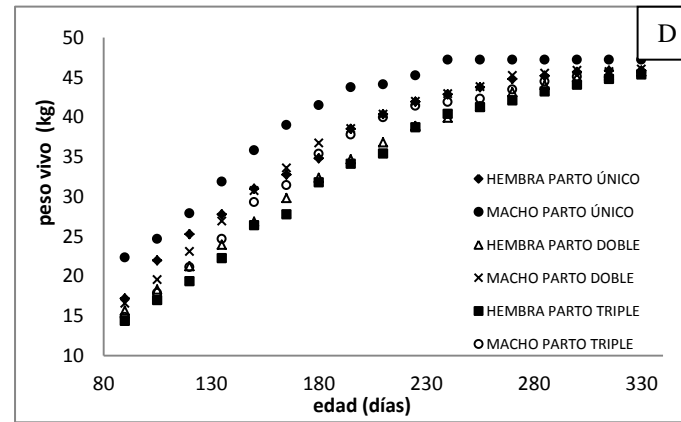
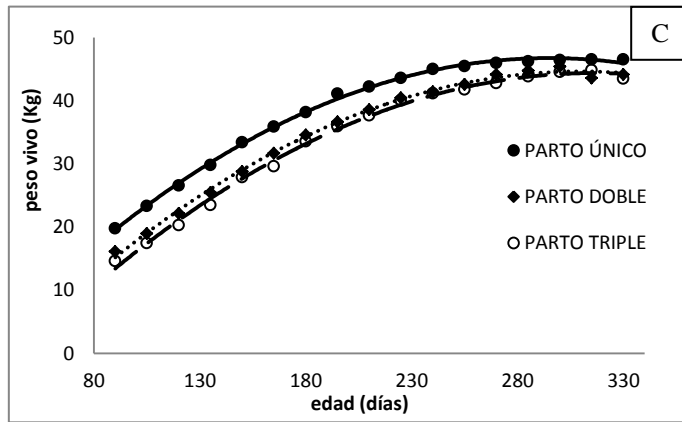
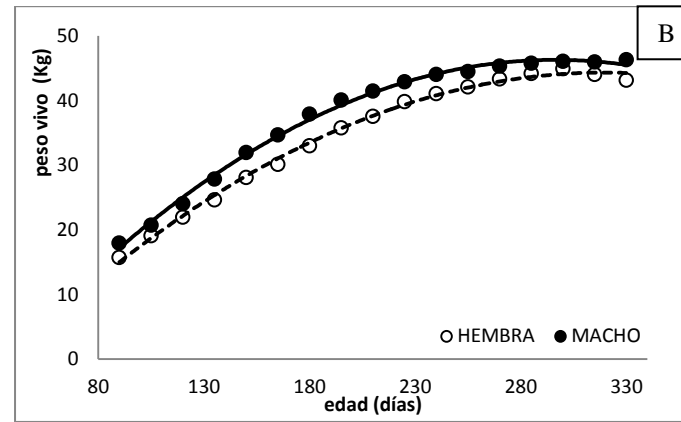
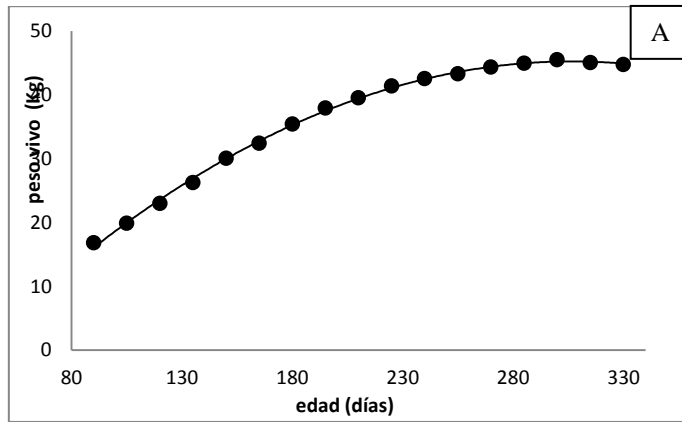
Medias con la misma letra en filas son estadísticamente iguales ($P < 0.05$).

El ajuste de la curva del peso vivo de los corderos, del nacimiento hasta el destete (75 días), se elaboró con las medias estimadas obtenidas bajo el modelo mixto anteriormente descrito. La grafica 1 se determinó con la ecuación $y = 0,1576x + 2,9956$ ($R^2 = 0,9988$), la cual incluyo los datos de los 63 corderos, sin considerar sexo o tipo de parto (Grafica 1 [A]); la curva de crecimiento tomando en cuenta el sexo del cordero, se realizó con la ecuación $y = 0,1634x + 3,0452$ ($R^2 = 0,9985$) para machos y, $y = 0,1518x + 2,9459$ ($R^2 = 0,9988$) para hembras (Grafica 1 [B]), la curva de crecimiento tomando en cuenta el tipo de parto, se realizó con la ecuación $y = 0,1962x + 4,152$ ($R^2 = 0,9918$) para parto único, $y = 0,1512x + 2,4905$ ($R^2 = 0,9989$) para parto doble y, $y = 0,1254x + 2,3442$ ($R^2 = 0,9959$) para parto triple (Grafica 1 [C]).

La curva general del peso vivo del destete (75 días) al peso final (330 días) resultó un polinomio de tercer grado, con la ecuación $y = -0,0006x^2 + 0,3808x - 13,176$ ($R^2 = 0,9986$) que se escogió con base en el mayor coeficiente de determinación, y la cual estimó el crecimiento de los 63 animales, que fue la máxima edad corderos sin considerar sexo o tipo de parto (Grafica 2 [A]). La curva de crecimiento tomando en cuenta el sexo, se realizó con la ecuación $y = -0,0007x^2 + 0,4058x - 13,827$ ($R^2 = 0,9963$) para machos y, $y = -0,0006x^2 + 0,3558x - 12,525$ ($R^2 = 0,9966$) en hembras (Grafica 2 [B]). La curva de crecimiento tomando en cuenta el tipo de parto, se realizó con la ecuación $y = -0,0006x^2 + 0,3823x - 9,5838$ ($R^2 = 0,9984$) para parto único, $y = -0,0006x^2 + 0,3771x - 13,817$ ($R^2 = 0,9973$) para parto doble y, $y = -0,0006x^2 + 0,3829x - 16,127$ ($R^2 = 0,9962$) para parto triple (Grafica 2 [C]).



Gráfica 1. Ganancia de peso del nacimiento al destete de 63 corderos Pelibuey



Grafica 2. Ganancia de peso del destete al peso final de 63 corderos Pelibuey

La media general de las medidas morfométricas en vivo de 63 corderos Pelibuey presentaron diferencias significativas para la variable LDT fue de $59 \pm 0,1$ cm para machos y 53 ± 1.0 cm en hembras, mostrando diferencias estadísticas ($P < 0.0015$) (Cuadro 8), los corderos de parto triple tuvieron una mayor longitud, con respecto a los corderos de parto único y doble ($P < 0.1669$), la interacción sexo y tipo de parto los machos de parto único y doble tienen una fuerte similitud, al igual que los machos de parto triple y las hembras de parto único, las hembras de parto doble presentan la longitud más pequeña de estas interacciones, las hembras de parto triple presentaron un rango intermedio en esta interacción ($P < 0.0020$). Para la variable AC fue de 13.9 ± 0.2 cm en machos y 12.9 ± 0.2 cm en hembras mostrando diferencias significativas ($P < 0.0040$), no hubo diferencia significativa en el tipo de parto ($P < 0.3106$), en la interacción de sexo y tipo de parto los machos de parto único, hembras de parto único y doble no presentan diferencias significativas, los machos de parto doble y triple, presentan una diferencia significativa con respecto a las hembras de parto triple ($P < 0.1861$). Para la variable CT fue de 84.5 ± 0.4 cm en machos y 86.1 ± 0.4 cm en hembras mostrando diferencias significativas ($P < 0.0195$), los corderos de parto triple presentan el valor medio, entre los de parto único y doble ($P < 0.0162$), en la interacción de sexo y tipo de parto los machos de parto único y hembras de parto doble y triple no presentaron diferencias significativas, machos de parto doble y triple mostraron una menor circunferencia que las hembras de parto único, las cuales tienen el valor más alto ($P < 0.6003$). Para la variable de LDG fue de 16.6 ± 0.4 cm en machos y 18.2 ± 0.4 cm en hembras con una diferencia significativa ($P < 0.0182$), en el tipo de parto un incremento notorio de la longitud, siendo la medida más pequeña los de parto único, seguido del parto doble y triple ($P < 0.1009$), en la interacción de sexo y tipo de parto se mostraron diferencias significativas ($P < 0.0700$). Para la variable de LM fue de 40.3 ± 0.5 cm en machos y 41.9 ± 0.5 en hembras con diferencias significativas ($P < 0.0240$). Para la variable de LP fue de 39.2 ± 1.0 cm en machos y 35.3 ± 1.0 en hembras con diferencias significativas ($P < 0.0139$), en el tipo de parto los corderos de parto doble presentan una mayor longitud ($P < 0.0274$), en la interacción de sexo y tipo de parto los machos de parto único, doble y triple presentan mayor uniformidad en sus valores de longitud, con respecto a las hembras

($P < 0.0736$). Para variable LC fue de 64.1 ± 1.0 cm en machos y 67.6 ± 1.1 cm en hembras mostraron evidencias significativas ($P < 0.0373$), en el tipo de parto no hay diferencias significativas ($P < 0.7550$), en la interacción de sexo y tipo de parto no hubo diferencias significativas ($P < 0.4474$). La correlación del cuadro 9 muestra el grado de relación entre las medidas morfométricas en corderos Pelibuey, siendo el color azul dependiendo del tono una correlación positiva y el color rojo y su respectivo tono una correlación negativa.

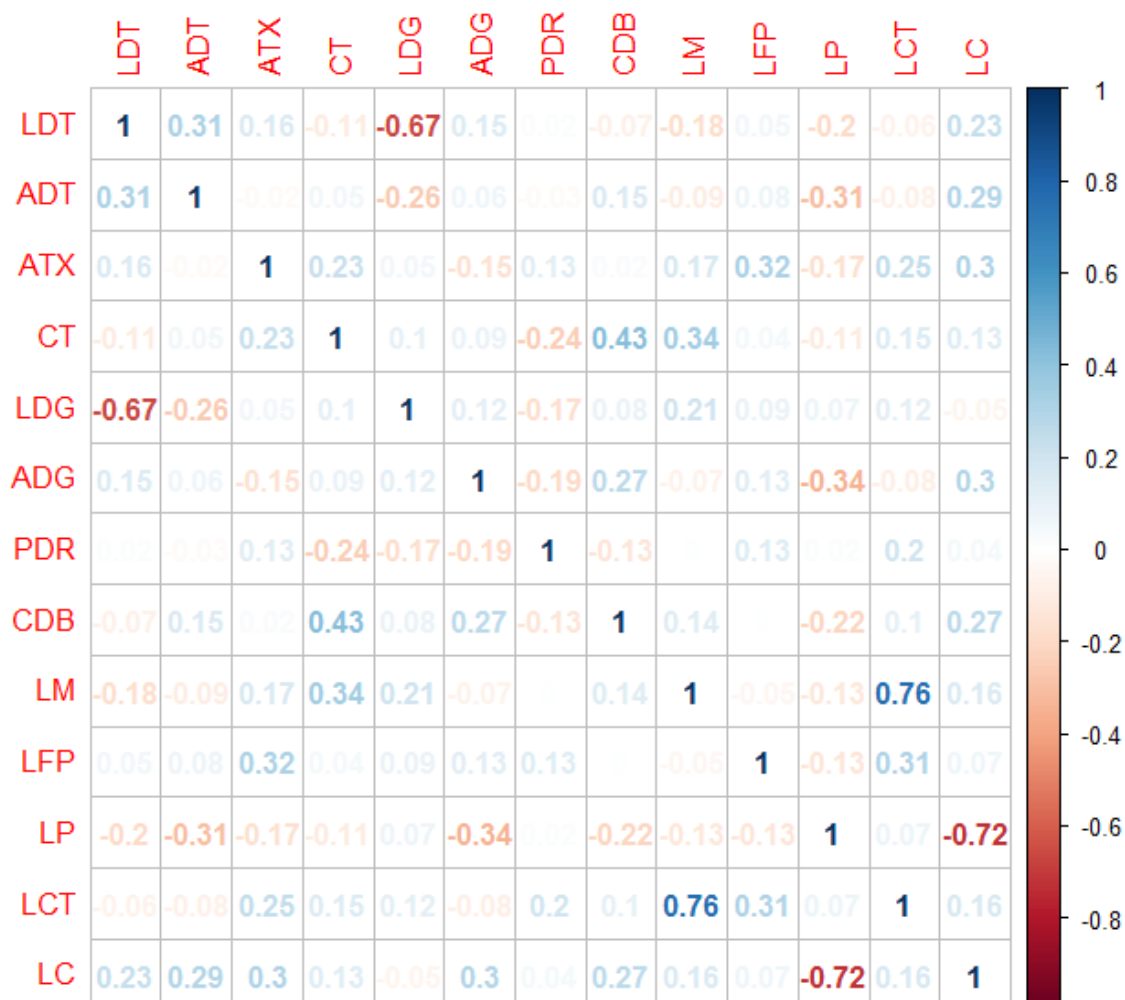
Cuadro 8. Medidas morfométricas de corderos Pelibuey (machos y hembras) de parto único, doble y triple (media \pm EE)

Variables (cm)	Sexo		Tipo de parto			Interacción					
	M (n=32)	H (n=31)	PU (n=15)	PD (n=28)	PT (n=20)	MPU (n=6)	MPD (n=15)	MPT (n=10)	HPU (n=9)	HPD (n=13)	HPT (n=10)
LDT	59.5 \pm 1 ^a	53.1 \pm 1 ^b	58.7 \pm 1.5 ^a	55.7 \pm 1.5 ^a	54.4 \pm 1.6 ^a	62.6 \pm 2.2 ^a	62.9 \pm 2.2 ^a	53.1 \pm 2.2 ^{bc}	54.8 \pm 1.4 ^{bc}	48.6 \pm 2.2 ^c	55.8 \pm 2 ^b
AC	13.9 \pm 0.2 ^a	12.9 \pm 0.2 ^b	13.3 \pm 0.3 ^a	13.7 \pm 0.2 ^a	13.2 \pm 0.2 ^a	13.4 \pm 0.3 ^{bc}	14.5 \pm 0.3 ^a	13.8 \pm 0.3 ^{ba}	13.2 \pm 0.4 ^{bc}	13 \pm 0.3 ^{bc}	12.6 \pm 0.3 ^c
ADT	30 \pm 0.6 ^a	29.7 \pm 0.6 ^a	29.7 \pm 0.7 ^a	29.3 \pm 0.7 ^a	30.6 \pm 0.7 ^a	30.3 \pm 1 ^a	29.9 \pm 1 ^a	30 \pm 1 ^a	29.2 \pm 1 ^a	28.7 \pm 1 ^a	31.3 \pm 0.9 ^a
ATX	20.8 \pm 0.6 ^a	22.1 \pm 0.6 ^a	21.2 \pm 0.7 ^a	22 \pm 0.7 ^a	21.1 \pm 0.7 ^a	20.5 \pm 1 ^a	21.8 \pm 1 ^a	20.2 \pm 1 ^a	22 \pm 1 ^a	22.3 \pm 1 ^a	22 \pm 1 ^a
CT	84.5 \pm 0.4 ^b	86.1 \pm 0.4 ^a	86.6 \pm 0.6 ^a	84.1 \pm 0.5 ^b	85.1 \pm 0.5 ^{ba}	86.2 \pm 0.8 ^{ab}	82.9 \pm 0.8 ^c	84.5 \pm 0.8 ^{bc}	87.1 \pm 0.9 ^a	85.4 \pm 0.8 ^{ab}	85.8 \pm 0.7 ^{ab}
LDG	16.6 \pm 0.4 ^b	18.2 \pm 0.4 ^a	16.4 \pm 0.6 ^b	17.8 \pm 0.5 ^{ba}	18.1 \pm 0.5 ^a	15.3 \pm 0.8 ^c	16.3 \pm 0.8 ^{bc}	18.4 \pm 0.8 ^{ab}	17.6 \pm 0.9 ^{abc}	19.3 \pm 0.8 ^a	17.9 \pm 0.7 ^{ab}
ADG	16.9 \pm 0.3 ^a	17 \pm 0.3 ^a	17.3 \pm 0.4 ^a	16.5 \pm 0.4 ^a	17.1 \pm 0.4 ^a	17 \pm 0.6 ^a	16.6 \pm 0.6 ^a	17.2 \pm 0.6 ^a	17.7 \pm 0.7 ^a	16.4 \pm 0.6 ^a	17 \pm 0.5 ^a
PDR	29.7 \pm 0.8 ^a	29.2 \pm 0.8 ^a	28.1 \pm 1 ^a	31 \pm 0.9 ^a	29.3 \pm 0.9 ^a	27 \pm 1.4 ^b	32 \pm 1.4 ^a	30.3 \pm 1.4 ^{ab}	29.3 \pm 1.4 ^{ab}	30 \pm 1.4 ^{ab}	28.3 \pm 1.2 ^{ab}
LM	40.3 \pm 0.5 ^b	41.9 \pm 0.5 ^a	41.3 \pm 0.6 ^a	40.4 \pm 0.6 ^a	41.5 \pm 0.5 ^a	40.1 \pm 0.8 ^{ab}	39.9 \pm 0.8 ^b	40.9 \pm 0.8 ^{ab}	42.5 \pm 0.9 ^a	41 \pm 0.8 ^{ab}	42.2 \pm 0.7 ^a
LFP	23.8 \pm 0.9 ^a	24.9 \pm 0.9 ^a	24 \pm 1 ^a	24.2 \pm 1 ^a	25 \pm 1 ^a	23 \pm 1.5 ^a	22.8 \pm 1.5 ^a	25.8 \pm 1.5 ^a	25 \pm 1.7 ^a	25.6 \pm 1.5 ^a	24.2 \pm 1.4 ^a
LP	39.2 \pm 1 ^a	35.3 \pm 1 ^b	36.8 \pm 1 ^{ab}	40 \pm 1 ^a	34.9 \pm 1 ^b	39.4 \pm 1.8 ^{ab}	39.6 \pm 1.8 ^{ab}	38.7 \pm 1.8 ^{ab}	34.3 \pm 2 ^{bc}	40.4 \pm 1.8 ^a	31.1 \pm 1.6 ^c
LCT	44.8 \pm 0.5 ^a	45.7 \pm 0.5 ^a	44.9 \pm 0.6 ^a	45 \pm 0.6 ^a	45.7 \pm 0.6 ^a	43.6 \pm 0.9 ^a	44.6 \pm 0.9 ^a	46.2 \pm 0.9 ^a	46.3 \pm 1 ^a	45.4 \pm 0.9 ^a	45.3 \pm 0.8 ^a
LC	64.1 \pm 1 ^b	67.6 \pm 1.1 ^a	66.5 \pm 1 ^a	65 \pm 1 ^a	65.9 \pm 1 ^a	64.3 \pm 1.9 ^a	64.7 \pm 1.9 ^a	63.3 \pm 1.9 ^a	68.7 \pm 2.2 ^a	65.4 \pm 1.9 ^a	68.6 \pm 1.8 ^a

Macho (M), Hembra (H), Parto doble (PD), Parto triple (PT), Machos parto único (MPU), Machos parto doble (MPD), Machos parto triple (MPT), Hembras parto único (HPU), Hembras parto doble (HPD), Hembras parto triple (HPT) Largo del tronco (LDT), Ancho de la cabeza (AC), Altura del tórax (ADT), Ancho del tórax (ATX), Circunferencia torácica (CT), Longitud de la grupa (LDG), Ancho de la grupa (ADG), Profundidad de la rótula (PDR), Longitud del lomo (LM), Largo de la faja de la pelvis (LFP), Longitud de pierna (LP), Longitud del cuarto trasero (LCT) y Longitud Corporal (LC).

Medias con la misma letra en filas son estadísticamente iguales ($P < 0.05$).

Cuadro 9. Correlación entre medidas morfométricas en corderos Pelibuey



Largo del tronco (LDT), Ancho del tórax (ADT), Alto del tórax (ATX), Circunferencia torácica (CT), Longitud de la grupa (LDG), Ancho de la grupa (ADG), Profundidad de la rótula (PDR), Circunferencia de la babilla (CDB), Longitud del lomo (LM), Longitud de la faja de la pelvis (LFP), Longitud de la pierna (LP), Longitud del cuarto trasero (LCT) y Longitud corporal (LC)

6.2 Características de la canal en corderos Pelibuey parto único, doble y triple

El Cuadro 10 muestra los pesos medios a la matanza y diferentes variables que fueron evaluadas en la canal, es importante resaltar los rangos que se tienen en todas los parámetros, que son indicativos de una variación muy fuerte en este estudio. El RCF % fue favorable con $50 \pm 0.5\%$ en machos y 51.8 ± 0.5 en hembras mostrando diferencias significativas ($P < 0.0302$). En la Variable REN se observaron diferencias significativas, donde las hembras acumularon 1.4 ± 0.06 con respecto a los machos que depositaron 0.61 ± 0.06 ($P < 0.0001$), entre tipo de parto no hay diferencias significativas ($P < 0.7683$), en la interacción de sexo y tipo de parto hay una marcada diferencia entre los machos de parto único, doble y triple con un notorio aumento en las hembras que acumularon dos tercios más que los machos ($P < 0.5401$).

Cuadro 10. Pesos de 30 corderos Pelibuey (machos y hembras) de parto único, doble y triple (Media ± EE)

Variable	Sexo		Tipo de parto			Sexo*Parto					
	M (n=15)	H (n=15)	PU (n=10)	PD (n=10)	PT (n=10)	MPU (n=5)	MPD (n=5)	MPT (n=5)	HPU (n=5)	HPD (n=5)	HPT (n=5)
PVR(Kg)	41.9±0,5 ^a	41.9±0,5 ^a	43.2±0,6 ^a	41±0.6 ^a	41.5±0.6 ^a	43.6±0.9 ^a	40.3±0.9 ^a	41.9±0.9 ^a	42.9±0.9 ^a	41.9±0.9 ^a	41.2±0.9 ^a
PCC(Kg)	21.5±0,3 ^a	22±0,3 ^a	22.3±0,4 ^a	21.5±0.4 ^a	21.7±0.4 ^a	22.1±0.6 ^a	20.7±0.6 ^a	21.7±0.6 ^a	22.6±0.6 ^a	22.3±0.6 ^a	21.6±0.6 ^a
PCF(Kg)	21±0,3 ^a	21.7±0,3 ^a	21.9±0,4 ^a	21±0.4 ^a	21±0.4 ^a	21.7±0.6 ^a	20.1±0.6 ^a	21.3±0.6 ^a	22.2±0.6 ^a	21.9±0.6 ^a	21.2±0.6 ^a
RCF (%)	50±0,5 ^b	51.8±0,5 ^a	50.8±0,6 ^a	51.1±0.6 ^a	51±0.6 ^a	49.9±0.9 ^a	49.9±0.9 ^a	50.7±0.9 ^a	51.7±0.9 ^a	52.3±0.9 ^a	51.4±0.9 ^a
PER (Kg)	0,15±0,03 ^a	0,12±0,03 ^a	0.12±0,04 ^a	0.19±0.05 ^a	0.10±0.05 ^a	0.108±0.07 ^a	0.27±0.07 ^a	0.08±0.07 ^a	0.132±0.07 ^a	0.108±0.07 ^a	0.13±0.07 ^a
REN (Kg)	0,61±0,06 ^b	1.4±0,06 ^a	0.99±0,07 ^a	1.03±0.07 ^a	1.06±0.07 ^a	0.57±0.1 ^b	0.56±0.1 ^b	0.71±0.1 ^b	1.4±0.1 ^a	1.5±0.1 ^a	1.41±0.1 ^a
PEL(Kg)	0,160±0,04 ^a	0.08±0,04 ^a	0.08±0,05 ^a	0.13±0.05 ^a	0.15±0.05 ^a	0.07±0.08 ^a	0.17±0.08 ^a	0.25±0.08 ^a	0.08±0.08 ^a	0.1±0.08 ^a	0.05±0.08 ^a
EDG (mm)	3±0,48 ^a	4±0,48 ^a	3±0,59 ^a	3±0.59 ^a	4±0.59 ^a	3±0.83 ^a	2±0.83 ^a	3±0.83 ^a	3±0.83 ^a	4±0.83 ^a	5±0.83 ^a
GDP (Kg)	0,18±0,002 ^a	0,18±0,002 ^a	0.19±0,002 ^a	0.17±0.002 ^b	0.17±0.002 ^b	0.19±0.003 ^a	0.17±0.003 ^a	0.18±0.003 ^a	0.18±0.003 ^a	0.18±0.003 ^a	0.17±0.003 ^a

Macho (M). Hembra (H). Parto doble (PD). Parto triple (PT). Machos parto único (MPU). Machos parto doble (MPD). Machos parto triple (MPT). Hembras parto único (HPU). Hembras parto doble (HPD). Hembras parto triple (HPT). Peso vivo rastro (PVR). Peso canal caliente (PCC). Peso canal fría (PCF). Rendimiento canal fría (RCF). Grasa pericárdica (PER). Grasa perirrenal (REN). Grasa pélvica (PEL). Espesor de la grasa dorsal (EGD) y Ganancia de peso (GDP).
Medias con la misma letra en filas son estadísticamente iguales ($P < 0.05$).

Los corderos MPU tuvieron una media al PCF de 21.72 ± 0.56 Kg con una EGD de 3 ± 0.24 mm, en conformación de canal el 60% clasifico como buena y el 40% como deficiente y a su vez obtuvo la clasificación de canal 60% con clasificación MEX 1 y 40% MEX 2 (Cuadro 11). Los corderos MPD tuvieron una media de 20.16 ± 0.87 Kg con una EGD de 2 ± 0.20 mm, mostrando un 100% como Buena en conformación de canal y a su vez un 80% F/C y 20 % MEX 1. Los corderos MPT tuvieron una media de 21.26 ± 0.64 Kg con una EGD de 3 ± 1 mm, mostrando un 80% con conformación Buena y un 20% con conformación Deficiente, a su vez un 60% F/C, 20% MEX 1 y 20% MEX 2. Las corderos HPU tuvieron una media de 22.16 ± 0.38 Kg con un EGD de 3 ± 0.73 , mostrando un 100% de conformación como Buena y un 60% de MEX1 y 40 % como F/C. Las corderos HPD tuvieron una media de 21.90 ± 0.20 Kg con una EGD de 4 ± 0.98 mm, presentaron un 100% en conformación de canal como Buena y a su vez un 60% de F/C y 40% de MEX 1. Los corderos HPT tuvieron una media 21.16 ± 0.68 Kg con una EGD de 5 ± 1 mm, Mostrando un 100% en conformación como Buena y un 100% clasificado como MEX 1.

Cuadro 11. Clasificación de canales de corderos Pelibuey de parto único, doble y triple

T	S*TP	PCF	EGD	CONF	CLASIFICACIÓN DE CANAL
1	MPU	21.72 ± 0.56	3 ± 0.24	D y B	MEX 1, MEX 2
2	MPD	20.16 ± 0.87	2 ± 0.20	B	F/C, MEX 1
3	MPT	21.26 ± 0.64	3 ± 1.0	B Y D	F/C, MEX 1, MEX 2
4	HPU	22.16 ± 0.38	3 ± 0.73	B	F/C y MEX 1
5	HPD	21.90 ± 0.20	4 ± 0.98	B	F/C y MEX 1
6	HPT	21.16 ± 0.68	5 ± 1.0	B	MEX 1

Interacción sexo y tipo de parto (S*TP), Peso de la canal fría (PCF), Espesor de la grasa dorsal (EGD), Conformación (CONF), Clasificación de la canal (CLCL), Macho parto único (MPU), Macho parto doble (MPD), Macho parto triple (MPT), Hembra parto único (HPU), Hembra parto doble (HPD), Hembra parto triple (HPT), Deficiente (D), Buena (B). Fuera de clasificación (F/C). (Ver anexo 10.3)

6.3 Identificación de polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) en el exón 2 del gen *LEP* en corderos Pelibuey machos y hembras de parto único, doble y triple

6.3.1 PCR

El procedimiento de extracción de ADN y amplificación a partir de las tarjetas FTA®, usando un protocolo sencillo y rápido, el resultado de la extracción, preparación de la muestra para PCR (ensamblaje de la mezcla de reacción con master mix 2x), la correcta preparación del gel de agarosa y electroforesis se observaron con favorables resultados. (Figura 4)

La utilización del kit comercial para PCR Máster mix 2x hizo posible una adecuada amplificación del exón 2, realizando pocas modificaciones a la programación recomendada en la literatura para los primers u oligonucleótidos utilizados.

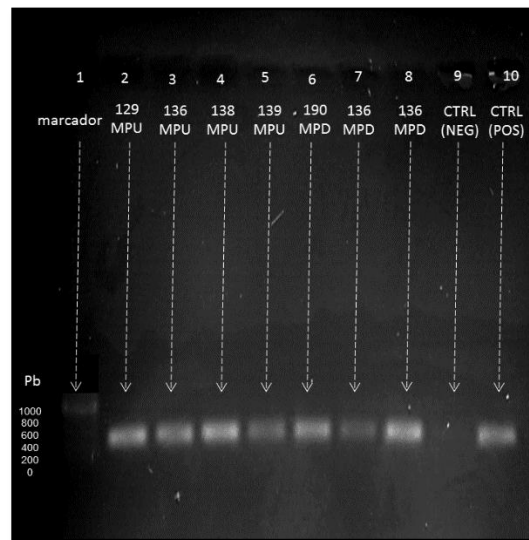


Figura 4 Gel de agarosa al 1% con fragmentos amplificados del exón dos del gen *LEP* de corderos Pelibuey de parto único, doble y triple. El fragmento amplificado es de aproximadamente 490 pb [bandas del 129 (carril 1) al 136 (carril 8)] control negativo (carril 9) y control positivo (carril 10)

Al verificar la amplificación del producto de PCR, mediante electroforesis en gel de agarosa 1%, se observó la presencia de una banda específica de aprox. 490 pb, correspondiente al exón 2 del gen *LEP* (Figura 4).

6.3.2 Secuenciación

Los electroferogramas de las secuencias del exón 2 del gen *LEP* de corderos Pelibuey, fueron analizados con el software MEGA 6 (Figura 5). Antes de analizar el alineamiento de las secuencias fue necesario eliminar las bases iniciales y finales de cada uno de los electroferogramas debido a su falta de definición.

6.3.3 Análisis de las secuencias para búsqueda de polimorfismos en el gen *LEP*

Los archivos de las secuencias del exón 2 del gen *LEP* de corderos Pelibuey, fueron analizados con el software MEGA 6 (Figura 5). Antes de analizar el alineamiento de las secuencias fue necesario eliminar las bases iniciales y finales de cada uno de los adenogramas debido a su falta de definición.

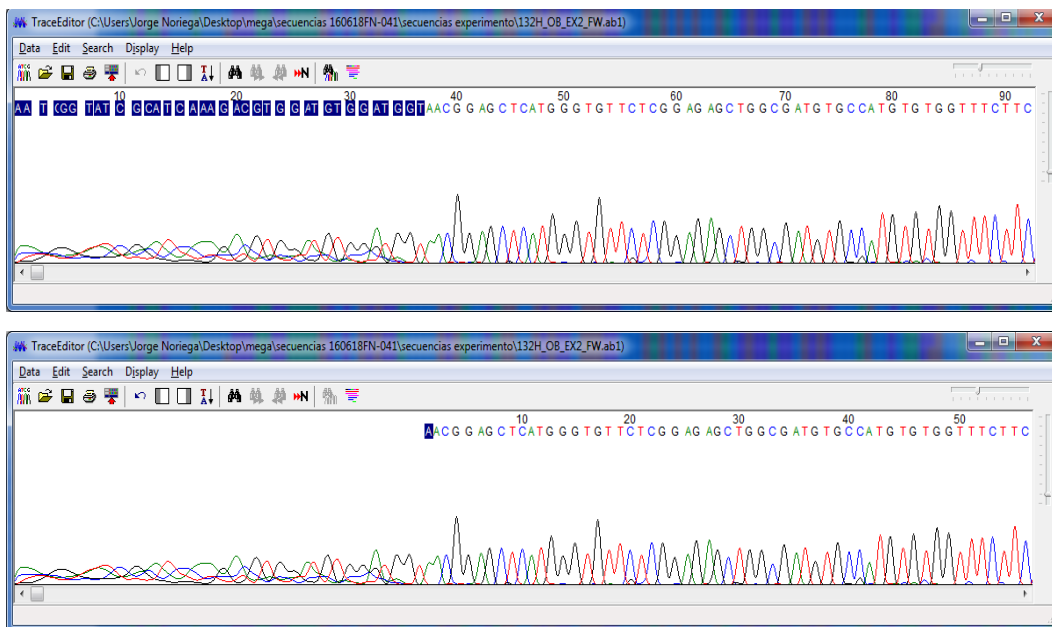


Figura 5 Edición de secuencias (490 pb) que incluye el exón 2 del gen *LEP*

Al realizar el alineamiento de las secuencias de los corderos Pelibuey se observaron cambios de nucleótidos (Figura 6), para corroborar dichos cambios y verificar que estos no fueran error de secuenciación, se realizó una búsqueda de cada nucleótido en cada una de las secuencias, adicionalmente a ello, de las secuencias en las que se observó superposición de bases (figura 7)

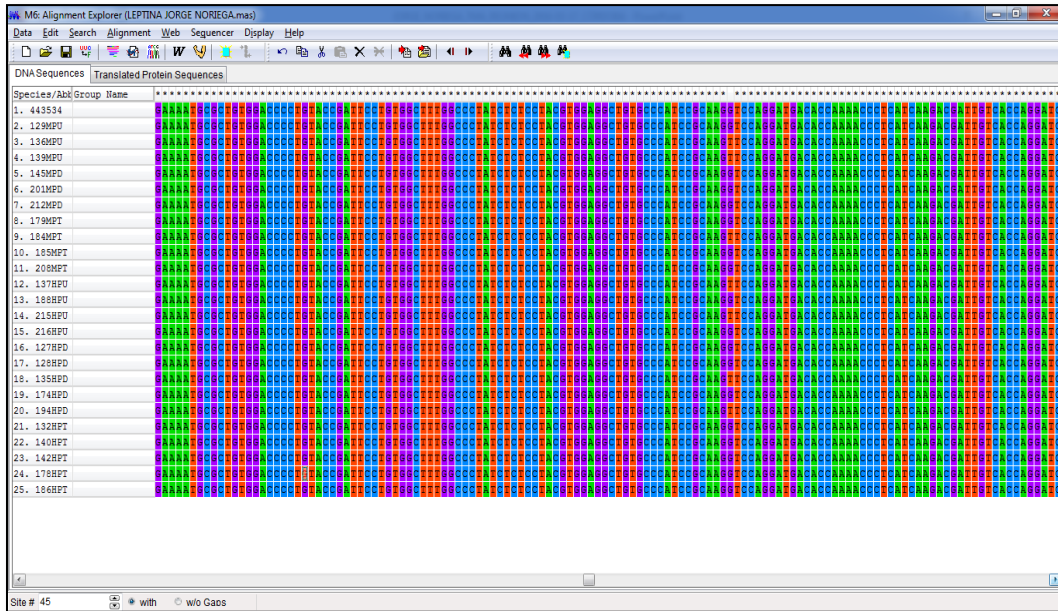


Figura 6 Alineamiento de secuencias e identificación de polimorfismos del exón 2 del gen *LEP*. Las secuencias fueron alineadas con referencia a la secuencia reportada en el NCBI ID: 443534 para el gen de Leptina para la raza Texel (*Ovis aries*).

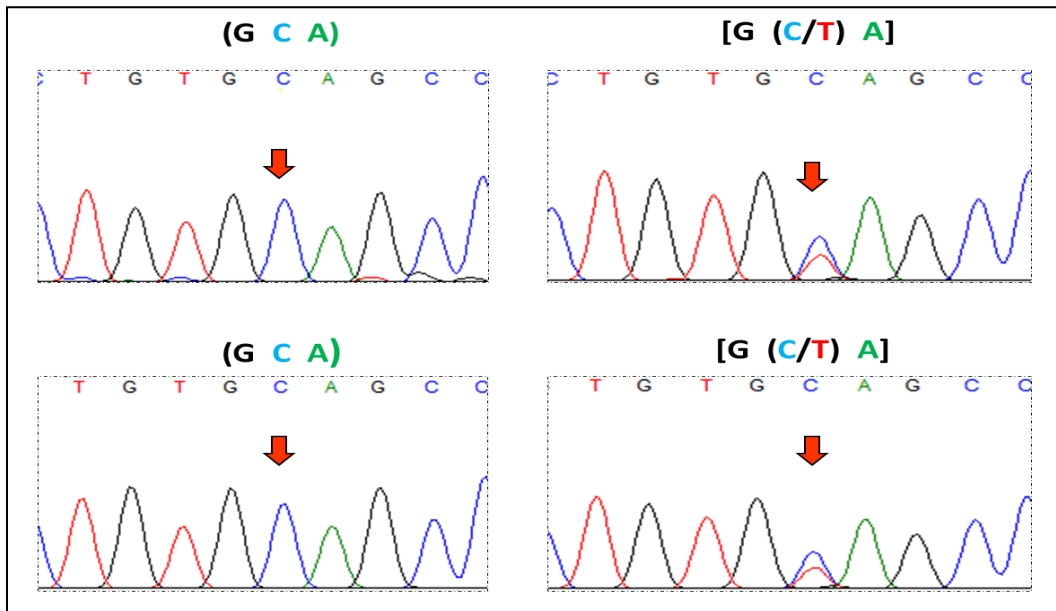


Figura 7 Adenograma de las secuencias del exón 2 del gen *LEP* en las que se muestra variante (C-T)

En el Cuadro 9 se muestra el número de polimorfismos en el exón 2 del gen *LEP* tomando de referencia la secuencia reportada en el NCBI, ID: 443534 en el 2016 (*Ovis aries*) de raza Texel, el SNP más frecuente está en la posición número 18, donde hay un cambio de una Citosina por una Timina, el cual modifica el aminoácido número 6 cambiando una prolina por una leucina. El siguiente SNP ocurre en la posición número 107 donde hay un cambio de una Guanina por una Timina, el cual modifica el aminoácido número 36 cambiando una valina por una fenilalanina. El siguiente SNP ocurre en la posición número 156 donde hay un cambio de una Adenina por una Citosina, el cual modifica el aminoácido número 52 cambiando una Asparagina por una Treonina y por último el SNP en la posición número 15 donde hay un cambio de una Citosina por una Timina, el cual modifica el aminoácido número 5 cambiando una Treonina por una Isoleucina.

Cuadro 12. Polimorfismos encontrados en Exón 2 del gen *LEP* en corderos Pelibuey

ANIMALES	SNP	POSICIÓN DE CAMBIO EN AA	CAMBIO AA
19	C 18 T	P 6 L	Prolina - Leucina
7	G 107 T	V 36 F	Valina - Fenilalanina
3	A 156 C	N 52 T	Asparagina - Treonina
2	C 15 T	T 5 I	Treonina - Isoleucina

Polimorfismo de un solo nucleótido- Single Nucleotide Polymorphism (SNP), aminoácido (AA), adenina (A), Guanina (G), citosina (C), timina (T), treonina(T), isoleucina (I), prolina(P), leucina(L), valina (V), Fenilalanina (F) y Asparagina(N)

6.4 Identificación de posible correlación entre los SNP's y las características de canal de corderos Pelibuey.

El análisis realizado en el Exón 2 del gen *LEP* en las secuencias de corderos Pelibuey señala diferencias entre los grupos analizados, en donde los corderos MPD y HPD presenta mayor diversidad de haplotipos, en tanto que HPT no presenta diversidad, la prueba de neutralidad de Tajima's D test, señala que los cambios en la población son neutrales. Donde se observa una mutación puntual en los corderos HPT. Estos corderos HPT tienen 100% en Conformación de canal como BUENA y su calidad de Canal es MEX 1. Por lo que el SNP (C - T) en posición 18, asu vez un cambio de aminoácido (Pro – Leu) en la posición 6 del exón II del gen leptina está estrechamente relacionado con la calidad de la canal en las ovejas HPT.

Cuadro 13. Variación genética molecular de corderos Pelibuey machos y hembras de parto único, doble y triple.

Grupo	n	S/L	H	Hd	Pi	Theta per site	K	Theta seq	Tajima's D
Total	25	3	4	0,51	0,00470	0,00523	0,72	0,795	-0,23288
MPU	3	3	3	1	0,11700	0,0117	2	2	na
MPD	3	2	2	0,667	0,00877	0,00877	1,333	1,333	na
MPT	4	1	2	0,5	0,00303	0,00331	0,5	0,545	-0,61237
HPU	4	4	3	0,833	0,01365	0,01276	2,333	2,182	0,6501
HPD	5	3	4	0,9	0,00819	0,00842	1,4	1,4	-0,17475
HPT	5	0	1	0	0	0	0	0	na

numero de secuencias (n), número de sitios segregantes por largo de la secuencia (S/L), numero de haplotipos (H), diversidad de haplotipos (Hd), diversidad de nucleótidos (Pi), cantidad de variación esperada por sitio (Theta per site), promedio de diferencia de nucleótidos (K), cantidad de variación esperada por secuencia (Theta seq), Prueba de Tajima (Tajima's D)

Por otro lado el análisis del número de haplotipos se realizó con DNAsp (Rozas., 2009), señala cuatro haplotipos dentro de la población, siendo en haplotipo 1 el más frecuente con 17 individuos, en este grupo se encuentran individuos de los 6 tratamientos que se analizaron, de la misma forma en el haplotipo 3 con cinco individuos, se encuentran individuos de cuatro grupos. Si bien en análisis dentro de poblaciones señala diferentes niveles de polimorfismo, en análisis de la población y la prueba de neutralidad señalan los cambios presentes en la población son neutrales.

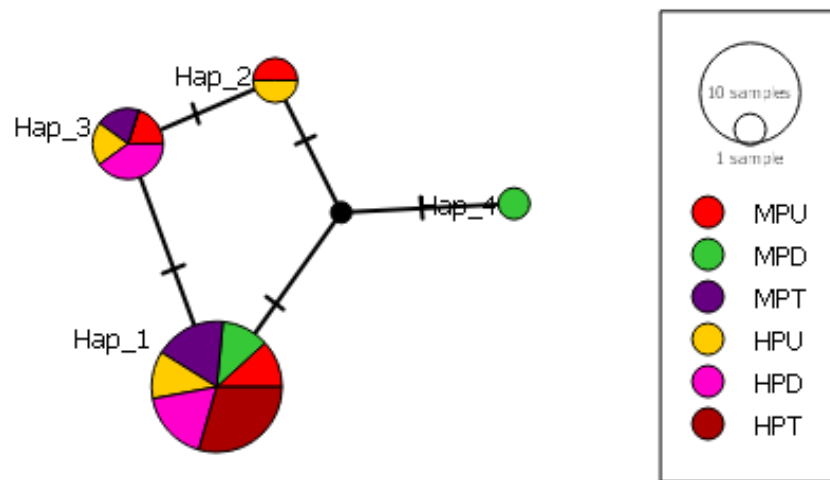


Figura 8 Análisis de haplotipos con DNAsp

7. DISCUSIÓN

7.1 Curvas de crecimiento y medidas morfométricas de corderos Pelibuey de parto único, doble y triple

Las ganancias de peso al nacer de corderos Pelibuey, fue de 3 Kg en machos y 2.9 Kg en hembras, muestran diferencias por tipo de parto siendo los de parto único (machos y hembras) que tienen un mayor peso (3.8 Kg), con respecto a los de parto doble y triple (machos y hembras) (2.5 Kg), en la interacción de sexo y tipo de parto los machos y hembras de parto único tienen mayor peso (3.9 y 3.7 Kg).

Las ganancias de peso a los 75 días de destete de corderos Pelibuey, fue de 15 Kg en machos y 14 Kg en hembras, muestran notorias diferencias entre partos siendo los corderos hembras y machos de parto único con 18.5 Kg más pesados que los de parto doble 13.96 y a su vez con los de parto triple que presentaron menor peso con 12 Kg.

Las curvas de ganancia de peso vivo del destete hasta el peso final de los corderos fue de 46.3 Kg en machos y 45 Kg en hembras mostrando una ligera ganancia entre sexo. Por tipo de parto se comportaron de manera similar entre parto único, doble y triple, 46.5, 45.5, 45 Kg respectivamente.

Los días de la engorda al peso final oscilaron de manera variable entre corderos machos (140 días) y hembras (169 días), por tipo de parto, los de parto único tardan menos días (134) que los de parto doble y triple (164 días), en la interacción de sexo y tipo de parto los corderos de parto único son los que llegan con menor tiempo al peso de abasto, porque con tan solo 113 días alcanzan el peso de abasto, seguido de los machos de parto doble que en 149 días llegan al peso esperado, los corderos machos de parto triple y hembras de parto único tienen una similitud en días, porque les toma 155 días llegar al peso y por último las que más tiempo les toma llegar al peso óptimo, son las hembras de parto doble y triple con 179 y 172 días respectivamente.

Los resultados obtenidos en este trabajo son similares a los trabajos realizados a partir del peso al nacimiento (González *et al.*, 2001; Hinojosa-Cuéllar *et al.* 2012), peso al destete, peso final, días de engorda y ganancias diarias de peso demostrando las

habilidades maternas, rusticidad, prolificidad de corderos Pelibuey en la zona centro del estado.

Los resultados obtenidos en medidas morfométricas (Romualdo *et al.* 2004; Arredondo-Ruiz *et al.* 2013) donde se destaca que la variación morfológica se encuentra en la circunferencia y altura del tórax, la longitud corporal y la altura a la cruz, los valores obtenidos en este trabajo son similares, donde cabe destacar que las hembras de parto triple presentan una longitud de tronco un poco más grande que el resto.

7.2 Características de la canal (PCF, RCF, CONF, CLCL) de corderos Pelibuey de parto único, doble y triple

Los corderos machos y hembras no presentaron diferencias significativas para el peso de la canal fría donde oscilaron entre 21 y 21.7 Kg respectivamente, entre tipo de parto se comportaron de manera similar donde los de parto único pesaron 21.9 y los de parto doble y triple pesaron 21 Kg, en la interacción de sexo y tipo de parto oscilaron con un promedio de 21Kg.

Los rendimientos en la canal fría oscilaron en 50% para los machos y 51.8 % para las hembras, en el tipo de parto los corderos de parto único mostraron un rendimiento de 50% con respecto al 51% que mostraron los corderos de parto doble y triple, en la interacción de sexo y tipo de parto los machos de parto único y doble presentan un 49.9%, seguido de los machos de parto triple que tienen 50.7%, con un 51.4% las hembras de parto triple, las hembras de parto único presentaron 51.7% , por ultimo las hembras de parto doble, que presentaron el mayor porcentaje con 52.3%

La conformación entre los 6 tratamientos fue variable, los machos de parto único donde el 60% se clasificó como BUENA y el 40% como DEFICIENTE. Los machos de parto doble tuvieron 100% de la conformación como BUENA, los machos de parto triple tuvieron un poco menos que los de parto doble con 80% como BUENA y 20 % como DEFICIENTE, los corderos hembra de parto único, doble y triple presentaron el 100% de conformación como BUENA, demostrando que las hembras pueden tardar un poco

más de tiempo en la engorda (30 días aproximadamente) y al final desarrollar una buena conformación de canal.

La calidad de la canal de los 6 tratamientos fue variable, los machos de parto único presentaron un 40% calificada como MEX 2 y un 60% como MEX 1, los machos de parto doble, el 80% fue F/C y 20 como MEX 1. Los machos de parto triple presentaron 60% como F/C, 20% de MEX 1 y 20% de MEX 2. En hembras de parto único incrementa un poco con respecto a los machos de parto triple donde el 60% es de MEX1 y el 40 como F/C. Las hembras de parto doble fueron inversas a las hembras de parto único con 60% de F/C y 40% como MEX 1. Las hembras de parto único presentaron uniformidad en su calidad de canal, obteniendo un 100% como MEX 1.

Los resultados obtenidos en las características de canal son similares a los trabajos realizados por Desdemona *et al* (2013) con 145 canales de ovinos que fueron evaluados y clasificados con características similares los pesos finales, pesos de canal caliente y los rendimientos de canal en el estado de Hidalgo. Teniendo una variación en el proceso de sacrificio, en el estado de Hidalgo se realizó en un rastro TIF, usando shock eléctrico y 8 segundos después el desangrado y en esta investigación los corderos se procesaron en el rastro municipal con la pistola de perno cautivo y segundos después el desangrado.

7.3 Polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) en el exón 2 del gen *LEP* en corderos Pelibuey machos y hembras de parto único, doble y triple

Los SNP's identificados en el exón 2 del gen Leptina se asociaron a la calidad de canal, un estudio en ovejas Awassi-Merino, Dorset, Suffolk, Shal, Zandhi, Zel, muestran cambios en la posición A103G, C154T , C617G (Boucher *et al.* 2006), A113G (Barzehkar *et al.*, 2009) y C11T, G314A (Jonas *et al.*, 2016), Donde Jonas le atribuye (aspectos calidad de canal) y Boucher muestra que el cambio de A por G tiene una relación con el espesor de músculo en Suffolk y en la raza Dorset se asocia A por G con un aumento en la actividad de la sección transversal en el músculo *Longissimus*

dorsi. El número de muestras podría haber sido un factor limitante en el presente estudio, sin embargo este estudio se realizó en una raza pura de Pelibuey el cual presenta habilidades en adaptación y prolificidad en el trópico, por lo que este estudio es una adición importante a los estudios publicados hasta la fecha. Los polimorfismos identificados en corderos Pelibuey, son nuevas variantes en comparación con las variantes publicadas (Cuadro 5). Nuestro objetivo inicial es validar los polimorfismos identificados en esta raza, sin embargo ninguna de nuestras variantes se encuentran en la misma posición.

7.4 Relación entre los SNP's y las características de la canal de corderos Pelibuey

No se ha registrado ningún cambio similar de SNP's hasta la fecha debido a que hay muy pocos datos registrados en la raza Pelibuey, y este estudio aporta nuevos sitios de cambio en contraste de la raza Texel en el NCBI. De los SNP's identificados en corderos Pelibuey el Exón 2 del gen Leptina parece tener un efecto sobre las características de deposición de grasa, sin embargo estas asociaciones con la conformación y calidad fueron poco consistentes entre los MPU, MPD, MPT, HPT y HPD y más consistentes en los HPT, donde se observa una mutación marcada, favoreciendo su conformación y calidad de canal.

8. CONCLUSIONES

Cuatro polimorfismos o SNP's fueron encontrados en el exón 2 del gen *LEP* en corderos Pelibuey. De las mutaciones reportadas ninguna coincidió con la posición de cambio con respecto a estos corderos.

Los resultados encontrados demuestran por primera vez la presencia de estas 4 mutaciones, siendo nuevos sitios de cambio con respecto a la secuencia de referencia en NCBI ID: 443534 en el 2016

El número de corderos en nuestro estudio es limitado por lo que para confirmar la mutación en esta región de interés, es necesario ampliar el número de corderos, así como la búsqueda continua de mutaciones que estén por reportarse.

La introducción de técnicas moleculares ha conllevado a una revolución en diferentes disciplinas aplicadas como la medicina, el diagnóstico genético preimplantacional, la detección de agentes patógenos pecuarios y mejoramiento genético ovino. En este último aspecto el productor contaba únicamente con herramientas de selección fenotípica, actualmente con la inclusión de técnicas moleculares se cuentan con factores genotípicos que sumados a la variables tradicionales están conduciendo y/o influyendo en los cambios del método tradicional empírico a métodos de selección con una base científica reproducible. Los marcadores genéticos no vienen a desplazar si no a complementar e influir en las decisiones de los productores, que ayudado con un consejo genético apropiado puedan desarrollar las funciones zootécnicas de su interés de una forma efectiva

9. LITERATURA CITADA

- Almanza-Pérez, J.C., Gerardo Blancas, Rebeca García, F.J. Alarcón, and M. Cruz|. 2008. "Leptina Y Su Relación Con La Obesidad Y La Diabetes Mellitus Tipo 2 - Instituto Mexicano Del Seguro Social, Centro Médico Nacional Siglo XXI, México, Distrito Federal. México; Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias Biológicas Y de La Salud, Iztapalapa, Distrito Federal. México" 144: 535–42.
- Arredondo-Ruiz, Victalina, Rafael Macedo-Barragán, Jaime Molina-Cárdenas, Julio Magaña-Álvarez, Omar Prado-Rebolledo, Luis J. García-Márquez, Alejandra Herrera-Corredor, and Héctor Lee-Rangel. 2013. "Morphological Characterization of Pelibuey Sheep in Colima, México." *Tropical Animal Health and Production* 45 (4): 895–900. doi:10.1007/s11250-012-0303-1.
- Barzehkar, R., A. Salehi, and F. Mahjoubi. 2009. "Polymorphisms of the Ovine Leptin Gene and Its Association with Growth and Carcass Traits in Three Iranian Sheep Breeds." *Iranian Journal of Biotechnology* 7 (4): 241–46.
- Blache, D., R. L. Tellam, L. M. Chagas, M. A. Blackberry, P. E. Vercoe, and G. B. Martin. 2000. "Level of Nutrition Affects Leptin Concentrations in Plasma and Cerebrospinal Fluid in Sheep." *Journal of Endocrinology* 165 (3): 625–37.
- Boggs, L. D., Merkel, A. R, and Doumit E. M. 1998. *An Integrated Approach to Valuation, Grading, and Selection*. 5th. Iowa State. USA: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Boucher, D., M. F. Palin, F. Castonguay, C. Gariépy, and F. Pothier. 2006. "Detection of Polymorphisms in the Ovine Leptin (*LEP*) Gene: Association of a Single Nucleotide Polymorphism with Muscle Growth and Meat Quality Traits." *Canadian Journal of Animal Science* 86 (1): 31–35. doi:10.4141/A05-052.
- Buchanan, F.C., C.J. Fitzsimmons, A.G. Van Kessel, T.D. Thue, D.C. Winkelman-Sim, and S.M. Schmutz. 2002. "Association of a Missense Mutation in the Bovine

- Leptin Gene with Carcass Fat Content and Leptin mRNA Levels.” *Genetics Selection Evolution* 34 (1): 105–16.
- Burke, J.M., and J.K. Apple. 2007. “Growth Performance and Carcass Traits of Forage-Fed Hair Sheep Wethers.” *Small Ruminant Research* 67 (2–3): 264–70. doi:10.1016/j.smallrumres.2005.10.014.
- Catunda, A.G.V., I.C.S. Lima, G.C. Bandeira, C.R.F. Gadelha, E.S. Pereira, C.S.B. Salmito-Vanderley, A.A. Araújo, G.A. Martins, and A.C.N. Campos. 2013. “Blood Leptin, Insulin and Glucose Concentrations in Hair Sheep Raised in a Tropical Climate.” *Small Ruminant Research* 114 (2–3): 272–79. doi:10.1016/j.smallrumres.2013.07.008.
- Cerón-Muñoz, Mario Fernando, Alba Eunery Montoya Atehortua, Esperanza del Rocio Trujillo Bravo, Edison Julián Ramírez Toro, and Zulma Isabel Monsalve Fonnegra. 2009. “Marcadores Del GEN Leptina En Bovinos Cruzados Con Angus, Cebú, Romosinuano Y Blanco Orejinegro.” *Revista Científica* 19: 371–81.
- Choudhary, Vivek, Pushpendra Kumar, Tarun K. Bhattacharya, Bharat Bhushan, and Arjava Sharma. 2005. “DNA Polymorphism of Leptin Gene in *Bos Indicus* and *Bos Taurus* Cattle.” *Genetics and Molecular Biology* 28: 740–42.
- Coleman, D. L. 1973. “Effects of Parabiosis of Obese with Diabetes and Normal Mice.” *Diabetologia* 9 (4): 294–98. doi:10.1007/BF01221857.
- Colomer Rocher, F., P. Morand-Fehr, A. H. Kirton, R. Delfa Belenguer, and I. Sierra Alfranca. 1988. “Métodos Normalizados Para El Estudio de Los Caracteres Cuantitativos Y Cualitativos de Las Canales Caprinas Y Ovinas.”
- Desdémona, E, F. Núñez, and A Alarcón. 2013. “EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE CANALES PESADAS DE CORDEROS EN EL ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO.” <https://www.researchgate.net/publication/304019629>.

- Desdémona, E, F.A. Nuñez, and F.A. Rodriguez. 2007. *Manual Para La Evaluación de Corderos En Pie Y En Canal*. Facultad de Zootecnia. UACH. México: Secretaria de Extension y Difusión.
- Fisher, A.V., Tayler J.C., De-Boer H., and Van-Adrchem-Bogart D.H. 1974. "Criteria and Methods for Assessment of Carcass and Meat Characteristics in Beef Production Experiments. Seminar on Carcass and Meat Quality in the EEC Programmed of Co-Ordination of Research on Beef Production," 9–65.
- Gonzalez, G.R, H.G. Torres, and A.M. Castillo. 2001. "Crecimiento de Corderos Blackbelly Entre El Nacimiento Y El Peso Final En El Tropico Húmedo de México. Centro Regional Universitario Del Sureste, Universidad Autonoma de Chapingo, Teapa, Tabasco, México."
- Hinojosa-Cuéllar, J. A., J. Oliva-Hernández, G. Torres-Hernández, J. C. Segura-Correa, E. M. Aranda-Ibáñez, and J. M. González-Camacho. 2012. "Factores Que Afectan El Crecimiento Predestete de Corderos Pelibuey En El Trópico Húmedo de México." *Universidad Y Ciencia* 28: 163–71.
- Houseknecht, K L, C A Baile, R L Matteri, and M E Spurlock. 1998. "The Biology of Leptin: A Review." *Journal of Animal Science* 76 (5): 1405–20. doi:10.2527/1998.7651405x.
- Jonas, E., G.B. Martin, P. Celi, L. Li, M. Soattin, P.C. Thomson, and H.W. Raadsma. 2016. "Association of Polymorphisms in Leptin and Leptin Receptor Genes with Circulating Leptin Concentrations, Production and Efficiency Traits in Sheep." *Small Ruminant Research* 136 (March): 78–86. doi:10.1016/j.smallrumres.2016.01.010.
- Lawrence, T.L.J., and V.R. Fowler. 2002. *Growth of Farm Animals*. 2nded. U.K.: Cabi international.

- Martinez-Rojero, R.D., L Reyna, G Torres, A A. Mastache, and A.C. Michel. 2011. "Evaluación de La Fertilidad Y Prolificidad En Ciclos Reproductivos de Ocho Meses Durante Tres Estaciones En Ovejas Pelibuey En El Tropico Seco Mexicano." *Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias* 21: 383.
- O'Donnell, C.P, C.G Tankersley, V.P Polotsky, A.R Schwartz, and P.L Smith. 2000. "Leptin, Obesity, and Respiratory Function." *Respiration Physiology* 119 (2–3): 163–70. doi:10.1016/S0034-5687(99)00111-5.
- Owen, J.E., G.A. Norman, I.L. Fisher, and R.A. Frost. 1977. "Studies on the Meat Production Characteristics of Botswana Goats and sheep—Part I: Sampling, Methods and Materials, and Measurements on the Live Animals." *Meat Science* 1 (1): 63–85. doi:10.1016/0309-1740(77)90032-8.
- Papaleo Mazzucco, J., D.E. Goszczynski, M.V. Ripoli, L.M. Melucci, A.M. Pardo, E. Colatto, A. Rogberg-Muñoz, *et al.* 2016. "Growth, Carcass and Meat Quality Traits in Beef from Angus, Hereford and Cross-Breed Grazing Steers, and Their Association with SNPs in Genes Related to Fat Deposition Metabolism." *Meat Science* 114 (April): 121–29. doi:10.1016/j.meatsci.2015.12.018.
- Partida, J.A., D. Braña, H. Jiménez, F.G. Rios, and G. Buendía. 2013. *Manual de Producción Ovina*. 1sted.
- Pérez, P., A. Arrieta, B. Candelaria, O. Arroniz, S. López, H. Chalate, P. Diaz, and C. Ahuja. 2005. *Caracterización Del Sistema Producto Ovino En El Estado de Veracruz*. Colegio de Postgraduados.
- Pérez, Ruiz E. 2012. "Factor 9 de Crecimiento Y Diferencia Asociado Al Índice de Prolificidad En La Oveja Pelibuey." Texcoco, Estado de México.: Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.
- Ponce, Ponce. 2006. "Consumo, Digestibilidad, Eficiencia Productiva, Parámetros de Degradabilidad Y Características de La Canal de Ovinos Alimentados Con Pajas de Fríjol Tratadas Con Urea." Universidad Juárez del Estado de Durango.

- Rodríguez, A.F.A. 2005. "Programa de Mejoramiento Genético En Cría de Ovinos Productores de Carne En El Norte de México." Chihuahua, Chihuahua. México.
- Rojas, R.O. 2002. "Reproducción Y Características Genéticas de Las Principales Razas de Ovinos de Pelo :: Memorias Del Simposium Internacional de Ovinos Del Norte de México." CHihuahua, CHihuahua. INIFAP. Campo Experimental La Campana.
- Romualdo, J. G., A. C. Sierra, J. R. Ortiz, and J. S. Hernández. 2004. "Caracterización Morfométrica Del Ovino Pelibuey Local En Yucatán, México. Unidad de Posgrado Del Instituto Tecnológico Agropecuario Y Escuela de Veterinaria de La Universidad Autónoma de Puebla, México" 12: 26–31.
- Rozas, J. 2009. "DNA Sequence Polymorphism Analysis Using DnaSP." 537: 337–50.
- SAGARPA. 2006. *Norma Oficial Mexicana. NMX FF 106 SCFI 2006. Productos Pecuarios Carne de Ovino En Canal – Clasificación. Livestock Products Sheep Carcass – Classification.* Secretaria de Economía. Ciudad de Mexico.
- SAS. 2009. "Statistical Analysis System Institute (SAS). 2009. User's Guide Statistics. SAS Institute. Cary, N.C. USA."
- Silva, S. R., M. J. Gomes, A. Dias-da-Silva, L. F. Gil, and J.M.T. Azevedo. 2005. "Estimation in Vivo of the Body and Carcass Chemical Composition of Growing Lambs by Real-Time Ultrasonography" 83: 350–57.
- Tamura, K., G. Stecher, D. Peterson, A. Filipski, and S. Kumar. 2013. "MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0. Molecular Biology and Evolution 30: 2725-2729" 30: 2725–29.
- Vázquez, M.E.F. 2006. "Señalización de La Leptina." *REB* 25(2), 50–54.
- Zhang, Yiyang, Ricardo Proenca, Margherita Maffei, Marisa Barone, Lori Leopold, and Jeffrey M. Friedman. 1994. "Positional Cloning of the Mouse Obese Gene and Its Human Homologue." *Nature* 372 (6505): 425–32. doi:10.1038/372425a0.

Zhou, Huitong, Jon G. H. Hickford, and Hua Gong. 2009. "Identification of Allelic Polymorphism in the Ovine Leptin Gene." *Molecular Biotechnology* 41 (1): 22–25. doi:10.1007/s12033-008-9090-3.

10. ANEXOS

10.1 Alineamiento de secuencias del exón II (272 pb) del gen *LEP*

#443534	CCC	CAG	AAG	CCC	ACC	CTC	GGA	AGG	AAA	ATG	CGC	TGT	GGA	CCC	CTG	TAC	[48]
#01T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#02T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#04	[48]
#06T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#08T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#10	---	---	---	---	---	---	[48]
#11T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#12T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#13T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#15T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#17T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#18T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#19	[48]
#20T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#21T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#22T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#23T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#24T	..T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#25	[48]
#26T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#27T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#28T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#29T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]
#30T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 48]

#443534	CGA	TTC	CTG	TGG	CTT	TGG	CCC	TAT	CTC	TCC	TAC	GTG	GAG	GCT	GTG	CCC	[96]
#01	[96]

#443534	ATC	CGC	AAG	GTC	CAG	GAT	GAC	ACC	AAA	ACC	CTC	ATC	AAG	ACG	ATT	GTC	[144]
#01	[144]
#02	T..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[144]
#04	T..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[144]
#06	[144]
#08	[144]
#10	[144]
#11	[144]
#12	T..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[144]
#13	[144]
#15	[144]
#17	T..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[144]
#18	[144]
#19	T..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[144]
#20	[144]
#21	[144]
#22	[144]
#23	T..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[144]
#24	[144]
#25	T..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[144]
#26	[144]
#27	[144]
#28	[144]
#29	[144]
#30	[144]

#443534	ACC	AGG	ATC	AAT	GAC	ATC	TCA	CAC	ACG	[172]
#01	[172]
#02C.	...	...	...	...	...	[172]
#04	[172]
#06C.	...	...	...	...	...	[172]
#08	[172]
#10	[172]
#11	[172]
#12	[172]
#13	[172]
#15	[172]
#17	[172]
#18	[172]
#19C.	...	...	...	...	...	[172]
#20	[172]
#21	[172]
#22	[172]
#23	[172]
#24	[172]
#25	[172]
#26	[172]
#27	[172]
#28	[172]
#29	[172]
#30	[172]

A: adenina, G:guanina, C:citosina, T: timina

10.2 Electroferograma

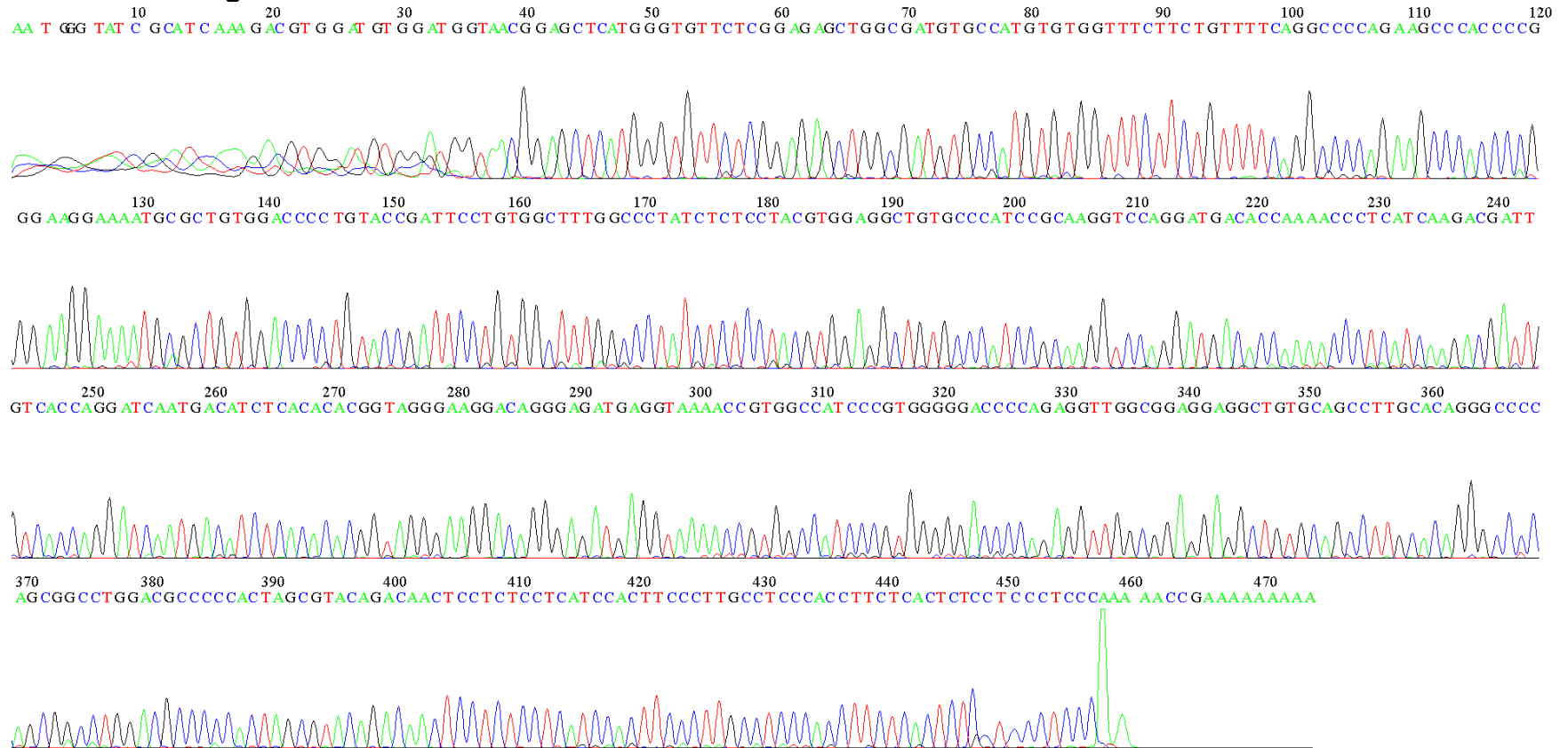


Figura 9. Electroferograma del gen *LEP* (exón 2) en corderos Pelibuey

10.3 Canales de corderos Pelibuey evaluadas



Figura 10. Cordero número 129 macho de parto único ; México 2 (MEX 2)



Figura 11. Cordero número 136 macho de parto único; México 1 (MEX 1)



Figura 12. Cordero número 138 macho de parto único; México 2 (MEX 2)



Figura 13. Cordero número 139 macho de parto único; México 1 (MEX 1)



Figura 14. Cordero número 190 macho de parto único; México 1 (MEX 1)



Figura 15. Cordero número 145 macho de parto doble; Fuera de Clasificación (F/C)



Figura 16. Cordero número 175 macho de parto doble; Fuera de Clasificación (F/C)



Figura 17. Cordero número 201 macho de parto doble; Fuera de Clasificación (F/C)



Figura 18. Cordero número 207 macho de parto doble; México 1 (MEX 1)



Figura 19. Cordero número 212 macho de parto doble; Fuera de Clasificación (F/C)



Figura 20. Cordero número 179 macho de parto triple; México 2 (MEX 2)



Figura 21. Cordero número 184 macho de parto triple; Fuera de Clasificación (F/C)



Figura 22. Cordero número 185 macho de parto triple; Fuera de Clasificación (F/C)



Figura 23. Cordero número 187 macho de parto triple; Fuera de Clasificación (F/C)



Figura 24. Cordero número 208 macho de parto triple; México 1 (MEX 1)



Figura 25. Cordero número 130 hembra de parto único; Fuera de Clasificación (F/C)



Figura 26. Cordero número 137 hembra de parto único; México 1 (MEX 1)



Figura 27. Cordero número 188 hembra de parto único; Fuera de Clasificación (F/C)



Figura 28. Cordero número 215 hembra de parto único; México 1 (MEX 1)



Figura 29. Cordero número 216 hembra de parto único; México 1 (MEX 1)



Figura 30. Cordero número 127 hembra de parto doble; Fuera de Clasificación (F/C)



Figura 31. Cordero número 128 hembra de parto doble; Fuera de Clasificación (F/C)



Figura 32. Cordero número 135 hembra de parto doble; México 1 (MEX 1)



Figura 33. Cordero número174 hembra de parto doble; Fuera de Clasificación (F/C)



Figura 34. Cordero número 194 hembra de parto doble; México 1 (MEX 1)



Figura 35. Cordero número 132 hembra de parto triple; México 1 (MEX 1)



Figura 36. Cordero número 140 hembra de parto triple; México 1 (MEX 1)



Figura 37. Cordero número 142 hembra de parto triple; México 1 (MEX 1)



Figura 38. Cordero número 178 hembra de parto triple; México 1 (MEX 1)



Figura 39. Cordero número 186 hembra de parto triple; México 1 (MEX 1)