



Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DURANTE EL CRECIMIENTO DE BORREGOS F1,
ALIMENTADOS A BASE DE CEREALES Y HENO**

TESIS QUE PRESENTA:

Rigoberto Sarmiento García

Como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS

DIRECTOR

Dr. Yuri Villegas Aparicio

CO-DIRECTOR

Dr. Julio César Vinay Vadillo

Ex-Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca
Agosto de 2022



Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DURANTE EL CRECIMIENTO DE
BORREGOS F1, ALIMENTADOS A BASE DE CEREALES Y HENO**

TESIS QUE PRESENTA:

Rigoberto Sarmiento García

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN
AGROECOSISTEMAS**

DIRECTOR

Dr. Yuri Villegas Aparicio

CO-DIRECTOR

Dr. Julio César Vinay Vadillo

Ex-Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca
Agosto de 2022

La presente tesis titulada: **“Comportamiento productivo durante el crecimiento de borregos F1, alimentados a base de cereales y heno”** fue realizada bajo la dirección del Consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS

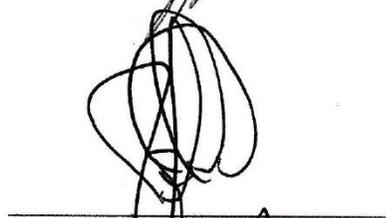
DIRECTOR:

DR. YURI VILLEGAS APARICIO



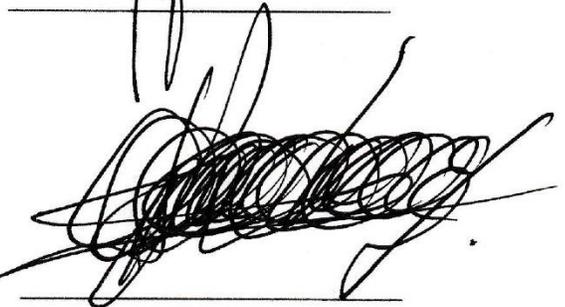
CO-DIRECTOR:

DR. JULIO CÉSAR VINAY VADILLO



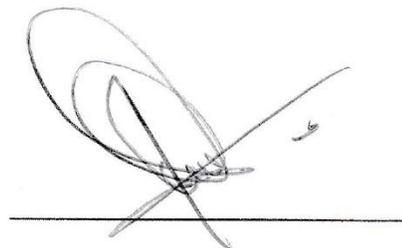
ASESOR:

DR. BENJAMIN ALFREDO PIÑA CÁRDENAS



ASESOR:

DR. JOSÉ CRUZ CARRILLO RODRÍGUEZ





	Nombre de la Información Documentada: Formato Autorización del comité para entrega de tesis.	Código: ITVO-AC-PR-08-02
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.5.2	Revisión: 1
		Página 1 de 1

Nazareno Xoxocotlán, Oaxaca, 27 de junio del 2022

OFICIO No. DEPI/0514/22

C. RIGOBERTO SARMIENTO GARCÍA
ESTUDIANTE DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS
P R E S E N T E

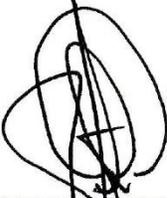
Los que suscriben, miembros de su Comité Tutorial, le comunicamos que hemos revisado el contenido de su tesis **“Comportamiento productivo durante el crecimiento de borregos F1, alimentados a base de cereales y heno”**. Por lo que con base en los lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México se le otorga la **AUTORIZACIÓN** para que proceda a la entrega del documento final de la misma en formato digital (PDF); para continuar con su trámite y asignarle la fecha de su examen de grado.

Sin más por el momento nos permitimos reconocer su esfuerzo y felicitarle por el logro de su documento de tesis.

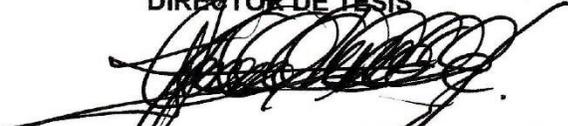
ATENTAMENTE
“Ciencia y Tecnología para el Campo”



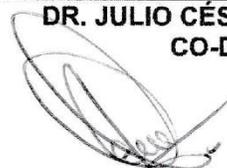
DR. YURI VILLEGAS APARICIO
DIRECTOR DE TESIS



DR. JULIO CÉSAR VINAY VADILLO
CO-DIRECTOR



DR. BENJAMÍN ALFREDO PINA CÁRDENAS
ASESOR DE TESIS



DR. JOSÉ CRUZ CARRILLO RODRÍGUEZ
ASESOR DE TESIS



DR. YURI VILLEGAS APARICIO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE OAXACA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

	Nombre de la Información Documentada: Formato Autorización de DEPI para entrega de Tesis.	Código: ITVO-AC-PR-08-03
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.5.2	Revisión: 1
		Página 1 de 1

Nazareno Xoxocotlan, Oaxaca, **29/Junio/2022**

OFICIO No. DEPI/0530/2022

C. RIGOBERTO SARMIENTO GARCÍA
ESTUDIANTE DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS
P R E S E N T E

Con base en los Lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México, respecto a la presentación del examen de grado, me es muy grato comunicarle que esta División de Estudios de Posgrado e Investigación a mi cargo, **AUTORIZA** la entrega del documento final de su tesis en formato digital (PDF) titulada: **“Comportamiento productivo durante el crecimiento de borregos F1, alimentados a base de cereales y heno”**.

Cuyo contenido ha sido revisado y aprobado por su Comité Tutorial y cumple en lo general con el formato establecido para este documento, como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Productividad de Agroecosistemas.

Sin más por el momento le felicito cordialmente por el logro de esta meta y le reitero el respaldo institucional de su Alma Mater.

ATENTAMENTE
“Ciencia y Tecnología para el Campo”


DR. YURI VILLEGAS APARICIO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE OAXACA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se llevó a cabo con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a través del número de becario 1080622, con el tema de investigación: "COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DURANTE EL CRECIMIENTO DE BORREGOS F1, ALIMENTADOS A BASE DE CEREALES Y HENO".

AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México y al Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca por darme la oportunidad de formarme como maestro en ciencias en Productividad en Agroecosistemas, a pesar de la pandemia del Covid-19.

Al Campo Experimental “La Posta” perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por el apoyo en la realización de esta investigación.

Al Dr. Julio César Vinay Vadillo por brindarme su amistad, amabilidad, consejos, correcciones en los momentos oportunos, por la disposición en su momento para las asesorías personales y virtuales para avanzar en la realización de la presente investigación.

Al D. Ph. Benjamín Alfredo Piña Cárdenas por la amistad que hemos construido a través de los años, amabilidad, hospitalidad, consejos, correcciones en los momentos oportunos, por proporcionarme los materiales, herramientas para la realización de la presente investigación.

Al Dr. Yuri Villegas Aparicio por su valiosa orientación hacia mi formación integral y profesional, por ser pieza clave y conectar con la institución educativa.

DEDICATORIAS

Principalmente a Dios, por otorgarme la salud necesaria en el lapso de la maestría para concluir satisfactoriamente en tiempo y forma, por darme la dicha de conocer y convivir con grandes personas y amigos en el transcurso de mi formación profesional.

A mi madre Julia García Aparicio, que, aunque ella ya no se encuentra presente acá con nosotros, es mi guía y es mi inspiración en cada paso de mi andar, me siento muy orgulloso, satisfecho y con la humildad y sencillez con la que nos criaste, agradezco infinitamente haberme dado la vida, cada uno de mis triunfos son en tu honor, madre mía.

A mi padre Marcelino Sarmiento Sánchez, por ser un pilar fundamental en mi formación, orientación y rectitud de la persona que soy hoy en día, espero que te sientas muy orgulloso de verme formar profesionalmente día con día.

A mis hermanos por el apoyo moral y económico brindado durante mi formación profesional.

A mi novia maestrante Arcelia Zurani Chairez Aquino, por ser una mujer muy especial, dedicada, optimista, por su apoyo incondicional en mi vida y formación académica y profesional.

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general.....	6
1.2 Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	7
2.1 Población ovina mundial.....	7
2.2 Producción de carne.....	9
2.3 Población ovina nacional.....	12
2.4 Distribución de razas de ovinos de pelo en América Latina.....	13
2.5 Distribución de razas de pelo en México.....	14
2.5.1 Pelibuey.....	15
2.5.2 Dorper.....	16
2.5.3 Black Belly.....	17
2.5.4 Katahdin.....	18
2.5.5 Saint Croix.....	19
2.6 Sistemas de producción en la cría de ovinos en México.....	21
2.6.1 Sistema de producción extensivo.....	21
2.6.2 Sistema de producción intensivo.....	22
2.6.3 Sistema de producción semi-intensivo.....	23

2.7	Requerimientos nutricionales de los ovinos.....	24
2.8	Ingredientes proteicos utilizados para la elaboración de raciones para ovinos	26
2.8.1	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.).....	26
2.8.2	Pasta de soya.....	28
2.9	Requerimientos energéticos de ovinos de pelo	29
CAPÍTULO III. REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA NETA Y RESPUESTA PRODUCTIVA DE OVINOS DORPER BLANCO/PELIBUEY EN CRECIMIENTO		
.....		34
3.1	Resumen:	34
3.2	Introducción	37
3.3	Materiales y Métodos.....	39
3.3.1	Área de estudio.....	39
3.3.2	Población de estudio.....	39
3.3.3	Análisis de información	40
3.3.4	Procedimiento.....	40
3.3.5	Alojamiento de los corderos.....	41
3.3.6	Estimación de requerimientos de energía neta para ovinos por el método de ecuaciones del NRC	42
3.3.7	Estimación de requerimientos de energía neta para ovinos por el Sistema de ecuaciones del Sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S).....	45
3.4	Resultados y Discusión	48
3.4.1	Estimación de requerimientos de energía neta para ovinos por el método de ecuaciones del NRC	51
3.4.2	Estimación de requerimientos de energía neta para ovinos por el Sistema de ecuaciones del Sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S).....	58
3.4.3	Estimación de la energía neta total por NRC vs. CNCPS-S	65
3.5	Conclusiones	68
3.6	Agradecimientos	69
3.7	Referencias	69
CAPÍTULO IV. ZOMETRÍA DEL DESTETE A LA FINALIZACIÓN DE OVINOS DORPER BLANCO/PELIBUEY, EN LA PLANICIE COSTERA VERACRUZANA		
.....		76
4.1	Resumen	76
4.2	Introducción	79

4.3 Materiales y métodos.....	80
4.3.1 Localización	80
4.3.2 Análisis de información	81
4.3.3 Procedimiento.....	81
4.3.4 Alojamiento de los corderos.....	83
4.4 Resultados y discusión	84
4.5 Conclusiones	89
4.6 Agradecimientos	89
4.7 Literatura citada	89
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES GENERALES	94
CAPITULO VI. RECOMENDACIONES GENERALES	95
CAPÍTULO VII. LITERATURA CITADA EN LOS CAPÍTULOS I Y II.....	96

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Países con la mayor población ovina en América.....	9
2	Principales países productores de carne de ovino.....	10
3	Producción de carne de ovinos en América.....	11
4	Estados con mayor población de ovinos en México.....	12
5	Razas de ovinos de pelo y su distribución en América Latina.....	14
6	Requerimientos de macrominerales para ovinos.....	25
7	Requerimientos de microminerales para ovinos.....	26
8	Valor nutricional del forraje de alfalfa según estados fenológicos.....	28
9	Distribución del número de corderos por tipo de alimentación y sexo.....	40
10	Composición de la dieta, en base seca, del destete a la finalización de corderos a base de cereal y forraje.....	41
11	Composición química estimada de las dietas que recibieron los corderos F1.....	41
12	Comportamiento productivo de los ovinos alimentados con cereales y con forrajes.....	49
13	Comportamiento productivo de los ovinos de acuerdo al sexo.....	50
14	Composición de la dieta, en base seca, del destete a la finalización de corderos a base de cereal y forraje.....	82
15	Composición química estimada de las dietas que recibieron los corderos F1.....	82
16	Edad, Peso vivo y medidas zoométricas de los ovinos F1 y Pelibuey de los diferentes tratamientos.....	84
17	Medidas zoométricas de los ovinos F1 Dorper/Pelibuey vs. ovinos de la raza Pelibuey.....	86
18	Parámetros productivos de ovinos alimentados con tres distintas fuentes.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Población de ovinos a nivel mundial.....	7
2	Distribución por continente de la población de ovinos.....	8
3	Países con la mayor población de ovinos.....	8
4	Producción mundial de carne de ovino.....	9
5	Proporción de producción de carne por continente.....	10
6	Producción de carne en América.....	11
7	Población de ovinos en el país.....	12
8	Estados con el mayor inventario de ovinos.....	13
9	Ejemplares de la raza Pelibuey (Macho y hembra).....	16
10	Ejemplares raza Dorper cabeza negra y Dorper blanco.....	17
11	Ejemplares de la raza Black Belly.....	18
12	Ejemplares de la raza Katahdin.....	19
13	Ejemplares de machos y hembras de la raza Saint Croix.....	20
14	Sistema de producción de tipo extensivo.....	22
15	Sistema de producción de tipo intensivo.....	23
16	Sistema de producción de tipo semi-intensiva.....	24
17	Estados fenológicos y características de la alfalfa.....	27
18	Composición del grano de soya.....	28
19	Esquema de partición de la energía en el organismo animal.	30
20	Comportamiento productivo de hembras F1 Dorper blanco/Pelibuey alimentadas con cereales y con forrajes; calculados por el modelo de ecuaciones del NRC, 2007.....	52
21	Energía neta total (NE) (requerimientos diarios de Energía Neta para el mantenimiento (NE _m) y Energía Neta para la ganancia de peso (NE _g)) de hembras F1 en crecimiento Dorper blanco/Pelibuey, alimentadas con cereales y con forrajes. Calculados por el modelo de ecuaciones del NRC, 2007.....	54
22	Comportamiento productivo de machos F1 Dorper blanco/Pelibuey alimentados con cereales y con forrajes; calculados por el modelo de ecuaciones del NRC, 2007.....	56

23	Energía neta total (NE) (requerimientos diarios de Energía Neta para el mantenimiento (NE_m) y Energía Neta para la ganancia de peso (NE_g)) de machos F1 en crecimiento Dorper blanco/Pelibuey, alimentados con cereales y con forrajes. Calculados por el modelo de ecuaciones del NRC, 2007.....	57
24	Comportamiento productivo de hembras F1 Dorper blanco/Pelibuey alimentadas con cereales y con forrajes, calculados por el modelo de ecuaciones del sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S)	59
25	Energía neta total (NE) (requerimientos diarios de Energía Neta para el mantenimiento (NE_m) y Energía Neta para la ganancia de peso (NE_g)) de hembras F1 en crecimiento Dorper blanco/Pelibuey, alimentadas con cereales y con forrajes. Calculados por el modelo de ecuaciones del sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S).....	60
26	Comportamiento productivo de machos F1 Dorper blanco/Pelibuey alimentados con cereales y con forrajes, calculados por el modelo de ecuaciones del sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S).....	62
27	Energía neta total (NE) (requerimientos diarios de Energía Neta para el mantenimiento (NE_m) y Energía Neta para la ganancia de peso (NE_g)) de machos F1 en crecimiento Dorper blanco/Pelibuey, alimentadas con cereales, calculados conforme al modelo de ecuaciones del sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S).....	63
28	Estimación de la energía neta total por el modelo de ecuaciones del NRC vs. modelo de ecuaciones CNCPS-S en hembras F1 Dorper blanco/Pelibuey alimentadas con cereales y con forrajes.....	66
29	Estimación de la energía neta total por el modelo de ecuaciones del NRC vs. modelo de ecuaciones CNCPS-S en machos F1 Dorper blanco/Pelibuey alimentadas con cereales y con forrajes.....	67

RESUMEN

En el 2020 la población ovina nacional fue de 8,725, 882 cabezas y se produjeron alrededor de 64,031 t de carne en canal. El estado de Veracruz se posicionó como tercer lugar a nivel nacional con un incremento entre el 2014 y 2020 con más de 44,000 cabezas. El objetivo del estudio fue estimar los requerimientos de energía durante el crecimiento de borregos cruzados F1 Dorper blanco/Pelibuey por dos métodos diferentes y su zoometría, alimentados a base de cereales y heno. El experimento se realizó en el Módulo de ovinos El Cenizontle del CEIEGT-UNAM, en Tlapacoyan, Ver. Se utilizaron 70 corderos destetados Dorper blanco/Pelibuey (DB/PB); 35 (18 hembras y 17 machos) asignados a cereales y 35 (16 hembras y 19 machos) a forrajes. Se estimaron a través de ecuaciones del NRC y CNCPS-S los requerimientos de NE_m y NE_g , así como la eficiencia energética metabolizable para la ganancia (K_g) y variables relacionadas con el comportamiento productivo: peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD), peso al año (PA), ganancia diaria de peso (GDP) y peso maduro (PM). Simultáneamente, 45 corderos machos destetados, distribuidos al azar a tres tratamientos: 18 asignados a la dieta de cereales (T1), 19 a forrajes (T2), con 16% de PC y 2.7 Mcal de EM/kg de MS y ocho al pastoreo tradicional (T3). Se midieron variables relacionadas con la aptitud cárnica y conformación del animal: largo de la cruz al maslo de la cola (L), perímetro torácico (PT), perímetro lumbar (PL), ancho del hombro (AH), ancho de cadera (AC), altura a la cruz (ACR) y altura a la grupa (AG), además de registrar el peso vivo. Se realizaron análisis de varianza bajo un diseño completo al azar y prueba de medias de Tukey con el software Minitab v17. Los requerimientos de NE total, NE_g y NE_m fueron similares ($p>0.05$) en cuando al tipo de alimentación, pero diferentes ($p<0.05$) en cuando al sexo ya sea por el método de ecuaciones del NRC y CNCPS-S; con un K_g de 0.42 y 0.40, para machos y hembras. Además, el efecto de tipo de alimentación fue similar ($p>0.05$) entre cereales y forrajes; para el PM con 65.47 ± 1.91 y 60.52 ± 1.92 kg; y un PM de 64.18 ± 1.89 y 61.81 ± 1.94 kg para machos y hembras. Por otro lado, a la edad de 176–177 días, los ovinos DB/PB alimentados con cereales y forrajes manifiestan pesos superiores y medidas zoométricas de PT, PL, AH, AC, ACR y AG, a los corderos de la raza PB, alimentados en pastoreo con una complementación de mezcla mineral. Además, los ovinos F1 alimentados con cereales y forrajes, presentan pesos de finalización para estos tratamientos, superiores a los PB.

Palabras clave: *Dorper blanco/Pelibuey, Requerimientos de energía neta, energía neta de mantenimiento, energía neta de ganancia, medidas zoométricas.*

ABSTRACT

In 2020, the national sheep population was 8,725,882 head and around 64,031 t of meat carcasses were produced. The state of Veracruz ranked third nationally with an increase between 2014 and 2020 with more than 44,000 head. The goal of the study was to estimate the energy requirements during growth of F1 white Dorper/Pelibuey crossbred sheep by two different methods and their zoometry, fed on cereal and hay. The experiment was carried out in the El Cenzontle sheep module of CEIEGT-UNAM, in Tlapacoyan, Ver. 70 weaned white Dorper/Pelibuey (DB/PB) lambs were used; 35 (18 females and 17 males) were assigned to cereals and 35 (16 females and 19 males) to forages. NRC and CNCPS-S equations were used to estimate NE_m and NE_g requirements, as well as metabolizable energy efficiency for gain (k_g) and variables related to productive behavior: birth weight (BW), weaning weight (DW), weight at one year (WY), daily weight gain (DWG) and mature weight (MW). Simultaneously, 45 weaned male lambs, randomly distributed to three treatments: 18 were assigned to the cereal diet (T1), 19 to forages (T2), with 16% CP and 2.7 Mcal of ME/kg DM and eight to traditional grazing (T3). Variables related to meat aptitude and animal conformation were measured: length from the withers to the tail (L), thoracic perimeter (TP), lumbar perimeter (LP), shoulder width (AH), hip width (AC), height at the withers (ACR) and height at the rump (AG), in addition to recording live weight. Analyses of variance were performed under a randomized complete design and Tukey's test of means with Minitab v17 software. Total NE, NE_g and NE_m requirements were similar ($p>0.05$) for feeding type, but different ($p<0.05$) for sex either by the NRC and CNCPS-S equations method; with a K_g of 0.42 and 0.40, for males and females. In addition, the effect of type of feeding was similar ($p>0.05$) between cereals and forages; for the PM with 65.47 ± 1.91 and 60.52 ± 1.92 kg; and a PM of 64.18 ± 1.89 and 61.81 ± 1.94 kg for males and females. On the other hand, at the age of 176-177 days, DB/PB sheep fed with cereals and forages show higher weights and zoometric measures of PT, PL, AH, AC, ACR and AG, than lambs of the PB breed, fed in grazing with a mineral mixture supplementation. In addition, F1 sheep fed with cereals and forages show higher finishing weights for these treatments than PB lambs.

Key words: *White Dorper/Pelibuey, Net energy requirements, net maintenance energy, net gain energy, zoomometric measurements.*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La ovinocultura en México es una actividad que ha sufrido constantemente transformaciones importantes en la última década. La producción ovina a nivel nacional para el año 2020, de acuerdo a estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) fue de 8,725, 882 cabezas con la que se produjeron de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el 2019 alrededor de 64,031 toneladas de carne en canal. Sin embargo, aún se sigue dependiendo de la carne ovina del exterior, de 14, 635 toneladas en el año 2010 a las 5,587 toneladas para el 2019 (SIAP, 2020).

El aumento se debe a que en la producción primaria se le ha agregado el eslabón de la transformación, procesamiento y comercialización de la cadena (elaboración de cortes finos, carnes frías, embutidos, barbacoas y mixiotes enlatados) (Quintanilla-Medina *et al.*, 2018). En el estado de Veracruz el inventario se incrementó en más de 44,000 cabezas entre el año 2014 y 2020 (ídem).

Las razas de ovinos de pelo más importantes en la región tropical de México son: Pelibuey, Blackbelly, Saint Croix, Dorper blanco y cabeza negra, Katahdin y sus cruza, las cuales fueron introducidas con la finalidad de mejorar la conversión alimenticia, elevar el incremento de peso y rendimientos en canal, además, presentan una gran adaptación al ambiente con altas temperaturas y humedad, donde por lo general el rebaño es alimentado en pastoreo en pastos tropicales de mediana-baja calidad y una alimentación complementaria a base de sales minerales (Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2012; Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2015; Alatorre *et al.*, 2017). Por otra parte, el conocimiento de estas y demás razas permite identificar la población animal y los cruces genéticos de acuerdo al fin zootécnico que se requiere llevar a cabo en la unidad de producción (Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2010; Pérez-Chávez *et al.*, 2019).

Es por ello que, a partir de las mediciones corporales (zometría) de ciertas zonas del cuerpo del animal tales como: altura a la cruz (AC), perímetro torácico (PT), altura de la grupa (ALG), longitud del cuerpo (LC) y anchura de la grupa (AG); se puede conocer las capacidades productivas de estas razas o su inclinación hacia determinado fin zootécnico (Hernández-Espinoza *et al.*, 2012; Peña-Avelino *et al.*, 2021).

A pesar de la importancia de las razas de pelo y sus cruza en la producción ovina tropical y del mundo; en nuestro país uno de los problemas más frecuentes dentro de los sistemas de producción de ovinos es una inadecuada alimentación, repercutiendo directamente en una mínima ganancia de peso, bajos consumos de materia seca (MS), hay una baja eficiencia alimenticia y por consecuente,

bajos resultados productivos (Martínez-Martínez *et al.*, 2018; Villanueva-Partida *et al.*, 2019).

Para la implementación y desarrollo de la engorda de ovinos, se requiere de dietas que sean ricas en proteína y energía, de lo contrario el suministro insuficiente de energía se ve reflejado en un lento crecimiento, pérdida de peso, se prolonga la edad a la pubertad, se reduce el porcentaje de fertilidad, menor producción de carne o leche dependiendo del sistema de producción, además que los animales son más susceptibles a los nemátodos e infecciones parasitarias (Tedeschi *et al.*, 2010; Romero y Bravo, 2012; Chay-Canul *et al.*, 2016).

Particularmente en las razas de pelo, los estudios que se han llevado a cabo (González-Garduño *et al.*, 2010; Villanueva *et al.*, 2013; Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2018; Martínez-Martínez *et al.*, 2018; Villanueva-Partida *et al.*, 2019) que reflejan la eficiencia de producción de una unidad de producción ovina son: peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD), ganancia diaria de peso (GDP), ganancia diaria postdestete, peso final (PF) y nulos estudios reportan el peso maduro (PM) de los ovinos.

Por otra parte, las investigaciones que consideren la parte de los requerimientos de energía acorde al desarrollo fisiológico en que el animal se encuentra, además de que consideren el factor sexo; los estudios son escasos o nulos (Chay-Canul *et al.*, 2016; Chay-Canul *et al.*, 2017). Chay-Canul *et al.* (2016) dentro de una revisión que realizó en diferentes fuentes informativas sobre los requerimientos de energía metabolizable (EM), la eficiencia de la utilización para el

mantenimiento y la ganancia de peso en las regiones con condiciones tropicales de América Latina encontraron que, para hembras ovinas, el requerimiento de EM para mantenimiento (EM_m) fue de 419 ± 129 kJ/kg $BW^{0.75}$ (media \pm desviación estándar) y para machos fue 388 ± 123 kJ/kg $BW^{0.75}$ además, el requerimiento de energía neta para la ganancia de peso (EN_g) varió de 8.75 a 14.06 kJ/g (11.63 ± 1.86 kJ/g). Los autores indicaron que la información es escasa en ovinos adultos en las diferentes etapas fisiológicas.

Por otro lado, Salah *et al.* (2014), dentro de su estudio para estimar las necesidades energéticas y proteicas de bovinos, cabras y ovinos en un clima tropical, concluyeron que dichos requerimientos energéticos y proteicos de estos rumiantes en una etapa de crecimiento, criados en la región tropical, fueron mayores a los reportados por los sistemas internacionales tales como: Agricultural Research Council (ARC, 1984), Institut Nationale de la Recherche Agronomique (INRA, 1989), National Research Council (NRC, 2007) y Agricultural Food and Research Council (AFRC, 1993). Vicente-Pérez *et al.* (2020), mencionan que, en las zonas con altas temperaturas, la energía que requieren los ovinos para disipar el calor corporal se aumenta considerablemente, permitiéndoles una mayor tolerancia al estrés calórico (EC).

A lo que Regadas-Filho *et al.* (2013), en un estudio realizado para determinar la composición corporal y necesidades energéticas netas de los corderos de Santa Inés, ellos no encontraron indicios de que hayan disminuido las necesidades energéticas netas para el mantenimiento de las ovejas de Santa Inés, en comparación con los valores recomendados por los principales sistemas de

nutrientes y evaluación de alimentos, por ello recomiendan que se amplie la base de datos de las ovejas de pelo.

Hoy en día, conocer las necesidades energéticas, proteicas, las alternativas de alimentación animal y la eficiencia en utilización de los recursos alimenticios es de suma importancia para optimizar la productividad y lograr los resultados esperados en las unidades de producción ovina, ya que en la actualidad los principales recursos para la producción animal (agua, tierra) están siendo cada vez más limitados en algunas regiones del país como alrededor del mundo, realizar la determinación precisa de nutrientes que requiere el ovino de acuerdo al desarrollo fisiológico es de vital importancia, para evitar la pérdida de dichos recursos (Chay-Canul *et al.*, 2011; Chay-Canul *et al.*, 2016).

Además, que conocer la información y con el acompañamiento técnico va a ayudar a mejorar la eficiencia en la producción ovina, haciendo la actividad cada día más rentable y así cubrir la demanda nacional de carne de ovino sin depender de la producción ovina del exterior. Es por ello, que la presente investigación tiene como objetivo estimar los requerimientos de energía durante el crecimiento de borregos cruzados F1 por dos métodos diferentes y su zoometría, alimentados a base de cereales y heno.

1.1 Objetivo general

Estimar los requerimientos de energía durante el crecimiento de borregos cruzados F1 por dos métodos diferentes y su zoometría, alimentados a base de cereales y heno.

1.2 Objetivos específicos

1. Estimar los requerimientos de energía neta de mantenimiento (NE_m) y energía neta de ganancia (NE_g) de ovinos cruzados F1 Dorper blanco/Pelibuey en crecimiento, mediante el uso de las ecuaciones propuestas por el NRC y por el sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S) alimentados a base de cereales y heno.
2. Analizar las variables zoométricas de ovinos F1 Dorper blanco/Pelibuey y de la raza Pelibuey para evaluar el desarrollo corporal de corderos de un sistema intensivo y tradicional en la planicie costera veracruzana.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Población ovina mundial

La población ovina en los últimos 10 años ha tenido tendencias al alza, comportándose de diferente manera entre continentes o entre las mismas regiones, en el año 2019 de acuerdo a estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAOSTAT) existían 1,098,934,135 cabezas de ovinos y pasó a 1,238,719,591 respectivamente (Figura 1).

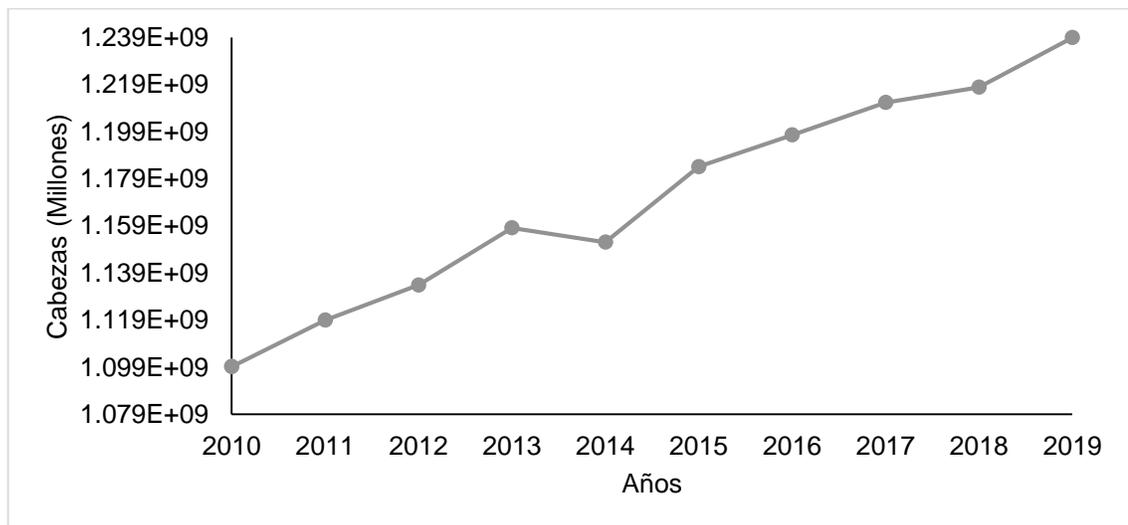


Figura 1. Población de ovinos a nivel mundial. Fuente: FAOSTAT (2019).

El continente asiático y el africano cubren con más del 70% de la población ovina (Figura 2), el continente americano es el que cuenta con el menor número de cabezas con 83,350,064 que representa el 7.2% de la población mundial (FAOSTAT, 2019).

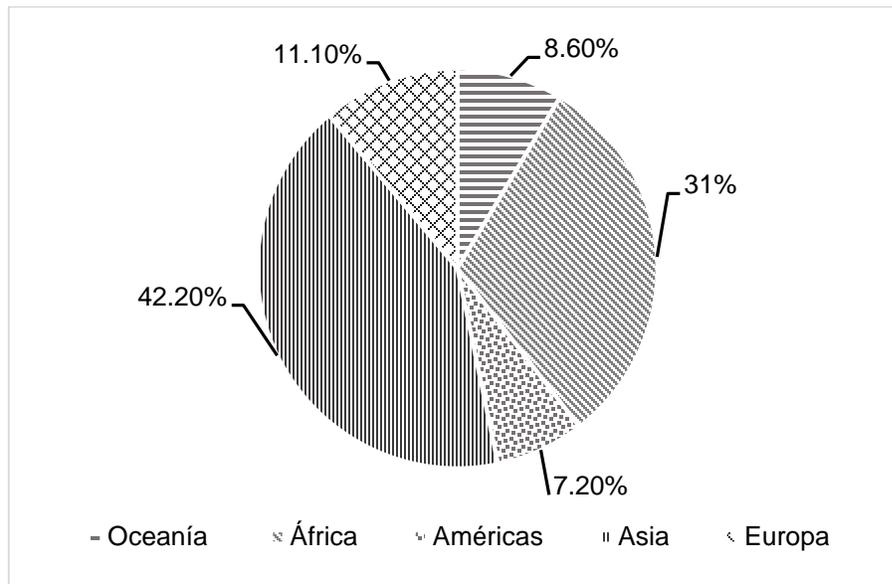


Figura 2. Distribución por continente de la población de ovinos. Fuente: FAOSTAT (2019).

Como mayor productor de cabezas de ovinos a nivel mundial se encuentra China (163,489,600), seguido de la India (74,260,615), Australia (65,755,408), Nigeria (46,893,030) como se aprecia en la Figura 3:

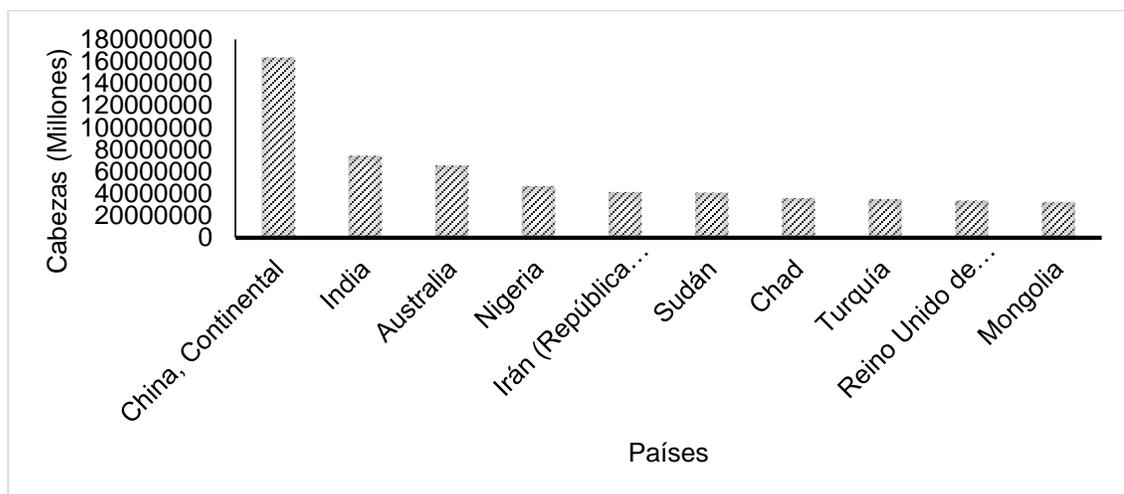


Figura 3. Países con la mayor población de ovinos. Fuente: FAOSTAT (2019).

De acuerdo a datos al FAOSTAT (2019) dentro del continente americano, México se posiciona en el cuarto lugar (Cuadro 1), en cuanto al número de ovinos, el país que mayor número de ovinos tiene es Brasil, seguido de Argentina y Perú.

Cuadro 1. Países con la mayor población ovina en América.

Países	Número de cabezas
Brasil	19,715,587
Argentina	14,774,196
Perú	11,261,788
México	8,708,246
Bolivia	7,548,430
Uruguay	6,556,816
Estados Unidos de América	5,230,000
Chile	2,234,892
Colombia	1,561,197
Cuba	1,478,391

Fuente: FAOSTAT (2019).

2.2 Producción de carne

La producción de carne ovina a nivel mundial ha estado en incremento, pasando de los 8,483,431 toneladas en el 2010 a los 9,922,238 toneladas en el 2019, crecimiento que se ha dado de manera constante, tal como se muestra en la Figura 4.

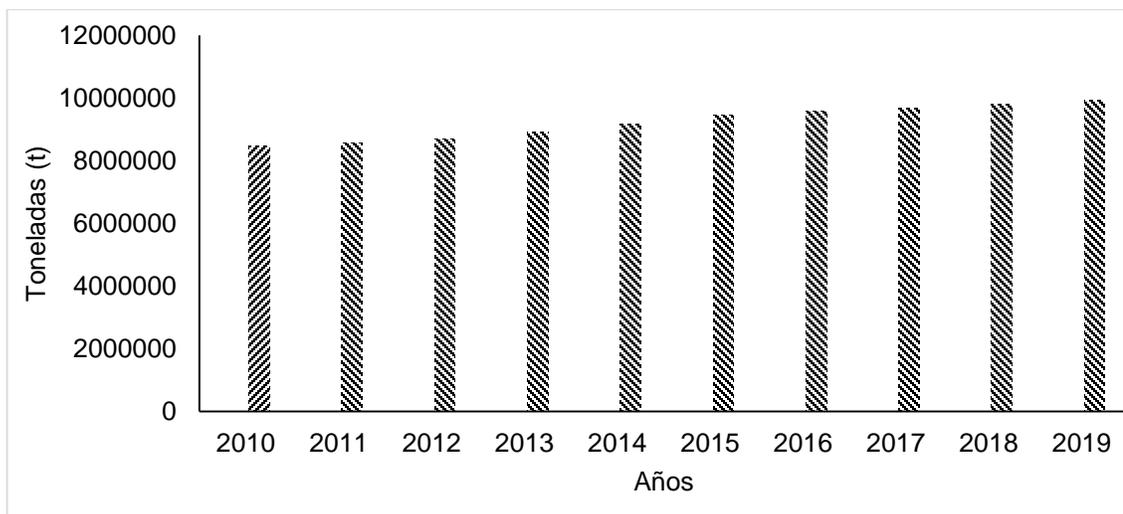


Figura 4. Producción mundial de carne de ovino. Fuente: FAOSTAT (2019).

Además, China funge como es el principal productor de carne en canal a nivel mundial con más de dos millones de toneladas, de ahí alejadamente se encuentra Australia y Nueva Zelanda, México se encuentra en el lugar 36, como se percibe en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Principales países productores de carne de ovino.

País	Producción de carne (t)
China	2,467,645
Australia	731,837
Nueva Zelanda	449,036
Turquía	389,380
Argelia	331,967
Reino Unido	307,000
India	276,307
Sudán	265,000
Pakistán	241,000
México (36)	64,031

Fuente: FAOSTAT (2019).

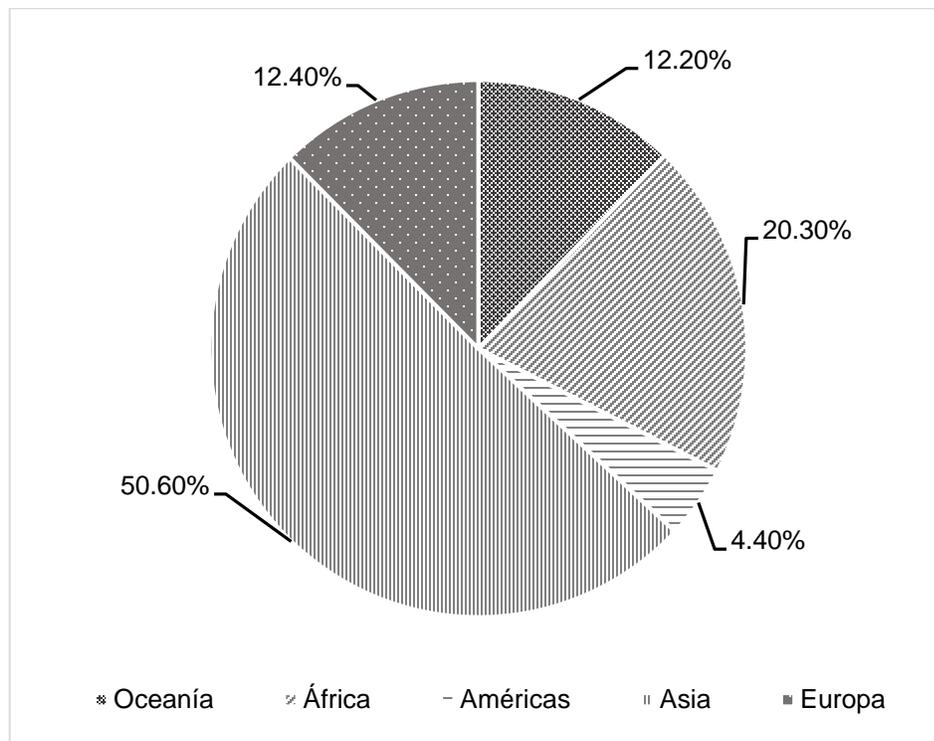


Figura 5. Proporción de producción de carne por continente. Fuente: FAOSTAT (2019).

El continente asiático produce más del 50% de la carne de ovino, por el contrario, el africano posee el 31% de la población ovina y contribuye únicamente con el 20.3% de la carne (Figura 5) (FAOSTAT, 2019).

En el continente americano, México es el tercer productor de carne de ovinos con 64,031 toneladas, por abajo de Brasil y los Estados Unidos de América (Cuadro 3), juntos reúnen más del 50% de la producción del continente (Figura 6).

Cuadro 3. Producción de carne de ovinos en América.

País	Producción de carne (t)
Brasil	97,545
Estados Unidos de América	69,490
México	64,031
Argentina	53,392
Perú	33,781
Bolivia	28,800
Uruguay	17,658
Canadá	16,906
Cuba	9,786
Chile	8,779

Fuente: FAOSTAT (2019).

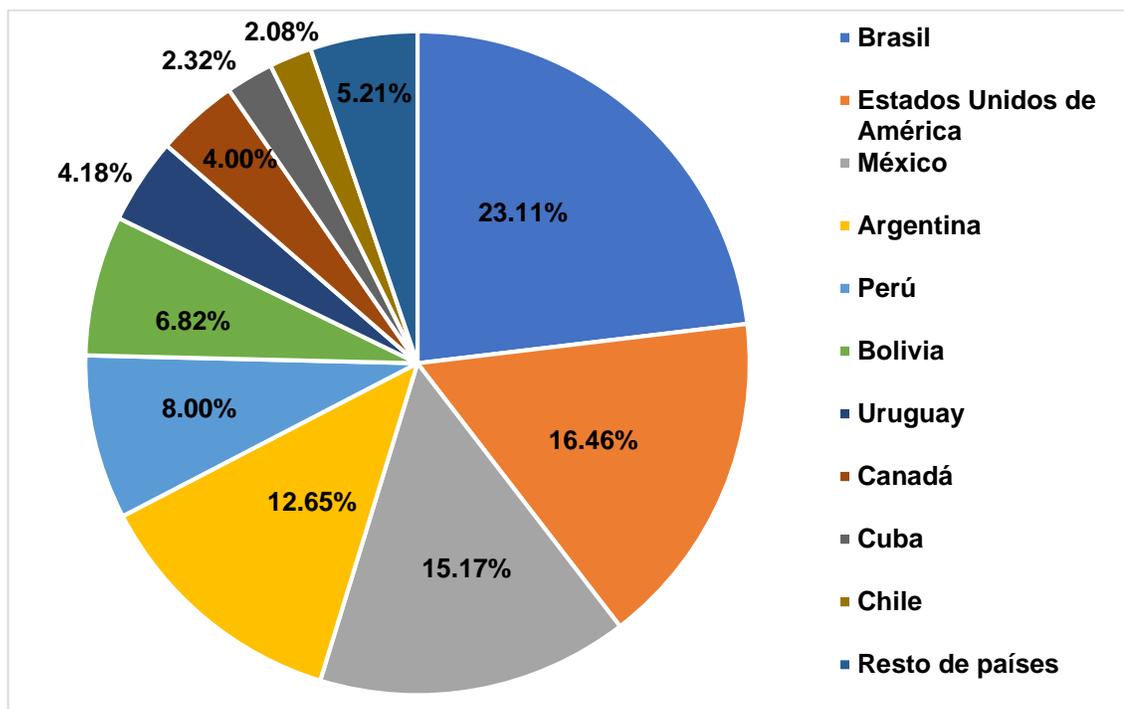


Figura 6. Producción de carne en América. Fuente: FAOSTAT (2019).

2.3 Población ovina nacional

De acuerdo a estadísticas del SIAP (2020) la cantidad de cabezas de ovinos se ha incrementado de manera continua, en la Figura 7, se muestra que del año 2010 al 2019 hay un incremento de 602,684 cabezas.

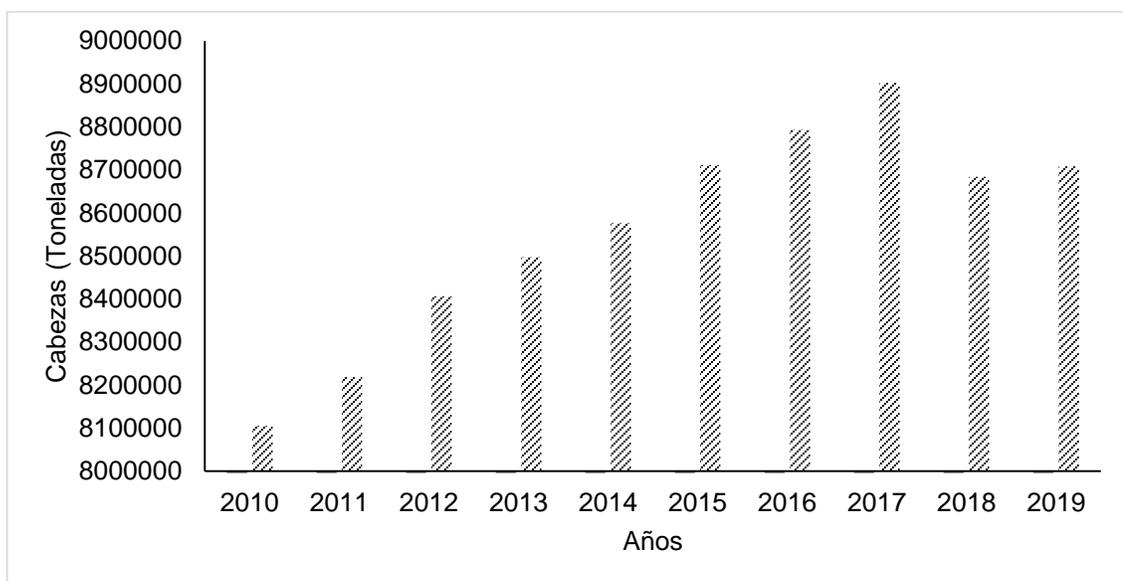


Figura 7. Población de ovinos en el país. Fuente: SIAP (2020).

Siete estados representan el 57% de la población total a nivel nacional (Figura 8), siendo México e Hidalgo, los principales productores con el 1,379,974 y 1,131,718 cabezas respectivamente (Cuadro 4) (SIAP, 2020).

Cuadro 4. Estados con mayor población de ovinos en México.

Estado	Población
México	1,379,974
Hidalgo	1,131,718
Veracruz	708,853
Puebla	547,109
Zacatecas	509,491
Oaxaca	393,901
Guanajuato	316,111

Fuente: SIAP (2020).

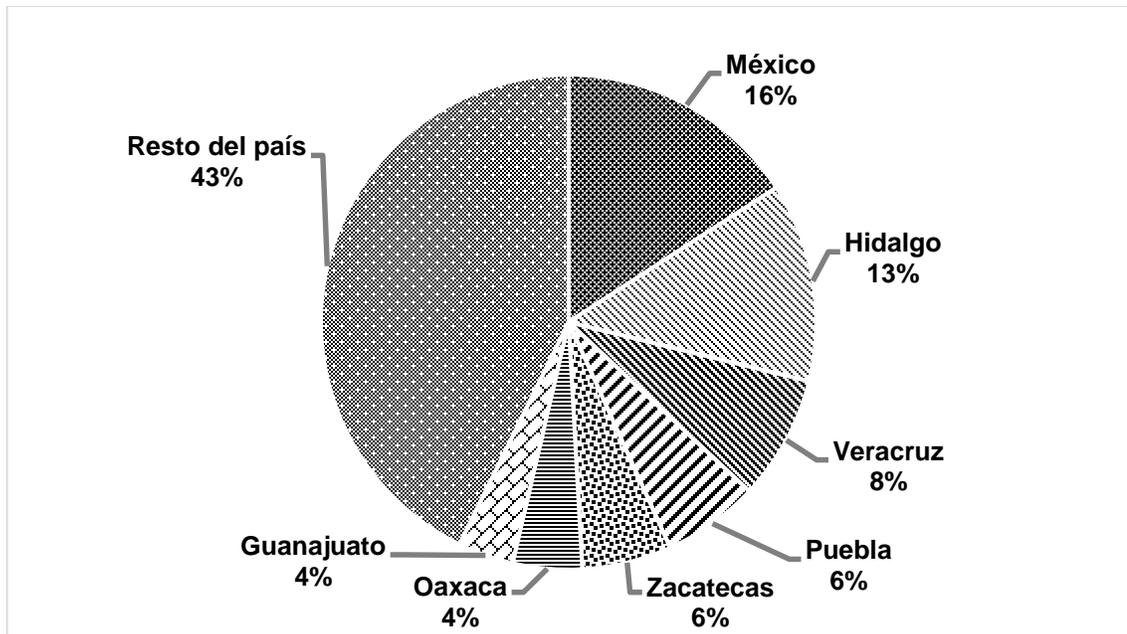


Figura 8. Estados con el mayor inventario de ovinos. Fuente: SIAP (2020).

2.4 Distribución de razas de ovinos de pelo en América Latina

En los principales países productores de ovinos de América Latina, las razas de ovinos y fenotipos son diversos, incluso reciben diferentes nombres dependiendo del lugar donde estén ubicados, algunos de la misma raza se les llama de diferente manera; tal es el caso del borrego Pelibuey también llamado Tabasco, se cría en México, y así se encuentran otros casos. En Brasil hay tres razas de ovinos de pelo: el Somalí Brasileño, Morada Nova y Santa Inés, en el Cuadro 5 se muestran las razas de ovinos de pelo y su distribución en América Latina (NRC, 2007; Chay-Canul *et al.*, 2016).

Cuadro 5. Razas de ovinos de pelo y su distribución en América Latina.

Razas	Otros nombres	Pesos (kg)		Distribución
		Machos	Hembras	
Africana	Pelona, Camura, Rojo Africano, Rojo Africano, Colombiano Woolless, Africano Occidental.	-	-	Colombia y Venezuela
Blackbelly	Barriga negra	60	32-44	México, Caribe
Dorper	-	-	60	México y Brasil
Katadhin	-	70-90	55-70	México, República Dominicana, Haití
Morada	-			Brasil
Nova		40	30	
Pelibuey	Carnero de pelo de buey, Peludo cubano, Cubano rojo, Peligüey, Tabasco.	54	34	Cuba, México y el Caribe
Rabo largo	-	-	-	Brasil
Santa Inés	-	80-100	60-70	Brasil
Somalí	Somalí Brasileño, Rabo gordo	-	-	Brasil
Brasileño				Islas Británicas, Islas Vírgenes, en el Caribe
Saint Croix	Isleño Virgen Blanca	100	35-45	

Fuente: Chay-Canul *et al.* (2016).

2.5 Distribución de razas de pelo en México

Al paso de los años, la producción de razas de pelo tomó un gran impulso, desarrollándose principalmente en las zonas tropicales y cálidas del país. La población ovina de razas de pelo en México, durante los últimos diez años se ha incrementado alrededor de los 6 millones de cabezas, la producción ha crecido alrededor de un 32%, sin embargo, aun la producción no es suficiente para abastecer la demanda nacional, orientada principalmente en la producción de carne, a pesar que la ovinocultura ha sido la actividad pecuaria que mayor

crecimiento ha presentado en los últimos diez años en el país (UNO, 2021; INEGI, 2019).

Las principales razas de pelo aprovechadas en el país son: Pelibuey, Dorper, Black Belly, Katahdin, Saint Croix (UNO, 2021). Hay otras dentro de las principales razas aprovechadas en el país, en menores poblaciones, como: Suffolk, Hampshire, Rambouillet y Dorset, Damara, Romanov, Charollais, Texel, Ile de France y East Friesian (Partida *et al.*, 2013).

A continuación, se describen las principales características de dichas razas de pelo:

2.5.1 Pelibuey

La Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos (AMCO, 2007), mencionan que la raza Pelibuey o también conocida como: Carnero de pelo de buey, Cubano Peludo, Cubano Rojo, Peligüey, Tabasco (México), es originario de Cuba, presentando el mayor inventario de ovinos en México, la raza que se adapta a todos los climas y estados de la república, esta raza se encuentran en diferentes tonalidades desde beige, el marrón, el marrón oscuro, pinto, blanco, canelo, negro, y se puede encontrar tanto en colores sólidos como combinados (Figura 9).

La raza materna, es la base para llevar a cabo cruzamientos y producción de corderos para sacrificio, animales muy rústicos, prolíficos de ciclo reproductivo abierto, en México se han seleccionado por la ganancia de peso y características maternas, siendo una raza ideal para la producción intensiva de carne de ovino en las regiones tropicales, los pesos adultos en hembras van de 50-60 kg y en

los machos 85-100 kg, el tamaño de la camada es relativamente bajo, de 1.24, el primer parto de las hembras puede producirse entre los 16-19 meses de edad, el intervalo entre partos es inferior a los 210 días y los corderos alcanzan una media de 12 kg a los 120 días de edad, aproximadamente (AMCO, 2007; INEGI, 2019).



Figura 9. Ejemplares de la raza Pelibuey (Macho y hembra). Fuente: AMCO (2007).

2.5.2 Dorper

Esta raza cárnica es originaria de Sudáfrica, introducida a México a mediados de los años noventa, desarrollada principalmente para las regiones más áridas de Sudáfrica, hoy en día ha experimentado una amplia adaptabilidad a todos los climas desde el templado, frío hasta el seco y tropical, la raza tiene la característica de poseer cabeza negra (Dorper), así como cabezas blancas (White Dorper) (Figura 10), se destaca por ser una de las razas más fértiles, no poseen cuernos, con una buena longitud de cuerpo, con ligera y corta cobertura de pelo, por su excelente conformación de los cuartos traseros, han producido excelentes resultados en programas de cruzamiento con las razas de pelo, muestran una amplia rusticidad, adaptabilidad, tasas de reproducción y

crecimiento excepcionales, alcanzando 36 kg a los tres meses y medio o cuatro meses, así como una excelente habilidad maternal (AMCO, 2007).

La raza Dorper tiene una larga temporada de cría, que no está limitada estacionalmente, un buen productor de esta raza puede tener corderos en cualquier época del año, el intervalo entre partos es de 240 días, lo que quiere decir que, con una buena alimentación y manejo, las hembras pueden parir tres veces en dos años (2.25 corderos al año), los corderos crecen rápidamente, alcanzando un elevado peso al destete, pudiendo alcanzar un peso vivo de 36 kg a la edad de tres a cuatro meses, los pesos adultos oscilan en hembras de 80-95 kg, en machos 120-130 kg (INEGI, 2019).



Figura 10. Ejemplares raza Dorper cabeza negra y Dorper blanco. Fuente: INEGI (2019).

2.5.3 Black Belly

La raza Black Belly o también conocida como panza negra (Figura 11) o barbados, es un ovino de pelo originalmente de áreas tropicales, desarrollado en la isla de Barbados. Actualmente se encuentra diseminado por todo el caribe y partes del norte, centro y sur de América, en México se encuentra en todos los climas desde el trópico hasta las áreas templadas. Este borrego se caracteriza por ser un animal muy rústico, prolífico, no estacional, con excelente habilidad

materna y abundante producción de leche que permiten a las hembras criar dos o tres corderos si cuentan con una buena alimentación, resistente a parásitos y enfermedades, son animales de talla media, el peso en hembras es de 40-45 kg y en los machos 60-80 kg (AMCO, 2007).



Figura 11. Ejemplares de la raza Black Belly. Fuente: AMCO (2007).

2.5.4 Katahdin

La Unión Nacional de Ovinocultores (UNO, 2021), menciona que las ovejas Katahdin son una raza de pelo desarrollada en los Estados Unidos en los años cincuenta, proceden de razas originarias del Caribe y de las islas británicas, originarias del estado de Maine, actualmente de creciente popularidad en México, aprovechada en climas fríos, templados hasta los tropicales, animales dóciles, por lo que son fáciles de manejar (muestran un instinto gregario moderado).

Además, resistentes, adaptables y de bajo mantenimiento, las ovejas maduras suelen tener gemelos, produciendo ocasionalmente trillizos o cuatrillizos, de canales magras y carnosas, no producen vellón y, por lo tanto, no necesitan ser esquiladas, cuando hace frío, desarrollan un pelaje invernal muy espeso (Figura

12), que se les desprende durante las estaciones cálidas, su capa de pelo suave y otras características adaptativas les permiten tolerar bien el calor y la humedad, animales medianos y eficientes, las hembras tienen una capacidad maternal excepcional, y paren con facilidad, tienen una buena producción de leche; los corderos nacen vigorosos y alertos, esta raza es ideal para la cría con una alimentación a base de pastos.

También, los katahdins toleran bien los parásitos internos y externos, si llevan un manejo adecuado, sólo necesitan un tratamiento mínimo contra los parásitos, la raza materna es utilizada en esquemas de cruzamiento para producir corderos con base al ovino de pelo, destacan su ganancia de peso postdestete en condiciones de engordas intensivas, el peso adulto en las hembras oscila de los 60 a los 75 kg, en los machos va de los 120 a los 130 kg (AMCO, 2007; INEGI, 2019).



Figura 12. Ejemplares de la raza Katahdin. Fuente: AMCO (2007).

2.5.5 Saint Croix

Los ovinos Saint Croix, son una raza de pelo, también conocido como: Blanco de las Islas Vírgenes, descienden de las ovejas de pelo del oeste de África, pero

algunos opinan que es un cruce de la Wiltshire Horn y la criolla, la mayoría de estos animales son de color blanco, color tostado sólido, marrón, negro o blanco con manchas marrones o negras, los machos poseen una gran gola en la garganta (Figura 13).

En el noreste de México (Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí) se ha popularizado la crianza de estos animales, muestran una alta fertilidad a los 6-7 meses de edad, animales rústicos, en las zonas más frías producen una capa invernal muy pesada de lana y pelo que se desprende en primavera, resisten el pastoreo en zonas de alta insolación, tienen una excepcional resistencia a los parásitos, prolíficos y adaptables a todo tipo de climas desde los fríos, secos hasta los tropicales, fáciles de manejar, son activos y vigorosos pero no muestran tendencia a ser salvajes, el peso adulto en las hembras oscila entre los 45 y los 50 kg y en los machos adultos va de los 70 a los 90 kg (AMCO, 2007; UNO, 2021).



Figura 13. Ejemplares de machos y hembras de la raza Saint Croix. Fuente: AMCO (2007).

2.6 Sistemas de producción en la cría de ovinos en México

La producción ovina en México se realiza principalmente en sistema de pastoreo, con escasa tecnología, y por consecuente con una baja productividad, con diferencias según la región del país; en la región norte son comunes los sistemas de producción tecnificados, basados en razas especializadas, grandes extensiones de tierra; la región del centro, utiliza áreas de conservación alrededor de las ciudades, pequeños agostaderos, zona marginales y terrenos agrícolas con residuos de cosecha, donde pastorean ovinos de diferentes genotipos, generalmente cruzas Suffolk-Hampshire y razas de pelo.

La región del sur y sureste, utilizan grandes áreas de pastoreo de zacates nativos y mejorados (Esqueda y Gutiérrez, 2009). Además, estos autores mencionan que la alimentación de los corderos es uno de los factores que afecta directamente a los costos de producción (entre 50 y 80 %), reflejado de manera fundamental en la rentabilidad del productor. Actualmente, los ovinos se manejan bajo tres principales sistemas de producción:

2.6.1 Sistema de producción extensivo

Basado principalmente en la utilización de la vegetación nativa (gramíneas, asteráceas, leguminosas y cactáceas) en grandes extensiones (Figura 14), los animales se mantienen en un solo rebaño, incluye hembras y machos de diferentes edades, los animales permanecen un tiempo más prolongado antes de ser ofrecidos al mercado, no hay un control reproductivo ni genético, por lo que hay partos en las diferentes estaciones del año, concentrándose los nacimientos en otoño-invierno.

Es por ello, que hay un alto grado de consanguinidad, no se proporcionan complementos alimenticios, los animales nada más reciben sales minerales como complemento, muy esporádicamente se les provee de algún tipo de subproducto agrícola, las áreas de pastoreo no llevan algún manejo agrícola en particular, las instalaciones son rústicas, hay poca higiene, y para su elaboración se utiliza material que se encuentra en la región, el manejo sanitario es nulo o muy restringido, por lo que frecuentemente hay afecciones parasitarias y una alta incidencia de enfermedades que conllevan a tener una elevada mortalidad en las crías (Esqueda y Gutiérrez, 2009; Martínez, 2009).



Figura 14. Sistema de producción de tipo extensivo. Fuente: CEIEGT (2013).

2.6.2 Sistema de producción intensivo

Este tipo de sistemas de producción en México hay pocos, tienen como objetivo primordial generar ingresos económicos, se encuentran principalmente en las zonas del norte y centro del país, por lo que deben ser redituables y como sucede con otras especies, su viabilidad económica gira en función del precio de los insumos, sobre todo de los cereales, ya que la alimentación representa más del 60% de los costos de producción, tienen un alto grado de tecnificación, por lo que son considerados empresas productivas (Figura 15).

La alimentación de los ovinos se basa en el uso de dietas integrales que son proporcionadas a libre acceso, o se emplea la combinación de forrajes de buena calidad con alimentos concentrados, que se ofrecen de dos a tres veces por día, se manejan programas productivos y reproductivos, dependiendo a la etapa fisiológica de los animales (Martínez, 2009). También, en este tipo de sistemas, se usan razas especializadas para la producción de animales para la venta de pie de cría y recientemente han surgido sistemas dedicados especialmente a la producción de corderos para abasto, por lo tanto, sus parámetros que ellos registran son realmente altos, y su sistema que manejan es considerablemente muy rentable (Aréchiga *et al.*, 2008; Martínez, 2009, Martínez-González *et al.*, 2017).



Figura 15. Sistema de producción de tipo intensivo. Fuente: Martínez (2009).

2.6.3 Sistema de producción semi-intensivo

También denominados “diversificados” o “mixtos”, donde los animales son pastoreados en potreros o en plantaciones de árboles (sistemas agroforestales) durante medio día y el otro medio día y toda la noche son encerrados en corrales, reciben una alimentación complementaria como subproductos agrícolas y granos de cereales o de acuerdo a las posibilidades económicas de los productores;

proporciona alimento comercial en comederos fijos en los mismos pastizales (Jiménez-Trujillo *et al.*, 2019).

En estos sistemas también se realizan prácticas sanitarias y se lleva a cabo el manejo productivo y reproductivo del rebaño, gozan de ciertas ventajas; al reducir los gastos para el control malezas en las huertas de frutales (ahorran el costo de 5-6 deshierbes/año), disminuyen el riesgo de los incendios forestales, ya que los animales aprovechan todo tipo de plantas forrajeras que encuentran durante el pastoreo, los suelos mejoran su calidad, ya que el estiércol es integrado directamente al suelo. Los parámetros productivos que se alcanzan en este tipo de sistemas son realmente altos, por lo tanto, es considerado rentable para los ovinocultores (Figura 16) (Depaz-Hizo, 2013; Martínez-González *et al.*, 2017).



Figura 16. Sistema de producción de tipo semi-intensiva. Fuente: UNO (2019).

2.7 Requerimientos nutricionales de los ovinos

Los requerimientos nutricionales en los ovinos se refieren a una demanda diaria de agua, minerales, proteínas, vitaminas y energía, para que el animal pueda tener un adecuado crecimiento, producción y reproducción, de acuerdo al NRC (2007) los requerimientos de energía para los ovinos en crecimiento van de 2.9 a las 3.6 Mcal de EM/kg/d, dependiendo del sistema de producción, peso vivo

(PV), edad, sexo y estado fisiológico en el que el animal se encuentre. Tal es el caso de un cordero de 20 kg de PV requiere de 2.9 Mcal de EM/kg/d, para un cordero de 30 kg de PV, el requerimiento aumenta a 3.6 Mcal de EM/kg/d, y así sucesivamente, de manera similar es el requerimiento de energía para la ganancia diaria de peso (NRC, 2007).

Para los requerimientos de proteína cruda (PC) es similar al requerimiento de energía; para un cordero de 20 kg de PV, necesita 167 g de PC/d, para reflejar una ganancia diaria de peso (GDP) de 0.250 kg, mientras que para cordero de 40 kg necesitaría 202 g de PC/d, para reflejar una GDP de 0.345 kg; el requerimiento de proteína de ovinos oscila entre 167 y 202 g de PC/d (Shimada, 2003; NRC, 2007).

De acuerdo al NRC (2007), los requerimientos de minerales para los ovinos se clasifican en dos principales grupos: los macrominerales (Ca, P, K, Mg, Na y S) y los Microminerales (Cu, Co, I, Fe, Mn, Se y Zn); como se presenta a continuación en el Cuadro 6 y 7:

Cuadro 6. Requerimientos de macrominerales para ovinos.

Macrominerales	Requerimientos (%)
Calcio	0.20 – 0.82
Fosforo	0.16 – 0.38
Potasio	0.50 – 0.80
Magnesio	0.12 – 0.18
Sodio	0.09 – 0.18
Azufre	0.14 – 0.26

Fuente: NRC (2007).

Cuadro 7. Requerimientos de microminerales para ovinos.

Microminerales	Requerimientos (ppm)
Cobalto	0.1 – 0.2
Cobre	7
Yodo	0.10 – 0.80
Fierro	30-50
Manganeso	20-40
Selenio	0.1 – 0.2
Zinc	20-33

Fuente: NRC (2007).

Patiño *et al.* (2011) mencionan que deben respetarse las concentraciones dentro de los límites, para mantener y lograr una integridad funcional y estructural de los tejidos y conservar un buen estado de salud y la productividad de los ovinos; un consumo ineficiente o exagerado de cualquier mineral, puede causar cambios en los tejidos y fluidos corporales, hasta existir una deficiencia o intoxicación.

2.8 Ingredientes proteicos utilizados para la elaboración de raciones para ovinos

2.8.1 Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Considerada la “reina” de las forrajeras, por sus altos niveles de proteína y minerales, de gran palatabilidad y alta tasa de digestibilidad; nativa de Asia central, es una especie semi-perenne, tiene la capacidad de adaptarse a una amplia variedad de ambientes, de tallos elevados, cilíndricos y ramificados; en promedio alcanza una altura de 90 cm, con raíces profundas y ramificadas, con la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico simbióticamente al suelo (hasta 770 kg/ha/año) (Delgado, 2015). La evolución de los componentes del forraje de la alfalfa en la relación a su estado de madurez va desde la hoja, pre botón, botón

y finalmente llegar a su floración (Figura 17) (Delgado, 2015; Álvarez-Vázquez *et al.*, 2018).

Conforme avanza el estado de madurez en la alfalfa disminuye su calidad y por consecuente el contenido de proteína cruda y el porcentaje de hojas, además aumenta la cantidad de lignina afectando su valor nutritivo ya que las hojas son más digestibles y mantienen su calidad durante más tiempo que el tallo (Trejo *et al.*, 2012; Gaytán-Valencia *et al.*, 2019). Bazán *et al.* (2017) menciona que para llevar a cabo el óptimo aprovechamiento (pastoreo o corte), donde se busca un equilibrio entre el contenido de la materia seca y su contenido nutricional, deberá realizarse cuando el cultivo tenga entre un 5 y 10% de la aparición del rebrote basal y el inicio de la floración (Cuadro 8) (Gaytán-Valencia *et al.*, 2019).

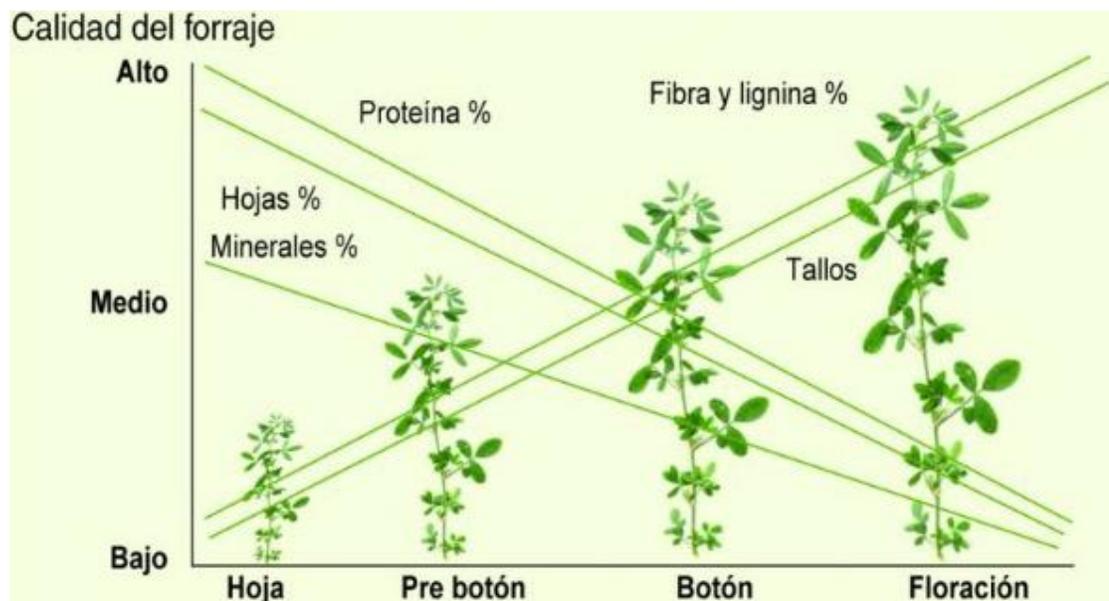


Figura 17. Estados fenológicos y características de la alfalfa. Fuente: Delgado (2015).

Cuadro 8. Valor nutricional del forraje de alfalfa según estados fenológicos

Madurez al corte	Proteína (%)	Digestibilidad (%)
Pre botón floral	> 20	> 65
Botón floral	19-20	62-65
10% floración	16-19	58-61
50% floración	13-16	56-57
100% floración	nov-13	53-55

Fuente: Bazán *et al.* (2017).

2.8.2 Pasta de soya

Considerado uno de los recursos proteicos de origen vegetal más abundantes, contiene entre un 44 y 49% de proteína cruda, 4.7% de fibra cruda, 20% de grasa, 25% de hidratos de carbono, 10% de agua y 5% de cenizas (Figura 18) (de Luna-Jiménez, 2007). Además, contiene un 6% de lisina, característica única de este cultivo en comparación a otros vegetales, la mayor limitante para la utilización de este ingrediente en la elaboración de raciones integrales para animales de interés zootécnico, es el alto costo y su nula disponibilidad en el mercado, ya que los estados productores de este cultivo no alcanzan a abastecer la demanda interna, teniendo que importar principalmente a Estados Unidos, Brasil o Argentina (Gamboa *et al.*, 2005; de Luna-Jiménez, 2006).

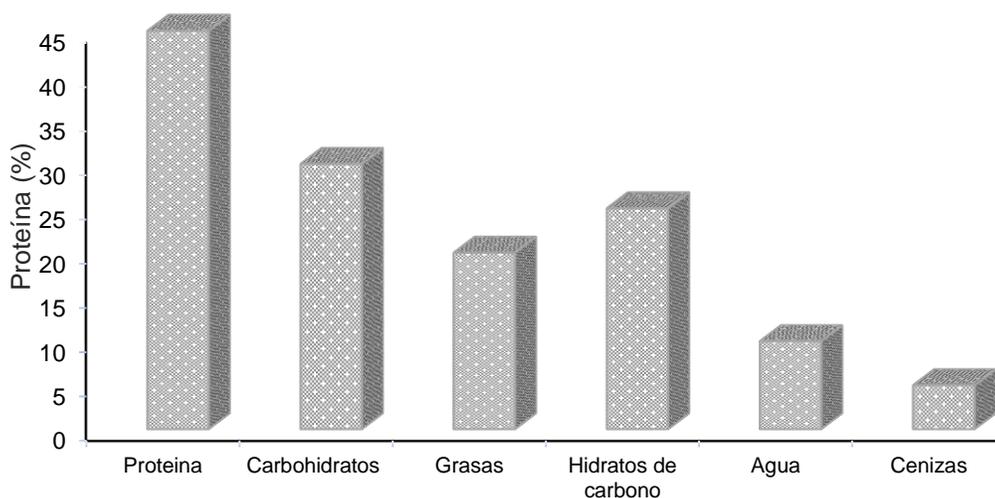


Figura 18. Composición del grano de soya. Fuente: de Luna-Jiménez (2007).

2.9 Requerimientos energéticos de ovinos de pelo

La energía, considerada también un ingrediente fundamental, que es requerido por el organismo de los animales para mantener las funciones vitales (transmisión del impulso nervioso, ritmo cardiaco, respiración, contracciones del tubo digestivo, la absorción activa de nutrientes, función renal, entre otras funciones), mantención y control de la temperatura corporal, el consumo de alimentos, el desplazamiento, etc. (Alomar, 2012).

En general, en los rumiantes alrededor del 70% de la energía es obtenida de los ácidos grasos volátiles (AGV) provenientes de la fermentación ruminal, específicamente de los carbohidratos, es el caso de los ovinos en pastoreo, que la mayor parte de su energía la obtienen de la fermentación de los carbohidratos, estructurales principalmente, que en los forrajes son de amplia abundancia (Alomar, 2012).

El contenido de energía total consumido por el animal es conocido como energía bruta (EB), la cual es medida a través del calor generado por la combustión del alimento, aunque no toda la energía de un alimento está disponible para el animal, una parte de ella se pierde en productos gaseosos de la propia digestión (CO₂, anhídrido carbónico, metano y una pequeña cantidad de energía se pierde en orina y heces fecales del animal), posteriormente, al alimento consumido se le descuenta la energía bruta (EB), la que se relaciona directamente con la indigestibilidad del alimento, se obtiene la energía digestible (ED). Si a la ED se le descuenta la energía que es perdida por gases de fermentación en el tubo

digestivo y en propiamente la orina, lo que queda es la energía metabolizable (EM) del alimento.

La EM, es la energía del alimento que queda disponible en el interior del organismo en diferentes nutrientes específicos que son posteriormente utilizados para el trabajo celular, finalmente, cuando estos tejidos utilizan la EM se generan costos energéticos, para poder ser aprovechados de una mejor manera (masticación, propulsión del tubo digestivo, acciones enzimáticas, absorción de nutrientes, metabolismo y excreción de los desechos del metabolismo de los nutrientes), todos estos costos, son denominados “incremento de calor” (IC), incluyendo el calor que es liberado en los procesos fermentativos del ovino; al descontar el IC de la EM, se obtiene la energía neta (EN) del alimento.

La EN es la que se utiliza en la mantención del organismo (EN_m) y en producción (EN_p), asociada directamente a alguna actividad fisiológica predominante (para gestación, deposición en tejidos (engorda), lactación, para la ganancia, otras) (Romero y Bravo, 2012; Alomar, 2012). A continuación, se presenta un diagrama (Figura 19) de la partición de la energía del alimento, de acuerdo a las necesidades del organismo.

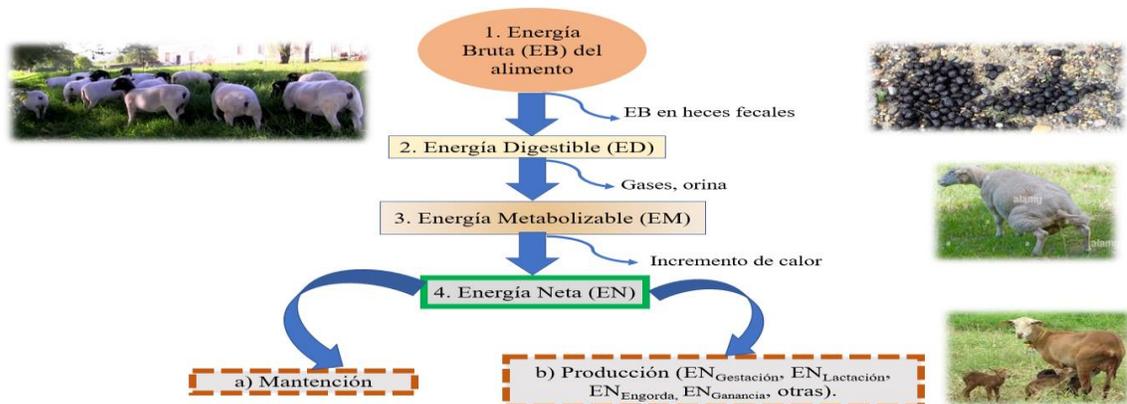


Figura 19. Esquema de partición de la energía en el organismo animal. Fuente: Elaboración propia.

El NRC (2007) también incluye ovinos de pelo, a partir de la ganancia diaria de peso (GDP) se predicen los requerimientos de acuerdo a la etapa reproductiva que se encuentre el animal. En las partes tropicales de México y Latinoamérica, se sabe que los requisitos energéticos para el mantenimiento están influenciados por el genotipo, especies, condiciones fisiológicas, temperatura ambiental, el sexo, entre otros factores.

Salah *et al.* (2014) publicaron un meta análisis que presenta estimaciones de energía y los requerimientos de proteínas de ovinos, cabras y vacas en crecimiento, indicando que los requerimientos de energía y proteínas de los rumiantes aumentaron en los trópicos, por lo tanto, son mayores que los reportados en los sistemas internacionales.

De acuerdo al NRC (2007) para estimar los requerimientos de energía neta de mantenimiento (NE_m) y la energía neta de ganancia (NE_g) es a través de un sistema de ecuaciones, que finalmente se reducen a las que a continuación se presentan:

$$ENm = PV^{0.75} \times 0.056 \quad (1)$$

Dónde:

EN_m =Energía Neta de Mantenimiento (Mcal/kg)

PV=Peso vivo (kg)

$$ENg = GDP \times PV^{0.75} \times 0.375 \quad (2)$$

Dónde:

EN_g = Energía Neta de Ganancia (Mcal/kg)

GDP=Ganancia Diaria de Peso (kg)

PV=Peso vivo (kg)

El Sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S) predice las necesidades energéticas con énfasis en la lactación. Este modelo predice valores biológicos del alimento y del crecimiento microbiano (Tedeschi *et al.*, 2010). La ganancia diaria promedio (kg/día) obtenida por la fórmula propuesta por Cannas *et al.* (2004) como se muestra a continuación:

$$ADG = \frac{RE}{EVG * 0.92}$$

Dónde:

ADG = Ganancia diaria promedio (kg/día)

RE = Energía neta disponible para ganancia (Mcal/día)

EVG = Contenido de energía en la ganancia de peso “vacío” (equivale a 0.92 de la ganancia de peso diaria) en Mcal de EN_g/kg

Para la predicción de la Energía Neta para mantenimiento (NE_m), se utiliza la ecuación propuesta por Cannas *et al.* (2004) y que a continuación se presenta:

$$ME_m = \frac{SBW^{0.75} \times a_1 \times S \times a_2 \times \exp(-0.03 \times AGE) + 0.09 \times MEI \times Km + ACT + NE_{mes} + UREA}{Km}$$

Dónde:

ME_m = Requerimiento de energía metabolizable para el metabolismo basal en Mcal/día.

SBW = Al 96% del peso metabólico lleno en kg.

a₁ = Requerimiento de energía para mantener la termorregulación, por kg de peso metabólico para el metabolismo de ayuno (0.062 Mcal EM_m/kg^{0.75}).

a₂ = Factor de ajuste por efecto de temperatura ambiental (1 + 0.0091 × C°) siendo C° = 20 menos la temperatura promedio del mes anterior en C°.

$\exp^{(-0.03 \times \text{AGE})}$ = Expresión exponencial para ajuste de edad en años, sobre los requerimientos de mantenimiento decreciendo el requerimiento de 0.062 a 0.0519 $\text{EM}_m/\text{kg}^{0.75}$ “vacío” ($\text{SBW}^{0.75}$) en animales entre 0 y 6 años.

MEI= Consumo de EM en Mcal/día.

K_m = Coeficiente de eficiencia en la utilización de la energía, fijo a 0.644.

ACT= efecto de la actividad sobre los requerimientos para mantenimiento en Mcal/día. Incluye las actividades mínimas de comer, rumiar, cambios de postura y caminar.

NE_{mes} = Estimación de energía adicional a la de mantenimiento, para equilibrar el estrés por frío.

UREA= Costo energético en Mcal EM_m para eliminar el excedente de N como urea.

CAPÍTULO III

REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA NETA Y RESPUESTA PRODUCTIVA DE OVINOS DORPER BLANCO/PELIBUEY EN CRECIMIENTO

NET ENERGY REQUIREMENTS AND PRODUCTIVE RESPONSE OF GROWING WHITE DORPER/PELIBUEY SHEEP

3.1 Resumen:

El objetivo del estudio fue estimar los requerimientos de energía neta de mantenimiento (NE_m) y energía neta de ganancia (NE_g) de ovinos cruzados F1 Dorper blanco/Pelibuey en crecimiento, alimentados a base de cereales y heno, mediante el uso de las ecuaciones propuestas por el NRC y el CNCPS-S. Se utilizaron 70 corderos destetados Dorper blanco/Pelibuey (DB/PB); 35 (18 hembras y 17 machos) asignados a cereales y 35 (16 hembras y 19 machos) a forrajes. Se estimaron a través de ecuaciones del NRC y CNCPS-S los requerimientos de NE_m y NE_g , así como la eficiencia energética metabolizable para la ganancia (K_g), además variables relacionadas con el comportamiento productivo: peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD), peso al año (PA), ganancia diaria de peso (GDP) y peso maduro (PM).

Artículo que será sometido a la Revista científica indexada en el catálogo del CONACyT Acta Universitaria con fecha tentativa del 15/07/2022.

Se realizó un análisis de varianza bajo un Diseño Completo al Azar, en arreglo factorial 2x2 (dos tipos de alimentación y dos sexos) y se compararon las medias por efecto tipos de alimentación, sexo y su interacción, con la prueba de Tukey. Los requerimientos de NE total, NE_g y NE_m fueron similares ($p>0.05$) en cuando al tipo de alimentación, pero diferentes ($p<0.05$) en cuando al sexo ya sea por el método de ecuaciones del NRC y CNCPS-S; con un K_g de 0.42 y 0.40, para machos y hembras. Además, el efecto de tipo de alimentación fue similar ($p>0.05$) entre cereales y forrajes; para el PM con 65.47 ± 1.91 y 60.52 ± 1.92 kg; y un PM de 64.18 ± 1.89 y 61.81 ± 1.94 kg para machos y hembras.

Palabras-clave: GDP, requerimientos, ovinos de pelo, energía neta total.

Abstract:

The objective of the study was to estimate the net maintenance energy (NE_m) and net gain energy (NE_g) requirements of growing F1 Dorper white/Pelibuey crossbred sheep fed grain and hay using equations proposed by the NRC and CNCPS-S. Seventy weaned white Dorper/Pelibuey (DB/PB) lambs were used; 35 (18 females and 17 males) assigned to cereals and 35 (16 females and 19 males) to forages. The requirements of NE_m and NE_g , as well as metabolizable energy efficiency for gain (K_g) were estimated through NRC and CNCPS-S equations, in addition to variables related to productive behavior: birth weight (BW), weaning weight (DW), yearling weight (YYW), daily weight gain (DWG) and mature weight (MW). An analysis of variance was performed under a Complete Randomized Design, in a 2x2 factorial arrangement (two types of feed and two sexes) and the means were compared by effect of feed type, sex and their interaction, with Tukey's test. Total NE, NE_g and NE_m requirements were similar ($p>0.05$) for feeding type, but different ($p<0.05$) for sex either by the NRC and CNCPS-S equations method; with a kg of 0.42 and 0.40, for males and females. In addition, the effect of type of feeding was similar ($p>0.05$) between cereals and forages; for the PM with 65.47 ± 1.91 and 60.52 ± 1.92 kg; and a PM of 64.18 ± 1.89 and 61.81 ± 1.94 kg for males and females.

Keywords: ADG, requirements, hair sheep, total net energy.

3.2 Introducción

El estudio de los requerimientos de energía en los ovinos ha sido un objetivo primordial en la investigación nutricional, principalmente en los ovinos de pelo, por su importancia en los sistemas de producción intensivos y semi intensivos, la capacidad que tienen en la conversión alimenticia, en la rápida transformación de los forrajes en carne, piel o leche (Cannas *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2018).

En la región tropical de México, la producción ovina se caracteriza por emplear razas de pelo, como la Pelibuey, Blackbelly, Saint Croix, Dorper blanco y cabeza negra, Katahdin y sus cruzas, donde el rebaño se cría y se mantiene en pastoreo en pastos tropicales de mediana-baja calidad, donde de acuerdo a las posibilidades económicas del productor, proporciona una alimentación complementaria a base de sales minerales (Chay-Canul *et al.*, 2011; Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2015; Alatorre *et al.*, 2017).

El suministro de los requerimientos adecuados de energía proporcionan la potencia necesaria para realizar todos los procesos metabólicos del mismo (Cannas *et al.*, 2010; Chay-Canul *et al.*, 2011), sin ella no se llevarían a cabo las reacciones químicas a nivel de músculo esquelético; la producción de carne, movilidad del animal, producción de leche y reproducción, la cual es obtenida principalmente de los forrajes y los granos de cereales (cebada, maíz, triticale, avena), donde contiene grandes cantidades de azúcares solubles, almidón, carbohidratos (celulosa y lignina) y las grasas de la dieta con la que son alimentados (Alomar, 2012).

Por otro lado, el suministro insuficiente de requerimientos de energía acorde al desarrollo fisiológico en que el animal se encuentre, puede ocasionar retraso en el crecimiento, pérdida de peso, fallas en la reproducción, mayor edad a la pubertad,

reducción en la tasa de fertilidad, una menor producción de leche, un aumento en la mortalidad y una mayor susceptibilidad a nematodos e infecciones parasitarias (Romero y Bravo, 2012; Chay-Canul *et al.*, 2016).

De acuerdo a Cannas *et al.* (2010) los costos de energía para el mantenimiento van del 60 y el 80% de toda la energía que es consumida en un sistema de producción de rumiantes. A pesar de su importancia, la información sobre los requerimientos de energía de estos animales criados en la región del trópico sigue siendo escasa (Chay-Canul *et al.*, 2014; Oliveira *et al.*, 2018).

Hoy en día, las recomendaciones de los sistemas internacionales para la alimentación tales como: National Research Council (NRC, 2007), Agricultural Research Council (ARC, 1984), Institut Nationale de la Recherche Agronomique (INRA, 1989), son base fundamental para la formulación de las dietas para los ovinos en las regiones tropicales y cálidas (Regadas-Filho *et al.*, 2013). En contextos tropicales, los requerimientos energéticos para el mantenimiento están influenciados por: la diferencia entre especies, las condiciones fisiológicas, el sexo, la edad, la actividad física, el genotipo, la temperatura ambiental, y otros factores (NRC, 2007; Pereira *et al.*, 2018).

Salah *et al.* (2014) en un estudio para estimar las necesidades energéticas y proteicas de ovinos, cabras y bovinos dentro del clima tropical, concluyeron que los requerimientos energéticos y proteicos de los rumiantes en crecimiento criados en regiones tropicales son mayores a los reportados por los sistemas internacionales del ARC, INRA y NRC. Cabe mencionar que, en las zonas de altas temperaturas, la energía que se requiere para disipar el calor corporal se aumenta considerablemente (Vicente-Pérez *et al.*, 2020).

El objetivo del presente estudio fue estimar los requerimientos de energía neta de mantenimiento (NE_m) y energía neta de ganancia (NE_g) de ovinos cruzados F1 Dorper blanco/Pelibuey en crecimiento, alimentados a base de cereales y heno, mediante el uso de las ecuaciones propuestas por el NRC y por el sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S).

3.3 Materiales y Métodos

3.3.1 Área de estudio

El experimento se realizó en las instalaciones del Módulo de ovinos El Cenzontle del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la UNAM, que se localiza en el kilómetro 5.5 de la Carretera Federal Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Ver. A una altitud de 151 msnm. El clima es cálido húmedo, con temperatura promedio de 24°C y precipitación media anual de 1,840 mm (Vidal, 2005).

3.3.2 Población de estudio

Se utilizaron un total de 70 corderos destetados Dorper blanco/Pelibuey, 35 corderos (18 hembras y 17 machos) asignados a la dieta de cereales y 35 corderos (16 hembras y 19 machos) a forrajes (Cuadro 9). Los animales fueron distribuidos al azar de acuerdo al tipo de alimentación (cereales y forrajes) y sexo (hembras y machos). El tipo de alimentación consistió en dos tipos de alimentación; una a base de cereales y otra a base de heno de alfalfa.

Cuadro 9. Distribución del número de corderos por tipo de alimentación y sexo.

Sexo	Fuente de proteína	Total
Hembras	Pasta de soya	18
Machos	Pasta de soya	17
Hembras	Alfalfa henificada	16
Machos	Alfalfa henificada	19
Total		70

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Análisis de información

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial (2x2), donde el factor “A” correspondió a los dos tipos de alimentación (pasta de soya y alfalfa henificada) y el factor “B” al sexo (hembras y machos). Se realizó un análisis de varianza bajo un DCA, en arreglo factorial 2x2 (dos tipos de alimentación y dos sexos) y se compararon las medias entre tratamientos y por sexo, por la prueba de Tukey con un alfa de 0.05. Se utilizó el software estadístico MINITAB v17.

3.3.4 Procedimiento

El tipo de alimentación se formuló de manera que fueran isopróteicas e isoenérgicas, con 16% de proteína cruda y 2.7 EM Mcal/kg de Materia Seca (Cuadro 10). La composición química estimada se presenta en el Cuadro 11. Todos los corderos se pesaron a partir del destete (70 días de edad) y posteriormente cada 14 días durante el tiempo que se llevó a cabo el experimento.

Cuadro 10. Composición de la dieta, en base seca, del destete a la finalización de corderos a base de cereal y forraje.

Ingredientes	Dieta	
	Cereales (%)	Forrajes (%)
Sorgo	51.70	48.60
Heno de alfalfa	–	23.00
Salvadillo	25.00	10.00
Pasta de canola	7.30	8.10
Melaza	6.00	5.00
Soya	4.00	–
*OVITEC 302 F	3.00	3.00
Carbonato de Calcio	1.20	0.50
Urea	0.80	0.80
Bicarbonato de Sodio	0.40	0.40
Sal	0.30	0.30
Secuestrante micotoxinas	0.30	0.30
Total	100.00	100.00

*Suplemento de vitaminas, minerales y aditivos para la elaboración de alimentos balanceados.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 11. Composición química estimada de las dietas que recibieron los corderos F1*.

	Dieta, Cereales (%)	Dieta, Forrajes (%)
Proteína cruda	Min 16.00	Min 16.00
Grasa %	Min 3.00	Min 2.50
Fibra cruda %	Max 5.00	Max 8.00
Cenizas %	Max 7.50	Max 9.00
Humedad %	Max 11.00	Max 11.00
ELN %	57.50	53.50
EM (Mcal/kg MS)	2.70	2.65

*Estimado con base a tablas de composición de alimentos del NRC de ovinos (2007).

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5 Alojamiento de los corderos

Desde el destete hasta la finalización del estudio, los corderos se mantuvieron estabulados en corrales con paredes de malla borreguera y estaban provistos de 50% de sombra y con piso de concreto. Antes de alojar los corderos, los corrales fueron limpiados, desinfectados. Posteriormente se le asignó un arete numerado,

el cual se les colocó con un cordel en el cuello, a cada uno de los animales, para su fácil identificación. Cada cordero tuvo un periodo de ayuno de 12 a 14 horas previo al pesaje catorcenal. Durante los 130 días del experimento, los corderos recibieron diariamente a las 8:00 y 16:00 h la ración del concentrado de la dieta, pero el agua limpia siempre estuvo disponible. Previo al inicio del experimento los corderos estuvieron con un periodo de adaptación de 14 días a corrales y dietas. Para medir el peso se utilizó una báscula digital Tru-test con capacidad de 500 kg y una sensibilidad de 50 g en cada uno de los pesajes.

Para la estimación de los requerimientos de energía neta para ovinos, se utilizaron dos métodos de ecuaciones que a continuación se detallan:

3.3.6 Estimación de requerimientos de energía neta para ovinos por el método de ecuaciones del NRC

Para la estimación de los requerimientos de Energía Neta de mantenimiento (NE_m) y Energía Neta de ganancia (NE_g) en los ovinos de pelo F1 Dorper blanco/Pelibuey en crecimiento, se emplearon ecuaciones propuestas por el NRC (2007).

1. Peso corporal del ovino reducido o dietado (SBW, kg) y el peso corporal del ovino completo o lleno (FBW, kg).
2. La ganancia diaria de peso (ADG, kg) se calculó mediante el peso de los animales dietados (previo ayuno de 12 a 14 horas) al día 14 menos el peso del animal dietado al día uno, dividido cada 14 días durante los 130 días que duró el experimento.
3. Se utilizó el factor de ajuste de 0.056 (este ajuste se lleva a cabo por la edad de los animales, el sexo, el estado fisiológico, los efectos ambientales, la actividad,

aclimatación, estrés por calor, entre otros), del requerimiento de energía de metabolismo basal, expresados como (NE_m , Mcal/kg).

4. Se empleó la siguiente ecuación, para estimar los requerimientos de Energía Neta de mantenimiento (NE_m , Mcal/d)

$$NE_m = FBW^{0.75} \times 0.056 \quad (1)$$

Donde:

NE_m =Requerimiento de Energía Neta de mantenimiento (Mcal/d)

$FBW^{0.75}$ =Peso corporal completo (kg)

5. El peso maduro ($MATR_{BW}$, kg) se obtuvo a través del desarrollo de la curva de crecimiento de los ovinos por el modelo no lineal Gompertz; la expresión matemática que representa al modelo y los parámetros, se presenta a continuación:

$$y = a * \exp(b * \exp(cx)) \quad (2)$$

Donde:

y=Peso del animal en el tiempo (kg)

a=Peso a la madurez (kg)

b=Punto de inflexión

c=Velocidad de crecimiento

6. Para estimar los requerimientos de Energía Neta de ganancia (NE_g , Mcal/d) se consideró la ganancia diaria de peso, y el peso maduro ($MATR_{BW}$, kg), de cada uno de los corderos, utilizando las siguientes ecuaciones:

$$[276 - ((MATR_{BW} - 115) \times 2.1)]/1000 \quad (3)$$

$$NE_g = (ADG \times FBW^{0.75}) \text{(ecuación 3)} \quad (4)$$

Donde:

NE_g =Requerimiento de Energía Neta de ganancia (Mcal/d)

ADG=Ganancia diaria de peso (kg)

$FBW^{0.75}$ =Peso corporal completo (kg)

7. El consumo de materia seca para mantenimiento (DMI_m , kg/d), se estimó, dividiendo los requerimientos de Energía neta de mantenimiento (NE_m) entre la concentración de la NE_m de la dieta; para ello se revisaron las tablas del NRC (2007) sobre la composición de cada uno de los alimentos que integran la dieta, para los valores de energía neta de mantenimiento (NE_m), y la ecuación es la siguiente:

$$DMI_m = \frac{\text{Requerimientos de } NE_m}{\text{Concentración } NE_m \text{ en la dieta}} \quad (5)$$

Donde:

DMI_m = Ingesta de materia seca para mantenimiento (kg/d)

NE_m = Energía Neta para mantenimiento en la dieta (Mcal/kg MS)

8. El consumo de materia seca para la ganancia (DMI_g , kg/d), se estimó dividiendo los requerimientos de Energía Neta para la ganancia (NE_g) entre la concentración de la NE_g de la dieta; se revisaron las tablas del NRC (2007) sobre la composición de cada uno de los ingredientes que integran la dieta, para los valores de energía neta para la ganancia (NE_g), la ecuación es la siguiente:

$$DMI_g = \frac{\text{Requerimientos de } NE_g}{\text{Concentración } NE_g \text{ en la dieta}} \quad (6)$$

Donde:

DMI_g = Ingesta de materia seca para ganancia (kg/d)

NE_g = Energía Neta para ganancia en la dieta (Mcal/kg MS)

9. El consumo de materia seca por ovino, se realizó a través de la suma del consumo de materia seca de mantenimiento (DMI_m , kg/d) más del consumo de materia seca para ganancia de peso (DMI_g , kg/d), con la siguiente ecuación:

$$\text{Requerimientos totales de } DMI = DMI_m + DMI_g \quad (7)$$

3.3.7 Estimación de requerimientos de energía neta para ovinos por el Sistema de ecuaciones del Sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S)

La estimación de los requerimientos de Energía Neta de mantenimiento (NE_m) y Energía Neta de ganancia (NE_g) para cada ovino F1 Dorper blanco/Pelibuey en crecimiento, se utilizó el Sistema de ecuaciones del Sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S) de acuerdo a Cannas *et al.* (2004), con la finalidad de hacer comprensible y explícita la metodología se presenta el detalle:

1. Se utilizó peso corporal dietado o reducido (SBW, kg) y el peso corporal completo (FBW, kg)
2. El factor de ajuste a_1 por metabolismo rápido (Mcal/kg) y equivale a 0.062
3. El factor de ajuste para los requerimientos de energía para el metabolismo rápido de acuerdo al sexo; $S=1$ para hembras y machos castrados, $S=1.15$ para machos intactos.
4. El factor de ajuste por efecto de la edad en necesidades de mantenimiento, utilizando la ecuación exponencial:

$$AGE = \exp(-0.03 \times \text{años de edad}) \quad (8)$$

Donde:

AGE = Ajuste por el efecto de la edad en las necesidades de mantenimiento (años)

5. Cálculo de la energía neta para mantenimiento (UNE_m , Mcal/d), se utilizó la siguiente ecuación:

$$UNE_m = (SBW^{0.75} \times a_1 \times S \times AGE) \quad (9)$$

Donde:

UNE_m = Requerimientos de energía neta para mantenimiento (Mcal/d)

$SBW^{0.75}$ = Peso corporal reducido o dietado (kg)

a_1 = Factor de ajuste por metabolismo rápido (Mcal/kg)

S = Factor de ajuste de energía para el metabolismo rápido de acuerdo al sexo

AGE = Factor de ajuste por el efecto de la edad (año)

6. Para los requerimientos de energía metabolizable para el mantenimiento (UME_m , Mcal/d), se procedió a utilizar el valor de los requerimientos de energía neta para mantenimiento (UNE_m , Mcal/d) dividido entre el factor 0.644, como se presenta a continuación por la siguiente ecuación:

$$UME_m = \frac{UNE_m}{0.644} \quad (10)$$

7. Para determinar el índice de madurez (P) se utilizó la ecuación propuesta por el Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO, 1990), donde relaciona al peso corporal completo (FBW) entre el peso corporal completo maduro de ovinos ($FBW_{BCS3.0}$), con una condición corporal de 2.8 a 3.0; valor considerado en que los ovinos alcanzan su madurez corporal.

$$P = \frac{FBW}{FBW_{BCS3.0}} \quad (11)$$

8. Para la determinación de (EVG , Mcal/kg) la concentración de energía para la ganancia de peso del cuerpo vacío se utilizó la siguiente ecuación:

$$EVG = \frac{27}{(1 + e^{(-6 \times P - 0.4)})} \times 0.239 \quad (12)$$

9. Para la estimación de la energía retenida o energía neta para la ganancia de peso (RE , Mcal/d), se determinó con la siguiente ecuación:

$$RE = ADG \times EVG \times 0.92 \quad (13)$$

Donde:

RE = Energía retenida (RE , Mcal/d) o también denominada Energía Neta de ganancia (NE_g)

ADG = Ganancia diaria de peso (kg)

EVG = Energía para la ganancia del cuerpo vacío (EVG, Mcal/kg)

10. Para estimar la energía metabolizable de la materia seca en la dieta (MEC, Mcal/kg), se consultaron las tablas del NRC (2007) sobre la composición de cada uno de los ingredientes del tipo de alimentación, para los valores de energía metabolizable (ME). Posteriormente, para la predicción de la eficiencia del uso de la energía para ganancia de peso (K_g), se utilizó la ecuación propuesta por Cannas *et al.* (2006).

$$K_g = ((1.42 \times MEC) - (0.174 \times MEC^2) + (0.0122 \times MEC^3) - 1.65) / MEC \quad (14)$$

Donde:

K_g = La eficiencia del uso de la energía para ganancia de peso

MEC = Concentración de energía metabolizable en la dieta (Mcal/kg)

11. Los requerimientos de energía metabolizable para ganancia (ME_g , Mcal/d), se estimó con la energía retenida (RE, Mcal/d) entre la eficiencia del uso de la energía para ganancia de peso (K_g), como se muestra a continuación:

$$ME_g = RE / K_g \quad (15)$$

12. El requerimiento total de energía metabolizable (UME_{req} , Mcal/d), se calculó con los requerimientos de energía metabolizable para el mantenimiento (UME_m , Mcal/d) y los requerimientos de energía metabolizable para ganancia (ME_g , Mcal/d), como a continuación se presenta:

$$UME_{req} = UME_m + ME_g \quad (16)$$

13. Un ajuste adicional en el uso de energía del tejido de los órganos viscerales (VO, Mcal/d), con el requerimiento de energía metabolizable para el mantenimiento (UME_m) por efecto del nivel de ingesta de energía metabolizable (MEI).

$$VO = 0.09 \times UME_{req} \quad (17)$$

Donde:

VO = Uso de la energía del tejido de los órganos viscerales (Mcal/d)

UME_{req} = Requerimiento total de energía metabolizable (Mcal/d)

14. Para los cálculos de requerimientos de energía metabolizable para el mantenimiento (ME_m, Mcal/d); se utilizaron los requerimientos de energía metabolizable para el mantenimiento (UME_m, Mcal/d) y la energía del tejido de los órganos viscerales (VO, Mcal/d).

$$ME_m = UME_m + VO \quad (18)$$

15. Los requerimientos de energía neta para el mantenimiento de cada ovino (NE_m, Mcal/d), se obtuvo por la siguiente expresión:

$$NE_m = ME_m \times 0.644 \quad (19)$$

16. Finalmente, los requerimientos totales de energía metabolizable total (ME_{req}, Mcal/d), se calcularon con la energía metabolizable para el mantenimiento (ME_m, Mcal/d) y los requerimientos de energía metabolizable para ganancia (ME_g, Mcal/d), como a continuación se muestra:

$$ME_{req} = ME_m + ME_g \quad (20)$$

3.4 Resultados y Discusión

En el Cuadro 12 se presenta las medias \pm EEM de las variables del comportamiento productivo por efecto del tipo de alimentación, donde el peso al nacimiento, el peso al que los ovinos fueron destetados, peso al año y peso maduro de los ovinos entre los que fueron alimentados con cereales y con forrajes no presentaron diferencia significativa ($p > 0.05$). Resaltar el peso maduro, ya que los ovinos que fueron alimentados con base a cereales tuvieron un peso de 65.47 ± 1.91 y los que fueron alimentados con base a forrajes alcanzaron el peso de 60.52 ± 1.92 .

Cuadro 12. Comportamiento productivo de los ovinos alimentados con cereales y con forrajes.

Variables de estudio	Cereales		Forrajes	
	Media	EEM ¹	Media	EEM
Peso al nacimiento (kg)	3.67 ^a	0.12	3.64 ^a	0.12
Peso al destete (kg)	18.64 ^a	0.55	18.15 ^a	0.55
Peso al año (kg)	59.79 ^a	1.34	56.49 ^a	1.34
Peso maduro (kg)	65.47 ^a	1.91	60.52 ^a	1.92

¹EEM=Error estándar de la media. Letras distintas entre columnas indican diferencias significativas ($p<0.05$).

Fuente: Elaboración propia.

Mientras tanto, los resultados reportados por Ríos-Utrera *et al.* (2014) de cruza Dorper/Pelibuey con pesos al nacimiento 2.9 ± 0.08 kg y pesos al destete ajustado a 90 días de 11.6 ± 0.45 kg, los cuales son muy inferiores a los reportados en esta presente investigación; estos autores recomiendan la inclusión de razas paternas como la Dorper y Katahdin en cruzamientos con razas maternas como la Pelibuey y Blackbelly, ya que permite incrementar la productividad en los sistemas de producción de corderos F1.

Macías *et al.* (2012), observaron pesos al nacimiento similares entre genotipos Pelibuey, Dorper/Pelibuey y Katahdin/Pelibuey ($p>0.05$), pero dichos autores recalcan que la cruce Dorper/Pelibuey presentaron un mayor crecimiento, peso al destete ($p<0.05$) y ganancia diaria de peso (GDP) que los corderos Pelibuey y Katahdin. Macías *et al.* (2010) atribuyen dicha superioridad debido a que la raza Pelibuey presenta lenta tasa de crecimiento, ya que dicha raza no ha sido sometida rigurosamente a una selección para rasgos de crecimiento.

Arroniz *et al.* (2010) reportaron pesos en ovinos Dorper de entre tres y cuatro años de edad de 57.83 ± 8.5 kg, los autores mencionaron que dichos animales tenían diferentes niveles de cruzamiento con otras razas y la alimentación fue a base pastoreo con una complementación de concentrado. La superioridad del peso al

año con los datos reportados en la presente investigación pudo ser debido a que la energía aportada por el alimento consumido en dicha etapa fisiológica la utilizan entre un 60 y 80% para su mantenimiento y el resto para la ganancia (Cannas *et al.*, 2010).

El comportamiento productivo de los ovinos por efecto del factor sexo (Cuadro 13), el peso al nacimiento, peso al destete, peso al año y el peso maduro no se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$); presentándose un peso maduro para machos de 64.18 ± 1.89 kg y 61.81 ± 1.94 kg para las hembras, respectivamente.

Cuadro 13. Comportamiento productivo de los ovinos de acuerdo al sexo.

Variables de estudio	Machos		Hembras	
	Media	EEM ¹	Media	EEM
Peso al nacimiento (kg)	3.61 ^a	0.12	3.70 ^a	0.12
Peso al destete (kg)	18.44 ^a	0.54	18.35 ^a	0.55
Peso al año (kg)	59.32 ^a	1.32	56.97 ^a	1.36
Peso maduro (kg)	64.18 ^a	1.89	61.81 ^a	1.94

¹EEM=Error estándar de la media. Letras distintas entre columnas indican diferencias significativas ($p<0.05$).

Fuente: Elaboración propia.

Flórez-Murillo *et al.* (2020) en un estudio sobre la caracterización morfoestructural de hembras ovino de pelo criollo colombiano (OPC), reportaron pesos en hembras mayores a dos años en OPC Sudán bayo y Sudán blanco de 40.80 ± 5.71 y 40.57 ± 8.13 kg, respectivamente. En concordancia a lo mostrado anteriormente, Hernández-Espinoza *et al.* (2012) mencionaron que las hembras de un año de edad en la craza Pelibuey muestran una gran variación en sus pesos corporales; clasificándolos en tres categorías: grandes (35.1 kg), medianas (32.2 kg) y chicas (26.3 kg).

Por otro lado, Arredondo-Ruiz *et al.* (2013) reportaron pesos maduros en machos cruza Dorper/Pelibuey (59.10 ± 1.67 kg) y hembras (35.46 ± 1.67 kg), siendo los machos un 67% más pesados que las hembras, además dichos autores mencionaron que dichos animales tienen gran potencial para ser orientados a la producción de carne en sistemas de producción intensivos y semi-intensivos. Mientras que Ormachea *et al.* (2020) reportaron en el Centro Experimental Chuquibambilla, en Puno, Perú el peso en ovinos criollos hembras mayores de dos años de 45.9 ± 5.4 kg, por lo que se considera que su peso de dichos animales es muy inferior a los reportados en este experimento en cuando a lo que fue el peso al año.

3.4.1 Estimación de requerimientos de energía neta para ovinos por el método de ecuaciones del NRC

El comportamiento productivo de hembras F1 Dorper blanco/Pelibuey en crecimiento (Figura 20a), alimentadas con cereales, junto a las hembras alimentadas con forrajes mostraron un comportamiento muy similar, a los 98 días ambos tratamientos obtuvieron la máxima ganancia diaria de peso (GDP), de 0.230 g para cereales y 0.229 g para forrajes; a los 182 y 168 días se presentó el máximo consumo total de materia seca (CMS), consumiendo 1.557 kg para las que fueron alimentadas con cereales y 1.762 kg las de forraje; a partir de los 28 hasta los 308 días de edad el consumo de forraje fue mayor al consumo de cereales; posteriormente el consumo en ambos tratamientos se equilibró.

Es importante mencionar que el aporte de nutrientes como fue el contenido de proteína cruda (44% PC en pasta de soya y 16% PC en el heno de alfalfa) hicieron

ampliamente la diferencia, con pesos corporales de 56.687 kg para cereales y 55.453 kg en forrajes, respectivamente (Figura 20b).

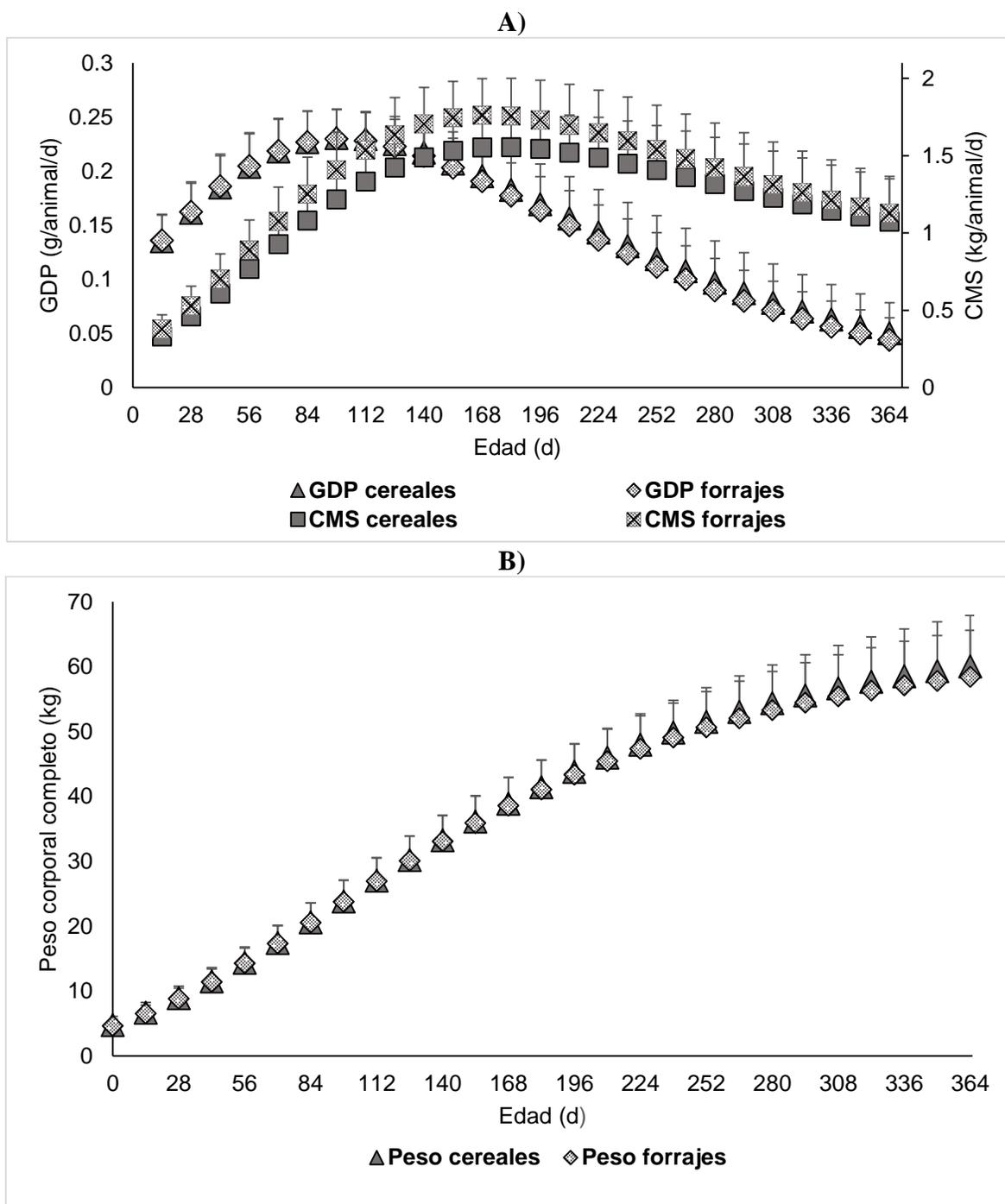


Figura 20. Comportamiento productivo de hembras F1 Dorper blanco/Pelibuey alimentadas con cereales y con forrajes; calculados por el modelo de ecuaciones del NRC, 2007. **A)** Consumo de materia seca (CMS) (kg/animal/d) y la Ganancia diaria de peso (GDP) (g), **B)** Peso corporal completo (kg). Medias y desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a sus requerimientos de energía para los ovinos hembras F1 Dorper blanco/Pelibuey en crecimiento (Figura 21), los requerimientos de Energía Neta total (NE); las hembras alimentadas con cereales y forrajes, a los 196 y 182 días alcanzaron su máximo requerimiento de energía (2.056 y 2.0252 Mcal/d), mientras tanto en ambos tratamientos a los 154 días presentaron sus requerimientos máximos de Energía Neta para la ganancia de peso (NE_g) de 1.172 para el tratamiento cereales y 1.160 Mcal/d para forrajes.

Mientras que la Energía Neta para el mantenimiento (NE_m) en ambos tratamientos conforme el animal va creciendo, sus requerimientos de NE_g disminuyen gradualmente; recordar que la energía necesaria para el mantenimiento es la cantidad de energía utilizada en el metabolismo basal y perdida en forma de calor cuando el animal está en estado de ayunas, más el calor por la actividad y la energía adicional que se pierde cuando el animal consume suficiente alimento para mantener un contenido energético corporal estable (Costa *et al.*, 2013).

En general, sus requerimientos de energía en hembras calculados por el método de ecuaciones del NRC, 2007 fueron muy similares. Dicho cambio se da debido a que se presenta una reducción en el crecimiento muscular y un mayor desarrollo en el tejido adiposo; por lo tanto, Rodríguez *et al.* (2016) y Nie *et al.* (2015) mencionan que la NE_g disminuye conforme va aumentado el peso corporal de los animales, como se ha observado en la presente investigación. Es de vital importancia conocer la composición de los tejidos del animal, la eficiencia en el uso de los nutrientes e inclusive la tasa de GDP, además el sexo influye en cuando al contenido de grasa en la ganancia (NRC, 2007).

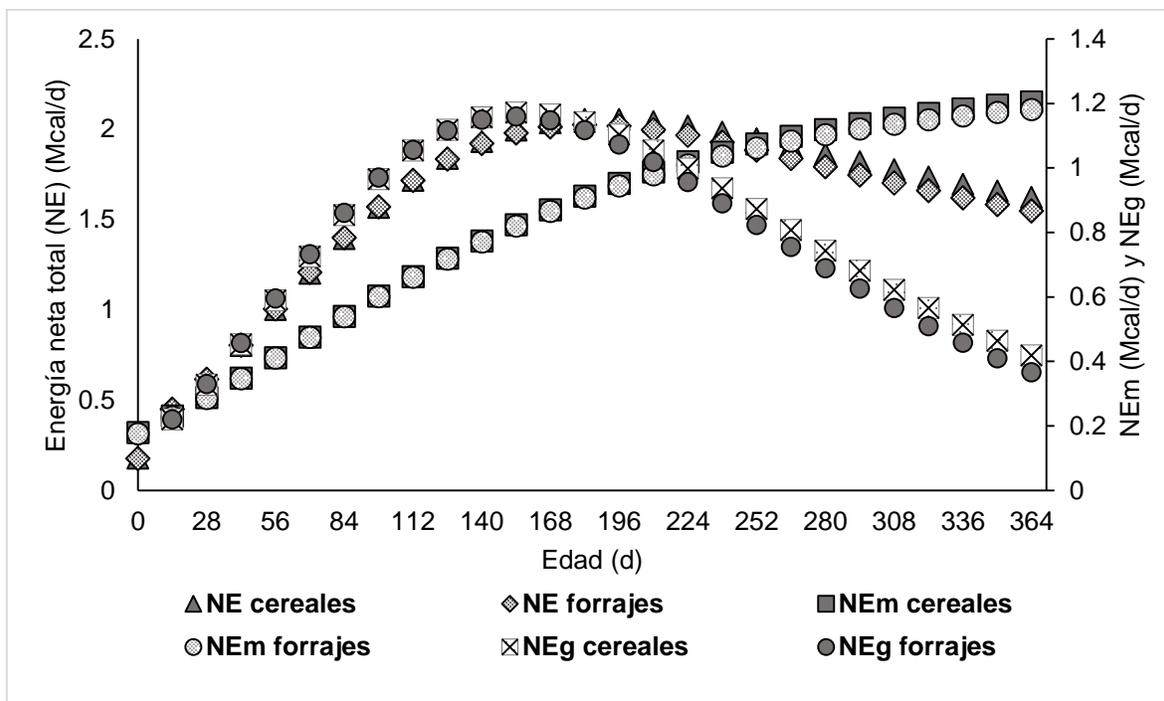
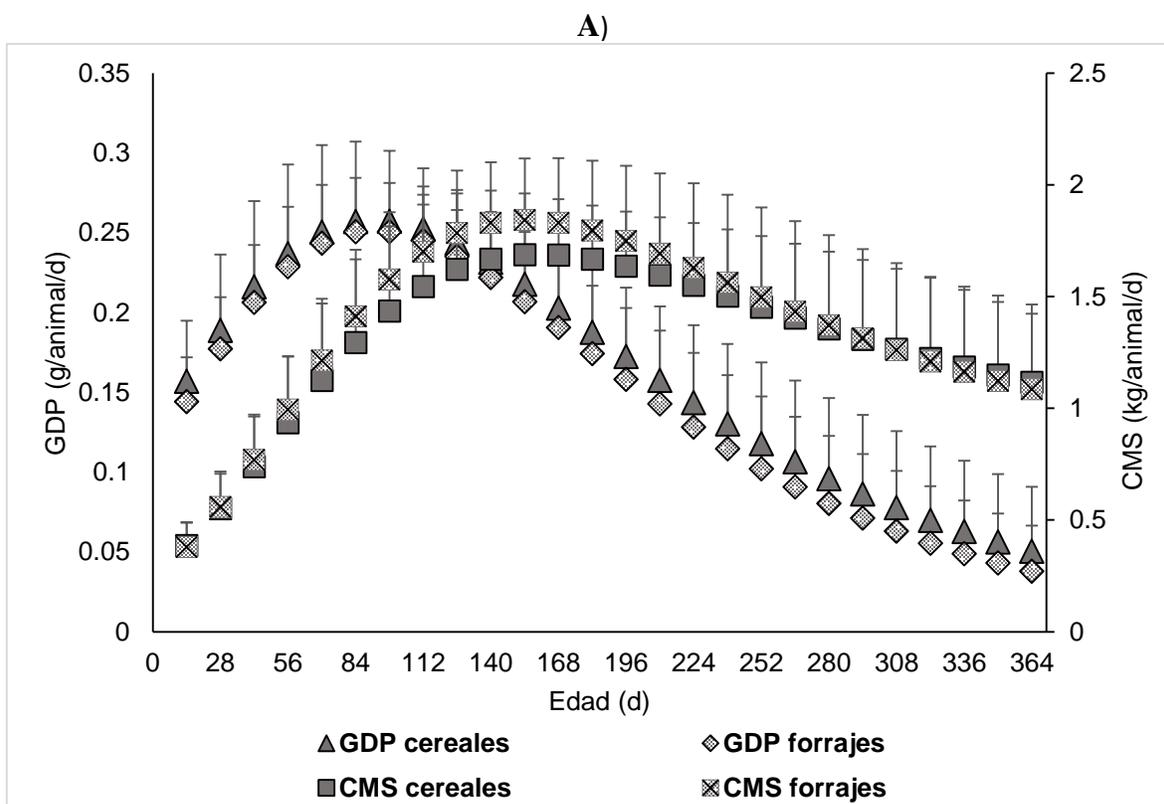


Figura 21. Energía neta total (NE) (requerimientos diarios de Energía Neta para el mantenimiento (NE_m) y Energía Neta para la ganancia de peso (NE_g)) de hembras F1 en crecimiento Dorper blanco/Pelibuey, alimentadas con cereales y con forrajes. Calculados por el modelo de ecuaciones del NRC, 2007.

Fuente: Elaboración propia.

Pereira *et al.* (2017) durante un estudio para determinar las necesidades de mantenimiento y crecimiento en corderos de pelo machos y hembras, reportaron que las hembras obtuvieron valores de NE_g en aproximadamente un 26% superiores a los machos, ellos atribuyeron dicho comportamiento a la distribución de la grasa en sus cuerpos. Deng *et al.* (2014) reportó en corderas cruzadas Dorper de 35 a 50 kg y GDP de 100 a 250 g/d requerimientos de NE_g de 0.327 y 0.941 Mcal/d, también dichos autores justifican continuar en esta línea de investigación para realizar estudios y poder estimar los requerimientos energéticos en otras fases de crecimiento agregando el factor sexo en ovinos cruzados Dorper.

Mientras tanto, en los machos F1 Dorper blanco/Pelibuey en etapa de crecimiento (Figura 22a) alimentados con cereales en comparación a los alimentados con forrajes presentaron un comportamiento productivo similar; a los 98 días de edad ambos tratamientos reflejaron su máxima GDP, 0.257 g para cereales y 0.250 g para los alimentados con forrajes; a partir de los 154 días de edad los que fueron alimentados con forrajes decaen en su GDP mientras que los alimentados con cereales su ganancia fue en proporción al CMS. Mientras que en el CMS relativamente a los 154 días ambos tratamientos reflejaron el máximo consumo (1.688 y 1.843 kg para cereales y forrajes, respectivamente).



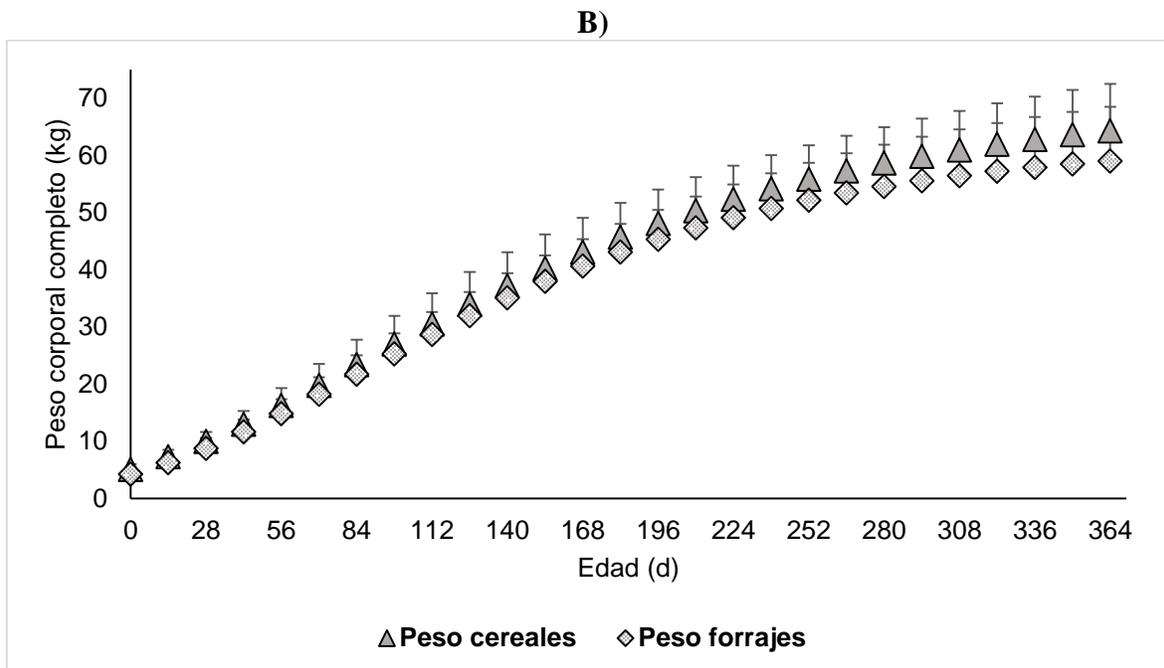


Figura 22. Comportamiento productivo de machos F1 Dorper blanco/Pelibuey alimentados con cereales y con forrajes; calculados por el modelo de ecuaciones del NRC, 2007. **A)** Consumo de materia seca (CMS) (kg/animal/d) y la Ganancia diaria de peso (GDP) (g), **B)** Peso corporal completo (kg). Medias y desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia.

Mencionar que a partir de los 42 días de edad los que consumieron forrajes, su consumo fue mucho mayor a comparación de los que fueron alimentados con cereales, emparejando su consumo a los 280 días para ambos tratamientos, con pesos corporales que oscilaban entre los 58.675 kg en cereales y 54.567 kg para forrajes (Figura 22b).

En cuando a sus requerimientos de energía (Figura 23), los machos F1 Dorper blanco/Pelibuey alimentadas con cereales y forrajes, a los 168 días reflejaron el máximo requerimiento de Energía Neta total (NE), 2.209 Mcal/d los que fueron alimentados con cereales y 2.092 Mcal/d para los de forraje, respectivamente. Mientras tanto, en ambos tratamientos a los 140 días, tanto cereales y forrajes, el requerimiento máximo de Energía Neta para la ganancia de peso (NE_g) fue de 1.312 y 1.246 Mcal/d. Mientras sus requerimientos de NE_g

disminuyen al ir creciendo y madurando corporalmente los ovinos, sus requerimientos de Energía Neta para el mantenimiento (NE_m) en ambos tratamientos conforme avanza su edad, van incrementando.

Rodrigues *et al.* (2016), reportaron valores para NE_g de 0.277 y 0.555 Mcal/día en corderos con pesos de 20 kg y tasas de GDP de 100 y 200 g/día, respectivamente. Además, el NE_g aumentó conforme aumentaba el peso corporal de los animales, con valores de 0.376 y 0.752 Mcal/día con pesos de 30 kg y un GDP de 100 y 200 g/día, respectivamente.

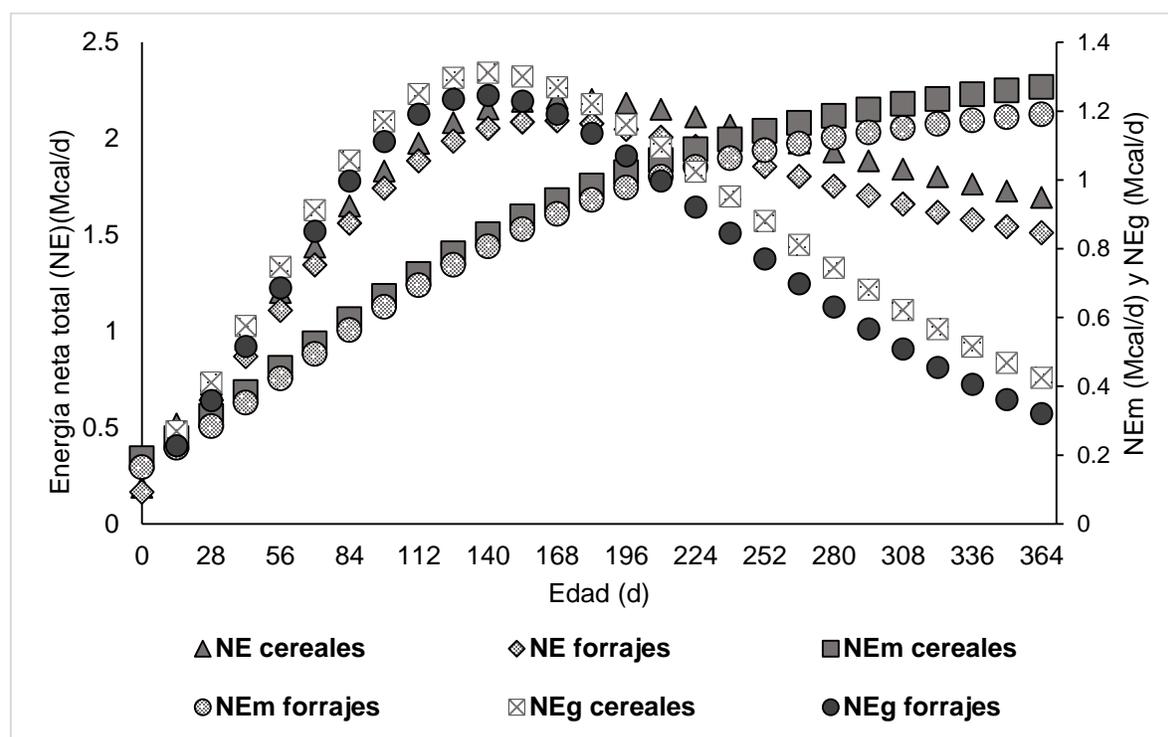


Figura 23. Energía neta total (NE) (requerimientos diarios de Energía Neta para el mantenimiento (NE_m) y Energía Neta para la ganancia de peso (NE_g)) de machos F1 en crecimiento Dorper blanco/Pelibuey, alimentados con cereales y con forrajes. Calculados por el modelo de ecuaciones del NRC, 2007.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en nuestros resultados en corderos F1 Dorper blanco/Pelibuey con pesos de 20 kg y GDP de 257 y 250 g/d para los que fueron alimentados con cereales y forrajes, respectivamente, con requerimientos de NE_g de 0.912 y 0.996

Mcal/d. Estos mismos autores no encontraron diferencias significativas para requerimientos de NE_m entre sexos. El valor para NE_m fue un 13% mayor en machos intactos que en hembras y un 25% más alto en las hembras que en machos castrados. Dichos valores mencionados anteriormente están dentro de las normas internacionales de nutrición; donde los requerimientos de NE_m en corderos machos intactos debe ser 15% mayor a machos castrados y al de las hembras (NRC, 2007). Regadas-Filho *et al.* (2013) atribuyen las diferencias a las metodologías utilizadas en la obtención de los requerimientos NE_m , además como lo indica el NRC, 2007 dichas diferencias también son por el tipo de razas utilizadas, sistema de producción empleado, que tan estrictos son en cuando al nivel nutricional, condiciones ambientales en los diferentes estudios, también por condiciones fisiológicas (el género, la edad, la temperatura, la actividad física).

3.4.2 Estimación de requerimientos de energía neta para ovinos por el Sistema de ecuaciones del Sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S)

A continuación en la figura 24 se muestra el comportamiento productivo de las hembras F1 Dorper blanco/Pelibuey en crecimiento, donde dicho comportamiento tanto en cereales como las que fueron alimentadas con forrajes fue muy similar, a la edad de los 98 días reflejaron su máxima GDP, de 230 y de 229 g/d para para cereales y forrajes, posteriormente conforme las hembras van madurando corporalmente su GDP es menor, además de que sus pesos corporales oscilaban entre 43.81 kg para cereales y 38.58 kg en forrajes, respectivamente.

Por otro lado, sus requerimientos de energía neta total (NE) a los 140 días de edad (Figura 25) fue su requerimiento máximo; 2.272 Mcal/d para cereales y 2.303 para forrajes, requiriendo una mayor cantidad de energía los que fueron alimentados con forrajes, ya que ellos obtienen directamente la energía de la fermentación de los carbohidratos, principalmente estructurales, que son los que más abundan en los forrajes. Mientras tanto, sus requerimientos de energía neta para la ganancia (NE_g) en ambos tratamientos se comportaron similares, a los 112 días de edad como requerimientos máximos fue de 1.288 y 1.286 Mcal/d, respectivamente.

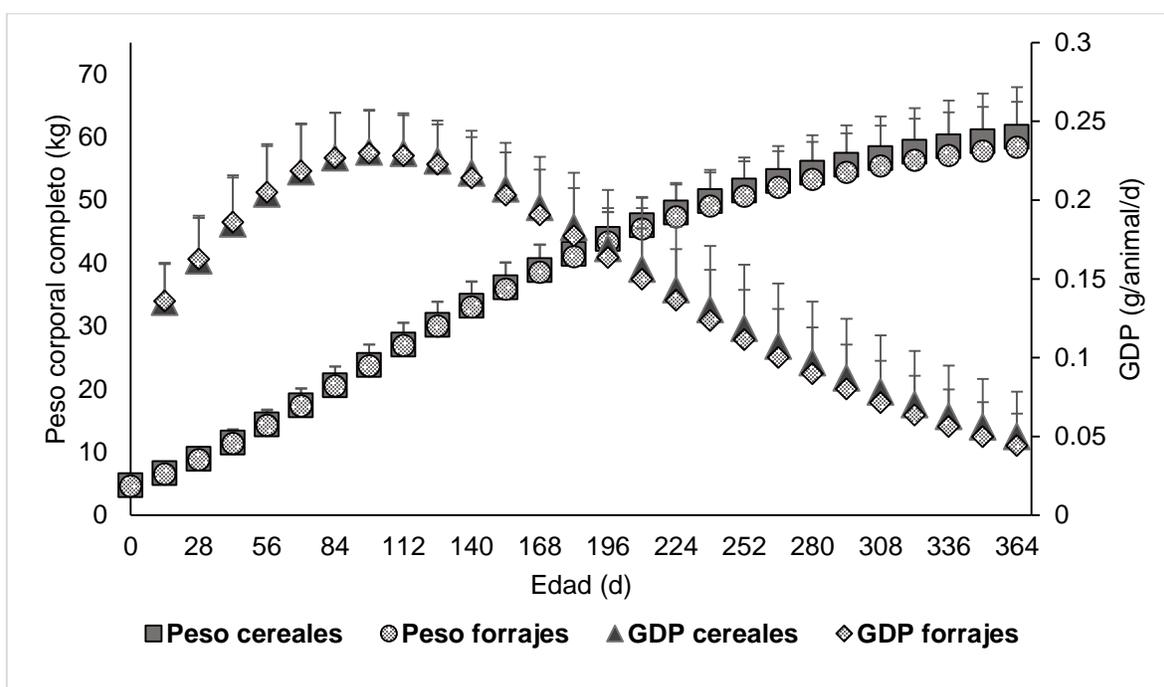


Figura 24. Comportamiento productivo de hembras F1 Dorper blanco/Pelibuey alimentadas con cereales y con forrajes, calculados por el modelo de ecuaciones del sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S). Peso corporal completo (kg) y la ganancia diaria de peso (GDP) (g). Medias y desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia.

En cuando a sus requerimientos de energía para el mantenimiento (NE_m) va de la mano con los de NE_g ya que conforme las hembras van creciendo y madurando corporalmente, los NE_m se incrementa y, por lo tanto, la mayor cantidad

de alimento se destina a mantenimiento y una menor proporción a la ganancia de peso.

Nie *et al.* (2015) en un estudio para determinar las necesidades de energía y proteína para el mantenimiento y el crecimiento y además evaluó los efectos del sexo sobre las necesidades de nutrientes en corderos cruzados Dorper/Hu, reportó en hembras con pesos de 20 a 35 kg y GDP de 100 a 300 g/d y requerimientos de NE_g de 0.299 a 1.087 Mcal/d, mientras que los valores correspondientes a la eficiencia energética metabolizable utilizada para la ganancia de peso (K_g) no reflejaron diferencia significativa entre los sexos, con un valor promedio de 0.43. Mientras que Pereira *et al.* (2017) mencionó dentro de su investigación que la NE_g difirió ($P < 0.01$) entre machos y hembras, además obtuvieron un valor de K_g de 0.28 para hembras.

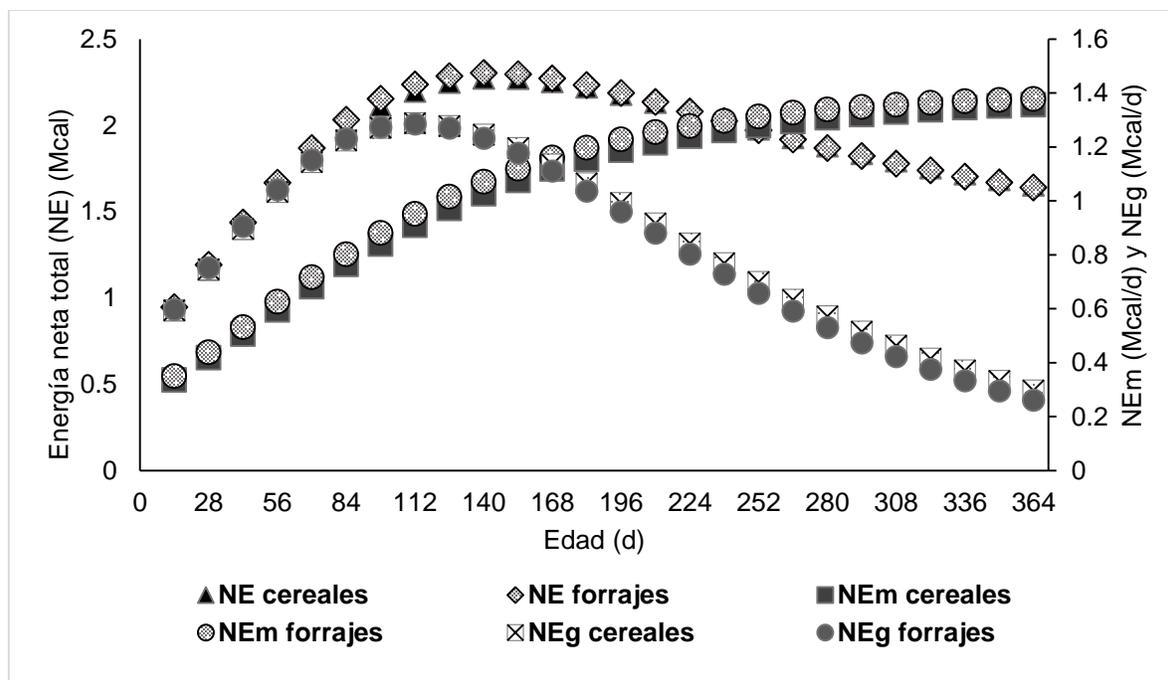


Figura 25. Energía neta total (NE) (requerimientos diarios de Energía Neta para el mantenimiento (NE_m) y Energía Neta para la ganancia de peso (NE_g)) de hembras F1 en crecimiento Dorper blanco/Pelibuey, alimentadas con cereales y con forrajes. Calculados por el modelo de ecuaciones del sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S).

Fuente: Elaboración propia.

Los K_g calculados en nuestro estudio no mostraron diferencia significativa entre el sexo en los tratamientos evaluados, con valores de 0.42 para cereales y 0.40 para los de forrajes. Tedeschi *et al.* (2010) atribuye las diferencias de los K_g principalmente a la concentración de energía en las dietas.

El comportamiento productivo de los machos F1 Dorper blanco/Pelibuey en crecimiento (Figura 26), dicho comportamiento tanto en cereales como las que fueron alimentados con forrajes fue similar, a los 98 días de edad reflejaron su máxima GDP, de 257 y de 250 g/d para cereales y forrajes. Posiblemente, la ingesta de cereales o propiamente forrajes hicieron que dicha similitud. Además de que sus pesos corporales oscilaban entre los 42.39 kg en cereales y 39.96 kg para forrajes, respectivamente en dicha edad con esa GDP.

En los requerimientos de energía neta total (NE), los que fueron alimentados con cereales a los 140 días de edad (Figura 27) fue su requerimiento máximo 2.618 Mcal/d, mientras que los que fueron alimentados a través de forrajes lo alcanzaron más rápidamente a los 126 días de edad (2.548 Mcal/d). Posiblemente esto se presentó debido a que el heno de alfalfa aportó un contenido adecuado de fibra, por lo que el número de poblaciones bacterianas se multiplican y aceleran el proceso de la fermentación. Esta misma tendencia se presentó en los requerimientos de energía neta para la ganancia (NE_g), en ambos tratamientos tuvieron un comportamiento muy similar, a los 98 días de edad como requerimientos máximos fue de 1.434 y 1.402 Mcal/d, respectivamente.

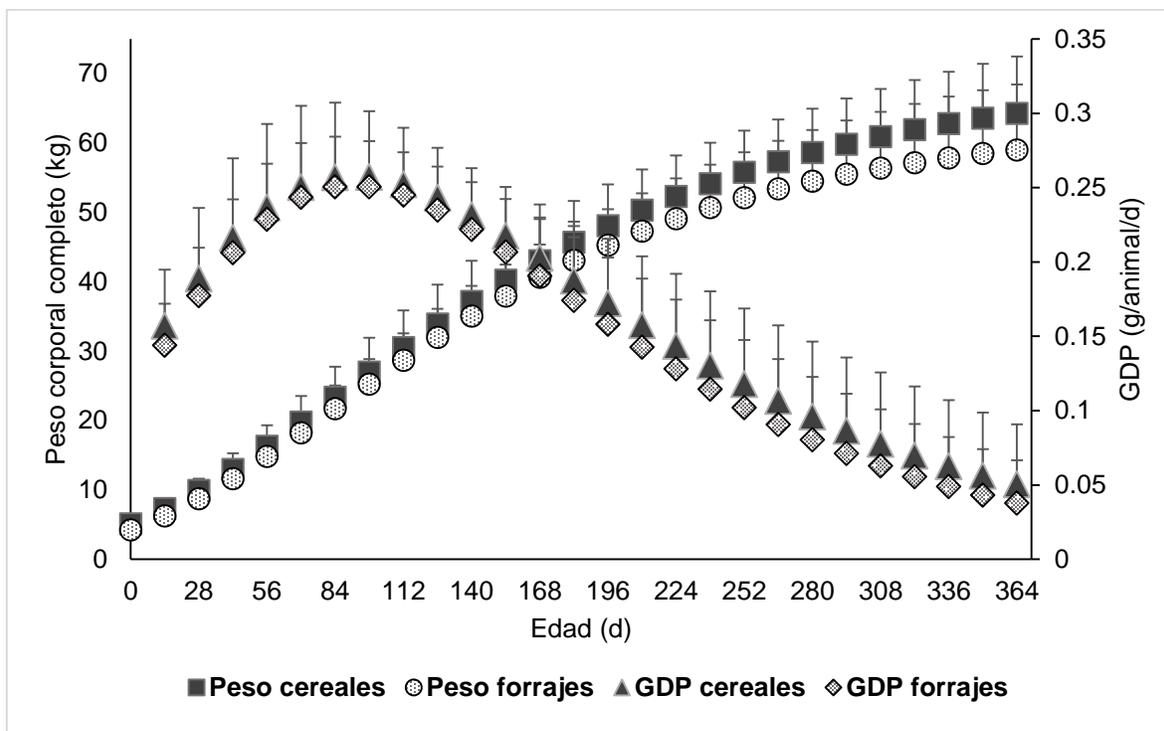


Figura 26. Comportamiento productivo de machos F1 Dorper blanco/Pelibuey alimentados con cereales y con forrajes, calculados por el modelo de ecuaciones del sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S). Peso corporal completo (kg) y la ganancia diaria de peso (GDP) (kg). Medias y desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia.

Los requerimientos de energía para el mantenimiento (NE_m) conforme los machos van reflejando el incremento de edad y madurando corporalmente, los NE_m se van incrementando, por lo tanto, la energía que es suministrada a través de la alimentación en dicha etapa fisiológica pues la utilizan en mayor proporción a su mantenimiento corporal. Zhao *et al.* (2016) en su estudio donde estimó las necesidades energéticas para el mantenimiento y el crecimiento de los corderos cruzados Dorper-Jinzhong mediante la técnica de sacrificio comparativo, mencionó que el valor de NE_m fue un 21% inferior a la recomendada por el NRC (2007) y un 4% inferior al recomendado por el Agricultural Food and Research Council (AFRC, 1993). Además, que reportaron requerimientos de NE_g para animales de 35 a 50 kg, con GDP entre 100 y 350 g de 0.313 y 1.416 Mcal/d.

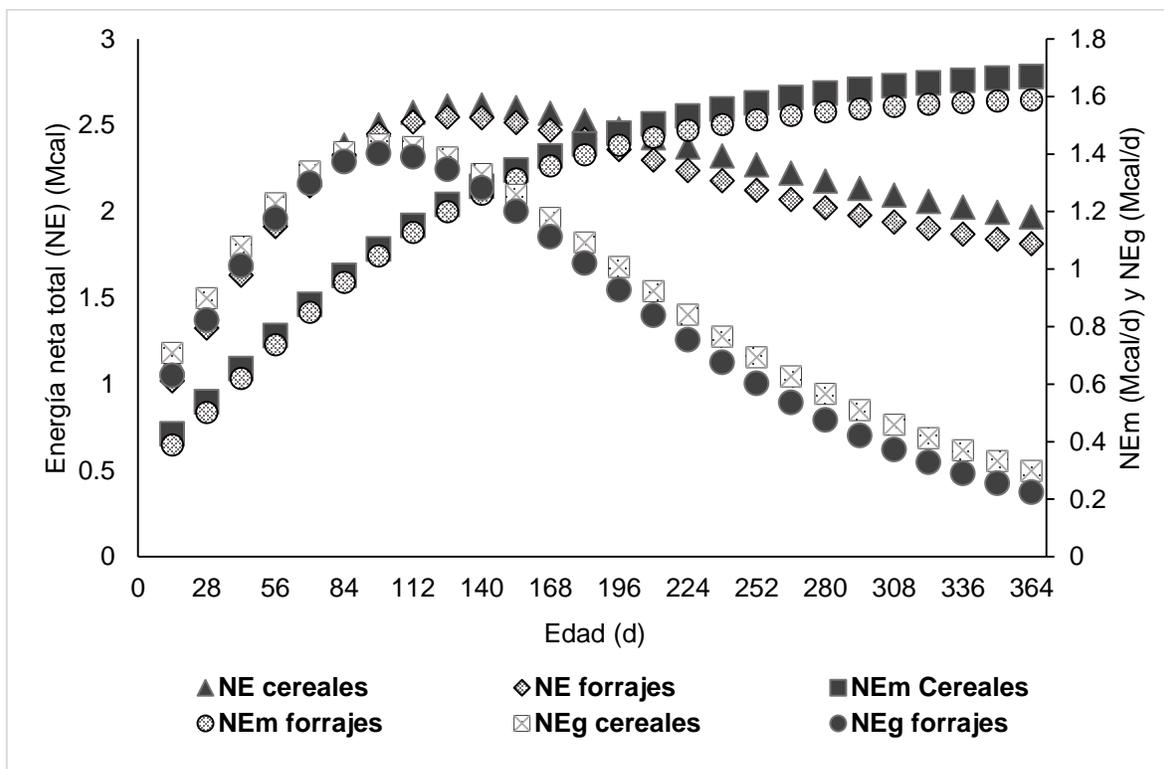


Figura 27. Energía neta total (NE) (requerimientos diarios de Energía Neta para el mantenimiento (NE_m) y Energía Neta para la ganancia de peso (NE_g)) de machos F1 en crecimiento Dorper blanco/Pelibuey, alimentadas con cereales, calculados conforme al modelo de ecuaciones del sistema Cornell de carbohidratos y proteínas netas para ganado ovino (CNCPS-S).

Fuente: Elaboración propia.

Pereira *et al.* (2014) reportó en corderos machos Somalíes Brasileños intactos; dicho estudio se llevó a cabo para determinar la composición corporal y las necesidades de energía neta; pesos corporales de 13 a 29 kg, con GDP de 100 a 300 g/d y requerimientos de NE_g que iban de 0.222 a 0.788 Mcal/d; es por ello que concluyeron que sus requerimientos de NE_m fueron similares a los recomendados por el sistema nutricional americano (NRC, 2007) pero un 9.86% más bajo que el valor sugerido por el ARC (1984) y el 16.95% por debajo del recomendado por el CSIRO (2007).

Además, los requerimientos de NE_g fueron menores a comparación con los valores recomendados por el sistema nutricional americano en corderos de una

maduración tardía. Los valores calculados en nuestra investigación por el modelo de ecuaciones del CNCPS-S en ovinos machos F1 Dorper blanco/Pelibuey en la etapa de crecimiento alimentados con cereales y con forrajes fueron superiores a los reportados por NRC (2007); ya que por ejemplo para animales de 20 kg sugiere como requisito para su crecimiento 0.3 Mcal/d para una GDP de 100 g/d, mientras que en nuestro estudio, animales de 20 kg alimentados con cereales tuvieron una GDP de 250 g/d y un requerimiento de NE_g de 1.340 Mcal/d; 250 g/d, un valor de NE_g de 1.374 Mcal/d para forrajes, respectivamente.

Por otro lado, Pereira *et al.* (2017) reportó valores de K_g de 0.36 y 0.25 para machos intactos y machos castrados. Mientras que Nie *et al.* (2015) reportó en corderos machos cruzados Dorper/Hu, con pesos que oscilaban entre 20 a 35 kg y GDP de 100 a 300 g/d y requerimientos de NE_g de 0.253 a 0.986 Mcal/d y el valor correspondiente al K_g en machos y hembras no presentó diferencia significativa con un valor de 0.43.

Oliveira *et al.* (2018) en su estudio sobre un meta-análisis de las necesidades energéticas y proteicas de los ovinos de pelo criadas en la región tropical de Brasil, reportaron considerando GDP de 100 a 300 g, requerimientos de NE_g que osciló entre 0.119 a 1.167 Mcal/día para animales con pesos corporal de 10 a 40 kg, con un valor de K_g de 0.36, respectivamente. Mientras que los valores calculados en nuestro estudio con ovinos F1 Dorper blanco/Pelibuey en crecimiento, considerando esos pesos (10 a 40 kg) los requerimientos de NE_g fueron de 0.899 a 1.259 y 1.012 a 1.113 Mcal/d para los machos alimentados con cereales como para los de forrajes.

Los valores de K_g calculados en nuestro estudio (0.42 y 0.40) para machos intactos alimentados con cereales y con forrajes; fueron superiores a los (0.36) reportado por Oliveira *et al.* (2018) en su estudio meta-analítico en ovinos de pelo criados en la región tropical de Brasil. Sin embargo, inferiores a los que reportó Zhao *et al.* (2016) que reportaron un valor de K_g de 0.46.

3.4.3 Estimación de la energía neta total por NRC vs. CNCPS-S

En cuando a la estimación de los requerimientos de energía neta total (NE) en las hembras F1 Dorper blanco/Pelibuey en la etapa de crecimiento (Figura 28) por el método de ecuaciones del NRC, 2007 en los tratamientos utilizados de cereales y forrajes, fue muy similar, presentándose el máximo requerimiento de energía en ambos tratamientos de 2.056 y 2.025 Mcal/d. Mientras que el requerimiento NE total por método de ecuaciones del CNCPS-S presentándose la misma tendencia en hembras que recibían una alimentación con cereales a las que eran alimentadas con forrajes, sus requerimientos de NE a los 140 días de edad como requerimiento máximo; 2.272 Mcal/d para cereales y 2.303 para forrajes; como se refleja en la misma figura 28, hay una diferencia en cuando a la estimación entre ambos métodos en cuando a los requerimientos tanto de la NE, NE_m y NE_g .

Estas diferencias en cuando a la estimación es debido a que el método del NRC predice los requerimientos tanto de NE, NE_m y NE_g y el comportamiento productivo de los ovinos en base a una dieta determinada, así como de la composición química de los alimentos.

Mientras que el modelo CNCPS-S utiliza factores de ajuste como lo aborda Cannas *et al.* (2004); tanto para el requerimiento por metabolismo rápido (a_1) que

equivale a 0.062, mientras que el modelo NRC, 2007 utiliza un factor de ajuste de 0.056 (dicho ajuste lo llevan a cabo por la edad de los animales, el sexo, el estado fisiológico, los efectos ambientales, la actividad, aclimatación, estrés por calor, entre otros).

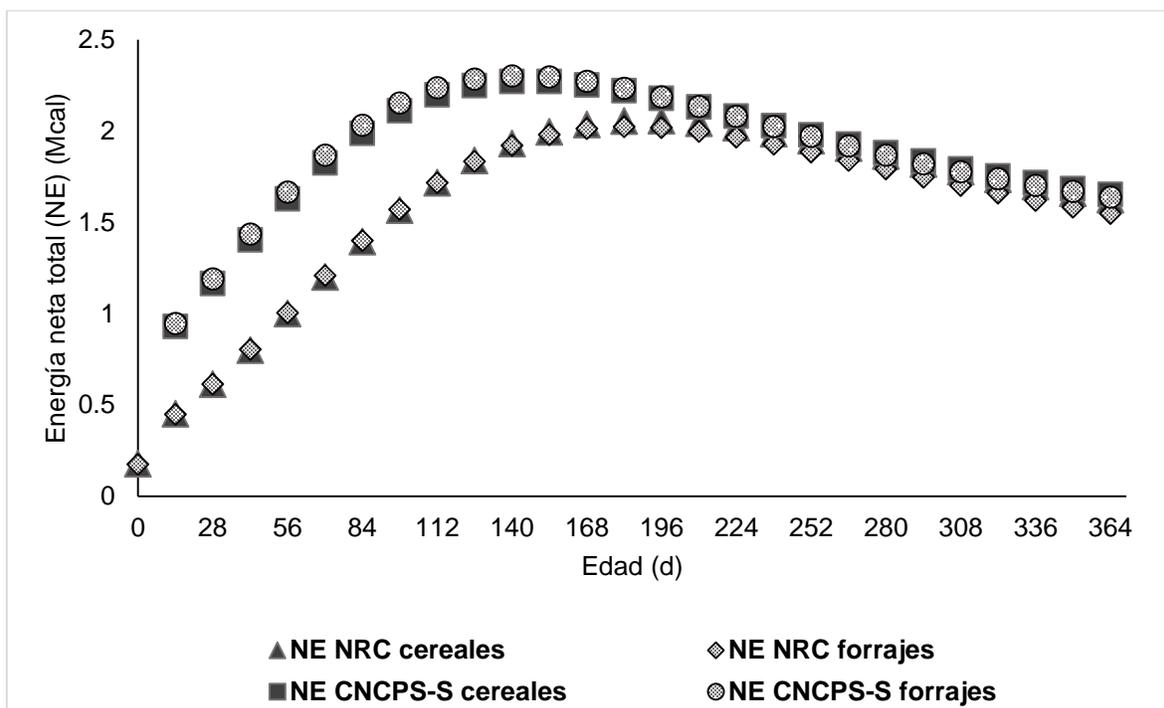


Figura 28. Estimación de la energía neta total por el modelo de ecuaciones del NRC vs. modelo de ecuaciones CNCPS-S en hembras F1 Dorper blanco/Pelibuey alimentadas con cereales y con forrajes.

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se explicaba anteriormente en las hembras, el comportamiento en los requerimientos de energía neta total (NE) en los machos en cuando al modelo de ecuaciones del NRC, 2007, a los 168 días reflejaron el máximo requerimiento NE total, 2.209 y 2.092 Mcal/d para los que fueron alimentados con cereales y forrajes; aunque a partir de los 154 días de edad los de forrajes comenzaron a disminuir sus requerimientos a comparación de los de cereales conforme estos fueron incrementando su peso y disminuía su CMS (Figura 29). Mientras que por el modelo CNCPS-S, los que fueron alimentados con cereales a los 140 días de edad

reflejaron su requerimiento máximo de 2.618 Mcal/d, mientras que los que fueron alimentados a través de forrajes lo alcanzaron más rápidamente a los 126 días de edad (2.548 Mcal).

Posiblemente dicha diferencia se debe a que las dietas que contienen forrajes tienen altas concentraciones de fibra, por lo cual la presencia de poblaciones microbianas se incrementa y además de que son ricas en bacterias, acelerando la degradación y fermentación y lo aprovechan más rápidamente los rumiantes. Hay una dinámica fermentativa activa y adecuada en el sistema ruminal.

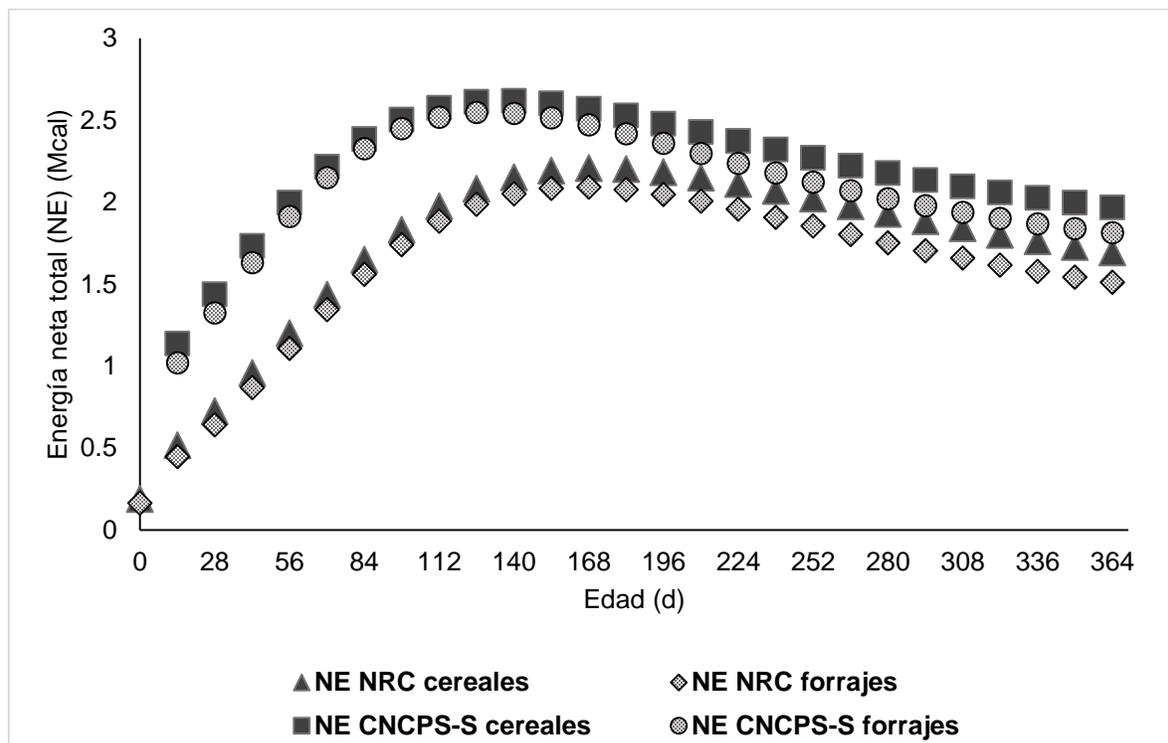


Figura 29. Estimación de la energía neta total por el modelo de ecuaciones del NRC vs. modelo de ecuaciones CNCPS-S en machos F1 Dorper blanco/Pelibuey alimentadas con cereales y con forrajes.

Fuente: Elaboración propia.

Además, las diferencias existentes en cuando a la estimación de los requerimientos de NE total entre NRC, 2007 y el modelo CNCPS-S en la figura anterior, se debe a que CNCPS-S realiza el ajuste de acuerdo al sexo (S), para las

necesidades del mantenimiento asignándole $S=1$ para hembras y machos castrados, $S=1.15$ para machos intactos (Cannas *et al.* 2004). También realiza ajustes por efecto de la edad en los animales, inclusive ajustes por el desplazamiento en el caso de los animales que se encuentren en pastoreo, y si sus desplazamientos sean en vertical o en pendiente (Cannas *et al.*, 2004; Cannas *et al.*, 2006; Tedeschi *et al.*, 2010).

Además de que el modelo CNCPS-S determina otros coeficientes (K_g , K_l y K_m) que permiten determinar de una forma más eficiente la conversión de los requerimientos de energía metabolizable a energía neta de mantenimiento (NE_m), energía neta para lactancia (NE_l) y energía neta de ganancia (NE_g), respectivamente (Cannas *et al.* 2006).

3.5 Conclusiones

El comportamiento productivo de los ovinos Dorper blanco/Pelibuey en cuando al tipo de alimentación (cereales o forrajes) y al sexo fueron similares ($p>0.05$), presentando un peso a la madurez de 65.47 ± 1.91 y 60.52 ± 1.92 kg para cereales y forrajes; un peso maduro de 64.18 ± 1.89 y 61.81 ± 1.94 kg para machos y hembras. Los requerimientos de NE total, NE_g y NE_m en los ovinos fueron similares ($p>0.05$) en cuando al tipo de alimentación, pero diferentes ($p<0.05$) en cuando al sexo, ya sea por el método de ecuaciones del NRC o por el sistema CNCPS-S.

Es importante recalcar que hay pocos estudios que han considerado los efectos del sexo en los ovinos de pelo. Por lo tanto, continuar con esta línea de investigación puede mejorar las recomendaciones sobre los requerimientos de energía durante el crecimiento en los ovinos de pelo en la región tropical del país.

3.6 Agradecimientos

Se agradece al Campo Experimental “La Posta” perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por la realización de este trabajo. Al Tecnológico Nacional de México y al Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca por el espacio para cursar la Maestría en Ciencias en Productividad en Agroecosistemas y al CONACYT por otorgarle la beca al primer autor ya que el presente estudio forma parte de su tesis.

3.7 Referencias

- Agricultural Food and Research Council (AFRC). (1993). *Energy and protein requirements of ruminants* (1a ed.). CAB International, Wallingford, UK. 176 p.
- Agricultural Research Council (ARC). (1984). *Nutrient requirements of ruminant livestock* (1a ed.). Commonwealth Agricultural Bureau, London, UK. 351 p.
- Alatorre, A. C. B., Vera, S. R., Canul, A. J. C., Lugo, F. C., Ix, W. R. C. (2017). *Avances de la investigación sobre producción de ovinos de pelo en México*. Villahermosa, Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Instituto Tecnológico de la Zona Maya & Instituto Tecnológico de Chiná. 236 p. https://www.researchgate.net/publication/321307604_Avances_de_la_investigacion_sobre_produccion_de_ovinos_de_pelo_en_Mexico
- Alomar, C. D. (2012). *Bases y requerimientos nutricionales*. Boletín INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Providencia, Santiago de Chile. 75-91 pp. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7519>
- Arredondo-Ruiz, V., Macedo-Barragán, R., Molina-Cárdenas, J., Magaña-Álvarez, J., Prado-Rebolledo, O., García-Márquez, L. J., Herrera-Corredor, A., & Lee-Rangel, H. (2013). Morphological characterization of Pelibuey sheep in Colima, México. *Tropical Animal Health and Production*, 45(4),895-900. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0303-1>.

- Arroniz, J. V., Bozzi, R., Rivera, P. D., & Bazzi, L. Conformación corporal de las razas ovinas Pelibuey, Dorper y Kathadin en el estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical*, 28(3), 321-328. <http://www.bioline.org.br/pdf?zt10032>
- Cannas, A., Atzori, A. S., Teixeira, I. A. M. A., Sainz, R. D., & Oltjen, J. W. (2010). *The energetic cost of maintenance in ruminants: from classical to new concepts and prediction systems*. Energy and protein metabolism and nutrition. Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 531-542 pp. https://www.researchgate.net/publication/287486451_The_energetic_cost_of_maintenance_in_ruminants_From_classical_to_new_concepts_and_prediction_systems
- Cannas, A., Tedeschi, L. O., Fox, D. G., Pell, A. N., & Van Soest, P. J. (2004). A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. *Journal of Animal Science* 82:149-169. [https://doi:10.2527/2004.821149x](https://doi.org/10.2527/2004.821149x).
- Cannas, A., Tedeschi, L.O., Atzori, A.S., & Fox, D.G. (2006). *Prediction of Energy Requirement for Growing Sheep with the Cornell Net Carbohydrate and Protein System*. In: Kebreab, E., Dijkstra, J., Bannink, A., Gerrits, W.J.J. and France, J. (Eds.). Nutrient Digestion and Utilization in Farm Animals. *Modelling Approaches*. CABI Publishing, Wallingford UK. 99-113 pp. <http://sherekashmir.informaticspublishing.com/614/1/9781845930059.pdf>
- Chay-Canul, A. J., Espinoza-Hernández, J. C., Ayala-Burgos, A. J., Magaña-Monforte, J. G., Aguilar-Pérez, C. F., Chizzotti, M. L., Tedeschi, L. O., & Ku-Vera, J. C. (2014). Relationship of empty body weight with shrunken body weight and carcass weights in adult Pelibuey ewes at different physiological states. *Small Ruminant Research* 117(1): 10-14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.11.019>
- Chay-Canul, A. J., Magaña-Monforte, J. G., Chizzotti, M. L., Piñeiro-Vázquez, A. T., Canul-Solís, J. R., Ayala-Burgos, A. J., Ku-Vera, J. C., & Tedeschi, L. O.

- (2016). Energy requirements of hair sheep in the tropical regions of Latin America. Review. *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 7(1),105-125. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S200711242016000100105&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Chay-Canul, A., Ayala-Burgos, A., Kú-Vera, J., Magaña-Monforte, J., & Ferrell, C. (2011). Metabolizable energy intake and changes in body weight and body condition of Pelibuey ewes fed three levels of roughage diets under tropical conditions. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(3),777-786. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S187004622011000300008
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO). (1990). *Feeding Standards for Australian livestock*. CSIRO. Publications, Melbourne, Australia. 288 p.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO). (2007). *Nutrient requirements of domesticated ruminants*. CSIRO Publishing: Melbourne, Australia. 296p. https://gtu.ge/AgroLib/0863846_2132A_freer_m_nutrient_requirements_of_domesticated_ruminants.pdf
- Costa, M. R. G. F., Pereira, E. S., Silva, A. M. A., Paulino, P. V. R., Mizubuti, I. Y., Pimentel, P. G., Pinto, A. P., & Junior, J. N. R. (2013). Body composition and net energy and protein requirements of Morada Nova lambs. *Small Ruminant Research*, 114(2),206-213. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.06.014>
- Deng, K. D., Jiang, C. G., Tu, Y., Zhang, N. F., Liu, J., Ma, T., Zhao, Y. G., Xu, G.S., & Diao, Q. Y. (2014). Energy requirements of Dorper crossbred ewe lambs. *Journal of Animal Science*, 92(5),2161-2169. <https://dx.doi.10.2527/jas.2013-7314>
- Flórez-Murillo, J. M., de Jesús Hernández-Pérez, M., de Jesús Bustamante-Yáñez, M., & Vergara-Garay, O. D. (2020). Caracterización morfoestructural e índices zoométricos de hembras Ovino de Pelo Criollo Colombiano “OPC”

Sudán. *Revista MVZ Córdoba*, 25(3), e1379-e1379.
<https://doi.org/10.21897/rmvz.1379>.

Hernández-Espinoza, D. F., Oliva-Hernández, J., Pascual-Córdova, A., & Hinojosa-Cuéllar, J. A. (2012). Descripción de medidas corporales y composición de la canal en corderas Pelibuey: estudio preliminar. Nota Técnica. *Revista Científica*, 22(1),24-31. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95921743004.pdf>

Hinojosa-Cuéllar, J. A., Oliva-Hernández, J., Torres-Hernández, G., Segura-Correa, J. C., & González-Garduño, R. (2015). Productividad de ovejas F1 Pelibuey x Blackbelly y sus cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco, México. *Archivos de medicina veterinaria*, 47(2),167-174. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2015000200007>

Institut Nationale de la Recherche Agronomique (INRA). (1989). *Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables* (ed. R Jarrige), INRA, Paris, France. 373 p.

Macías-Cruz, U., Álvarez-Valenzuela, F. D., Olguín-Arredondo, H. A., Molina-Ramírez, L., & Avendaño-Reyes, L. (2012). Pelibuey ewes synchronized with progestagens and mated with rams from Dorper and Katahdin breed under feedlot conditions: ewe production and lamb growth during the pre-weaning period. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 44(1),29-37. <https://www.scielo.cl/pdf/amv/v44n1/art05.pdf>

Macías-Cruz, U., Álvarez-Valenzuela, F. D., Rodríguez-García, J., Correa-Calderón, A., Torrentera-Olivera, N. G., Molina-Ramírez, L., & Avendaño-Reyes, L. (2010). Crecimiento y características de canal en corderos Pelibuey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *Archivos de medicina veterinaria* 42(3),147-154. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/amv/v42n3/art05.pdf>

Minitab, I. (2014). MINITAB release 17: statistical software for windows. Minitab Inc, USA, 371.

- National Research Council (NRC). (2007). *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. National Academy of Science, Washington, DC 39-80 pp.
- Nie, H. T., Zhang, H., You, J. H., & Wang, F. (2015). Determination of energy and protein requirement for maintenance and growth and evaluation for the effects of gender upon nutrient requirement in Dorper x Hu Crossbred Lambs. *Tropical Animal Health and Production*, 47(5),841-853. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0797-4>
- Oliveira, A. P., Pereira, E. S., Biffani, S., Medeiros, A. N., Silva, A. M. A., Oliveira, R. L., & Marcondes, M. I. (2018). Meta-analysis of the energy and protein requirements of hair sheep raised in the tropical region of Brazil. *Journal of animal physiology and animal nutrition* 102(1),1-9. <https://doi.org/10.1111/jpn.12700>
- Ormachea, E., Alencastre, R. G., & Olivera, L. V. (2020). Índices zoométricos del ovino criollo en el Centro Experimental Chuquibambilla, Puno, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3), e17139. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i3.17139>
- Pereira, E. S., Fontenele, R. M., Silva, A. M. A., Oliveira, R. L., Ferreira, M. R. G., Mizubuti, I. Y., Carneiro, M.S.S., & Campos, A. C. N. (2014). Body composition and net energy requirements of Brazilian Somali lambs. *Italian Journal of Animal Science*, 13(4),880-887. doi:10.4081/ijas.2014.3583
- Pereira, E. S., Pereira, M. W. F., Marcondes, M. I., de Medeiros, A. N., de Oliveira, R. L., da Silva, L. P., Mizubuti, I.Y., Campos, A.C.N., Heinzen, E.L., Veras, A.S.C., Bezerra, L.R., & de Araújo, T. L. A. C. (2018). Maintenance and growth requirements in male and female hair lambs. *Small Ruminant Research* 159(1),75-83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.11.003>
- Pereira, E. S., Pereira, M. W. F., Marcondes, M. I., de Medeiros, A. N., de Oliveira, R. L., da Silva, L. P., Mizubuti, I. Y., Campos, A. C. N., Heinzen, E. L., Veras, A. S. C., Bezerra, L.R., & de Araújo, T. L. A. C. (2017). Maintenance and

- growth requirements in male and female hair lambs. *Small Ruminant Research*, 159, 75-83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.11.003>
- Regadas-Filho, J. G. L., Pereira, E. S., Pimentel, P. G., Villarroel, A. B. S., Medeiros, A. N., & Fontenele, R. M. (2013). Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. *Small Ruminant Research* 109(1),107-112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.07.011>
- Ríos-Utrera, Á., Calderón-Robles, R., Lagunes-Lagunes, J., & Oliva-Hernández, J. (2014). Ganancia de peso predestete en corderos Pelibuey y sus cruces con Blackbelly, Dorper y Katahdin. *Nova scientia*, 6(12),272-286. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v6n12/v6n12a14.pdf>
- Rodrigues, R. T. D. S., Chizzotti, M. L., Martins, S. R., da Silva, I. F., Queiroz, M. A. Á., Silva, T. S., Busanto, K. C., & Silva, A. M. D. A. (2016). Energy and protein requirements of non-descript breed hair lambs of different sex classes in the semiarid region of Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 48(1),87-94. doi: 10.1007/s11250-015-0924-2
- Romero, Y. O., & Bravo, M. S. (2012). Alimentación y nutrición en los ovinos. *Boletín INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Providencia, Santiago de Chile*. 23-40 pp. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7526>
- Salah, N., Sauvant, D., & Archimède, H. (2014). Nutritional requirements of sheep, goats and cattle in warm climates: a meta-analysis. *Animal*, 8(9),1439-1447. doi:10.1017/S1751731114001153
- Tedeschi, L. O., Cannas, A., & Fox, D. G. (2010). A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. *Small Ruminant Research*, 89(1),174-184. doi: 10.1016/j.smallrumres.2009.12.041
- Vicente-Pérez, R., Macías-Cruz, U., Avendaño-Reyes, L., Correa-Calderón, A., López-Baca, M. D. L. Á., & Lara-Rivera, A. L. (2020). Impacto del estrés por

calor en la producción de ovinos de pelo. Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 11(1),205-222. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4923>

Vidal, R. (2005). Las regiones climáticas de México. Temas selectos de Geografía de México. *Instituto de Geografía, UNAM: Ciudad de México, México*. 213 p. <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/42/42/128-1>

Zhao, J., Ma, X., Jin, Y., Su, R., Liu, W., Ren, Y., Zhang, C., & Zhang, J. (2016). Energy requirements for the maintenance and growth of Dorper-Jinzhong crossbred ram lambs. *Italian Journal of Animal Science*, 15(11),94-102. <http://dx.doi.org/10.1080/1828051X.2016.1147336>

CAPÍTULO IV

ZOMETRÍA DEL DESTETE A LA FINALIZACIÓN DE OVINOS DORPER BLANCO/PELIBUEY, EN LA PLANICIE COSTERA VERACRUZANA

[ZOMETRY FROM WEANING TO FINISHING OF WHITE DORPER/PELIBUEY LAMBS, IN THE VERACRUZANA COASTAL PLAIN]

4.1 Resumen

Este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de analizar las variables zométricas de ovinos F1 Dorper blanco/Pelibuey y de la raza Pelibuey para evaluar el desarrollo corporal de corderos de un sistema intensivo y tradicional en la planicie costera veracruzana. Se utilizaron 45 corderos machos destetados, distribuidos al azar a tres tratamientos: 18 asignados a la dieta de cereales (T1), 19 a forrajes (T2), con 16 % de PC y 2.7 Mcal de EM/kg de MS y ocho al pastoreo tradicional (T3). Se midieron variables relacionadas con la aptitud cárnica y conformación del animal: largo de la cruz al maslo de la cola (L), perímetro torácico (PT), perímetro lumbar (PL), ancho del hombro (AH), ancho de cadera (AC), altura a la cruz (ACR) y altura a la grupa (AG), además de registrar el peso vivo. Artículo enviado a la Revista Mexicana de Agroecosistemas con fecha 23/08/2021 y fue aceptado para su publicación el 05/11/2021.

Se realizó un análisis de varianza utilizando los tratamientos, posteriormente a las medias por efecto de genotipos se le realizó comparación de medias utilizando la prueba de Tukey. Los corderos del genotipo Dorper Blanco/Pelibuey, a una edad de 176–177 días, alimentados con cereales y forrajes manifiestan medidas zoométricas superiores ($P < 0.05$) en (L), (PT), (PL), (AH), (AC), (ACR) y (AG), a los corderos de la raza Pelibuey (tradicional), alimentados únicamente en pastoreo. Además, los corderos F1 alimentados con cereales y forrajes, presentan pesos a la finalización superiores ($P < 0.05$) a los Pelibuey. Por otra parte, los resultados sugieren que es recomendable usar a los corderos Pelibuey cruzados con razas cárnicas especializadas como Dorper.

Palabras clave: Dorper blanco, Engorda intensiva, Pelibuey, Sistema tradicional.

ZOOMETRY FROM WEANING TO FINISHING OF WHITE DORPER/PELIBUEY LAMBS, IN THE VERACRUZANA COASTAL PLAIN

Abstract

The objective of this study was to analyze the zoometric variables of F1 white Dorper/Pelibuey and Pelibuey breed lambs to evaluate the body development of lambs from an intensive and traditional system in the coastal plain of Veracruz. Forty-five weaned male lambs were randomly assigned to three treatments: 18 were assigned to the cereal diet (T1), 19 to forages (T2), with 16 % CP and 2.7 Mcal of ME/kg DM, and eight to traditional grazing (T3). Variables related to meat aptitude and animal conformation were measured: length from withers to tail (L), thoracic perimeter (TP), lumbar perimeter (LP), shoulder width (AH), hip width (AC), height at withers (ACR) and height at rump (AG), in addition to recording live weight. Analysis of variance was performed with treatments and then means were compared using Tukey's test for the effect of genotypes. The lambs of the white Dorper/Pelibuey genotype, at an age of 176-177 days, fed with cereals and forages show higher zoometric measurements ($P < 0.05$) in (L), (PT), (PL), (AH), (AC), (ACR) and (AG), than the lambs of the Pelibuey breed (traditional), fed only on pasture. In addition, F1 lambs fed with cereals and forages have higher weights at finishing ($P < 0.05$) than Pelibuey lambs. On the other hand, the results suggest that it is advisable to use Pelibuey lambs crossed with specialized meat breeds such as Dorper.

Index words: White Dorper, Intensive fattening, Pelibuey, Traditional system.

4.2 Introducción

La producción ovina a nivel nacional se ha incrementado el 7.3% de cabezas en la última década, el estado de Veracruz es el tercer productor a nivel nacional, después de México e Hidalgo (SIAP, 2020), con la que se produjeron 64,031 toneladas de carne en canal (FAOSTAT, 2019). Sin embargo, aún se sigue dependiendo de la carne ovina del exterior, de 14, 635 toneladas a 5,587 toneladas en los últimos diez años (SIAP, 2020), esto se puede revertir aumentando el inventario ovino nacional o con un incremento en la eficiencia de producción (Hinojosa-Cuellar *et al.*, 2018).

De acuerdo a la Unidad Nacional de Ovinocultores (UNO), en 2017 el crecimiento se ve reflejado debido a la estabilidad del precio del cordero en el mercado, al incremento en la demanda de ovinos finalizados por compradores y procesadores locales y nacionales, sistemas de producción más intensivos y al incremento en el uso de razas de pelo, especializadas en la producción de carne adaptadas al clima cálido húmedo del trópico (Candelaria-Martínez *et al.*, 2015; Muñoz-Osorio *et al.*, 2015; González y Oliva, 2012). Además, a la cadena primaria se le ha agregado el eslabón de la transformación, procesamiento y comercialización. Cabe mencionar que los productores además de vender en pie, han diversificado sus productos, desde la elaboración de cortes finos, embutidos, barbacoa y mixiotes enlatados (Quintanilla-Medina *et al.*, 2018).

Dada la importancia de la introducción al país de ovinos de pelo especializados en la producción de carne, su aumento en el incremento diario de peso, conformación

y rendimiento en canal; sin embargo las características zoométricas corporales de estas razas han sido poco estudiadas en la región del trópico (Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2010), de ahí la importancia de determinar las medidas zoométricas ya que van a permitir determinar la conformación corporal del ovino y así alcanzar la conformación máxima requerida de la Norma mexicana de clasificación de canales (NMX-FF-106-SCFI-2006), establecer la asociación de una determinada medida corporal bajo un sistema de alimentación específico, así como con alguna característica de interés en la canal, por ello se midieron las siguientes variables relacionadas con la aptitud cárnica y conformación del animal: largo de la cruz al maslo de la cola (L), perímetro torácico (PT), perímetro lumbar (PL), ancho del hombro (AH), ancho de cadera (AC), altura a la cruz (ACR) y altura a la grupa (AG), además de registrar el peso vivo.

Teniendo como base estos antecedentes, este trabajo tiene como objetivo analizar las variables zoométricas en corderos F1 Dorper blanco/Pelibuey, alimentados en sistema intensivo en corral con dos dietas y el tradicional (raza Pelibuey) en pastoreo, para evaluar el desarrollo corporal de corderos de un sistema intensivo y otro tradicional en la planicie costera veracruzana.

4.3 Materiales y métodos

4.3.1 Localización

El proyecto se realizó en las instalaciones del Módulo El Cenzontle del Centro de Enseñanza e Investigación Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la UNAM, que se localiza en el kilómetro 5.5 de la Carretera Federal Martínez de la Torre – Tlapacoyan, Ver. A una altitud de 151 msnm. El clima es cálido húmedo, con una

temperatura promedio de 24°C y precipitación media anual de 1,840 mm (Vidal, 2005).

Se utilizaron un total de 45 corderos machos destetados, 18 asignados a la dieta de cereales, 19 a forrajes y ocho al tradicional. Fueron distribuidos al azar a los tratamientos (cereales, forrajes y tradicional). Los tratamientos consistieron en tres sistemas de alimentación (dieta); una dieta integral a base de cereales, otra a base de heno de alfalfa y la tercera en pastoreo de praderas de pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*) y una complementación de mezcla mineral.

Los registros de peso y medidas zoométricas correspondieron desde el destete (a los 70 días) a la fecha de matanza, para los corderos de engorda intensiva y los de pastoreo, se tomó el último peso a la edad promedio de matanza de los corderos de engorda intensiva.

4.3.2 Análisis de información

Se utilizó un diseño completo al azar (DCA), de acuerdo a la secuencia del nacimiento se asignaron a los tratamientos: 18 corderos Dorper blanco/Pelibuey a cereales, 19 corderos Dorper blanco/Pelibuey a forrajes y ocho corderos Pelibuey a pastoreo tradicional.

Se realizó un análisis de varianza bajo un DCA y se compararon las medias de tratamientos y el contraste del genotipo F1 vs Pelibuey, por la prueba de Tukey con una alfa de 0.05. Se utilizó el software MINITAB v17.

4.3.3 Procedimiento

Para los corderos del sistema intensivo (engorda en corral) las dietas se formularon de manera que fueron isopróteicas e isoenergéticas, con 16 % de proteína cruda

y 2.7 EM Mcal /kg de Materia Seca (MS), ver Cuadro 14. La composición química estimada se presenta en el Cuadro 15. Mientras que los corderos del tratamiento tradicional se mantuvieron en pastoreo de las 8:00 a las 18:00 h con complementación de mezcla de sales minerales y agua *ad libitum*. Todos los corderos se pesaron y midieron desde el destete a los 70 días de edad y posteriormente cada 14 días durante el tiempo que se llevó a cabo el experimento.

Cuadro 14. Composición de la dieta, en base seca, del destete a la finalización de corderos a base de cereal y forraje.

Ingredientes	Dieta, Cereales, %	Dieta, Forrajes, %
Sorgo	51.70	48.60
Heno de alfalfa	–	23.00
Salvadillo	25.00	10.00
Pasta de canola	7.30	8.10
Melaza	6.00	5.00
Soya	4.00	–
*OVITEC 302 F	3.00	3.00
Carbonato de Calcio	1.20	0.50
Urea	0.80	0.80
Bicarbonato de Sodio	0.40	0.40
Sal	0.30	0.30
Secuestrante micotoxinas	0.30	0.30
Total	100.00	100.00

*Suplemento de vitaminas, minerales y aditivos para la elaboración de alimentos balanceados.

Cuadro 15. Composición química estimada de las dietas que recibieron los corderos F1*

	Dieta, Cereales, %	Dieta, Forrajes, %
Proteína cruda	Min 16.00	Min 16.00
Grasa %	Min 3.00	Min 2.50
Fibra cruda %	Max 5.00	Max 8.00
Cenizas %	Max 7.50	Max 9.00
Humedad %	Max 11.00	Max 11.00
ELN %	57.50	53.50
EM (Mcal/kg MS)	2.70	2.65

*Calculo en base a tablas de composición de alimentos del NRC de ovinos, 2006.

4.3.4 Alojamiento de los corderos

Desde el destete hasta la finalización del estudio, los corderos para los tratamientos cereales y forraje se mantuvieron estabulados en corrales con paredes de malla borreguera y estaban provistos de 50% de sombra y con piso de concreto. Los corderos del tratamiento tradicional durante el día se mantuvieron en las praderas de pasto insurgente y por la tarde y noche fueron alojados en un corral con techo de lámina y piso de concreto de las 18:00 a las 8:00 h.

Antes de alojar los corderos, los corrales fueron limpiados, desinfectados. Posteriormente se le asignó un arete numerado, el cual se les colocó con un cordel en el cuello, a cada uno de los animales, para su fácil identificación. Cada cordero tuvo un periodo de ayuno de 12 a 14 horas previo al pesaje catorcenal. Durante los 130 días del experimento, los corderos de engorda intensiva, recibieron diariamente a las 8:00 y 16:00 h la ración del concentrado de la dieta, pero el agua limpia siempre estuvo disponible. Previo al inicio del experimento los corderos estuvieron con un periodo de adaptación de 14 días a corrales y dietas. Para la captura de los datos se realizaron hojas de registro de las siguientes variables de respuesta: peso vivo (kg) cada 14 días hasta los 130, largo de la cruz al maslo de la cola (L), perímetro torácico (PT), perímetro lumbar (PL), ancho del hombro (AH), ancho de cadera (AC), altura a la cruz (ACR), altura a la grupa (AG) y la edad (E; días). Para medir el peso se utilizó una báscula digital Tru-test con capacidad de 500 kg y una sensibilidad de 50 g en cada uno de los pesajes y para las medidas zoométricas se utilizó una cinta métrica (0.1 cm sensibilidad) y una regla en escuadra con una sensibilidad de 0.1 cm.

4.4 Resultados y discusión

En el Cuadro 16 se presentan las medias \pm EEM de las variables zoométricas estudiadas por tratamiento, donde la edad a la que los ovinos fueron procesados (A los 177 días los corderos del tratamiento tradicional fue su última medición, porque cumplieron la edad de proceso de los otros tratamientos, pero no alcanzaban el peso para la matanza) y el largo de la cruz al maslo de la cola, entre los tratamientos no presentaron diferencia ($P>0.05$) a pesar del tipo de alimentación que recibieron, mientras que peso, perímetro torácico, perímetro lumbar, ancho del hombro, ancho de la cadera, altura a la cruz y altura a la grupa si manifestaron diferencia ($P<0.05$).

Cuadro 16. Edad, Peso vivo y medidas zoométricas de los ovinos F1 y Pelibuey de los diferentes tratamientos.

Variables de Respuesta	Cereales		Forrajes		Tradicional	
	Media	EEM ¹	Media	EEM	Media	EEM
Edad al proceso, d	176 ^a	0.86	174 ^a	0.84	177 ^a	1.29
Peso vivo, kg	42.39 ^a	1.20	39.96 ^a	1.17	29.40 ^b	1.80
Largo ² , cm	61.32 ^a	1.05	60.02 ^a	1.02	57.46 ^a	1.58
Perímetro torácico, cm	77.56 ^a	1.18	77.97 ^a	1.15	69.15 ^b	1.77
Perímetro lumbar, cm	76.47 ^a	1.59	79.63 ^a	1.59	69.21 ^b	2.39
Ancho hombro, cm	20.79 ^a	0.25	21.02 ^a	0.24	17.30 ^b	0.37
Ancho cadera, cm	22.69 ^a	0.37	22.78 ^a	0.36	19.98 ^b	0.55
Altura a la cruz, cm	61.38 ^a	0.65	61.41 ^a	0.63	57.90 ^b	0.97
Altura a la grupa, cm	62.83 ^a	0.66	61.85 ^a	0.64	56.90 ^b	0.99

¹EEM= Error estándar de la media. Letras distintas entre columnas indican diferencias significativas ($P<0.05$). ²Largo de la cruz al maslo de la cola.

Ángel y Ramírez (2014) reportaron el largo y al perímetro torácico de ovinos criollos de Colombia, de 66.6 ± 5.4 cm y perímetro torácico de 82.7 ± 5.6 cm respectivamente, las cuales son superiores a las reportadas en este grupo genético, quizá debido a que los ovinos F1 Dorper blanco/Pelibuey y Pelibuey tienen una talla mediana. Por otra parte, Vilaboa-Arroniz *et al.* (2010) en un estudio sobre la conformación corporal de las razas ovinas: Pelibuey y Dorper y sus cruza, mayores a dos años de edad

con alimentación a base de pastoreo, con una complementación de concentrado, en diferentes granjas del estado de Veracruz, presentaron diferentes medidas zoométricas a un peso promedio en Pelibuey de 41.13 ± 5.0 kg, y en Dorper de 57.83 ± 8.5 kg, la altura a la grupa de Pelibuey fue de 64.55 ± 3.05 cm y para Dorper de 64.98 ± 2.36 cm y para el caso del perímetro torácico en Pelibuey fue 81.2 ± 5.06 cm y en Dorper de 87.78 ± 5.2 cm, por lo que se considera que las medidas que aunque son superiores a las de este experimento, estas fueron de animales mayores a dos años, mientras que las tomadas aquí, los animales tenía edades alrededor de los seis meses.

Cabe mencionar que las medidas de Largo y los perímetros torácicos y lumbar, son los que aportan una mayor proporción o porcentaje en un mejor rendimiento de la canal y cortes primarios y finos de los ovinos F1.

Las medidas zoométricas de los ovinos F1 Dorper/Pelibuey comparadas con las de Pelibuey, tomando como referencia el peso de proceso de corderos de engorda, se presentan en Cuadro 17. Se observó que en el registro de la variable edad, no se presentó diferencia significativa, entre ellos ($P > 0.05$), ya que en promedio ambos coincidieron 175 ± 0.61 y 177 ± 1.31 días, respectivamente. Mientras tanto, en las otras variables; peso al proceso de los tratamientos 1 y 2, largo de la cruz al maslo de la cola, perímetro torácico, perímetro lumbar, ancho al hombro, ancho de la cadera, altura a la cruz y altura de la grupa, si hubo una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el F1 y el Pelibuey.

Cuadro 17. Medidas zoométricas de los ovinos F1 Dorper/Pelibuey vs. ovinos de la raza Pelibuey.

Variables de Respuesta	F1 Dorper/Pelibuey		Raza Pelibuey	
	Media	EEM ¹	Media	EEM
Edad, d	175 ^a	0.61	177 ^a	1.31
Peso vivo, kg	41.15 ^a	0.85	29.40 ^b	1.82
Largo, cm	60.65 ^a	0.73	57.46 ^b	1.57
Perímetro torácico, cm	77.77 ^a	0.81	69.15 ^b	1.75
Perímetro lumbar, cm	78.05 ^a	1.14	69.21 ^b	2.42
Ancho hombro, cm	20.91 ^a	0.17	17.30 ^b	0.37
Ancho cadera, cm	22.74 ^a	0.25	19.98 ^b	0.54
Altura a la cruz, cm	61.40 ^a	0.45	57.90 ^b	0.96
Altura a la grupa, cm	62.33 ^a	0.46	56.90 ^b	0.99

¹EEM= Error estándar de la media. Letras distintas entre columnas indican diferencias significativas (P<0.05).

En ovinos F1 el peso vivo final fue superior (41.15 ± 0.85 kg) a los ovinos Pelibuey que se alimentaron solo con pastoreo y un complemento mineral (29.40 ± 1.82 kg), respecto a las medidas del perímetro torácico los ovinos F1 lograron un valor promedio de 77.77 ± 0.81 cm, mientras que los ovinos de la raza Pelibuey fue menor (P<0.05) 69.15 ± 1.75 cm, similar comportamiento se presentó en el perímetro lumbar y en la altura a la grupa con: 78.05 ± 1.14 cm para los ovinos F1 y de 69.21 ± 2.42 cm para los ovinos de la raza Pelibuey y con 62.33 ± 0.46 cm vs. 56.90 ± 0.99 cm, respectivamente.

Es importante mencionar que el aporte de nutrientes proteínas y energía principalmente hicieron la diferencia entre los ovinos F1 y los ovinos de la raza Pelibuey, especialmente porque los tratamientos de engorda intensiva lograron el peso comercial de venta a los seis meses de edad, cuestión que los ovinos de raza Pelibuey lograran estos valores bajo el sistema tradicional, en un periodo mucho más largo alrededor de un año. También, sobresaliente que los ovinos F1 por su heterosis su crecimiento fue más rápido. Cantón *et al.* (2009) encontró en un ensayo

sobre el crecimiento y eficiencia de corderos Pelibuey puros y F1 cruzados con razas especializadas, para la producción de carne, una superioridad de los ovinos Pelibuey cruzados con alguna raza cárnica, comparados a la raza pura. Lo cual, los autores atribuyeron al efecto de la heterosis por el rápido grado de madurez, que alcanzaron los ovinos cruzados.

Macías *et al.* (2010) trabajaron en el crecimiento y características en la canal de corderos de la raza Pelibuey y cruzados con razas Dorper y Katahdin, en confinamiento, concluyeron que los corderos Dorper/Pelibuey ganaron 16 y 25% más peso por día ($P < 0.05$), que los Katahdin/Pelibuey y Pelibuey puros, aunque también consumieron un 16 y 18% más alimento por día ($P < 0.05$), respectivamente, por lo que concluyeron, que es más conveniente el empleo de la raza Dorper, para realizar esquemas de cruzamiento y así mejorar la carne de cordero, en zonas de climas tropicales y áridos.

En los parámetros productivos: la edad a la finalización, de los lotes de engorda intensiva, el peso al nacimiento, edad al destete y peso al destete fue estadísticamente similar ($P > 0.05$) entre los tres tratamientos (Cuadro 18). Por otro lado, el peso al que fueron finalizados para ser procesados, los ovinos alimentados con cereales y forrajes fue muy superior ($P < 0.05$) a los que son alimentados por el pastoreo.

Cuadro 18. Parámetros productivos de ovinos alimentados con tres distintas fuentes.

Variables de Respuesta	Cereales		Forrajes		Tradicional	
	Media	EEM ¹	Media	EEM	Media	EEM
Edad al proceso, d	176 ^a	0.86	174 ^a	0.84	177 ^a	1.29
Peso al nacimiento, kg	3.65 ^a	0.16	3.56 ^a	0.16	3.34 ^a	0.24
Edad al destete, d	71.11 ^a	0.28	71.21 ^a	0.28	71.50 ^a	0.43
Peso al destete, kg	18.66 ^a	0.77	18.01 ^a	0.75	17.77 ^a	1.16
Peso finalizado, kg	41.49 ^a	1.20	40.76 ^a	1.17	28.53 ^b	1.80

¹EEM= Error estándar de la media. Letras distintas entre columnas indican diferencias significativas (P<0.05).

En el trópico húmedo de Puebla, Ríos-Utrera *et al.* (2014) reportaron en la cruce de Dorper/Pelibuey pesos al nacimiento de 2.9±0.08 kg y pesos al destete ajustado a 90 días de 11.6±0.45 kg, y en Pelibuey pesos al nacimiento de 2.6±0.07 kg y peso al destete de 11.0±0.38 kg, lo cual son inferiores a los encontrados en este trabajo. Estrada *et al.* (2012) utilizando ovinos F1 Dorper/Pelibuey alimentados a base de sorgo entero o molido, evaluaron las características de la canal y cortes primarios con pesos finalizados de 37.60±1.39 y 37.50±1.39 kg respectivamente.

Por otro lado, Macías *et al.* (2012), observó pesos al nacimiento similares entre genotipos Pelibuey, Dorper/Pelibuey y Katahdin/Pelibuey (P> 0.05), pero los corderos de cruce Dorper/Pelibuey presentaron mayor (P<0.05) peso al destete y GDP que los corderos de la raza Pelibuey o corderos de cruces con Katahdin. Macias *et al.* (2010) lo atribuye a que la raza Pelibuey se caracteriza por presentar lenta tasa de crecimiento, ya que genéticamente no ha sido sometida a una rigurosa selección para rasgos de crecimiento.

4.5 Conclusiones

Los corderos del genotipo Dorper Blanco/Pelibuey, a una edad de 176–177 días, alimentados con cereales y forrajes manifiestan medidas zoométricas superiores en peso, perímetro torácico, perímetro lumbar, ancho del hombro, ancho de la cadera, altura a la cruz y altura a la grupa, a los corderos de la raza Pelibuey, alimentados únicamente con pastoreo. Además, los corderos F1 alimentados con cereales y forrajes, presenta pesos de finalización para estos tratamientos, superiores a los Pelibuey. Por otra parte, los resultados sugieren que es recomendable usar a los corderos Pelibuey cruzados con razas cárnicas especializadas como Dorper.

4.6 Agradecimientos

Al Campo Experimental “La Posta” perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por la realización de este trabajo. Al Tecnológico Nacional de México por el espacio para cursar la Maestría en Ciencias en Productividad en Agroecosistemas y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado durante la realización de esta investigación.

4.7 Literatura citada

Ángel, S. y A. Ramírez. 2014. Estudio zoométrico del ovino de pelo criollo colombiano de la zona norte del departamento del huila (Colombia). Actas Iberoamericanas de Conservación Animal 4: 338-340.

Candelaria-Martínez, B., C. Flota-Banuelos y L.E. Castillo-Sánchez. 2015. Caracterización de los agroecosistemas con producción ovina en el oriente

de Yucatán, México. *Agronomía Mesoamericana* 26(2): 225-236.
<http://dx.doi.org/10.15517/am.v26i2.19278>

Canton, G.J., Q.R. Bores, J.J. Baeza, F.J. Quintal, R.R. Santos and C.C. Sandoval. 2009. Growth and efficiency of pure and F1 Pelibuey lambs crossbred with specialized breeds for production of meat. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8(1): 26-32.

Estrada, A., H. Dávila, R.S. Herrera, J.C. Robles, O. La O, B.I. Castro, J.J. Portillo, F.G. Ríos y G. Contreras. 2012. Características de la canal y rendimiento de los cortes primarios de corderos alimentados con sorgo escobero (*Sorghum bicolor* var. *Technicum*, jav). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 46 (2): 145-150.

FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2019. Productos de ganadería. Comercio de Exportaciones e Importaciones. Clasificación por País. (Consultado: 05/08/2021). Disponible en: <http://faostat3.fao.org/browse/T/TP/E>

González-Rodríguez, R.I. y J. Oliva-Hernández. 2012. Constantes fisiológicas de corderas Blackbelly x Pelibuey en estabulación y pastoreo. I Simposium Internacional en producción Agroalimentaria Tropical. XXIV Reunión Científica-Tecnológica, Forestal y Agropecuaria, Tabasco, México. pp. 170-180.

- Hinojosa-Cuellar, J. A., J. Oliva-Hernández, G. Torres-Hernández, J. C. Segura-Correa y R. González-Garduño. 2018. Crecimiento pre y posdestete de corderos Pelibuey en clima cálido húmedo. *Nova Scientia* 10: 328-351.
- Macías-Cruz, U., F.D. Álvarez-Valenzuela, H.A. Olgún-Arredondo, L. Molina-Ramírez y L. Avendaño-Reyes. 2012. Ovejas Pelibuey sincronizadas con progestágenos y apareadas con machos de razas Dorper y Katahdin bajo condiciones estabuladas: producción de la oveja y crecimiento de los corderos durante el período predestete. *Archivos de medicina veterinaria* 44: 29-37.
- Macías-Cruz, U., F.D. Álvarez-Valenzuela, J. Rodríguez-García, A. Correa-Calderón, N.G. Torrentera-Olivera, L. Molina-Ramírez y L. Avendaño-Reyes. 2010. Crecimiento y características de canal en corderos Pelibuey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *Archivo de Medicina y Veterinaria* 42:147-154.
- Minitab, I. 2014. MINITAB release 17: statistical software for windows. Minitab Inc, USA, 371.
- Muñoz-Osorio, G. A., A.J. Aguilar-Caballero, L.A. Sarmiento-Franco, M. Wurzinger y R. Cámara-Sarmiento. 2015. Descripción de los sistemas intensivos de engorda de corderos en Yucatán, México. *Revista Nova Scientia* 7 (15): 207–226.
- NMX-FF-106-SCFI-2006. Productos pecuarios-carne de ovino en canal-clasificación. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca

y Alimentación. México. D.F. (Consultado: 18/08/2021) Disponible en:
<http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2006/nmx-ff-106-scfi-2006>

National Research Council. 2006. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. National Academies Press. Washington, DC. U.S.A. 384 p.

Quintanilla-Medina, J.J., A. González-Reyna, J. Hernández-Meléndez, A.G. Limas-Martínez, A. Carreón-Pérez y J. C. Martínez-González. 2018. Producción de ovinos de pelo bajo condiciones de pastoreo en el noreste de México. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 29(2): 544-551.
<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.13863>

Ríos-Utrera, A., R. Calderón-Robles, J. Lagunes-Lagunes y J. Oliva-Hernández. 2014. Ganancia de peso predestete en corderos Pelibuey y sus cruces con Blackbelly, Dorper y Katahdin. Nova Scientia 6 (2): 272-286.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2019. Resumen Nacional. Población Ganadera Ovina 2011-2020. México, D.F. (Consultado: 10/08/2021). Disponible en:
http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceEdo.jsp

Unidad Nacional de Ovinocultores (UNO). 2017. Comportamiento mensual de precios cordero en el centro del país (kg en pie). Servicios. Monitoreo de precios. (Consultado: 06/08/2021). Disponible en:
<http://www.uno.org.mx/servicios/monitoreo.html>

Vidal, Z. R. 2005. Las regiones climáticas de México. Instituto de Geografía, UNAM, México. 213 p.

Vilaboa-Arroniz, J., R. Bozzi, P. Díaz-Rivera y L. Bazzi. 2010. Conformación corporal de las razas ovinas Pelibuey, Dorper y Katahdin en el estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical* 28(3): 321-328.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES GENERALES

El comportamiento productivo de los ovinos Dorper blanco/Pelibuey de acuerdo al tipo de alimentación (cereales o forrajes) y al sexo, se comportaron similar ($p>0.05$) obteniéndose para cereales y forrajes un peso maduro de 65.47 ± 1.91 y 60.52 ± 1.92 y un peso maduro de 64.18 ± 1.89 y 61.81 ± 1.94 kg para machos y hembras.

Los requerimientos de NE total, NE_m y NE_g en los ovinos fueron similares ($p>0.05$) de acuerdo al tipo de alimentación, pero diferentes ($p<0.05$) en cuando al sexo, ya sea por el método de ecuaciones del NRC o por el sistema CNCPS-S. Los K_g calculados entre el sexo fueron similares según el tipo de alimentación, con valores de 0.42 para cereales y 0.40 para los de forrajes.

A la edad de 176–177 días, los ovinos Dorper Blanco/Pelibuey alimentados con cereales y forrajes manifiestan pesos superiores y medidas zoométricas de perímetro torácico, perímetro lumbar, ancho del hombro, ancho de la cadera, altura a la cruz y altura a la grupa, a los corderos de la raza Pelibuey, alimentados en pastoreo con una complementación de mezcla mineral.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES GENERALES

Continuar con la línea de investigación de ovinos de pelo para tener con mayor precisión los requerimientos de energía de acuerdo al desarrollo fisiológico, considerar el efecto del sexo; en la región tropical del país.

La inclusión de forraje henificado como es el heno de alfalfa o algún otro de buena calidad en la alimentación de los ovinos, produce corderos con un buen comportamiento productivo y además que les proporciona la energía necesaria para su mantenimiento y para la ganancia de peso, lo que indica que se puede producir carne de corderos con excelentes características que el mercado demanda.

Por otra parte, los resultados sugieren que es recomendable usar a los corderos Pelibuey cruzados con razas cárnicas especializadas como la Dorper.

CAPÍTULO VII

LITERATURA CITADA EN LOS CAPÍTULOS I Y II

Agricultural Food and Research Council (AFRC). 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK. 176 p.

Agricultural Research Council (ARC). 1984. Nutrient requirements of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureau, London, UK 351 p.

Alatorre, A. C. B., S. R. Vera, A. J. C. Canul, F. C. Lugo y W. R. C. Ix. 2017. Avances de la investigación sobre producción de ovinos de pelo en México. Villahermosa, Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Instituto Tecnológico de la Zona Maya & Instituto Tecnológico de Chiná. 236 p.

Alomar, C. D. 2012. Bases y requerimientos nutricionales. Boletín INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Providencia, Santiago de Chile. pp.75-91.

- Álvarez-Vázquez, P., A. Hernández-Garay, S. I. Mendoza-Pedroza, A. R. Rojas-García, C. Y. Wilson-García y J. I. Alejos-de la Fuente. 2018. Producción de diez variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) a cuatro años de establecidas. *Agrociencia* 52(6):841-851.
- Aréchiga, C. F., J. I. Aguilera, R. M. Rincón, S. M. De Lara, V. R. Bañuelos y C. A. Meza-Herrera. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 9(1):1-14.
- Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos (AMCO). 2007. Razas de ovinos de pelo. 32 p.
- Bazán, V., G. Yamada, L. Coronado y N. Fuentes. 2017. Comportamiento productivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) de la variedad Caravelí sometida al pastoreo en el valle de Huaral. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 28(3):743-749. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i3.13359>.
- Cannas, A., L. O. Tedeschi, D. G. Fox, A. N. Pell y P. J. Van Soest. 2004. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. *Animal Science* 82(1):149-169.
- Chay-Canul, A. J., A. J. Ayala-Burgos, J. C. Ku-Vera, J. G. Magaña-Monforte y L. O. Tedeschi. 2011. The effects of metabolizable energy intake on body fat depots of adult Pelibuey ewes fed roughage diets under tropical conditions. *Tropical Animal Health and Production* 43(1):929-936.
- Chay-Canul, A. J., J. G. Magaña-Monforte, M. L. Chizzotti, A. T. Piñeiro-Vázquez, J. R. Canul-Solís, A. J. Ayala-Burgos, J. C. Ku-Vera y L. O. Tedeschi. 2016.

- Requerimientos energéticos de ovinos de pelo en las regiones tropicales de Latinoamérica. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias* 7(1):105-125.
- Chay-Canul, A. J., J. C. Ku-Vera, J. G. Magaña-Monforte, A. J. Ayala-Burgos, R. A. García-Herrera y A. T. Piñeiro-Vázquez. 2017. Evaluación del consumo de energía metabolizable sobre el contenido energético de la canal en borregas Pelibuey. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8(1):93-99.
- de Luna-Jiménez, A. 2006. Valor nutritivo de la proteína de soya. *Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* 36(1):29-34.
- de Luna-Jiménez, A. 2007. Composición y procesamiento de la soya para consumo humano. *Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* 37(1):35-44.
- Delgado, D. F. F. 2015. La alfalfa (*Medicago sativa*): origen, manejo y producción. *Conexión Agropecuaria JDC* 5(1):27-43.
- Depaz-Hizo, B. 2013. Crianza de ovinos de pelo en el trópico. Instituto Nacional de Innovación Agraria Estación Experimental Agraria El Porvenir-Tarapoto. Folleto N.º 01. Lima, Perú. pp. 9-11.
- Esqueda, C. M. H. y R. E. Gutiérrez. 2009. Producción de ovinos de pelo bajo condiciones de pastoreo extensivo en el norte de México. Libro Técnico Núm. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Chihuahua, Chih., México. 152 p.
- Gamboa, O. F., J. C. Díaz, V. H. Nery y V. Garzón. 2005. Efecto de los niveles de grano de soya integral cocido sobre el desempeño zootécnico y la calidad del huevo en codornices (*Coturnix coturnix japonica*). *Orinoquia* 9(2):15-21.

- Gaytán-Valencia, J. A., R. Castro-Rivera, Y. Villegas-Aparicio, G. Aguilar-Benítez, M. M. Solís-Oba, J. C. Carrillo-Rodríguez y L. O. Negrete-Sánchez. 2019. Rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) a diferentes edades de la pradera y frecuencias de defoliación. *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 10(2):353-366. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4319>.
- González-Garduño, R., G. Torres-Hernández y J. Arece-García. 2010. Comportamiento productivo y reproductivo de ovinos Pelibuey en un sistema de pariciones aceleradas con tres épocas de empadre al año. *Zootecnia Tropical* 28(1):51-56.
- Hernández-Espinoza, D. F., J. Oliva-Hernández, A. Pascual-Córdova & J. A. Hinojosa-Cuéllar. 2012. Description of body measurements and body composition Pelibuey lamb. *Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia* 22(1):24-31.
- Hinojosa-Cuéllar, J. A., J. Oliva-Hernández, G. Torres-Hernández, J. C. Segura-Correa, E. M. Aranda-Ibáñez y J. M. González-Camacho. 2012. Factores que afectan el crecimiento predestete de corderos Pelibuey en el trópico húmedo de México. *Universidad y ciencia* 28(2):163-171.
- Hinojosa-Cuéllar, J. A., J. Oliva-Hernández, G. Torres-Hernández, J. C. Segura-Correa y R. González-Garduño. 2015. Productividad de ovejas F1 Pelibuey x Blackbelly y sus cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco, México. *Archivos de medicina veterinaria* 47(2):167-174. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2015000200007>.

- Hinojosa-Cuéllar, J. A., J. Oliva-Hernández, G. Torres-Hernández, J. C. Segura-Correa y R. González-Garduño. 2018. Crecimiento pre y posdestete de corderos Pelibuey en clima cálido húmedo. *Nova scientia* 10(20):328-351.
- Institut Nationale de la Recherche Agronomique (INRA). 1989. Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables (ed. R Jarrige), INRA, Paris, France. 373 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2019. Censo Agropecuario: El ganado ovino en México. Universidad de Guadalajara. 57 p.
- Jiménez-Trujillo, J. A., R. Ramírez-Díaz, J. G. Hernández-Niño y D. Galdámez-Moreno. 2019. Caracterización de la ganadería bovina del Estado de Chiapas. Chiapas, México. 10-12 pp.
- Martínez, J. R. 2009. Antecedentes de la ovinocultura en México. *Zootecnia de ovinos*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, Ciudad de México. pp. 153-156.
- Martínez-González, J. C., S. P. Castillo-Rodríguez, A. Villalobos-Cortés y J. Hernández-Meléndez. 2017. Sistemas de producción con rumiantes en México. *Ciencia Agropecuaria* 26(1):132-152.
- Martínez-Martínez, R., M. E. Ortega-Cerrilla, J. G. Herrera-Haro, J. R. Kawas-Garza, J. Alcalá-Canto, M. Huerta-Jiménez, J. M. Robles-Robles, M. A. Ayala-Monter, A. Gómez-Vázquez y A. Hernández-Garay. 2018. Productive behavior of hair sheep using a commercial extract of condensed tannin. *Agroproductividad* 11(5):46-50.

- National Research Council (NRC). 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. National Academy of Science, Washington, DC. pp. 39-80.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT). 2019. Productos de ganadería. Comercio de Exportaciones e Importaciones. Clasificación por País. <http://faostat3.fao.org/browse/T/TP/E>. (Consultado:05/06/2021).
- Partida, de la P. J. A., V. D. Braña, S. H. Jiménez, R. F. G. Ríos y R. G. Buendía. 2013. Producción de Carne Ovina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico Núm. 5. Ajuchitlán, Colón, Querétaro. 113 p.
- Patiño, G. R., H. G. Torres, O. G. Nuncio, P. C. Becerril, G. S. Jaime y I. E. Aranda. 2011. Efecto de la variación fenotípica en la resistencia de corderos Pelibuey a la infestación con nematodos gastrointestinales. *Agrociencia* 38(4):395-404.
- Peña-Avelino, L. Y., J. Alva-Pérez, I. Ceballos-Olvera, S. Hernández-Contreras y G. Álvarez-Fuentes. 2021. Evaluación de diferentes fórmulas zoométricas para la estimación de peso vivo en cabras criollas de Tamaulipas, México. *ITEA, información técnica económica agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA)* 20(1):1-12.
- Pérez-Chávez, A. E., J. J. Cantón-Castillo, Y. B. Moguel-Ordoñez, J. E. Castillo-Huchim, R. A. Alcaraz-Romero y Á. T. Piñeiro-Vázquez. 2019. Características físicas de la carne de corderos Katahdin con Pelibuey

alimentados a base de forraje y concentrado. *Agroproductividad* 12(12):61-65. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1525>.

Quintanilla-Medina, J. J., A. González-Reyna, J. Hernández-Meléndez, A. G. Limas-Martínez, A. Carreón-Pérez y J. C. Martínez-González. 2018. Producción de ovinos de pelo bajo condiciones de pastoreo en el noreste de México. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 29(2):544-551. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.13863>

Regadas-Filho, J. G. L., E. S. Pereira, P. G. Pimentel, A. B. S. Villarroel, A. N. Medeiros & R. M. Fontenele. 2013. Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. *Small Ruminant Research* 109(1):107-112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.07.011>

Romero, Y. O. y Bravo, M. S. 2012. Alimentación y nutrición en los ovinos. *Boletín INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias*. Providencia, Santiago de Chile. pp. 23-40.

Salah, N., D. Sauvant & H. Archimède. 2014. Nutritional requirements of sheep, goats and cattle in warm climates: a meta-analysis. *Animal* 8(9):1439-1447. doi:10.1017/S1751731114001153.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2020. Resumen Nacional. Población Ganadera Ovina 2011-2020. México, D.F. (Consultado: 10/08/2021). Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceEdo.jsp

Shimada, A. M. 2003. *Nutrición animal*. Editorial Trillas S.A de C.V. México DF. pp. 285-291.

- Tedeschi, L.O., A. Cannas, D.G. Fox. 2010. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. *Small ruminant research* 89(1):174-184.
- Trejo, J. A. M., J. L. W. Reza, J. M. López, A. R. López, M. Á. S. Castruita, P. Y. Coronado, y E. F. Ramírez. 2012. Producción de alfalfa (*Medicago Sativa* L.) cultivada con riego sub-superficial y diferentes niveles de fósforo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(7):1321-1332.
- Unión Nacional de Ovinocultores (UNO). 2021. Mercado Nacional e internacional de carne de ovinos. <https://www.uno.org.mx/>. (Consultado:10 de Febrero de 2022).
- Vicente-Pérez, R., U. Macías-Cruz, L. Avendaño-Reyes, A. Correa-Calderón, M. D. L. Á. López-Baca y A. L. Lara-Rivera. 2020. Impacto del estrés por calor en la producción de ovinos de pelo. Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 11(1):205-222. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4923>
- Vilaboa-Arroniz, J., R. Bozzi, P. Díaz-Rivera y L. Bazzi. 2010. Conformación corporal de las razas ovinas Pelibuey, Dorper y Kathadin en el estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical* 28(3):321-328.
- Villanueva, Z., M. A. Ibarra, P. Zárate, F. Briones, O. S. Escamilla, A. González y E. Gutiérrez. 2013. Comportamiento productivo de corderos de pelo alimentados con residuo fresco de naranja (*Citrus sinensis*) en sustitución de granos de sorgo (*Sorghum vulgare*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 47(1):27-31.

Villanueva-Partida, C. R., V. F. Díaz-Echeverría, A. J. Chay-Canul, L. Ramírez-Avilés, F. Casanova-Lugo y I. Oros-Ortega. 2019. Comportamiento productivo e ingestivo de ovinos en crecimiento en sistemas silvopastoriles y de engorda en confinamiento. *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 10(4):870-884. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i4.4724>