

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS

ESCUELA DE ZOOTECNIA

Evaluación del ajuste teórico-práctico de tablas internacionales y modelos de cálculo de requerimientos nutricionales para dos diferentes razas de ovinos

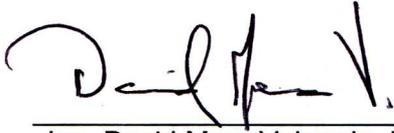
José Pablo Zamora Salazar

Tesis presentada para optar por el título en el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

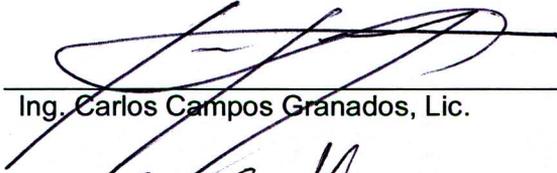
2019

Esta tesis fue aceptada por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia.



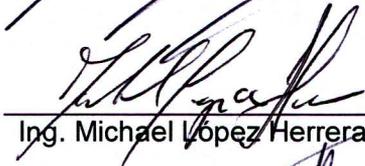
Ing. David Mora Valverde, M.Sc.

Director de Tesis



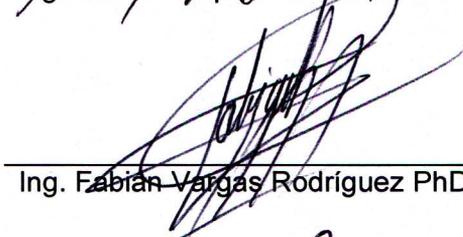
Ing. Carlos Campos Granados, Lic.

Miembro del tribunal



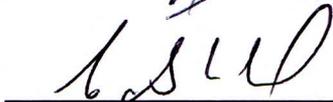
Ing. Michael Lopez Herrera, M.Sc.

Miembro del tribunal



Ing. Fabian Vargas Rodriguez PhD

Miembro del tribunal



Ing. Carlos Arroyo Oquendo, M. Sc.

Director de Escuela



Ing. José Pablo Zamora Salazar, Bach.

Sustentante

DEDICATORIA

Esta tesis en primer lugar se la dedico a Dios padre celestial, ya que sin el esto no hubiera sido posible, brindándome la fuerza, la paciencia, la energía y las personas correctas para esta increíble travesía que ha sido lograr este paso tan importante en mi carrera profesional.

A mi madre, por su incondicional apoyo, ánimo y afecto que me dieron las fortalezas necesarias en los momentos más duros de toda mi vida académica en general hasta este punto.

A mi padre, por su incondicional apoyo, buenos consejos, gran ejemplo y ayuda desinteresada en todo momento, hoy puedo decir que este título no es solo mío, sino que de los 3 y los felicito a los 2 también.

A mis hermanos, que han sido un verdadero apoyo, una viva imagen de lo que es ver a alguien crecer profesional y laboralmente, verdaderos modelos a seguir y una clara luz en mi vida que todo es posible, esto es para ustedes también.

AGRADECIMIENTO

A mi familia nuevamente, sin ellos esto no hubiera sido posible.

A Michael López, quien fuera mi profesor guía durante todo lo largo de mi carrera, un excelente consejero, y mi mentor durante mi práctica laboral y profesional para mi bachillerato.

A Alejandro Chacón, por su apoyo, su compañía y su ayuda durante el estudio.

A David Mora Valverde, por haber estado presente y atento durante toda la producción de la tesis, brindado los medios intelectuales y profesionales para lograr que esto fuera posible, y principalmente por haber sido un buen amigo.

A don Oscar Pacheco y Natalia Sánchez, por haberme brindado los animales para este proyecto, haber mostrado gran interés en el mismo y haber aportado su ayuda cuando fuera necesaria con los animales.

A Sergio, Mario y Johan, que cuidaron de los animales en todo momento, y me colaboraron siempre que pudieron con la construcción de tarimas, alimentación de los animales y pesajes de los mismos.

A Irene Fernández, por ayudarme en la construcción de encierro de los animales y traslado de tarimas antes de iniciar el estudio.

A mis amigos, Ana Margarita Arias, Jessica Vargas, Esteban Alfaro, Luis Navarro y Adriana Real, quienes serían parte de ese grupo de amigos que te marcan, y con quienes logré sacar cada curso adelante.

A José Antonio Romero por su aporte estadístico en la corrección del documento.

ÍNDICE

Contenido	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Generalidades de los ovinos	3
2.2 Ovinos en Costa Rica.....	3
2.3 Características de razas ovinas puras.....	4
2.4 Alimentación de ovinos.....	6
2.4.1 Energía.....	9
2.4.2 Proteína	9
2.4.3 Calcio y Fósforo	10
3. OBJETIVOS.....	12
3.1 General:	12
3.2 Específico:.....	12
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
4.1 Lugar y características de las instalaciones.....	13
4.2 Nutrientes balanceados en la formulación	14
4.3 Animales del estudio	14
4.4 Productos y materias primas utilizadas en la alimentación	15
4.5 Establecimiento de la dosificación del alimento	16
4.6 Formulación de las dietas.....	17
4.7 Recolección de datos	18
4.8 Programa utilizado para realizar dietas.....	21
4.9 Análisis de datos	21
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
5.1 Variación en las dietas de acuerdo al modelo de requerimientos	23
5.2 Resultados de las reproductoras	23

5.2.1 Efecto del uso de valores distintos de tabla nutricional como herramienta de formulación sobre el mantenimiento del peso durante la lactancia.....	24
5.2.2 Diferencia general de peso de los animales según razas, modelos internacionales y sus variaciones.....	25
5.2.3 Curva de variación de pesajes de las madres durante la prueba	27
5.2.3 Condición corporal de las madres al final de la prueba	28
5.3 Resultados de las crías	29
5.3.1 Crecimiento de las crías durante la lactancia y el engorde.....	29
5.4 Costos según producción de carne	32
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
8. LITERATURA CITADA	36
9. ANÉXOS.....	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Cuadro de proporciones según razas en ovinos presentes en hatos costarricenses.....	4
2. Características productivas de las principales razas de ovejas presentes en Costa Rica	5
3. Cuadro de animales utilizados en la prueba según tratamiento y etapa	16
4. Comparación de pesajes al inicio y al final de las hembras lactantes durante la prueba	24
5. Cuadro de variaciones de pesos de las madres desde el inicio del ensayo hasta el peso menor obtenido y desde este último hasta el final de la lactancia	27
6. Medias, máximos y mínimos en la calificación de la condición corporal (CC) de las hembras al finalizar su etapa de lactancia.....	28
7. Medias para los pesos de las crías del estudio al finalizar la etapa de lactancia y engorde y sus respectivas ganancias de peso.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Modulo ovino en el que se realizó el estudio en Ochomogo, Cartago.....	13
2. Método de separación y alimentación de animales en etapa de lactancia.	14
3. Método de pesaje de animales utilizado en la prueba.....	18
4. Escala de medición para establecer condición corporal en ovinos.....	19
5. Zonas de tacto para analizar la condición corporal de un ovino.	20
6. Herramienta de balanceo de alimento utilizada para la dosificación de animales en engorde dentro del rango de 31 kg a 40 kg según el modelo internacional CSIRO.....	21
7. Diferencia general de las hembras lactantes durante la prueba según los diferentes estratos de análisis.....	25
8. Colones invertidos por cada kilogramo de peso vivo producido durante todo el periodo experimental, sumando crecimiento desde el nacimiento hasta el final del engorde y costos de lactancia y engorde por sección a analizar.....	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Requerimientos nutricionales según NRC (2007) para hembras en etapa de lactancia	42
2. requerimientos nutricionales según NRC (2007) para hembras en etapa de lactancia con la característica de partos gemelares	43
3. Requerimientos nutricionales según CSIRO (2007) para hembras en etapa de lactancia	44
4. Requerimientos nutricionales según NRC (2007) para corderos en etapa de engorde	45
5. Requerimientos nutricionales según CSIRO (2007) para corderos en etapa de engorde	46
6. Promedios de condición corporal de los animales posterior a la prueba según grupos de evaluación.....	47
7. Inclusión de ingredientes según requerimientos de NRC (2007) para animales en lactancia.....	47
8. Inclusión de ingredientes según requerimientos de CSIRO (2007) para animales en lactancia.....	48
9. Inclusión de ingredientes según requerimientos de CSIRO (2007) para animales en lactancia.....	49
10. Inclusión de ingredientes según requerimientos de NRC (2007) para animales en engorde.....	50
11. Inclusión de ingredientes según requerimientos de CSIRO (2007) para animales en engorde.....	51

RESUMEN

Con el objetivo de determinar cuál herramienta para el cálculo de requerimientos nutricionales en ovinos permite mayor desempeño productivo en dos grupos genéticos de ovinos, se procedió a evaluar una población de 12 hembras adultas de las razas Pelibuey y Katahdin en su primer parto. Las mismas se dividieron en dos grupos nutricionales según los requerimientos expuestos por NRC y CSIRO en sus versiones 2007 en igual cantidad de ejemplares por raza en cada grupo. Las hembras y sus crías se pesaron al momento del parto. Una vez conocido el peso de la hembra, ésta fue alimentada con una dieta a base de maíz, soya, una formula comercial de minerales y heno, calibrando la dieta según las necesidades expuestas para su peso por la tabla nutricional correspondiente durante 60 días. Las hembras se pesaron 2 veces por semana y la dieta se modificó conforme a su peso. Al terminar la etapa de lactancia a las hembras se les calificó la condición corporal final. Las crías que también fueron pesadas 2 veces por semana y se mantuvieron durante 60 días en manejo de engorde alimentadas de manera individual con una dieta intensiva a base de granos y manteniendo la tabla de requerimientos nutricionales con la cual fue alimentada su respectiva madre. De igual forma que con las adultas, se mantuvo la misma mecánica de pesaje y modificación de alimento para las crías. Los resultados obtenidos se analizaron según las etapas de lactancia y engorde por separado, así como el análisis de correlación para lograr integrar ambas etapas. A partir del análisis de información se determinó que se encuentran diferencias significativas entre Katahdin y Pelibuey en las etapas de lactancia y engorde. Las hembras Katahdin tuvieron mayor dificultad para sostener su peso y para recuperarlo durante la lactancia en comparación con las hembras Pelibuey. En el caso de las crías los análisis al momento del destete (2 meses de edad)

muestran que la raza Katahdin tuvo promedios de peso (16,56 kg) y ganancia total de (14,00 kg) mayores que los promedios de peso (15,87 kg) y ganancia total (13,14 kg) de los corderos Pelibuey, siendo estas diferencias entre las medias significativas estadísticamente ($p < 0,05$). Las diferencias fueron más sutiles en engorde (de los 2 a los 4 meses de vida) donde no se refleja estadísticamente una diferencia entre razas, pero las diferencias obtenidas son alrededor del 79% por el factor raza. Finalmente los análisis de correlación mostraron que hembras con mejores balances al finalizar la lactancia brindan crías más pesadas al destete. Se concluye que bajo las condiciones del presente estudio las hembras lactantes Katahdin suelen terminar con balances de pesos significativamente diferentes y menores que la raza Pelibuey, aunque sus crías terminan con ganancias y pesos finales mayores, independientemente de los requerimientos que se utilicen para formular las dietas.

1. INTRODUCCIÓN

Por mucho tiempo la actividad ovina en Costa Rica se desarrolló como un sistema de limpiar y deshierbar fincas de vocación forestal y su desarrollo como actividad productiva no fue evidente sino hasta a partir del año 2002 por la creciente llegada de extranjeros al país y la aparición de las nuevas fuentes para exportación de carne (Umaña 2014).

Desde entonces se ha mantenido esta tendencia creciente de la producción; la situación actual del país indica que el ganado ovino está constituido por 38000 animales distribuidos en 1792 fincas que ha hecho de vital importancia encontrar formas de ser más competitivos y optimizar la calidad y el desarrollo de las producciones de cordero nacionales (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2015).

El campo de la nutrición es crucial en producción nacional, ya que es el rubro que más peso tiene en cuanto a costos de producción donde la mayoría de los casos rondan el 50% de los costos totales, por lo que las mejoras que se hagan en este aspecto afectarán directamente en la eficiencia de la explotación (González et al. 2013). Adicionalmente, Echeverría y Miazzo (2002) referencian que la producción y rendimiento de los animales que se explotan comercialmente es afectada adicionalmente por factores ambientales y genéticos, que se suman a la nutrición en aspectos de producción.

A falta de tablas nutricionales propias en Costa Rica y el resto de Centroamérica para ovinos, la formulación de las dietas debe realizarse a partir de tablas y ecuaciones de requerimientos de diferentes fuentes internacionales; estos sistemas de tablas y ecuaciones son probados en condiciones climáticas del planeta distintas a las centroamericanas y muchas veces para razas distintas a las que comúnmente se maneja en el ámbito nacional como las del Consejo Nacional de Investigación por sus siglas en Ingles NRC según condiciones estadounidenses o las de la Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth CSIRO por sus siglas en inglés sobre estudios realizados en Australia.

En un estudio realizado por Salah et al. (2014), se encontró que las condiciones tropicales y el exceso de temperatura hacen que sea mayor la necesidad de requerimientos energéticos y proteicos de tablas internacionales como NRC, ARC, INRA y AFRC, puesto que los esfuerzos corporales de mantenimiento son mayores.

En cuanto a las razas a utilizar es importante tomar en cuenta que en las regiones húmedas de los trópicos, tal como en Costa Rica, se emplean tanto ovejas de pelo largo como de pelo corto, ya que poseen mejor habilidad de adaptarse a las condiciones de alta humedad y temperatura, mientras que las razas de lana rara vez son utilizadas por el estrés calórico (Cordero, 2013).

Cordero (2013) complementa que aunque no se manejan estadísticas de penetración de pureza, en Costa Rica las razas más comunes corresponden a Pelibuey, Dorper, Katahdin y Barbados Blackbelly. Aunque se ha visto un incremento de razas de lana como Texel, Suffolk y Hampshire, éstas siguen siendo poco incidentes en las producciones nacionales. Para el presente trabajo los animales sin embargo corresponden a animales de razas puras Pelibuey, y Katahdin.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades de los ovinos

Los ovinos, corresponden a uno de los géneros evolutivos del grupo de rumiantes originado por el *Gelocus*, que es considerado como el rumiante primigenio de los mismos y existió a finales del periodo terciario (Arenas et al. 2012). La interacción de las ovejas con el ser humano data desde hace 8000 y 5000 años A.C. en el continente asiático, donde da inicio su proceso de domesticación (Pérez 2001). Desde entonces, indica que la selección genética ha producido cambios acelerados que han moldeado a las ovejas con la capacidad de adaptarse a una alta gama de ambientes y a su vez explotar características ligadas al incremento en la producción especializada de carne, lana y leche Naval et al. (2018).

En la actualidad, los ovinos mantienen un crecimiento bajo pero sostenido a lo largo del mundo, ya que de un total de 1 080 444 334 cabezas en el año 2004 aumentó a 1 209 908 142 en 2014, equivalente al 11,98% de crecimiento en el periodo donde Asia y África son los continentes que acaparan la mayor cantidad de animales, concentrando entre los 2 cerca del 70% de la población mundial, mientras que América es el continente donde se encuentra la menor cantidad de población ovina (SAGARPA, 2016).

2.2 Ovinos en Costa Rica

En Costa Rica el ganado ovino es una de las actividades pecuarias más pequeñas que hay, ubicándose de último entre las explotaciones consideradas tradicionales, entre las que se consideran aves de corral, vacunos, equinos, porcinos y caprinos. Los 38 000 ejemplares se encuentran distribuidos en 1792 fincas y se componen de 26941 hembras y 8859 machos donde Alajuela comprende la mayor cantidad de explotaciones con un 29,6% y un 25,6% de los animales; por otra parte Guanacaste a pesar de poseer solo un 18,6% de las fincas nacionales comprende el 23% del ganado ovino nacional, siendo ésta la provincia con los hatos más grandes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2015).

Las más comunes corresponden a Pelibuey, Dorper, Katahdin y Barbados Blackbelly mejor conocida como Panza Negra y sus respectivos cruces, con un incremento importante en otras razas como Texel, Suffolk y Hampshire, pero continúan siendo poco incidentes en las producciones nacionales (Cordero 2010).

Mora y Chacón (2015) por medio de una encuesta realizada a 184 productores costarricenses complementan lo mencionado anteriormente por Cordero (2013), encontrando que en Costa Rica las razas más comunes son Katahdin y Dorper y Panza negra junto a Pelibuey cómo es posible de observar en el

Cuadro 1.

Cuadro 1. Cuadro de proporciones según razas en ovinos presentes en hatos costarricenses.

Raza	Porcentaje
Katahdin	30,57%
Dorper	28,20%
Panza negra	12,09%
Pelibuey	12,09%
Cruces	6,40%
Polldorset	3,79%
Texel	2,37%
Otras	4,50%

Fuente: Mora y Chacón 2015

Adicionalmente Mora y Chacón (2015) agregan que las razas son mayormente adquiridas por el simple hecho de ser las que estaban disponibles en el momento de iniciar la producción y su accesibilidad por encima de su desarrollo productivo. No obstante todas las explotaciones encuestadas basaban su hato en la producción cárnica ovina, lo que puede variar de haber considerado producciones enfocadas en otras producciones en el país. Vázquez (2011), complementa mencionando que en Costa Rica la mayoría de las veces no se trabajan con hatos puros, sino que se utilizan cruces de las mismas.

2.3 Características de razas ovinas puras

En cuanto a razas puras muchos países han explotado gradualmente sus características más importantes en cada raza para una mejor producción. Un ejemplo es México, que como se explica en el catálogo de razas de la Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos (2007), se puede observar en razas como la Dorper se han realizado esfuerzos para conseguir genética proveniente de animales campeones en Canada y Estados Unidos. Dicho

mejoramiento puede observarse en el Cuadro 2 sobre las 3 principales razas encontradas en Costa Rica.

Cuadro 2. Características productivas de las principales razas de ovejas presentes en Costa Rica.

Raza	Peso Hembra Kg	Peso Macho Kg	Características de producción
Katahdin	60-65	120-130	<ul style="list-style-type: none"> • Alta ganancia de peso postdestete • Alta habilidad materna • Precocidad
Dorper	80-85	120-130	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente conformación cárnica • Excelentes resultados en cruzamientos
Pelibuey	40-45	60-80	<ul style="list-style-type: none"> • Alta resistencia a parásitos • Alta prolificidad • Excelente habilidad materna

Fuente: Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos (2007)

Es importante resaltar que en el caso de Costa Rica, Mora y Chacón (2015) explican que muchos de los animales se encuentran cruzados con otras razas, y es poco o nada conocido el nivel de penetración y la proporción real entre líneas raciales o cruces, en el caso del estudio la definición de la raza se basó en el nivel del productor para evaluar su propio rebaño, por ende las características de animales costarricenses tienden a variar.

También es importante recordar que en el caso de la raza Pelibuey según lo descrito en el Cuadro 2 por la Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos (2007), las razas Pelibuey son razas de buenas características maternas y de alta resistencia a enfermedades, por lo que el engorde no es su finalidad más importante, dato contrario a la raza Katahdin cuyo desarrollo

es de doble propósito, lo que puede llegar a ser un factor determinante una vez obtenidos los resultados.

Inclusive, como la raza Pelibuey resulta morfológicamente distinta, algunos procesos son manejados diferentes en ocasiones, un ejemplo de esto es a la hora de realizar la medición según la condición corporal. Moreno (2017) explica que es necesario hacer distinciones según razas a la hora de realizar mediciones de condición corporal, esto por la morfología distintiva de las razas tradicionales de carne o lana con respecto a las razas de pelo, tales son los casos de la Pelibuey o la Blackbelly, con respecto a las Katahdin o las Dorper.

Como las ovejas Blackbelly y Pelibuey tienden a acumular menos grasa en las zonas lumbares, se debe sumar un punto a la evaluación, lo cual fue realizado en estos casos. Contrariamente ¹Ferrer (comunicación personal, 2018) indica que nunca ha utilizado este criterio y que no se debería realizar ésta distinción, ya que sigue siendo la misma especie animal y debe ser evaluada con una sola medida sin importar su raza.

2.4 Alimentación de ovinos

Al poseer un sistema digestivo característico de los rumiantes, son animales que poseen la habilidad de utilizar alimentos fibrosos como los forrajeros, esto por la habilidad de aprovechamiento de los mismos brindada por los microorganismos que se encuentran en el rumen Campos (2004). Los procesos fermentativos que se llevan a cabo otorgan a los ovinos la posibilidad de obtener energía a partir de carbohidratos estructurales presentes en las plantas (celulosa, hemicelulosa y pectina), material al que no pueden acceder ningún otro tipo de animales eficientemente. La capacidad total del rumen de un ovino adulto se estima en 20 litros (Castellaro et al. 2015).

Partida et al. (2013) comentan que comparativamente con los demás rumiantes, las ovejas resultan animales de altos consumos con respecto a su peso vivo, ya que pueden consumir un 1,8% de su masa en materia seca en estados de mantenimiento, mientras que etapas más demandantes como el último mes de lactancia son capaces de consumir hasta un 4% de su peso en materia seca.

¹Ferrer. 2018. Comunicación personal. Medición de condición corporal en ovinos. Veterinario experto en producción ovina, Costa Rica.

Es importante considerar en las hembras en lactancia que existe una caída de producción en leche de las ovejas posterior a las primeras semanas de lactancia, por lo que Duarte y Pelcastre (2000) recomiendan en su estudio suplementar con distintas fuentes de energía, principalmente en las regiones tropicales, utilizando fuentes complementarias como la yuca, con el que consiguieron reducir el costo de producción sin afectar el peso de los animales a los 90 días.

También es relevante dar énfasis a la dosificación en cuanto a cantidad de alimento. Según Partida et al, (2013) donde se explica que al finalizar la gestación se pueden proporcionar 750 g a 1 kg de concentrado y de 2,5 a 3,5 kg de forraje de buena calidad para su producción de leche, mientras que en las primeras ocho semanas después del parto donde se producen las tres cuartas partes del total de la producción láctea se proporcionan de 1 kg a 1,5 kg de concentrado y de 3 a 4 kg de forraje a las borregas diariamente, por lo que la alta afinidad y aceptación hacia los granos y suplementos no forrajeros dieron una amplia gama de posibilidades en cuanto a la cantidad de grano al otorgar, no obstante, los autores explican que los animales son capaces de consumir hasta 1,8% de su masa en materia seca, mientras que etapas más demandantes como el último mes de lactancia es capaz de comer hasta un 4% de su peso en materia seca, por lo que fue un aspecto a cuidar en la dosificación para evitar problemas de subalimentación.

En el caso de las crías, es vital mantener el consumo de leche materna las primeras tres semanas de vida, ya que aún no poseen la habilidad de degradar lignina y aprovechar la celulosa encapsulada en la misma, no obstante se recomienda la incorporación de alimentos a temprana edad con el fin de acostumbrar al animal al alimento y desarrollar las papilas ruminales Vázquez (2011). Como se mencionó anteriormente, en las tablas se observan la alta demanda de nutrientes que posee la tabla de requerimientos gemelares con respecto a los partos simples debido a que la hembra lactante debe sostener una producción materna suficiente para una cría más que las de parto simple. Martínez y De la Barba (2009), explican que la oveja que amamanta un solo cordero ajustará su producción a una menor cantidad, mientras que la oveja que amamanta mellizos aumentará su producción de un 20% a un 45% más, adicionalmente comentan que en parto doble también hay incremento sobre el requerimiento de proteína, de un 116% con respecto al inicio de la gestación y un 62% con respecto al último tercio, evidenciando por qué las cantidades en las tablas son importantes.

Correa (2006) comenta la importancia de la dieta sólida en las crías durante la lactancia en rumiantes, explicando que una dieta meramente líquida tiene repercusiones sobre el desarrollo del rumen y del retículo, reduciendo el grosor y peso de los tejidos afectando el desarrollo papilar y por ende la eficiencia digestiva. Además el consumo de alimentos groseros e inertes estimula el crecimiento de la cámara ruminal, ampliando el espacio y fomentando así una mayor capacidad consumo.

En el caso de los requerimientos nutricionales expuestos por CSIRO para la etapa de lactancia, los requerimientos son mucho más demandantes en cuanto al rubro de energía en comparación a los expuestos por NRC; no obstante son menos demandantes en el rubro de proteína, diferencias importantes a tomar en cuenta al final de los análisis. En el caso del calcio y el fósforo ambas características son mayores según los requerimientos de CSIRO que los de NRC simples, pero menores a los de NRC gemelares.

Para los periodos de engorde en ovinos, Gámez et al (2011), explican que los procesos de alimentación intensiva con granos se efectúan en espacios de 60 días posteriores al destete. Lara (2016), complementa esta idea en un estudio realizado con alimentación intensiva donde los animales alcanzaban el peso deseado entre 55 y 75 días de engorde, mientras que Giraud et al (2014) indican que los periodos de engordes son considerados normales entre 50 y 60 días, dejando engordes mayores solo para casos especiales de muy bajo peso.

El engorde en ovinos además muestra una demanda mucho mayor a las demás de proteína en comparación a las etapas de lactancia, pero menores en energía proporcionalmente hablando. Caja y Treacher, (2002) ayuda a entender un poco más el porqué de este comportamiento en las tablas, explicando que la lactancia, principalmente la primera etapa de la misma, es la más demandante nutricionalmente de todo el ciclo productivo y las demandas energéticas son muchas veces difíciles de satisfacer por esta razón, siendo éstas considerablemente más altas.

Al igual que en el caso de las tablas de lactancia, NRC Y CSIRO muestran el mismo patrón para la etapa de engorde, en el que las necesidades de energía en CSIRO son mayores que las expresadas por NRC. Caso contrario con el rubro de proteína, en el que los datos expuestos por NRC resultan mayores que los australianos.

Dentro de distintas literaturas, como las publicaciones de AFRC (Alderman, 1993), INRA (2007) NRC (2007) Y CSIRO (2007) resalta el hecho de que todas hacen especial énfasis en la importancia y las dosificaciones de energía, proteína y dentro de los minerales calcio y fósforo, así como el agua. Además las diferentes tablas muestran y recalcan la importancia que tiene el agua dentro del sistema de producción para un metabolismo óptimo de los animales. También mencionan las importantes necesidades de consumo de la misma y la importancia sobre su buena calidad. Es por que estos rubros fueron los seleccionados en el balanceo de las dietas.

2.4.1 Energía

La energía resulta de suma importancia en la dieta de todos los seres vivos, ya que a partir de ella los animales logran mantener la actividad constante en sus procesos metabólicos básicos para la vida como el trabajo de los riñones, el corazón, el cerebro y el hígado. Adicionalmente en el ámbito productivo los ovinos necesitan que se les suplemente en proporciones correctas para mantener sus funciones corporales de moverse, crecer, reproducirse, producir músculo o sintetizar leche y lana (Romero y Bravo 2012).

Gimenez (1994) explica que la energía es el principal factor limitante en pequeños rumiantes alrededor del mundo. Una nutrición deficiente en energía traerá futuras consecuencias como pérdida de eficiencia, fallas reproductivas, aumento en mortalidad, mayor incidencia de afección de parásitos y en general pérdida de producción.

Tanto NRC 2007, como CSIRO 2007 utilizan los perfiles de energía a partir de energía metabolizable, sin embargo el primero cuenta adicionalmente con el cálculo de total de nutrientes digerible o TND. A pesar de que sus cálculos son enfocados en energía metabolizable, no se comenta por qué se decidió por éste rubro en CSIRO (2007) o en NRC (2007). Martínez (2014), explica que esta forma de contabilizar la energía se obtiene a partir de la energía total o energía bruta menos la energía expulsada y no aprovechada por las heces, orina y gases que suponen un 8% de la energía bruta en rumiantes.

2.4.2 Proteína

La importancia de la proteína radica en su participación sobre la producción de compuestos morfológicos estructurales tales como pelo, piel y músculo; compuestos vitales en la producción ya sea de lana, de carne o de leche para la nutrición de la cría (Romero y Bravo 2012).

En el caso de los rumiantes la proteína en las distintas tablas de requerimientos se encuentra expresada en proteína cruda (PC). Esto debido a que una importante porción de la proteína brindada en la dieta no alimenta directamente al animal, sino que funciona como alimento para los microorganismos degradadores encontrados en las cámaras fermentadoras de los rumiantes (NRC 2007).

Del total de proteína absorbida en el intestino delgado por los rumiantes, del 50% al 90% es suplida por la proteína microbial proveniente de la tasa de pasaje de estos microorganismos ruminales y solamente entre el 10% y el 50% de la proteína proviene del alimento de la dieta, por lo que no resulta provechoso proveer aminoácidos de forma individualizada a animales que suelen suplir sus necesidades de aminoácidos de manera indirecta. En casos de ovejas altas productoras de leche hay dos excepciones que son la metionina y la histidina, por lo que deben ser consideradas (NRC 2007).

Storm y Orskov (1984) determinaron que tanto la metionina, la lisina y la histidina son los aminoácidos más limitantes dentro de la proteína microbial obtenida a partir de los microorganismos ruminales, que anteriormente se mencionó representa del 50% al 90% de la proteína total (NRC 2007). Para solucionar esto, Reis *et al.* (1990) demostraron que, por medio de infusión de aminoácidos directamente al abomaso, es posible un incremento en la concentración de aminoácidos en plasma sanguíneo, por lo que existe la forma de suplementar estas deficiencias.

2.4.3 Calcio y Fósforo

Gimenez (1994) explica que la sal, el calcio y el fósforo son particularmente importantes sobre los demás elementos minerales, razón por la que se adicionan a la dieta como un suplemento. El Calcio tiene funciones estructurales básicas en los huesos y dientes, además una importante participación en el metabolismo, trabajando en la regulación de la acción cardiaca y la actividad muscular.

Por otra parte el Fósforo es un integrante fundamental de huesos y dientes, y resulta esencial para una correcta movilización y utilización de la energía. Además es parte estructural del ácido nucleico de todas las células vivas y posee una estrecha relación con el Calcio en funciones del metabolismo del animal, por lo que es necesario un riguroso cuidado de éstos 2 (García y Picone 2004).

CSIRO (2007) comenta que los niveles críticos de deficiencias en ovinos se debe principalmente a condiciones muy crónicas de falta de suministro de los mismos, ya que éstos tienen alta capacidad de regulación en presencia de una deficiencia de alguno de los dos. Dicha regulación proviene de la movilización de estos elementos desde el hueso al organismo cuando son necesarios y a un alto grado de reutilización y reabsorción de fósforo por medio de reacciones homeostáticas.

3. OBJETIVOS

3.1 General:

1. Determinar cuál herramienta para el cálculo de requerimientos nutricionales en ovinos permite mayor desempeño productivo en dos grupos genéticos de ovinos utilizados en Costa Rica.

3.2 Específico:

1. Determinar si existen diferencias utilizando diferentes tablas o modelos internacionales de requerimientos nutricionales para hembras ovinas en etapa de lactancia.
2. Determinar si existen diferencias utilizando diferentes tablas o modelos internacionales de requerimientos nutricionales para corderos en etapa de engorde.
3. Establecer si el uso diferenciado de tablas o modelos internacionales de requerimientos nutricionales ofrecen mejoras en el desempeño productivo de dos razas utilizadas en Costa Rica.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Lugar y características de las instalaciones

El experimento se llevó a cabo en la Unidad de Investigación de Ovinos Cenecoop-UCR adscrita a la Estación Experimental Alfredo Volio Mata, ubicada en Ochoмого Cartago. Se encuentra a una altura de 1450 msnm y presenta una precipitación media de 2050 mm y temperaturas promedio de 21°C (Elizondo, 2004). Los animales fueron mantenidos en un invernadero de plástico con sarán donde los mismos tenían protección constante a las lluvias, abierto a los costados con piso de tierra, cama de aserrín y heno, y comedero de cemento con pequeños lugares abiertos donde los animales podían recibir aire fresco y sol, tal y como se observa en la Figura 1.



Figura 1. Módulo ovino en el que se realizó el estudio en Ochoмого, Cartago.

Se dispuso de un grupo de 12 ovejas hembras reproductoras adultas en condición de preñez dividido en 6 ejemplares de raza Pelibuey y 6 Katahdin, todas de primer parto. Una vez que las ovejas finalizaron su etapa de gestación, las hembras recién paridas se ubicaron en cubículos individuales de 2,4 m² con su respectiva cría y fueron manejadas de forma individual. Los cubículos fueron separados uno de otro por estructuras de madera acomodadas de forma vertical. El frente del cubículo poseía un espacio de alimentación suficiente para que el animal pudiera sacar la cabeza y acceder al alimento.

El alimento se otorgó directamente en un piso de cemento con divisiones entre cubículos para asegurar la alimentación individualizada y evitar que terceros animales se

alimentaran de la ración que correspondía al experimento, tal como se observa en la Figura 2. El agua se otorgó en el cubículo de cada animal en cubetas y se aseguró su disponibilidad y limpieza en todo momento del estudio. Dado que el espacio por donde se alimentaban las hembras permitía la salida de las crías del cubículo y las mismas podían consumir del alimento, se implementó un espacio cerrado en el que se aislaban las crías lactantes mientras los animales adultos recibían su porción de alimento no forrajero, donde las crías también tendrían agua y granos disponibles.



Figura 2. Método de separación para efectuar la alimentación de animales en etapa de lactancia.

4.2 Nutrientes balanceados en la formulación

Para el respectivo balanceo de las dietas se utilizó la información según los modelos NRC (2007) para partos simples y gemelares y CSIRO (2007) para las etapas de engorde y de lactancia, y se establecieron dietas dependiendo de la etapa fisiológica utilizada modificada cada 2 kg de variación de peso.

4.3 Animales del estudio

Se contabilizan 12 hembras totales con sus respectivas crías, 6 Pelibuey y 6 Kathadín. Las hembras se distribuyen en tres animales de cada raza por tabla nutricional. Los cuales

fueron distribuidos en su correspondiente tratamiento de manera aleatoria. Es importante recalcar que dos de las hembras Pelibuey fueron tratadas con alimentación NRC para dos o más crías, por su parto gemelar. Tomado en cuenta lo expuesto por Macedo y Arredondo (2008) y Bores et al (2002), las crías fueron utilizadas indiferentemente de su sexo para el estudio, dado que en ambos estudios se obtuvieron pesos en animales Pelibuey y Kathadin a los 70 días de nacidas sin diferencia alguna en cuanto a sexo. No obstante es importante dejar claro que existen otros casos, como lo es el descrito por Braga et al. (2012) en el que con razas como Texel con Santa Ines encontraron diferencias entre machos y hembras.

4.4 Productos y materias primas utilizadas en la alimentación

Las dietas utilizadas durante la investigación se formularon a partir de valores teóricos, obtenidos de referencias nacionales la combinación de heno de trasvala, maíz molido, harina de soya (48%), dos premezclas minerales y un alimento balanceado alto en fibra; los cuales se describen en el Cuadro 3. No se realizó algún tipo de análisis sobre el mismo una vez iniciado el estudio, por la demore que éstos conllevan y la necesidad de su uso inmediato.

Mismos datos son corroborados con alta congruencia con los anteriores por otro estudio realizado por Rojas et al. (2015), en henos producidos en diferentes zonas de Guanacaste. En el caso del calcio y fosforo, se apoyó en la información brindada por Acuña et al. (2003) en un estudio costarricense en el que se analizaron las composiciones de estos dos elementos.

Cuadro 3. Materias primas utilizadas durante el estudio con sus características Bromatológicas.

Alimentos	MS (%)	ED (Mcal)	PC (%)	Ca (%)	P (%)	Referencias
Maíz	86,50	3500	7,00	0,20	0,10	Mata (2017)
Soya	88,00	3300	48,00	0,30	0,35	Mata (2017)
Heno Trasvala	80,00	2050	3,40	0,30	0,20	Wing-Ching y Alvarado (2009) Rojas et al. (2015) Acuña et al. (2003)
Formula Mineral 1	95,00	0	0,00	10,00	14,00	©
Formula Mineral 2	95,00	0	0,00	9,00	5,40	©
Alimento balanceado alto en fibra	87,00	2850	10,00	1,00	0,40	©

Los costos de alimentación se calcularon tomando el costo de los ingredientes según se presentación comercial, dividiéndolos en sus costos por gramo y finalmente multiplicando la cantidad por los gramos de la ración por peso, se sumaron las raciones utilizadas cada día por cada uno de los animales hasta obtener el costo total de producción en las etapas de lactancia y engorde a lo largo del estudio. Los demás costos productivos como los sanitarios o materiales no se contabilizaron, ya que muchos ya estaban a disposición o fueron donados, además de ser constantes para todas las partes.

4.5 Establecimiento de la dosificación del alimento

Previo al inicio del experimento se realizó una prueba de consumo, donde se determinó la cantidad de materia seca que debía consumir cada animal de acuerdo a su peso y etapa fisiológica. Con esta prueba se conocieron las cantidades más adecuadas de alimento

forrajero y complementos no forrajeros a otorgar, de manera que se suplieran las necesidades nutricionales de las tablas y se sino que llegara a la satisfacción del consumo con las cantidades otorgadas. La cantidad de heno a utilizar fue de 1,1 kg de Heno fresco al día, por lo que se utilizó este dato como base forrajera y los cambios en las dietas se generaron a través de la sustitución del heno por los otros complementos nutricionales en la dieta.

De ésta manera se logró conseguir la mejor forma de realizar la formulación de las dietas de manera coherente a la aplicación del sistema alimenticio y a la práctica. Fue posible observar que en promedio los animales consumían alrededor de 1,1 kg de Heno fresco al día, por lo que se estableció este número para su alimentación y las variaciones nutricionales se realizaron a partir de los materiales no forrajeros, de igual manera el material forrajero se otorgaba ligeramente en exceso, por el desperdicio que el mismo presentaba. De ésta manera fue posible proceder a la formulación de las dietas tomando ésta cantidad de heno como base y variando la cantidad de alimento no forrajero para completar la dosificación.

Previo al destete las crías consumieron pequeñas cantidades no contabilizadas de granos mientras tomaban leche para acostumbrar su sistema digestivo, no obstante al llegar el momento de destete entraron en un proceso intensivo de alimentación 100% a base de alimento balanceado, por lo que se implementó dentro del alimento el componente fibroso a la dieta, de manera que le diera el volumen suficiente para mantener al animal satisfecho y al mismo tiempo lograr alcanzar las necesidades nutricionales de los demás componentes.

4.6 Formulación de las dietas

Se formularon un total de 62 dietas utilizando los requerimientos expuestos en las versiones NRC (2007) y CSIRO (2007), y formulando a partir de la información teórica recolectada de los pastos e ingredientes comerciales elegidos. Con esta información se formularon 11 dietas para la etapa de engorde según los requerimientos expuestos por el NRC, 11 de engorde según CSIRO, 11 para la etapa de lactancia para NRC, 11 más de NRC para partos dobles y 18 para etapa de lactancia según los requerimientos de CSIRO. Las dietas de los ovinos se ajustaron para un rango de 2kg de variación de peso, dentro de los cuales se otorgaba la ración del animal según su peso y el estado fisiológico en el que se encontraban. Además, las dietas CSIRO tuvieron un mayor número de formulaciones en la etapa de lactancia debido al alto peso de una de las ovejas correspondientes al tratamiento que hizo necesario ampliar el uso de rango de pesos de la tabla.

4.7 Recolección de datos

Los animales elegidos para la prueba fueron distribuidos de manera al azar entre las tablas de NRC y CSIRO, respetando la consigna que tres hembras de cada raza quedaran designadas en una de las dos tablas nutricionales. Al momento del parto, las hembras eran pesadas, y se les comenzaba a otorgar la dieta correspondiente a su peso, la cría también era pesada. Durante dos meses las hembras y sus crías se pesaban dos veces por semana y se adaptaba su dieta a su nuevo peso. Se otorgó la ración no forrajera antes del pesaje, para que siempre se pesaran alimentadas y hacer de ello una constante. El pesaje se realizó por medio de una balanza electrónica, mediante el método que se puede observar en la Figura 3.



Figura 3. Método de pesaje de animales utilizado en la prueba.

Durante la alimentación de las hembras y su estancia en el encierro, a las crías se les proporcionó pequeñas cantidades no contabilizadas de maíz y soya con mineral para que las mismas se fuesen familiarizando con el consumo de grano, esto con el afán de familiarizar al rumen del cordero para una dieta de engorda intensiva, así como obtener una resistencia mayor a enfermedades por parte del cordero, esto en congruencia con García (2000) que expresa que adicionalmente esta práctica brinda destetes más homogéneos y evita que el cordero dependa 100% de la leche de la madre. Sin embargo, esto indujo un error que no se estimó debido a que se desconoce cuáles fueron las cantidades y el posible aporte de nutrientes por las cantidades que los animales ingirieron.

Al finalizar el estudio se realizó la medición de la condición corporal en las hembras y tener un criterio más amplio de su estado físico final, esto porque los animales al ser de primer

parto aún están en crecimiento por lo que un peso mayor o igual al inicial no necesariamente podía corresponder a un indicador positivo, de igual manera pesos mayores pueden no ser indicativos de una condición corporal saludable. Para la medición de la misma se utilizó el análisis descrito en la Figura 4.

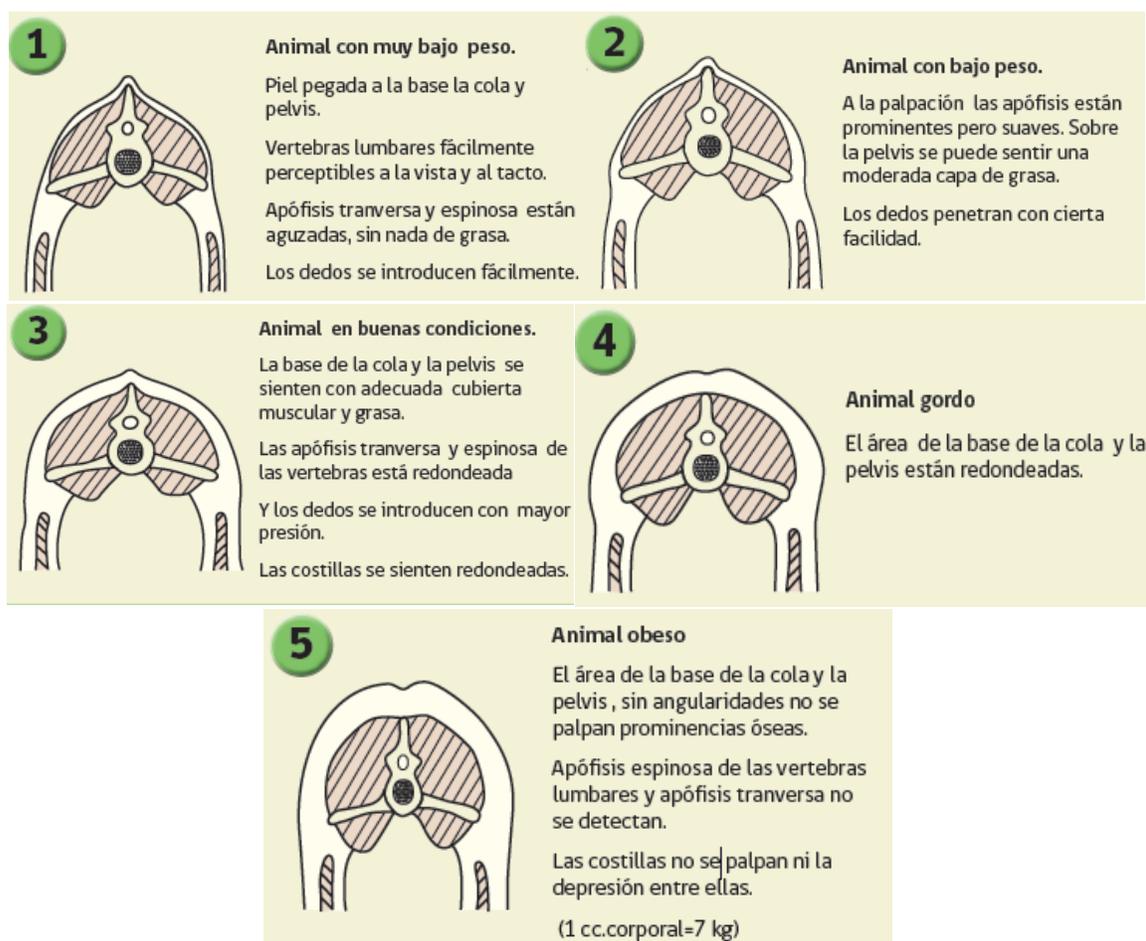


Figura 4. Escala de medición para establecer condición corporal en ovinos. Fuente: Romero (2015)

La condición corporal fue medida por la misma persona con el fin de reducir el sesgo del evaluador, esto porque la misma puede arrastrar interpretaciones subjetivas. El proceso fue realizado según explica Tron (2016) y es posible observar en la Figura 5, colocándose por la zona posterior del animal y poniendo ambas manos sobre la región lumbar recorriéndola hasta la grupa de donde deben sentirse las vértebras y los huesos de la cadera con gran facilidad y palparlos suavemente. Para la medición corporal, se le añadió un punto más de

condición corporal a las Pelibuey, puesto que morfológicamente es diferente a las otras. Esto según lo expuesto por Moreno (2017).

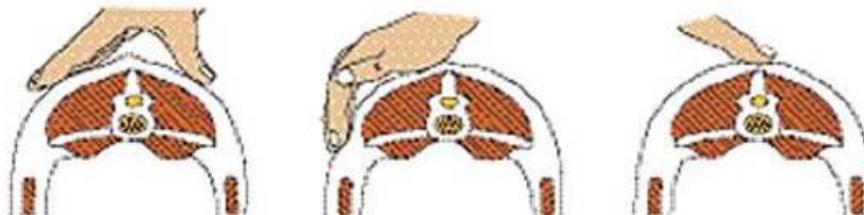


Figura 5. Zonas de tacto para analizar la condición corporal de un ovino. Fuente: Tron (2016)

Se estableció dos meses para la etapa de lactancia debido a su funcionalidad con respecto al tiempo del experimento, se prefirió fijar el tiempo en 2 meses independientemente de su peso, para estandarizar. Los dos meses establecidos se mantuvieron apoyados según lo descrito por Tapia (2014).

El engorde se realizaba de manera inmediata posterior al destete de igual manera que con las madres, en cubículos individuales para cada animal, pero la alimentación se efectuó en cubetas debidamente amarradas para evitar el desperdicio, esto por los niveles altos de grano utilizados, el amarre de los mismos fue necesario para evitar que los voltearan, proceso que se mantuvo por 60 días justo después del destete.

A todas las crías se les aplicó 0,02 mL de Selenio por vía intramuscular al momento del nacimiento y desparasitación interna al momento del destete, utilizando 0,02 mL de Selen-e, con el fin de evitar la pérdida de unidades experimentales por muerte durante la duración de la prueba.

Durante el periodo experimental, se contó con un total de entre 17 y 19 pesajes por hembra lactante y de 36 a 38 pesajes por cría desde su nacimiento hasta el finalizar el engorde, 4 meses exactos después mismo; se contabilizó cada mes como un periodo de 30 días para evitar la variación de días que existen entre los diferentes meses del año. Una vez recolectados estos datos se agruparon según categorías (raza o modelo internacional) y se compararon para conocer el efecto de las variables sobre ellos.

4.8 Programa utilizado para realizar dietas

Para las dietas se utilizó una herramienta en el programa Excel©, adaptada con fórmulas matemáticas establecidas para balance de nutrientes en dietas de ovinos. La misma se programó de manera que al ingresar el peso del animal, mostrara de forma automática los requerimientos del animal y el balance de nutrientes con respecto a la dieta ofrecida, se puede observar un ejemplo de la misma en la Figura 6. La herramienta fue reproducida en cinco versiones, una con los requerimientos NRC para hembras lactantes, NRC para hembras lactantes con dos crías, NRC para engorde, CSIRO para hembras lactantes y CSIRO para engorde.

ETAPA PRODUCTIVA: ENGORDE 30-40

PESO 38

▶ Forrajes (KG)		▶ Alimentos secos (Kg)		▶ Minerales (g)		▶ Suplementos (kg)	
Nombre	Cantidad	Nombre	Cantidad	Nombre	Cantidad	Nombre	Cantidad
1. ESTRELLA VERANO	0,00	HARINA SOYA	0,31	MEGAMIX	7,00	MELAZA	0,00
2. Imperial	0,00	Maiz	0,59	Ovino Fos pas	12,00	HENO TRASVALA	0,00
3. MANI FORRAJERO	0,00	Fibroso 2 pinos	0,39	NINGUNO	0,00	NINGUNO	0,00

	Energia (Kcal)	Proteina (gramos)	Calcio (gramos)	Fosforo (gramos)
Requerimiento	3628	200	6,5	4,1
Aporte dieta	3653,47	201	6,9	4,4
Balance	25,47	1	0,4	0,3

Tabla de requerimientos nutricionales

Peso (Kg)	Energia (Kcal)	Proteina (g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
31	3162	173	5,6	3,6
33	3350	182	5,9	3,8
35	3439	191	6,2	3,9
37	3628	200	6,5	4,1
39	3816	209	6,9	4,4
40	3975	212	7,3	4,6

Resultado **Adecuado Adecuado Adecuado Adecuado**

Figura 6. Herramienta de balanceo de nutrientes utilizada para la dosificación de animales en engorde dentro del rango de 31kg a 40kg según el modelo internacional CSIRO.

4.9 Análisis de datos

Para el análisis de la información se utilizaron análisis factoriales de varianza del mismo tipo, considerando los dos factores del modelo nutricional evaluado NRC y CSIRO, junto con 2 factores del grupo racial correspondiente a Katahdin, y Pelibuey, utilizando distintas variables respuesta según fuera el caso. Los supuestos de normalidad y de homogeneidad de varianzas fueron analizados por medio de un análisis Anderson-Darling. La finalidad se centró en establecer qué modelo o qué raza respondían de mejor manera a cada uno de los balances respuesta de la prueba mediante los análisis de varianza para los dos niveles de raza y los dos niveles de modelo nutricional.

Se procedió a analizar las madres, iniciando por la diferencia general de su peso obtenido a partir de la resta del peso final y sus diferencias con respecto al peso al inicio del estudio, el segmento madres concluye con un análisis de condición corporal posterior al pesaje realizado el último día de lactancia. El mismo se analiza utilizando una prueba de Kruskal Wallis para estimación de la varianza no paramétrica para observar si había alguna diferencia significativa.

Para las cías los resultados son expresados como su crecimiento durante las etapas de lactancia y engorde, en un análisis de su crecimiento general y una comparación de crecimiento entre las dos etapas evaluadas, lactancia y engorde. Posterior a ello los pesos obtenidos y los crecimientos fueron analizados en función a las variables de interés mencionadas. En el caso de engorde un análisis *step by step* para diferencias más sutiles.

Modelo experimental:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + M_j + (R * M)_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Variable respuesta

μ = media poblacional

R_i = efecto i-esimo de la raza

M_j = efecto j-esimo del modelo

$(R * M)_{ij}$ = interacción

E_{ijk} = error

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Variación en las dietas de acuerdo al modelo de requerimientos

Al finalizar el proceso de formulación, se detectaron diferencias importantes en cuanto a las distintas tablas, las necesidades de proteína según lo expuesto por el NRC, hicieron necesaria una mayor inclusión de soya en la dieta, así como un crecimiento importante de las raciones en cuanto se aumentaba de peso como era esperado.

En el caso de animales con partos dobles, se incrementó la cantidad de alimento utilizado en las diferentes materias primas, no obstante su distribución fue congruente con los datos de tablas para hembras con partos individuales sobre los nutrientes balanceados y las altas incursiones de soya. En partos gemelares las cantidades se incrementaron porque presentan una mayor necesidad de sostener una doble labor materna como lo explican Martínez y De la Barba (2009), que se ve reflejada en la cantidad de grano otorgada según peso y por eso, una mayor demanda de nutrientes.

En el caso de CSIRO, en comparación con lo observado con las tablas NRC, es posible identificar un incremento importante en la inclusión de maíz y una disminución en la soya para completar las necesidades nutricionales de la tabla. Esto responde al alto nivel energético del maíz y el alto valor proteico de la soya respectivamente, que responden a las variaciones nutricionales de ambas tablas.

En el caso de la etapa de engorde, se incrementa en relación con el utilizado durante la lactancia, esto por la falta de un componente forrajero en la dieta, que obliga a un sistema de mayor cantidad de alimento comercial o grano para saciar a los animales. Por ende fue necesaria la incorporación de un concentrado comercial más durante el engorde para nivelar la demanda fibrosa y poder balancear mejor estas fórmulas.

Finalmente con los datos de CSIRO (2007), se pudo observar una incorporación mayor de maíz con respecto a los de soya, dato contrario al encontrado en NRC (2007), no obstante en total, es necesario mayor cantidad de alimento en CSIRO que en NRC para saciar los requerimientos de las tablas y por ende un mayor consumo.

5.2 Resultados de las reproductoras

La fluctuación de pesos en las hembras durante la etapa de estudio presentó una tendencia esperada para todos los animales, donde las hembras tuvieron una pérdida de peso

durante aproximadamente, el primer mes de lactancia o la mitad de la misma para posterior a ello subir de peso durante el segundo mes. Este comportamiento de peso es considerado como normal según explica Casaretto (2008), por la alta demanda energética que tienen las hembras al inicio de la lactancia, la producción de leche por la oveja hace su pico de máxima producción entre la segunda y tercera semana de lactancia, tiempo en que es normal encontrar pérdidas más pronunciadas para pasar posteriormente a una recuperación. No obstante, existieron diferencias en cuanto al pesaje final con respecto al pesaje inicial los cuales fueron expuestos como diferencias finales, es posible apreciar estos cambios en el Cuadro 4

Cuadro 4. Comparación de pesajes al inicio y al final de las hembras lactantes durante la prueba.

Modelo	Raza	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	Diferencia (kg)
NRC	Katahdin	34,3	32,8	-1,5
NRC	Katahdin	35,6	35,65	0,05
NRC	Katahdin	36,9	38,15	1,25
NRC (gem)	Pelibuey	38,3	40,5	2,2
NRC (gem)	Pelibuey	28,1	32	3,9
NRC	Pelibuey	33	35,15	2,15
CSIRO	Katahdin	31,6	29,3	-2,3
CSIRO	Katahdin	37,5	36	-1,5
CSIRO	Katahdin	35,9	34,55	-1,35
CSIRO	Pelibuey	35,55	36,5	0,95
CSIRO	Pelibuey	31,75	34,3	2,55
CSIRO	Pelibuey	34,85	35,4	0,55

5.2.1 Efecto del uso de valores distintos de tabla nutricional como herramienta de formulación sobre el mantenimiento del peso durante la lactancia.

Cuatro de los doce animales (33,3%) terminaron con pesos inferiores a los que poseían al iniciar el estudio, lo que hace indicar que el ajuste de las dietas para este grupo no fue adecuado para favorecer su recuperación., mientras que el resto de los animales (66,66%), terminaron con pesos finales superiores a los obtenidos al inicio del experimento.

Al formular en base a las tablas o modelos nutricionales, se espera una respuesta de producción positiva no solo de la cría, sino de la recuperación de la hembra. Robinson (1986),

manifiesta que en todos los mamíferos es común observar una movilización de grasas acumuladas hacia la cría durante el último tercio de gestación y las primeras semanas de la lactancia, entre sus ejemplos cita a las ovejas ferales.

Geenty (1979), encontró una relación inversamente proporcional entre el peso metabólico del animal y la producción de leche, de manera que al aumentar el volumen de leche, la hembra podría ver más comprometida su recuperación. Adicionalmente, se encontró que hembras de la misma raza pueden producir más leche en el caso de lactancias gemelares, lo que sugiere una adaptación fisiológica del animal a la necesidad de mantener dos crías. El estudio no enfatiza sobre el tipo de alimentación de la misma

5.2.2 Diferencia general de peso de los animales según razas, modelos internacionales y sus variaciones

Se determinó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en el balance de peso al final de la lactancia, de acuerdo al modelo de requerimientos utilizado y al grupo racial de los individuos analizados. Así, las ovejas cuyas dietas se formularon a partir del modelo del NRC finalizaron con 1,34 kg de peso de más al final de la lactancia, en comparación con las ovejas cuyas dietas se formularon de acuerdo al modelo de CSIRO, donde el balance de peso fue negativo. También, se detectó que las hembras de raza Pelibuey terminaron sus lactancias con un balance de peso positivo en comparación al promedio de la raza Katahdin (Figura 7).

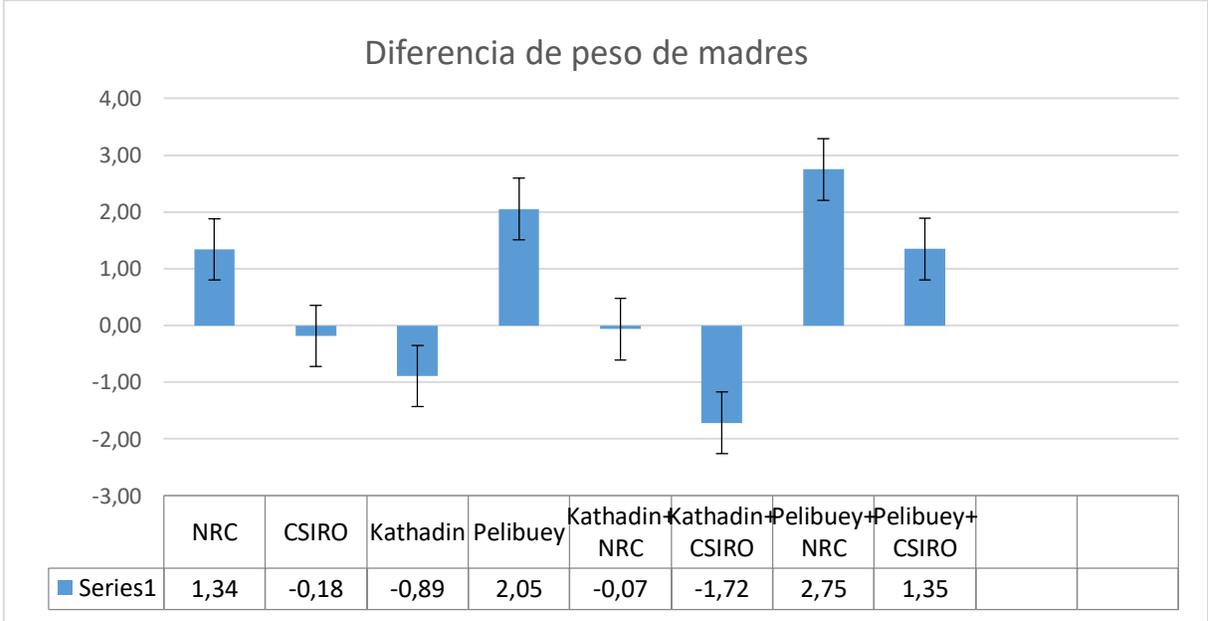


Figura 7. Diferencia general de las hembras lactantes durante la prueba según los diferentes estratos de análisis.

Con la aplicación de un análisis factorial de varianza para los dos factores del modelo NRC y CSIRO, junto con dos factores de raza correspondientes a Katahdin, y Pelibuey, teniendo como respuesta el balance final en kilogramos y un α de 0,05, es posible observar diferencias significativas sobre el balance por el efecto del uso del modelo nutricional NRC ($p > 0,05$) en el cual los resultados sobre los balances son significativamente más favorables que con el modelo nutricional de CSIRO. Adicionalmente se observan diferencias significativas según el factor raza, donde los ejemplares Katahdin (-0,89 Kg) dieron balances significativamente diferentes ($p < 0,05$) a la raza Pelibuey (2,05 Kg), siendo ésta última la que terminó más pesada al final de la etapa de lactancia en comparación a su peso inicial.

Con lo anteriormente mencionado, se puede indicar en las condiciones de este experimento, NRC brinda mayores tasas de recuperación del peso al finalizar la lactancia. Esto puede deberse que a pesar de tener menores cantidades de alimento, NRC complementa mejor las necesidades del animal, ya que al utilizar un complemento forrajero como el heno con bajo nivel proteico, la mayor utilización de soya suplió esa característica, balanceando mejor la proteína y la energía

No obstante es posible esperar un balance significativamente menor Katahdin que en Pelibuey, donde la raza Katahdin finaliza con pesos menores a los que tuvieron al iniciar la lactancia. Puede deberse a las cantidades de leche producidas o a una mejor asimilación metabólica del alimento por parte de la Pelibuey sobre la Katahdin CSIRO+Pelibuey resulta la combinación con mejores resultados que las demás.

A nivel internacional esta etapa se encuentra poco estudiada en lo que son las hembras para razas cuya finalidad no es la producción de leche, ya que la mayor concentración de estudios se enfocan en el crecimiento cárnico de las crías y no en la recuperación de la condición corporal en la hembras. No obstante, estudios generales de ovinos como el descrito por Geenty (1979) hablan de que los pesos al finalizar una lactancia deben ser muy cercanos al original, principalmente en cruces de razas, que pueden mostrar hasta un 7% de heterosis.

También, Lobón et al. (2018) también explican que pesos cercanos al original o al momento de iniciar la lactancia, son factibles de conseguir en condiciones de estabulación total; como las utilizadas en la presente investigación, ya que se utiliza menos energía caminando y pastando, lo que se traduce en mejores tasas de recuperación corporal y peso al finalizar la lactancia. Por otra parte, Benchohora et al. (2014) encontraron que en promedio las ovejas al finalizar la etapa de lactancia finalizaban con pesos 2,7% menores al obtenido al

iniciar la lactancia, aunque en estos estudios no se especificó la edad de los animales, sí se indicó que todas las hembras eran de primer parto.

5.2.3 Curva de variación de pesajes de las madres durante la prueba

El Cuadro 5 muestra la variación de peso que tuvieron las hembras durante la etapa de lactancia. Los animales bajaron de peso como previamente fue mencionado para luego tener una etapa de recuperación, el cuadro divide esto según los datos de interés para su respectivo análisis.

Cuadro 5. Cuadro de variaciones de pesos de las madres desde el inicio del ensayo hasta el peso menor obtenido y desde este último hasta el final de la lactancia.

Raza*	Tratamiento	Peso inicial	Peso mínimo	# días al mínimo	Peso final	% Perdido del inicio al peso mínimo	% Recuperado del peso mínimo al peso final
HK	NRC	35,60	31,88	22 ^a	35,53	10,37 ^b	9,93
HK	CSIRO	35,00	30,48	20 ^a	33,28	12,87 ^b	8,17
HP	NRC	33,13	30,77	30 ^b	35,88	7,10 ^a	14,43
HP	CSIRO	34,05	31,63	23 ^a	35,40	7,11 ^a	10,67
	EEM	1,85	1,55	2,35	1,81	1,15	2,49

Letras diferentes en la misma columna son estadísticamente distintas ($p < 0,05$) *HK= hembra Katahdin, HP= hembra pelibuey

Por medio de un análisis de ANDEVA, es posible observar dos patrones importantes. En primer lugar las hembras Katahdin tienden a presentar menor tasa de recuperación, debido a un efecto racial que puede deberse a factores como menor capacidad de conversión o mayor gasto energético durante la lactancia por una mayor cantidad de leche. El segundo es que parece ser que formular a partir de las tablas de CSIRO tiende a bajar la tasa de recuperación en comparación con las tablas de NRC. Al final, 11 de las 12 hembras del estudio presentaron el pesaje más bajo antes de haber completado la primera mitad de su lactancia, para luego pasar a una etapa de recuperación.

Richarson y Monahan (2009) reportan cambios de peso muy similares a los obtenidos, explicando que los animales tienen el pico de producción de leche al final de la cuarta semana de lactancia lo que produce un gasto de energía mayor al que el animal es capaz de consumir, y de ahí su pérdida de peso. También enfatiza que los partos gemelares no afectan el peso de la madre, ya que una sola cría es capaz de consumir la producción completa de leche de la madre, por lo que partos gemelares se traducen en el peso de las crías y no sobre las madres.

Si bien no se encontraron estudios a nivel materno de las presentes razas, estudios como el realizado por Geenty (1979), explica que el comportamiento del peso de la hembra tiene una relación con la cantidad de leche producida, y razas como East Friesian que son conocidas por su alta productividad pueden verse más afectadas. No obstante la cantidad de leche sólo es una de las hipótesis de la razón del peso, que no puede extrapolarse al estudio porque en el mismo este dato no fue analizado, pero es importante recalcar que es uno de los más tocados a nivel de literatura.

5.2.4 Condición corporal de las madres al final de la prueba

En el análisis de la calificación de la condición corporal de las madres al final de la lactancia se determinó que no hay diferencias significativas ($p > 0,05$) debidas al grupo racial ($p = 0,455$), a la tabla utilizada ($p = 0,999$) o a la interacción entre ellas ($p = 0,812$). Se puede observar que existe una gran semejanza entre los datos obtenidos, ya que sólo 4 animales del estudio presentaron condiciones distintas a 3 (Cuadro 6). Aunque esta similitud en los datos depende del ajuste realizado en la evaluación de las hembras Pelibuey a las que se les aumentó un punto a la condición observada, debido a las características morfológicas de la raza, en congruencia a lo descrito por Moreno (2007). Sin embargo, es importante resaltar que la CC es una medición en función de la morfología de cada raza.

Cuadro 6. Medias, máximos y mínimos en la calificación de la condición corporal (CC) de las hembras al finalizar su etapa de lactancia.

Raza	Tabla	CC	Máximo	Mínimo
Katahdin	NRC	3,00	3,00	3,00
Katahdin	CSIRO	3,00	3,00	3,00
Pelibuey	NRC	3,00	2,00	4,00
Pelibuey	CSIRO	2,67	2,00	3,00

Asimismo, Aké et al. (2013) encontraron que aunque se presenten pesos bajos al final de la lactancia, la condición corporal influye sobre la tasa ovulatoria, y una mayor cantidad de cuerpos lúteos en las ovejas de mayor condición corporal.

Sánchez, (2003) comenta que ovejas con una condición corporal entre 3 y 4 al momento del parto presentan menores pérdidas postnatales y destetan más kilogramos de carne de cordero, en comparación con las que llegan con una condición debajo de 2,5. Solo dos animales del estudio resultaron con una condición corporal por debajo de 2,5 descrita por

Sánchez (2003), en resumen, no hubo efecto de ninguno de los tratamientos o sus interacciones sobre la condición corporal de los animal ($P>0,05$). Sin embargo, es importante resaltar que la CC es una medición en función de la morfología de cada raza.

5.3 Resultados de las crías

Las crías mantuvieron un crecimiento constante durante la prueba, sólo se presnetó una merma en la ganancia de peso durante los primeros días post destete, debido al estrés de la separación, sin embargo no hubo ningún inconveniente posterior. Este efecto coincide con lo publicado en el trabajo de Casaretto (2008) quien explica que al momento del destete suele existir una pequeña pérdida en la ganancia de peso al iniciar el engorde, por el estrés producido al separarse de la madre, aunque debe existir un crecimiento durante este periodo como en cualquier animal en desarrollo.

5.3.1 Crecimiento de las crías durante la lactancia y el engorde

En cuanto al desempeño productivo de las crías durante las dos etapas se encontraron diferencias estadísticas ($p<0,05$) debidas al grupo racial en las variables de peso al destete ($p<0,001$), ganancia de peso durante la lactancia ($p<0,001$), peso al final del engorde ($p=0,002$), pero no se detectaron diferencias en la ganancia de peso al final del engorde ($p=0,965$). Otros efectos como la tabla utilizada para formular las dietas, así como la interacción entre ambas variables, no resultaron significativas en ninguna de las variables analizadas.

En términos generales, los individuos de la raza Katahdin presentaron mejores características de desempeño productivo, en comparación con los animales de la raza Pelibuey, ya que fueron en promedio 3,47 kg más pesados al destete y con una ganancia de peso acumulada en la lactancia promedio de 2,61kg; en comparación con los corderos de la raza Pelibuey. Al final de la etapa de engorde los corderos Katahdin fueron en promedio 4,15kg más pesados que los individuos Pelibuey.

Estas diferencias entre las razas se deben a lo descrito por Caja y Treacher (2002) explican que lo anterior puede deberse a la variación de producción de leche entre las diferentes razas ovinas, la cual resulta ser sumamente amplia según su enfoque productivo que se les ha dado por selección genética a lo largo del tiempo ya que durante el pico de la lactancia, razas enfocadas en la producción de carne pueden alcanzar a producir alrededor de 2 y 4 kg de leche por día, mientras que en el otro extremo hay un gran número de razas europeas especializadas en la producción de leche como la Lacaune, Manchega, Churra,

Latxa, Manech y Sarde que llegan a producir más del doble de estas cantidades. No obstante, estas producciones se ha notado están relacionadas con el peso de la cría al destete y de la madre al finalizar la etapa de lactancia.

Esta diferencia de peso favorable para los corderos Katahdin podría ser la causa del desbalance negativo en las ovejas, ya que las hembras consumen parte de sus reservas en pro del crecimiento de sus crías. Esto coincide con los resultados obtenidos por Hinojosa et al. (2012), que explican que épocas en donde la comida escasea la producción de leche es menor, lo que hace da al finalizar la lactancia crías más pequeñas, de igual forma menciona que las crías son capaces de consumir toda la leche, por lo que animales que producen más leche, engordan más a las crías razón por la que puede haber un efecto raza implicado en este resultado.

Ríos et al. (2014) en un estudio realizado en Pelibuey y sus hibridaciones con Black belly, Katadhin y Dorper, complementan la idea, ya que encontraron que los híbridos de los corderos KatahdinxPelibuey tuvieron mayores GPD y peso al destete que los corderos KatahdinxBlack Belly, PelibueyxBlack Belly y Pelibuey, pero similares a los DorperxPelibuey, encontrando un efecto potenciador en estas razas a la hora de cruzarlas, atribuyendo un efecto de mayor aumento de kilogramos en la lactancia a Dorper y Katahdin, sobre Pelibuey individualmente.

Los datos obtenidos concuerdan con Chay-Canul *et al* (2019) cuyos resultados indicaron que la productividad al destete de las ovejas Pelibuey y Katahdin es similar en condiciones estabuladas, sin embargo tanto la ganancia diaria de peso como el cambio de peso total fue diferente entre razas. Es posible observar esto con lo obtenido en el siguiente Cuadro 7.

Cuadro 7. Medias para los pesos de las crías del estudio al finalizar la etapa de lactancia y engorde y sus respectivas ganancias de peso.

Raza	Tabla	PD (kg)	GPD _L (kg)	PF (kg)	GPD _E (kg)
Katahdin	NRC	16,68 ^b	13,32 ^b	30,12 ^b	13,43
Katahdin	CSIRO	16,43 ^b	12,75 ^b	31,00 ^b	14,57
Pelibuey	NRC	12,65 ^a	10,32 ^a	26,56 ^a	13,91
Pelibuey	CSIRO	13,53 ^a	10,54 ^a	26,25 ^a	12,72
E.E.M.		0,61	0,42	1,02	0,73

Letras diferentes en la misma columna son estadísticamente distintas ($p < 0,05$). PD= Peso al destete; GPD_L=Ganancia de peso en la lactancia; PF= Peso al final del engorde; GPD_E=Ganancia de peso al final del engorde.

Una vez analizada la etapa de lactancia en las crías se procedió a evaluar la etapa de engorde bajo las mismas variables de respuesta, la ganancia durante el proceso y la etapa final. Nuevamente es importante recalcar que estos datos deben verse como concluyentes para esta etapa, pero no para un modelo completo de producción.

Durante la evaluación de estos resultados, se mantiene la constante en la que no se atribuyen diferencias significativas en el balance por parte del modelo nutricional ni en la raza a utilizar ($p > 0,05$). No obstante, para el engorde, ni la raza ni el modelo fueron significativos de una manera no concluyente, por lo que se utiliza el método step by step para determinar si por sí solo, algún factor resulta significativo. Al realizar este proceso extra que corresponde a un ANOVA de un solo factor, es posible identificar que tanta variabilidad brinda éste factor al estudio, donde se encontró que para ésta etapa de engorde el efecto raza, explica un 79 % de la variabilidad, siendo éste de importante consideración.

Los resultados de literatura son diferentes con respecto al engorde con éstas dos razas analizadas. Cárdenas *et al* (2017) encontraron en su estudio en el cual se compararon ovejas Pelibuey y Katahdin en Yucatán con distintos tipos de alimentación, que los animales presentaron similares tasas de incremento de peso y peso a la madurez, así como conformaciones físicas y demandas nutricionales similares en las dos razas. Los resultados se repitieron con Macías *et al*. (2010) que compararon las dos razas del estudio con animales Dorper. Los corderos Dorper ganaron 16 y 25% más peso por día ($P < 0,05$) que los Katahdin y Pelibuey, pero éstos dos últimos no mostraron diferencias.

Tanto Macías *et al*. (2010) como Richarson, y Monahan (2009) mostraron diferencias en el desarrollo, de los animales gemelares, lo que puede ser uno de los precursores de las

diferencias encontradas, ya que algunas de las crías Pelibuey evaluadas eran gemelares, lo que resulta importante a analizar más a futuro.

5.4 Costos según producción de carne

Resultado importante conocer cuanto fue necesario invertir en los animales para ganar un kilogramo de peso vivo. En el caso de las hembras Pelibuey con partos gemelares se hizo al ajuste dividiendo los costos a la mitad para cada una de las crías. También se divide el costo por proceso (engorde o lactancia) donde se nota que la mayor inversión se da durante la etapa de engorde por el consumo de alimentos no forrajeros que éste lleva.

En la Figura 8 se puede observar diferencias mayores a los 100 colones por kilogramo entre los datos de interés para la producción de carne, tomando en cuenta lo invertido por animal desde su nacimiento (alimentación de la madre) y el engorde, siendo el NRC+Pelibuey el aparentemente más rentable de los procesos para engorde; no obstante es necesario recordar que dos de las hembras Pelibuey tratadas con NRC tuvieron partos gemelares, lo que podría tener un impacto que descompense económicamente el resultado de eficiencia económica, en cuyo caso es interesante observar como a pesar de ser más cara y de mayor cantidad la dieta NRC para partos gemelares, se compensan y justifican con los kg ganados en la cría.

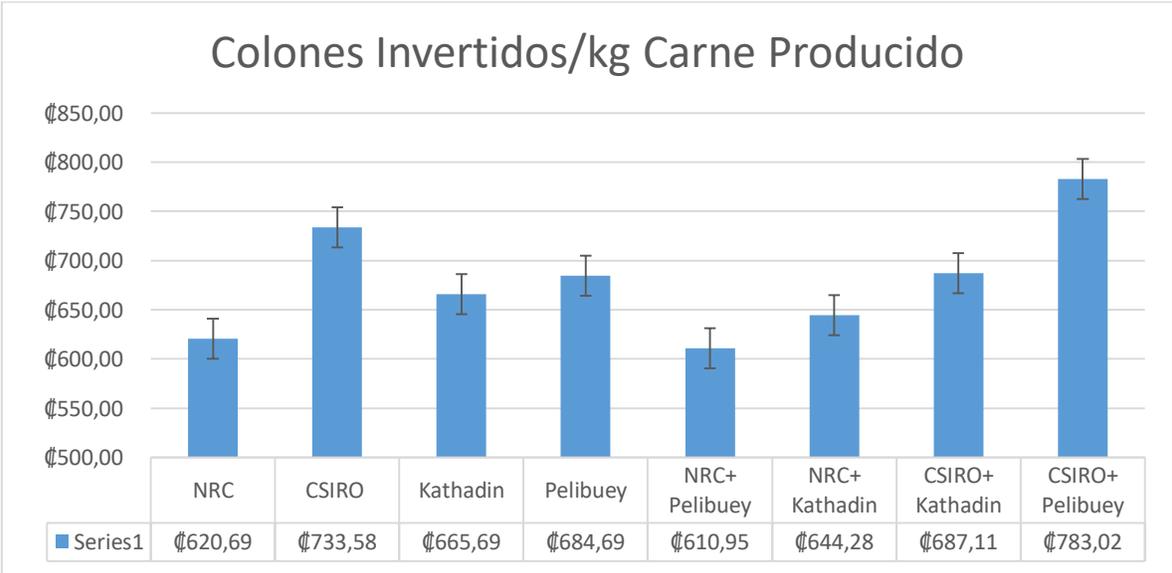


Figura 8. Colones invertidos por cada kilogramo de peso vivo producido durante todo el periodo experimental, sumando crecimiento desde el nacimiento hasta el final del engorde y costos de lactancia y engorde por sección a analizar.

Este último dato resulta importante de retomar ya que proyectos realizados como los de Godfrey y Dodson (2003) mencionan que las pérdidas de peso de las hembras en la etapa de lactancia tienen repercusiones sobre el restablecimiento y la reestructuración de la ciclicidad en las ovejas posterior al parto. Entre más baja se encuentre la condición corporal, habrá un aumento en el intervalo entre el parto y el primer estro. Por lo que resulta de vital importancia tomar en cuenta que algunos animales requerirían una inversión mayor en su recuperación la cual comercialmente debería asumirla la lactancia de la o las crías engordadas.

Finalmente, se puede observar que los costos de CSIRO en las condiciones del estudio y con la población presente, resultaron mayores a los de NRC, en la cual las dos interacciones de raza con NRC dieron valores de inversión menores a los de sus interacciones con el modelo nutricional que presenta CSIRO. Esto puede deberse a la alta demanda de nutrientes de la tabla CSIRO con respecto a la NRC, que hace necesaria una mayor cantidad de alimento y por ende de inversión, no obstante como se mencionó anteriormente, para las materias primas utilizadas en el presente estudio, NRC requiere una mayor cantidad de soya para satisfacer la fracción proteica y CSIRO requiere mayor cantidad de maíz para satisfacer la parte energética; por lo que los valores están muy ligados al precio en el que se encuentren estas dos materias primas a la hora del estudio en conjunto con las demás.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con los datos obtenidos en el estudio a continuación se dividen las conclusiones en 4 segmentos distintos, los obtenidos en la etapa de lactancia en las madres, los obtenidos en las crías en las dos etapas, el análisis de correlación y por último los resultados económicos. Es importante también resaltar que los siguientes resultados aplican a las condiciones estabuladas, alimenticias, sanitarias y climatológicas mencionadas en el estudio con la población obtenida.

1. En cuanto a los análisis obtenidos en las madres durante la lactancia los resultados indican que es NRC brinda mejores balances finales si se compara el peso final de producción con el peso con el que se inició el mismo. Dando ésta tabla animales más recuperados al finalizar la etapa.
2. En cuanto al factor raza, se pudo observar diferencias estadísticamente significativas entre las razas Kathadin y Pelibuey en las hembras de lactancia.
3. La raza Kathadin presenta tendencia a perder más peso durante la etapa de lactancia en comparación a Pelibuey, lo cual se ve reflejado posterior a dos meses, aunque su tendencia es la misma de tener una pérdida de peso al inicio para posterior llegar a un punto de recuperación. No obstante el mismo no es suficiente para recuperar su peso original.
4. Las Katadhin presentan una mayor dificultad de recuperación durante el segundo mes de lactancia, por lo que es un detonante a que el peso al final sea menor que en Pelibuey.
5. Se recomienda en el caso de la raza Kathadin mantener un proceso de recuperación posterior al destete antes de buscar una nueva preñez.
6. A pesar de NRC dar mejor resultados generales, la combinación más favorable fue CSIRO+Pelibuey, este dato puede deberse a que dos animales evaluados con NRC de la raza Pelibuey tuvieron partos gemelares, por lo que se recomienda un estudio al respecto de los efectos en casos gemelares vrs partos individuales.
7. En las crías no hubo una interacción entre el modelo nutricional utilizado y la raza, por lo que nutricionalmente es indiferente cual tabla utilizar para el desarrollo de peso del animal.
8. Se recomienda en una producción contemplar la necesidad de mantener a los ejemplares de Pelibuey más tiempo en engorde bajo estas condiciones.
9. Esto puede deberse a otros factores como una afinidad genética a las materias primas utilizadas que da mayor absorción o aprovechamiento de nutrientes por

parte de algunos individuos que se lo pasaron a sus crías, no obstante se recomienda mayor estudio y análisis al respecto, para conocer realmente que cause este efecto.

10. Se recomienda para una producción considerar cruces, especialmente por el hecho de poder observar animales más recuperados post lactancia en Pelibuey pero crías finalizadas al engorde más pesadas en Kathadin, cosa que puede suponer algún tipo de heterosis.
11. Los costos de producción están sujetos al costo de las materias primas en el mercado y disponibilidad de las mismas, por lo que no se recomienda una tabla en específica, no obstante con estas materias primas y los ingredientes actuales NRC resulta más económico y por ende más viable.

7. LITERATURA CITADA

- Acuña, V. Cruz, A. Morales, J. 2003. Industrialización de Heno de Calidad en Sistemas Bajo Riego en Costa Rica. San José, Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Fundecoperación para el Desarrollo Sostenible *Sistema Unificado de Información Institucional Información Agropecuaria (SUNII)*, Corporación Ganadera (CORFOGA). 34p
- Aké, J. Casanova, G. Centurión, F. Efecto de la condición corporal sobre la sincronización del estro, fertilidad y prolificidad de ovejas de pelo. *Bioagrobiencias* 6(2): 34-38.
- Alderman, G; Cottrill, B; Agricultural and Food Research Council (Great Britain). 1993. Energy and protein requirements of ruminants: an advisory manual. CAB internacional. 159p.
- Alvarado, G. WingChing-Jones, R. 2009. Valor Nutricional del Heno Transvala Inoculado con el Hongo *Pleurotus ostreatus* sp1. *Agronomía Costarricense* 33(1): 147-153.
- Arenas, F. Ceballos, M. Tarazona, A. 2012. Origen y evolución de los ovinos. Medellín, Colombia. Consultada: 17 agosto 2018.
<http://rumiantesmenores.blogspot.com/2012/04/origeny-evolucion-de-los-ovinos.html>
- Asociación Mexicana de Productores de Ovinos. 2007. www.asmexcriadoresdeovinos.com. Eclipse. 32p
- Benchohra, M. Amara, K. Yacine K. Hemida, H. Body Weight Changes of Non-dairy Rembi Sheep During Lactation Period in Tiaret District, Algeria. *Global Veterinaria* 12 (5): 617-621
- Bores, R. Velázquez, P. Heredia, M. 2002. Evaluación de Razas terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 40(1): 71-79.
- Braga, S. Ferreira, I. Garcia, I. Oliveira, D. Rodrigues G. Katiane, A. Macedo, C. Barboza, J. 2012. Performance, carcass characteristics and non-carcass components of Texel x Santa Inês lambs fed fat sources and monensin. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(2), 421-431.
- Buratovich, O. 2010. Eficiencia Reproductiva en Ovinos: Factores que lo Afectan. *Ganadería*. 34(1): 155-158.

- Caja, G. Treacher, T. 2002. Nutrition during lactation. University of Barcelona, España. 213-236.
- Campos M., Montero D. 2004. Programa de Manejo y Salud del Hato Ovino. Revista Lasallista de Investigación. 4(1):40-50p
- Cárdenas, J. Duarte, P. Mena, D. Ramos, O. Requerimientos y eficiencia energética de ovejas Pelibuey y Katahdin no gestantes, no lactantes en Yucatán, México. MVZ Córdoba 23(2):6598-6606
- Casaretto, A. 2008. Consideraciones al Destete. Producción de carne ovina de calidad, carne ovina tipo SUL. Uruguay. 36-40p
- Castellaro, G. Orellano, C. Escanilla, J. 2015. Manual Básico de Nutrición y Alimentación de Ganado Ovino. Universidad de Chile, Chile. 15p
- Chay-Canul, A. García, R. Magaña, J. Macías, U. Luna, C. 2019. Productividad de ovejas Pelibuey y Katahdin en el trópico húmedo. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 6(16):159-16
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). 2007. Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. CSIRO Publishings. 270p.
- Cordero, R. 2010. Especies menores: Ovejas. Universidad Estatal Nacional a Distancia. San José, Costa Rica. 10p
- Correa, F. 2006. Estudio del desarrollo de los estómagos de los rumiantes. Universidad de Granma, Cuba. 9p
- Duarte, F. Pelcastre, A. 2000. Efecto de la suplementación predestete a corderos en condiciones tropicales. Livestock Research for Rural Development. (12)3
- Echevarría, A. Miazzi, R. 2002. El ambiente en la producción animal. Argentina. Consultada el día: 21 de abril, 2018. www.produccion-animal.com.ar/...y.../01-el_ambiente_en_la_produccion_animal.pdf
- Elizondo, J. 2004. Consumo de Sorgo Forrajero Negro en Cabras. Agronomía Mesoamericana 15(1): 77-80. 2004
- Ferrer, 2018. Comunicación personal. Medición de condición corporal en ovinos. Veterinario experto en producción ovina, Costa Rica.

- García, M. 2000. Manejo de los Corderos. Mexico. Consultada: 30 agosto 2018.
<http://www.uno.org.mx/empezar/corderos1.html>
- García, F; Picone, M. 2004. Fosforo: Dinámica y manejo de sistemas de siembra. Potash and phosphorus Institute of Canada, Canada. 55(1): 12
- Gómez, H. González, A. Cervantes, J. Rivera, M. Beltrán, S. Morón, F. 2011. Engorde Intensivo de Corderos Usando Granos Enteros. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. San Luis, México. 2p
- Geenty, K. 1976. Lactation performance, growth, and carcass composition of sheep. New Zealand Journal of Agricultural Research. 24(1): 241-249.
- Gimenez, D. 1994. Nutrient Requirement of Sheep and Goats. Auburn University. Alabama, USA. 8p
- Giraud, C. Villar, M. Villagra E. 2014. Engorde de Ovinos y Caprinos a Corral. Ediciones INTA. 48p
- Godfrey, R.W. and Dodson, R.E. 2003. Effect of supplemental nutrition around lambing on hair sheep ewes and lambs during the dry and wet seasons in the U.S. Virgin Islands. J Anim Sci, 81: 587-593.
- González, R. Blandon, K. Ramos, J. Ramírez, B. Sosa, R. Gaona, M. 2013 Rentabilidad de la producción de carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación. Universidad Autónoma Chapingo. 17(1): 135-148
- Hinojosa, A. Oliva, J. Torres, G. Segura, J. Aranda, E. González, J. 2012. Factors that affect pre-weaning growth of pelibuey lambs in the Humid Tropics of Mexico. Universidad y Ciencia Trópico Humedo. 28(2):163-171
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2015. VI Censo Nacional Agropecuario. San Jose, Costa Rica. 37-38p
- Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins: les INRA tables 2007. Éditions Quae. 307p
- Lara, J. 2016. Engorda de corderos con dietas a base de granos, altas en energía. Fortalecimiento del Sistema Producto Ovino. México. 6p

- Lobón, S. Blanco M. Sanz A. Ripol G. Joy M. 2018. Effects of feeding strategies during lactation and the inclusion of quebracho in the fattening on performance and carcass traits in light lambs. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Zaragoza, España. 7p
- Macedo, R. Arredondo, V. 2008. Efecto del Sexo, Tipo de Nacimiento y Lactancia Sobre el Crecimiento de Ovinos Pelibuey en Manejo Intensivo. Universidad de Colima. Colima, México. 10p
- Macías, U. Álvarez, V. Rodríguez, J. Correa, A. Torrentera, M. Molina, R. Avendaño, R. 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(1), 147-154.
- Martínez, A. 2014. Valoración energética de animales. Universidad de Córdoba. Córdoba, Colombia. 39p.
- Martínez, M. De La Barba, R. 2009. Requerimientos Nutricionales de la Oveja Durante la Lactancia Temprana del Cordero. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile. 2p.
- Mata, L. 2017. Tabla de Composición de Materias Primas Usadas en Alimentos para Animales: 2017. Centro de Investigaciones en Nutrición Animal. 158p
- Mora, D. Chacón, A. 2015. La ovinocultura en Costa Rica: Caracterización sectorial año 2014. Nutrición Animal Tropical 9(2): 124-155
- Moreno, J 2017, Nutrición y Alimentación del Ovino: Evaluación de la Condición Corporal. Universidad de Chile, Chile. 6p
- National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. The National Academies Press. 362p.
- Naval, M. Nguyen, Q. McWilliam, S. Porto-Neto, L. Tellan, R. Vuocolo T. Reverter, A. Kijas, J. 2018. Sheep genome functional annotation reveals proximal regulatory elements contributed to the evolution of modern breeds. Nature Communications. 859 (9):1-13
- Partida, J. Braña, D. Jiménez, H. Ríos, F. Buendía, G. 2013. Producción de carne ovina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Ajuchitlan, México. 71 p

- Pérez, M. 2001. El proceso de domesticación animal en el Próximo Oriente: planteamiento y evolución. *Prehistoria Levantina* 24 (1):65-96
- Reis, P; Tunks, D; Munro, S. 1990. Effects of the infusion of amino acids into the abomasum of sheep, with emphasis on the relative value of methionine, cysteine and homocysteine for wool growth. *Journal of agricultural science*. 114: 59-68.
- Richarson, T. Monahan, R. 2009. Lactation, Lamb Rowth and the Lamb Weaning Decision. *Beef+Lamb*. New Zealand. 4p
- Robinson, J. Changes in Body Composition During Pregnancy and Lactation. *Proceedings in the Nutrition Society*. 45(1): 71-80.
- Rojas, A. Campos, C. Martinez A. 2015. Calidad nutricional y presencia de aflatoxina de los henos de Transvala (*Digitaria decumbens* cv. Transvala) producidos en 5 cantones de la provincia de Guanacaste, Costa Rica. Centro de Investigación en Nutrición Animal y Escuela de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. 3p
- Romero, O; Bravo, S. 2012. Registros en la producción ovina. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Madrid, España. Consulta el día: 30 agosto 2018. www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38528.pdf.
- Romero, O. 2015. Evaluación de la Condición Corporal y Edad de los ovinos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. Temuco, Chile. 4p
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2016. Plan Rector Sistema de Producción Ovinos (2015-2024) Actualización 2016. México. 16-17p
- Salah, N. Sauvant, D. Archimède, H. 2014. Nutritional requirements of sheep, goats and cattle in warmclimates: a meta-analysis. 8(9): 1439–1447
- Sanchez, F. 2003. Condición Corporal en Ovinos. Argentina. Consultada: 15 abril 2019. www.uno.org.mx/sistema/pdf/produccion/evaluaciondelacondicion.pdf
- Storm, E; Orskov, E. 1984. The nutritive value of rumen micro-organisms in ruminants 4 The limiting amino_acids_of_microbial_protein in growing sheep determined by a new approach. *British Journal of Nutrition*. 62: 613-620.
- Umaña, L. 2014. Ganadería ovina una alternativa de pastoreo en el pacifico central. Región Pacifica Central, Costa Rica. Consultada el día: 31 agosto 2018 <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/biblioteca-index.html>.

- Tapia, A. 2014. Las Claves para Realizar un Destete Temprano en Corderos. Santiago de Chile, Chile. Consultada: 1 septiembre 2018. <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2013/09/25/Las-claves-para-efectuar-un-destete-temprano-en-los-corderos.aspx>
- Tron, J. 2016. Evaluación de Condición Corporal e Ovinos. Fortalecimiento del Sistema Producto Ovino. México. 6p
- Vázquez, N. 2011. Producción de Ovinos de Carne en Costa Rica. Estudio de Factibilidad Técnica y Económica para la implementación de un modelo productivo. Tesis Lic. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 308p

8. ANÉXOS

Anexo 1. Requerimientos nutricionales según NRC (2007) para hembras en etapa de Lactancia.

Peso (Kg)	Energía (Kcal)	Proteína (g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
30	2480	124	3,6	2,9
32	2540	128	3,7	3,0
34	2600	132	3,8	3,1
36	2660	135	3,9	3,2
38	2720	139	4,0	3,3
40	2780	143	4,1	3,4
41	2820	145	4,2	3,5
43	2890	148	4,3	3,6
45	2960	152	4,4	3,7
47	3030	156	4,5	3,8
49	3100	159	4,6	3,9
50	3140	161	4,6	3,9

Anexo 2. Requerimientos nutricionales según NRC (2007) para hembras en etapa de lactancia con la característica de partos gemelares.

Peso (Kg)	Energía (Kcal)	Proteína (g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
30	3100	183	5,5	4,5
32	3170	187	5,6	4,6
34	3240	191	5,7	4,7
36	3310	196	5,8	4,8
38	3380	200	5,9	4,9
40	3450	204	6,0	5,0
41	3500	207	6,1	5,1
43	3590	212	6,2	5,2
45	3680	218	6,4	5,4
47	3770	223	6,5	5,5
49	3860	228	6,6	5,6
50	3910	231	6,7	5,7

Anexo 3. Requerimientos nutricionales según CSIRO (2007) para hembras en etapa de lactancia.

Peso (Kg)	Energía (Kcal)	Proteína (g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
30	3243	120	4,2	3,1
32	3346	123	4,3	3,1
34	3448	127	4,3	3,1
36	3548	130	4,4	3,2
38	3646	134	4,5	3,2
40	3744	137	4,6	3,3
41	3792	139	4,6	3,3
43	3888	143	4,7	3,4
45	3982	146	4,8	3,5
47	4076	150	4,9	3,5
49	4168	153	5,0	3,6
50	4214	155	5,0	3,6
61	4705	175	5,5	3,9
63	4792	178	5,6	4,0
65	4878	182	5,7	4,1
67	4964	185	5,7	4,1
69	5049	189	5,8	4,2
70	4214	155	5,0	3,6

Anexo 4. Requerimientos nutricionales según NRC (2007) para corderos en etapa de engorde.

Peso (Kg)	Energía (Kcal)	Proteína (g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
20	1990	142	5,1	3,5
22	2160	153	5,5	3,8
24	2330	165	5,8	4,1
26	2500	176	6,2	4,4
28	2670	188	6,5	4,7
30	2840	199	6,9	5,0
31	2900	204	7,1	5,1
33	3020	214	7,4	5,4
35	3150	224	7,8	5,7
37	3270	233	8,1	5,9
39	3390	243	8,4	6,2
40	3450	248	8,6	6,3

Anexo 5. Requerimientos nutricionales según CSIRO (2007) para corderos en etapa de engorde.

Peso (Kg)	Energía (Kcal)	Proteína (g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
20	2272	124	3,8	2,4
22	2360	132	3,8	2,5
24	2449	140	4,0	2,7
26	2596	148	4,4	2,8
28	2785	156	4,9	3,1
30	2973	164	5,1	3,3
31	3162	173	5,6	3,6
33	3350	182	5,9	3,8
35	3439	191	6,2	3,9
37	3628	200	6,5	4,1
39	3816	209	6,9	4,4
40	3975	212	7,3	4,6

Anexo 6. Promedios de condición corporal de los animales posterior a la prueba según grupos de evaluación.

Característica	Condición corporal
	promedio
NRC	3
CSIRO	3
Katadhin	3
Pelibuey	3
Dorper	3
NRC+Pelibuey	3
NRC+Kathadin	3
CSIRO+Kathadin	3
CSIRO+Pelibuey	3
CSIRO+Dorper	3
NRC+Dorper	3

Anexo 7. Inclusión de ingredientes según requerimientos de NRC (2007) para animales en lactancia.

Peso (kg)	Maíz (g)	Soya (g)	Fórmula mineral 1 (g)	Heno (kg)
30	20	230	5	1,1
32	30	230	5	1,1
34	40	240	5	1,1
36	70	240	6	1,1
38	70	250	6	1,1
40	80	260	7	1,1
42	90	260	8	1,1
44	100	270	8	1,1
46	140	270	8	1,1
48	140	280	9	1,1
50	170	290	9	1,1

Maíz=grano de maíz molido, Soya=Harina de soya (48% PC), Heno= Heno de Trasvala

Anexo 8. Inclusión de ingredientes según requerimientos de NRC (2007) para animales en lactancia con partos dobles.

Peso (kg)	Maíz (g)	Soya (g)	Fórmula mineral 1 (g)	Heno (kg)
30	100	350	19	1,1
32	110	360	19	1,1
34	120	370	20	1,1
36	140	380	20	1,1
38	160	380	21	1,1
40	170	390	21	1,1
42	180	400	22	1,1
44	220	400	22	1,1
46	220	420	23	1,1
48	240	430	24	1,1
50	280	440	25	1,1

Maíz=grano de maíz molido, Soya=Harina de soya (48% PC), Heno= Heno de Trasvala

Anexo 9. Inclusión de ingredientes según requerimientos de CSIRO (2007) para animales en lactancia.

Peso (kg)	Maíz (g)	Soya (g)	Fórmula mineral 1 (g)	Heno (kg)
30	320	170	6	1,1
32	340	180	7	1,1
34	370	190	7	1,1
36	410	180	7	1,1
38	430	190	7	1,1
40	460	190	7	1,1
42	470	200	8	1,1
44	500	200	8	1,1
46	530	200	8	1,1
48	550	210	8	1,1
50	590	220	8	1,1
52	620	220	9	1,1
54	650	220	9	1,1
56	670	230	10	1,1
58	700	230	10	1,1
60	720	240	10	1,1
62	730	240	11	1,1
64	750	250	11	1,1

Maíz=grano de maíz molido, Soya=Harina de soya (48% PC), Heno= Heno de Trasvala

Anexo 10. Inclusión de ingredientes según requerimientos de NRC (2007) para animales en engorde.

Pesos (kg)	Maíz (g)	Soya (g)	Fórmula mineral 1 (g)	Fibroso (g)	Fórmula mineral 2 (g)
20	220	260	18	230	6
22	210	270	10	310	9
24	230	290	11	330	10
26	240	310	12	360	9
28	240	330	13	400	9
30	330	370	12	340	15
32	330	360	14	400	10
34	300	380	16	410	10
36	330	400	16	410	13
38	320	410	16	460	12
40	340	450	18	450	15

Maíz=grano de maíz molido, Soya=Harina de soya (48% PC), Heno= Heno de Trasvala

Anexo 11. Inclusión de ingredientes según requerimientos de CSIRO (2007) para animales en engorde.

Pesos (kg)	Maíz (g)	Soya (g)	Fórmula mineral 1 (g)	Fibroso (g)	Fórmula mineral 2 (g)
20	440	200	3	150	11
22	450	220	3	150	11
24	450	230	4	180	10
26	450	250	4	210	10
28	450	250	4	240	11
30	520	270	5	260	11
32	540	280	5	290	11
34	580	280	6	330	10
36	570	300	6	350	10
38	590	310	7	390	12
40	650	320	7	440	12

Maíz=grano de maíz molido, Soya=Harina de soya (48% PC), Heno= Heno de Trasvala