

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**Instituto de Ciencias Agrícolas**



**“COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS  
POSTPARTO SUPLEMENTADAS CON PALMISTE Y  
ESTIMULADAS CON EL EFECTO MACHO”**

**T E S I S**

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL GRADO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

PRESENTA

JUAN CARLOS SICAIROS DÍAZ

DIRECTOR

DR. JUAN GONZÁLEZ MALDONADO

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA


MAYO DE 2022

La presente tesis “COMPORTAMINETO REPRODUCTIVO DE OVEJAS POSTPARTO SUPLEMENTADAS CON PALMISTE Y ESTIMULADAS CON EL EFECTO MACHO” fue realizada por Juan Carlos Sicairos Díaz y dirigida por el Dr. Juan González Maldonado, ha sido evaluada y aprobada por el Consejo Particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Consejo particular

DIRECTOR



---

Dr. Juan González Maldonado

SECRETARIO



---

Dr. Saúl Hernández Aquino

SINODAL



---

Dra. Marisol Galicia Juárez

## INDICE

Sección	Página
I. INDICE DE CUADROS .....	v
II. INDICE DE FIGURAS .....	vi
III. LISTA DE SÍMBOLOS / NOMENCLATURA .....	vii
IV. AGRADECIMIENTOS.....	viii
V. DEDICATORIA .....	ix
VI. RESUMEN .....	x
VII. ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1 Ciclo estral y aspectos reproductivos de la oveja .....	3
2.2 Control de la reproducción de la oveja .....	4
2.3 Efecto macho .....	6
2.4 La relación entre nutrición y reproducción en la oveja .....	7
2.5 Subproductos de la agricultura e industria para la alimentación de rumiantes.....	9
2.6 Alimentación de rumiantes con palmiste .....	10
3. JUSTIFICACIÓN.....	12
4. OBJETIVO .....	13
5. HIPÓTESIS .....	13
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
6.1 Animales y diseño experimental .....	14
6.2 Nutrición y alimentación .....	14

<b>6.3 Manejo reproductivo.....</b>	<b>15</b>
<b>6.4 Variables de respuesta .....</b>	<b>15</b>
<b>6.5 Análisis estadístico.....</b>	<b>17</b>
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
<b>8. DISCUSIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>9. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>22</b>
<b>10. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>23</b>

## I. INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1. Ingredientes y aporte nutricional de las dietas proporcionadas a los grupos experimentales de ovejas posparto .....</b>	<b>16</b>
<b>Cuadro 2. Peso vivo (kg, media <math>\pm</math> EE) de ovejas posparto suplementadas con palmiste y estimuladas con el efecto macho .....</b>	<b>18</b>
<b>Cuadro 3. Cambio de peso (kg, media <math>\pm</math> EE) de ovejas posparto suplementadas con palmiste y estimuladas con el efecto macho .....</b>	<b>18</b>
<b>Cuadro 4. Diámetro del folículo de mayor tamaño (mm, media <math>\pm</math> EE) de ovejas posparto suplementadas con palmiste y estimuladas con el efecto macho.....</b>	<b>19</b>

## II. INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
<b>Figura 1. Número de ovejas con cuerpos lúteos a intervalo de nueve días con o sin suplementación de palmiste y efecto macho .....</b>	<b>20</b>

### III. LISTA DE SÍMBOLOS / NOMENCLATURA

h	Horas	n	Tamaño de población
mm	Milímetros	$\geq$	Mayor que o igual a
kg	Kilogramos	$\leq$	Menor que o igual a
PV	Peso vivo	$\pm$	Más / menos
MJ	Mega joules		
GnRH	Hormona liberadora de gonadotropina		
LH	Hormona luteinizante		
FSH	Hormona foliculoestimulante		

#### **IV. AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios, por permitirme realizar mis metas y proveer los medios para no desistir en mi trayectoria académica, y poder culminar con mis proyectos.

A mi familia por ser mi base y motivación, mostrándome su orgullo por mis logros y siempre brindarme su apoyo incondicional en los aspectos de mi formación tanto académica como persona.

A mis amigos que compartimos este camino, y fueron de gran apoyo. por aconsejarme de hacer las cosas de la manera correcta cuando lo necesité.

Al Instituto de Ciencias Agrícolas, por darme las herramientas necesarias para mi formación como profesionalista, y prepararme para desempeñarme en lo laboral.

Un gran agradecimiento a mi asesor, y a quien considero un amigo, al Dr. Juan González Maldonado, por apoyarme siempre, aun siquiera sin yo solicitarle ayuda. Por su tiempo y paciencia hacia mi persona, y por ser una pieza fundamental en mi formación durante mis estudios universitarios.

## **V. DEDICATORIA**

Con todo el cariño para mi familia, amigos y docentes. Porque con sus palabras me hicieron sentir que puedo lograr alcanzar todas mis metas. Me siento gustoso poder compartir con ellos mis logros, ya que forman parte ellos directa o indirectamente. Es reconfortante saber que el tiempo y esfuerzo invertido en este proyecto, no solo me enorgullece a mí, sino que es un sentimiento que puedo compartir con aquellas personas por las cuales soy apreciado.

## VI. RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación de palmiste y el efecto macho en la actividad reproductiva de ovejas postparto. Veinte ovejas multíparas, de cinco a once días postparto, fueron equitativamente asignadas a uno de cuatro tratamientos: control, control-macho, palmiste y palmiste-macho. Las variables de respuesta fueron el peso corporal y la diferencia de peso corporal en las ovejas entre los días 0 y 42 del experimento, el diámetro del folículo más grande al día cero del estudio, el porcentaje de ovejas con cuerpos lúteos al día 27 del experimento y el porcentaje de gestaciones. Las variables relacionadas con el peso vivo de las ovejas no fueron afectadas por la suplementación de palmiste o el efecto macho ( $p \geq 0.05$ ). Un mayor porcentaje de ovejas con cuerpo lúteo ( $p < 0.05$ ) fue observado en los grupos de hembras estimuladas por machos, en comparación con aquellas no estimuladas. El número de ovejas gestantes no fue afectado por el efecto macho o la suplementación con palmiste ( $p \geq 0.05$ ). En conclusión, el uso del efecto macho aumenta la incidencia de cuerpos lúteos en ovejas postparto. Además, la adición de palmiste a la dieta de ovejas postparto no afecta su peso vivo, ni los porcentajes de gestaciones.

**Palabras clave:** anestro, cuerpo lúteo, gestación, ovejas

## VII. ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of palm kernel cake and ram effect on reproductive activity of postpartum ewes. Twenty multiparous ewes, five to eleven days post-partum, were equally separated into four different treatments: control, control-ram, palm and palm-ram. The response variables were the body weight, difference in body weight recorded between days 0 and 42 of the experiment, diameter of the largest follicle at day zero of the study, percentage of ewes bearing a corpus luteum at day 27 of the experiment, and pregnancy rate. There was no effect ( $p \geq 0.05$ ) of palm kernel supplementation and ram stimulation on the weights of ewes. A greater percentage of ewes with corpus luteum ( $p < 0.05$ ) were observed in ewes stimulated by rams than those not stimulated. The number of pregnant ewes was not affected by ram effect or palm kernel supplementation ( $p \geq 0.05$ ). In conclusion, the use of the ram effect increases the incidence of corpus luteum in postpartum ewes. In addition, palm kernel cake in the diet do not affect body weight and pregnancy rate in ewes.

**Key words:** anestrus, corpus luteum, pregnancy, ewes

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción pecuaria es de gran importancia, ya que provee una fuente de alimento, tracción, transporte e ingresos económicos a las familias que se dedican a esta actividad (Banda & Tanganyika, 2021). Además, la ganadería contribuye a mantener la sostenibilidad ambiental, ya que permite utilizar áreas no adecuadas para la siembra y producción de alimentos, así como insumos no comestibles para el humano, para transformarlos en alimentos de elevado valor nutricional, tales como la carne y leche (Varijakshapanicker et al., 2019). Por último, es bien sabido que la actividad ganadera contribuye a disminuir la pobreza en las zonas áridas y semi-áridas (Mutenje et al., 2020).

La producción de ovinos es uno de los sistemas de producción animal que se ha establecido ampliamente en México, esta actividad es variada en cuanto al grado de tecnología y razas utilizadas (De La Peña et al., 2017). Actualmente se tiene un inventario de 8.7 millones de cabezas, siendo los estados de Hidalgo y Estado de México los que concentran la mayor población y producción de carne de esta especie a nivel nacional (SIAP, 2021). La gran mayoría del inventario nacional se encuentra en manos de productores de bajos recursos, los cuales utilizan razas cruzadas, y destinan la producción para auto consumo o venta en bulto (Hernández-Marin et al., 2017). En estados como Baja California, la producción de ovinos es considerada como de subsistencia, con nula o baja implementación de tecnologías (Martínez-Partida et al., 2011).

La producción de ovinos ha tenido un gran alcance en las zonas rurales, donde usualmente se utilizan subproductos y residuos de cosechas para la alimentación de los animales (Herrera-Haro et al., 2019). El uso de subproductos o residuos industriales, del procesamiento de alimentos para humanos, como fuentes de alimento para rumiantes ha cobrado relevancia, ya que estos son una fuente importante de nutrientes (Yang et al., 2021). Además, su uso en la ganadería contribuye a reducir el posible impacto

negativo que estos tendrían en el ambiente al no ser aprovechados por los animales zootécnicos (Ominski et al., 2021). La harina de palmiste es un subproducto que se obtiene del procesamiento del fruto de la palma africana (*Elaeis guineensis*), su aporte nutricional es adecuado para la alimentación de animales de interés zootécnico (Suhaimi et al., 2018). La literatura acerca de su uso en dietas para la alimentación de bovinos es abundante (Abdeltawab & Khattab, 2018). Sin embargo, su uso en la alimentación de ovinos es limitado. Por tanto, el objetivo de este estudio es el de evaluar la inclusión de harina de palmiste en las dietas de ovinos sobre su comportamiento productivo y reproductivo.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Ciclo estral y aspectos reproductivos de la oveja

Los ovinos son una especie cuya actividad reproductiva está regulada por el fotoperiodo. Esta comienza cuando las horas luz del día se reducen (Alvarez-Ramírez & Zarco-Quintero, 2001). Lo cual permite que el organismo animal esté expuesto, por un mayor periodo de tiempo, al efecto de la hormona melatonina (Arendt, 1998), la cual es producida por la glándula pineal, y es responsable de regular la estacionalidad reproductiva de los ovinos (Uslu et al., 2012).

Los celos de las ovejas se manifestarán únicamente durante la época reproductiva. El primer celo durante la vida de la oveja marca el inicio de la pubertad. El inicio de esta etapa es comúnmente acompañado de un incremento en el peso vivo de la hembra. Al respecto, a las 30 semanas de vida, las ovejas aumentan 10 veces su peso al nacimiento e inician su actividad reproductiva (Foster & Hileman, 2015). La edad a la cual se alcanza la etapa de la pubertad puede variar acorde a las razas; por ejemplo, las razas Rambouillet, Hampshire y Columbia alcanzan su pubertad a los 347.1, 276.8 y 274.2 días de edad, respectivamente (Foote, 1966).

Una vez que se ha iniciado la fase de la pubertad, la oveja presentará el comportamiento del celo a intervalos de 17 días, a este periodo se le conoce como el ciclo estral. Este se divide en dos fases: la lútea y folicular. La fase lútea está comprendida por el metaestro y diestro, en la cual la progesterona sintetizada por el cuerpo lúteo es la hormona predominante; mientras que durante la fase folicular, conformada por el proestro y estro, la prostaglandina provoca la lisis del cuerpo lúteo, permitiendo el desarrollo folicular, la producción de estradiol y la aparición del comportamiento del celo (Arroyo, 2011; Lozano-González et al., 2012).

La fase del celo o estro tiene una duración de 24 a 36 h en la oveja (Martínez-Martínez et al., 2017). Durante esta etapa, la hembra busca al macho, presenta secreciones de la vulva y acepta la monta del carnero; normalmente estos signos pueden pasar inadvertidos, por lo que es necesario utilizar un semental para identificar a las ovejas que se encuentran en celo (SENACSA, 2015).

La ovulación consiste en la liberación del ovocito, y tiene lugar al finalizar el celo de la oveja, lo cual marca el final del ciclo estral (Ledezma et al., 2006). La hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y la luteinizante (LH) son las responsables de inducir la ovulación (Ledezma et al., 2006), el incremento en las concentraciones de estradiol, producido por el o los folículos en crecimiento, es el responsable de inducir la liberación de estas hormonas (Franco, 2012).

La cantidad de ovulaciones que se presenta en las ovejas se relaciona con el número de folículos que ovulan al finalizar el celo (Gonzalez-Bulnes et al., 2002), lo cual determinará la cantidad de cuerpos lúteos y de crías potenciales (prolificidad). La prolificidad es la capacidad que tiene un animal de producir crías por parto. Los ovinos comúnmente tienen la capacidad de producir más crías por parto, en comparación con especies mayores (Plakkot et al., 2020). Algunos factores como la raza y edad afectan el valor de la prolificidad en la oveja (Notter, 2000). De manera artificial, esta puede ser incrementada por la exposición de los folículos a concentraciones elevadas de la hormona folículo estimulante (FSH) (Plakkot et al., 2020).

## **2.2 Control de la reproducción de la oveja**

En las explotaciones ovinas es posible hacer uso de técnicas reproductivas que ayuden al productor a obtener mejores resultados, mediante la mejora de aspectos reproductivos y genéticos (Smidt & Niemann, 1999). Algunas de las

biotecnologías reproductivas más utilizadas en la producción de ovinos son la inseminación artificial y la sincronización del celo.

Los métodos de inseminación artificial en ovinos son el vaginal, cervical, intrauterina o intrauterina por laparoscopia. Este último método es el que comúnmente se utiliza cuando se tiene semen congelado, mientras que los restantes se llevan a cabo utilizando semen fresco o refrigerado (Alvarez et al., 2019). La inseminación artificial fue la primera biotecnología que se aplicó a nivel de campo para mejorar la genética animal (Gibbons et al., 2019), mediante la introducción de semen proveniente de animales de elevado valor genético (Gibbons & Cueto, 2011). Comúnmente, la inseminación artificial es aplicada tras haber realizado una sincronización del estro en las ovejas (Oviedo, 2013)

La sincronización del ciclo estral se lleva a cabo por métodos hormonales, principalmente; su aplicación nos permite controlar la aparición del celo en el momento deseado. Las hormonas que se usan en los protocolos de sincronización de celo en ovejas son la progesterona, prostaglandinas y la gonadotropina coriónica equina. La progesterona se suministra a través de esponjas o dispositivos intravaginales. Las primeras suelen estar impregnadas con progestágenos, tales como acetato de fluorogestona o acetato de medroxiprogesterona (Gutiérrez, 2003). Las esponjas utilizadas pueden permanecer en la vagina de la oveja de 12 y 14 días, al retirarlas se aplica la hormona gonadotropina coriónica equina, y la inseminación se lleva a cabo de 52 a 55 h después de retirar las esponjas (Abecia, 2017). Los dispositivos intravaginales contiene la fuente natural del progesterona, y se utilizan en la misma manera que las esponjas (Whisnant et al., 2000).

La prostaglandina que se utiliza en la sincronización de los celos es la  $F_{2\alpha}$ . Esta hormona cumple diferentes funciones en el sistema reproductivo, las cuales involucran ovulación, luteolisis y motilidad uterina (Dominguez, 2010).

La prostaglandina es producida por el endometrio uterino, su uso en los protocolos de sincronización se enfoca a inducir la regresión del cuerpo lúteo, el cual es sensitivo a su acción entre los 4 a 14 días del ciclo estral (Skliarov et al., 2021). La aplicación de esta hormona se realiza en conjunto con progestágenos o sola (dos inyecciones a intervalos de 7 a 14 días) (Whisnant et al., 2000). El uso de prostaglandinas a intervalo de 10 días suele ser exitoso para inducir el celo. (Godfrey et al., 1999).

La gonadotropina coriónica equina es una hormona que se produce por la yegua gestantes, y tienen un efecto similar al de la FSH y LH (Somanjaya et al., 2021). La función principal de esta hormona, dentro de los protocolos de sincronización, es la de estimular del desarrollo folicular (Alvarez et al., 2016). Esta hormona suele utilizarse hacia el final de los protocolos de sincronización con algún progestágeno (esponja o dispositivo intravaginal) (Lozano-González et al., 2012)

### **2.3 Efecto macho**

Los machos alcanzan la pubertad cuando comienzan a presentar espermatozoides fértiles en el eyaculado, lo cual coincide con la presentación del comportamiento sexual típico del carnero, entre los 90 a 180 días de edad o cuando alcanzan del 50-60% de su peso vivo (Chacón et al., 2018). A partir de este momento, los sementales pueden ser utilizados para llevar a cabo el efecto macho.

El efecto macho es un método natural de inducción del celo en ovejas durante la época de anestro, se caracteriza por ser de fácil implementación y de bajo costo (Rosa & Bryant, 2002). Este consiste básicamente en la introducción de un macho a un corral de ovejas para ser estimuladas sexualmente (Fabre-Nys et al., 2016), las cuales responde con un aumento en la secreción de GnRH y gonadotropinas (Arellano-Ledezma et al., 2013). Una de las principales

ventajas del efecto macho es que no requiere de la inyección de hormonas para inducir la aparición del comportamiento del celo en la hembra (Miguel-Cruz et al., 2019). Las ovejas en anestro presentan ovulaciones en un periodo de 48 a 72 h posteriores a la aplicación del efecto macho (Ungerfeld et al., 2004).

Este efecto puede ser utilizado solo o en combinación con otras hormonas, para manipular la actividad reproductiva de la hembra. Los resultados de investigaciones muestran que durante la aplicación de un protocolo de prostaglandinas, el uso del macho, para la inducción del celo, acelera el inicio de la receptividad sexual de la oveja, disminuye el tiempo al cual ocurre la ovulación e incrementa la prolificidad (Mahmoud & Hussein, 2019; Said et al., 2018). Resultados similares han sido reportados cuando se utilizan progestágenos para la sincronización del celo, observando una reducción en el tiempo que transcurre entre la remoción de la fuente de progesterona y la aparición del celo (Ungerfeld & Rubianes, 1999).

#### **2.4 La relación entre nutrición y reproducción en la oveja**

La obtención de crías en una explotación está condicionada por la eficiencia reproductiva del rebaño (Tron, 2009). La actividad reproductiva de las ovejas es sensible a diversos factores, tales como el estado nutricional, el estrés calórico y la genética (Buratovich, 2010). El estado nutricional de un animal puede ser evaluado por su condición corporal (Danés et al., 2013). Esta se encuentra ligada a la actividad reproductiva de la oveja, las hembras con una condición corporal elevada son más propensas a esterilidad que aquellas con una condición corporal adecuada (Sanchez, 2003). Por otro lado, ovejas con una condición corporal baja suelen ser propensas a presentar pérdidas embrionarias (Fernández-Abella & Formoso, 2007). La condición corporal recomendada al momento del empadres es de tres (en una escala del uno al cinco) (Montossi et al., 2004), y se recomienda que se mantenga a lo largo de

la gestación, ya que las crías de madres con una buena condición corporal se muestran más vigorosas y activas (Banchero et al., 2005).

El efecto de la nutrición sobre la actividad reproductiva de la oveja puede explicarse a través de los cambios en las concentraciones hormonales que se presentan cuando la hembra se encuentra perdiendo (balance energético negativo) o ganando peso (balance energético positivo) (Scaramuzzi et al., 2006). El hipotálamo es el encargado de percibir el estado nutricional de la oveja, y de ejecutar las acciones correspondientes; en el caso de que la hembra se encuentre en balance energético negativo, se estimula el apetito y se detiene la actividad reproductiva (Daniel et al., 2013), esto último a través de inducir alteraciones en la secreción de las gonadotropinas (Allen & Lamming, 1961).

El efecto de la nutrición sobre la actividad reproductiva es mediado por hormonas tales como la leptina (Scaramuzzi et al., 2006). Esta es producida por el adipocito, su concentración sanguínea es un reflejo de la cantidad de reservas corporales existentes, lo cual es comunicado al nucleó arcuato del hipotálamo (Adam et al., 2003). Esta área hipotalámica es de gran relevancia, ya que controla la liberación de las gonadotropinas. Se ha demostrado que la pérdida de peso disminuye las concentraciones sanguíneas de las gonadotropinas y de leptina, pero la suplementación de esta última restablece las concentraciones de las primeras en ovejas subalimentadas (Towhidi et al., 2007). La leptina activa sus receptores en el núcleo arcuato para inducir la liberación de la kisspeptina, la cual es la principal responsable de modular la liberación de GnRH y las gonadotropinas (De Bond & Smith, 2014).

La disminución en las concentraciones sanguíneas de gonadotropinas puede estar explicando la reducción en el número de folículos en ovejas sometidas a una restricción alimenticia (Rhind & McNeilly, 1998). Además, se ha

demostrado que la desnutrición tiene un efecto negativo sobre la calidad y desarrollo embrionario, lo cual es indeseable para los porcentajes de gestaciones (Abecia et al., 2014).

## **2.5 Subproductos de la agricultura e industria para la alimentación de rumiantes**

Los precios de los productos convencionales para la alimentación del ganado se han incrementado considerablemente en los últimos años, lo cual ha obligado a los productores a buscar nuevas alternativas que resulten ser económicamente más viables para los sistemas de producción (Wadhwa & Bakshi, 2013). Lo anterior es de relevancia, ya que se espera que la ganadería actual sea capaz de abastecer la creciente demanda de productos de origen animal por la población humana, y sin perjudicar el ambiente (Chilibroste, 2012; Halmemies-Beauchet-Filleau et al., 2018). Además, el uso de subproductos o residuos industriales ayuda a reducir la competencia entre ganado y humanos por insumos alimenticios (Manceron et al., 2014). Entre los subproductos para la alimentación del ganado se encuentran alimentos de origen vegetativo, animal y hongos (Yang et al., 2021).

El aporte nutricional de los subproductos disponibles en el mercado para la alimentación del ganado es variado (Halmemies-Beauchet-Filleau et al., 2018). El contenido de proteína, energía y del resto de nutrimentos dependerá de las características propias del subproducto, tales como lugar de procedimiento, tratamientos industriales a los que se haya sido sometido y tiempo de almacenamiento (Jędrejek et al., 2016). Un ejemplo de lo anterior son los rastrojos, los cuales tienen un bajo aporte nutricional. Sin embargo, su tratamiento con calor, presión, enzimas, hongos o sustancias químicas puede cambiar su composición química, mejorando su aprovechamiento por el animal (Yanti & Yayota, 2017).

Los subproductos o residuos disponibles para la alimentación animal son muy diversos, su disponibilidad dependerá de la región donde se localicen las fuentes de la materia prima y las industrias procesadoras. Algunos de los subproductos que se utilizan para la alimentación del ganado son los remanentes de la producción de piña (López et al., 2014), papa (Mantaro et al., 2010), así como los de la industrialización del aceite de palma, arroz, cacao y café (Godoy-Padilla et al., 2020). Otro subproductos que se han utilizado en la alimentación del ganado son los que resultan de la cosecha y procesamiento de la naranja, los cuales han mostrado ser efectivos en mejorar las ganancias de peso de animales en engorda (Amalia et al., 2020). La pulpa de café ha sido también utilizada en la alimentación del ganado engorda, vacas lecheras y ovinos con un rango de inclusión del 15 al 40% (Salazar et al., 2008). Otro alimento poco convencional, empleado en la alimentación de rumiantes, son los residuos de las plataneras. Estos pueden ser triturados y ofrecerse al ganado de manera seca, fresca o como ensilaje (Abdeltawab & Khattab, 2018). Hoyos (2015) reporta, en su investigación sobre el uso de subproductos de la industria platanera, una disminución del costo de producción mediante el uso de este alimento ensilado, junto a harina de palmiste, en comparación del uso de este ensilado junto a harina de soya. En el siguiente apartado se discute más a detalle el uso de palmiste en la alimentación del ganado.

## **2.6 Alimentación de rumiantes con palmiste**

El palmiste es un subproducto obtenido de la extracción de aceite de palma y se utiliza para la alimentación de rumiantes, ya que es una fuente de energía, proteínas, vitaminas y minerales. Este contiene 16-18% de proteína cruda, de 10.5 a 11 MJ kg<sup>-1</sup> de energía metabolizable, 88 a 94.5% de materia seca, 13 a 20% de fibra cruda, 5 a 8% de extracto etéreo, 66.8 a 78.9% de fibra detergente neutra y 3 a 12% de cenizas (Alimon, 2004). La inclusión del palmistes en las dietas de rumiantes ha tenido un efecto positivo en las ganancia de peso y producción de leche (Abdeltawab & Khattab, 2018).

Además, se ha demostrado que existe una reducción en los costos de la alimentación de ovejas debido a la inclusión de palmiste en las raciones (Umunna et al., 1994).

El óptimo económico de dietas de corderos se encontró cuando se incluía del 15 al 30% de palmiste (Luna-Palomera et al., 2017). En bovinos, las ganancias de peso tuvieron un comportamiento cuadrático después de la inclusión de varios niveles de palmiste en la dieta, las ganancias más elevadas se encontraron cuando los animales consumían dietas con 16% de palmiste (Santos et al., 2019). Por el contrario, se ha reportado una disminución en el consumo de alimento en corderos pastoreando y suplementados con el 30% de palmiste (Freitas et al., 2017). Además, en vacas lecheras, y en pastoreo, no se recomienda el uso de palmiste para su alimentación, ya que disminuye la digestibilidad de otros nutrientes de la dieta (Silva et al., 2012).

El palmiste puede ser utilizado en las explotaciones animales, pero se deben de tomar precauciones, ya que este suele tener concentraciones elevadas de cobre. Cuando el palmiste representa el 50% de la dieta, y se le proporciona al animal por un periodo prolongado, el cobre se acumula en el hígado y puede ocasionar intoxicación en ovinos (Alimon, 2004). La investigación realizada por Yaakub et al. (2009) muestra que el cobre en la harina de palmiste es un factor que afecta a la espermatogénesis, cuando el nivel del palmiste alcanza el 60% de la dieta. Sin embargo, en ovinos suplementados con el 45% de palmiste (Mugabe et al., 2017) y en búfalos suplementados con un concentrado, que contenía 14.9% de palmiste (Santos et al., 2014), no se observaron efectos negativos en la calidad espermática. Lo que supone un efecto del nivel de suplementación. Por otra parte, se ha mostrado que la inclusión de molibdeno y sulfato, previenen los efectos negativos del palmiste por la intoxicación con cobre (Li, 1999).

### 3. JUSTIFICACIÓN

La ganadería contribuye a la seguridad alimentaria de la humanidad, ya que aportan alimentos de elevado valor nutricional; sin embargo, el ganado consume granos y alimentos que pueden ser también utilizados para consumo humano, lo que crea un escenario de competencia entre ambos (Mottet et al., 2017). Por otra parte, se espera un aumento en el consumo de alimentos de origen animal por la humanidad, lo que implica incrementar la intensificación de los actuales sistemas de producción, pero esto puede llegar a ser indeseable, ya que se tiene amplio conocimiento del impacto negativo que estos han tenido en la calidad del ambiente (Salmon et al., 2020).

Algunos de los retos más importantes de la ganadería son solventar la competencia por alimentos con los humanos y evitar la degradación del ambiente en el cual se desarrollan (Makkar, 2018). Por tanto, el incremento en la productividad de los sistemas de producción es una tarea mandataria para los especialistas en esta actividad (Acosta & De los Santos-Montero, 2019). Lo anterior debe de hacerse mediante el establecimiento de políticas de producción que conlleven al establecimiento de sistemas de producción sostenibles, es decir que sean productivos y económicamente rentables, pero sin afectar la calidad del ambiente (Kusch-Brandt, 2020).

El uso de subproductos de la agricultura, o de residuos industriales del procesamiento de materias primas, para la alimentación del ganado, es una forma de desarrollar sistemas de producción animal sostenibles (Manceron et al., 2014), ya que se disminuye la competencia por alimentos entre humanos y animales, y se utilizan insumos que normalmente serían desechados al ambiente. Uno de los residuos industriales que se utilizan para la alimentación del ganado es el palmiste, el cual tiene un buen aporte nutricional (Alimon, 2004) y su uso ayuda a reducir los costos de producción (Umunna et al., 1994).

Sin embargo, la investigación de sus impactos en los sistemas de producción ovinos es limitada.

#### **4. OBJETIVO**

Evaluar el efecto de la alimentación con palmiste a ovejas posparto en las ganancias de peso, la incidencia de cuerpo lúteos y el porcentaje de gestaciones.

#### **5. HIPÓTESIS**

Las ovejas posparto alimentadas con una dieta que contiene palmiste tienen ganancias de peso más grandes, mayor incidencia de cuerpos lúteos y porcentaje de gestaciones que aquellas alimentadas con una dieta que no contiene palmiste.

## **6. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1 Animales y diseño experimental**

Los animales utilizados en este estudio fueron tratados de acuerdo a los lineamientos establecidos en el “Canadian Council on Animal Care in Sciences” (CCAC, 2009). Las ovejas (n=20) cruzadas (Dorper × Pelibuey × Katahdin), con cinco a 11 días posparto, fueron asignadas de manera aleatoria a uno de cuatro tratamientos: control, control-macho, palmiste y palmiste-macho. Las ovejas en el grupo control (n=5,  $52.6 \pm 3.44$  kg PV) no fueron alimentadas con palmiste y no se estimularon con el efecto macho. Las ovejas en el grupo control-macho (n = 5,  $57.26 \pm 4.52$  kg PV) no fueron alimentadas con palmiste, pero si recibieron estimulación sexual con el efecto macho. Las ovejas en el grupo palmiste (n = 5,  $54.38 \pm 6.92$  kg PV) fueron alimentadas con palmiste (20% de la dieta en base seca), pero no fueron estimuladas con el efecto macho. Las ovejas en el grupo palmiste-macho (n = 5,  $50.9 \pm 1.91$  kg PV) fueron alimentadas con palmiste y estimuladas con el efecto macho. El experimento tuvo una duración de 49 días, la alimentación con palmiste se llevó a cabo de los días 0-42 del experimento.

La estimulación sexual de las ovejas con el efecto macho se llevó a cabo con uno de dos carneros cruzados (Dorper × Pelibuey × Katahdin), los cuales vestían un mandil durante la estimulación sexual, para evitar la copulación. Las ovejas del grupo control-macho y palmiste-macho fueron estimuladas por los machos durante las mañanas (6-7 am) y tardes (5-7 pm), por periodos de cinco minutos durante 27 días, comenzando el día cero del experimento.

### **6.2 Nutrición y alimentación**

Las ovejas fueron alimentadas con  $2 \text{ kg día}^{-1} \text{ cabeza}^{-1}$ , de acuerdo al grupo experimental, con una de las dietas mostradas en el Cuadro 1. Estas fueron formuladas para proveer una cantidad de nutrientes similar entre ellas, de

acuerdo a los lineamientos del NRC para ovinos (NRC, 2007). El total de la cantidad de alimento fue provisto a las ovejas en dos comidas (1 kg de dieta en cada ocasión), una por las mañanas (6-7 am) y otra por las tardes (2-3 pm). Las ovejas de todos los grupos experimentales fueron alimentadas con la misma dieta (sin palmiste) del día -7 al 0 del periodo experimental.

### **6.3 Manejo reproductivo**

Las ovejas fueron inyectadas, por vía intramuscular, con 12.5 mg de dinoprost (Lutalyse®, Zoetis) el día 28 (días después de la última aplicación del efecto macho) y 37 del experimento. Las ovejas fueron monitoreadas, a intervalos de 6 h, por signos externos del celo, por nueve días consecutivos después de la inyección con dinoprost, con la ayuda de un carnero que vestía mandil, para evitar la copulación. La segunda inyección de dinoprost solo se aplicó a las ovejas que no mostraron celo después de la primera inyección. Las ovejas eran declaradas en celo cuando aceptaban la monta del carnero. Las ovejas que mostraron celo fueron inseminadas, 12 h después de su detección, por vía cervical con  $200 \times 10^6$  células espermáticas refrigeradas, provenientes de un solo semental.

### **6.4 Variables de respuesta**

Las variables de respuesta fueron el peso vivo (kg), el cambio de peso vivo (kg), el diámetro del folículo de mayor tamaño (mm), el porcentaje de ovejas con cuerpos lúteos y de gestaciones. El peso vivo de los animales se registró a intervalos de siete días, durante todo el periodo experimental. El cambio de peso vivo se calculó mediante la diferencia de peso al inicio y final del experimento.

**Cuadro 1. Ingredientes y aporte nutricional de las dietas proporcionadas a los grupos experimentales de ovejas posparto**

	Tratamiento	
	Control y control-macho	Palmiste y palmiste-macho
<b>Ingrediente, % de MS</b>		
Paja de trigo	45.8	45.7
Trigo	40	20
Pasta de soya	12	12
Palmiste	0	20
Carbonato de calcio	1.2	1.3
Sal	0.5	0.5
Minerales	0.5	0.5
<b>Aporte nutricional, base seca</b>		
Energía metabolizable (Mcal)	2.34	2.31
Proteína cruda (%)	13.45	13.45

La actividad ovárica de las ovejas se registró a partir del día cero hasta los 27 días del experimento, a intervalos de nueve días. El diámetro del folículo de mayor tamaño se calculó mediante el promedio de sus medidas horizontales y verticales el día cero del periodo experimental, usando ultrasonografía transrectal (Aloka SSD-500, con un transductor lineal de 7.5 MHz; Aloka Ltd, Tokio, Japón). El número de cuerpos lúteos en cada una de las ovejas se registró mediante la observación de los ovarios por ultrasonografía transrectal. El diagnóstico de gestaciones se llevó a cabo 40 días después de la inseminación artificial.

## 6.5 Análisis estadístico

El peso vivo de las ovejas fue analizado mediante un diseño factorial con medidas repetidas en el tiempo, considerando dos factores, la suplementación con palmiste con dos niveles (control y con palmiste), y el efecto macho con dos niveles (sin y con efecto macho). Los datos para esta variable se analizaron utilizando PROC MIXED. El cambio de peso entre el día cero y 42 del periodo experimental, así como el diámetro del folículo de mayor tamaño se analizaron con el mismo diseño experimental que la variable anterior, pero sin considerar las medidas repetidas, y se utilizó PROC GLM. Las medias de estas variables se compararon utilizando una prueba de Tukey. El porcentaje de ovejas con cuerpos lúteo el día 27 del periodo experimental y el porcentaje de gestaciones se analizaron mediante una prueba exacta de Fisher con PROC FREQ, los efectos de la suplementación con palmiste y el efecto macho se analizaron por separado, esto debido al reducido tamaño de la muestra. Un valor de  $p < 0.05$  fue considerado como significativo. El paquete estadístico utilizado para el análisis de la información fue SAS University Edition (2020).

## 7. RESULTADOS

Los resultados referentes a las variables de peso, cambio de peso vivo y diámetro del folículo de mayor tamaño de las ovejas, por efecto de los tratamientos, se muestran en los Cuadros 2-4. En general, las ovejas perdieron de 0.66 a 1.84 kg de peso vivo. Sin embargo, los efectos de los tratamientos y sus interacciones no fueron significativos en las variables de peso y cambio de peso vivo ( $p \geq 0.05$ ). De manera similar, no se encontraron diferencias en el diámetro del folículo de mayor tamaño ( $p \geq 0.05$ ).

**Cuadro 2. Peso vivo (kg, media  $\pm$  EE) de ovejas posparto suplementadas con palmiste y estimuladas con el efecto macho**

	<b>Control</b>	<b>Palmiste</b>	<b>Media <math>\pm</math> EE</b>
<b>Control</b>	52.13 $\pm$ 1.70 <sup>a</sup>	55.14 $\pm$ 1.71 <sup>a</sup>	53.64 $\pm$ 1.20 <sup>a</sup>
<b>Efecto macho</b>	55.18 $\pm$ 1.88 <sup>a</sup>	50.96 $\pm$ 1.89 <sup>a</sup>	53.07 $\pm$ 1.33 <sup>a</sup>
<b>Media <math>\pm</math> EE</b>	53.65 $\pm$ 1.27 <sup>a</sup>	53.05 $\pm$ 1.27 <sup>a</sup>	

Números con diferente superíndice entre columnas y filas son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

**Cuadro 3. Cambio de peso (kg, media  $\pm$  EE) de ovejas posparto suplementadas con palmiste y estimuladas con el efecto macho**

	<b>Control</b>	<b>Palmiste</b>	<b>Media <math>\pm</math> EE</b>
<b>Control</b>	-1.72 $\pm$ 0.68 <sup>a</sup>	-0.66 $\pm$ 0.68 <sup>a</sup>	-1.19 $\pm$ 0.48 <sup>a</sup>
<b>Efecto macho</b>	-1.56 $\pm$ 0.68 <sup>a</sup>	-1.84 $\pm$ 0.68 <sup>a</sup>	-1.70 $\pm$ 0.48 <sup>a</sup>
<b>Media <math>\pm</math> EE</b>	-1.64 $\pm$ 0.48 <sup>a</sup>	-1.25 $\pm$ 0.48 <sup>a</sup>	

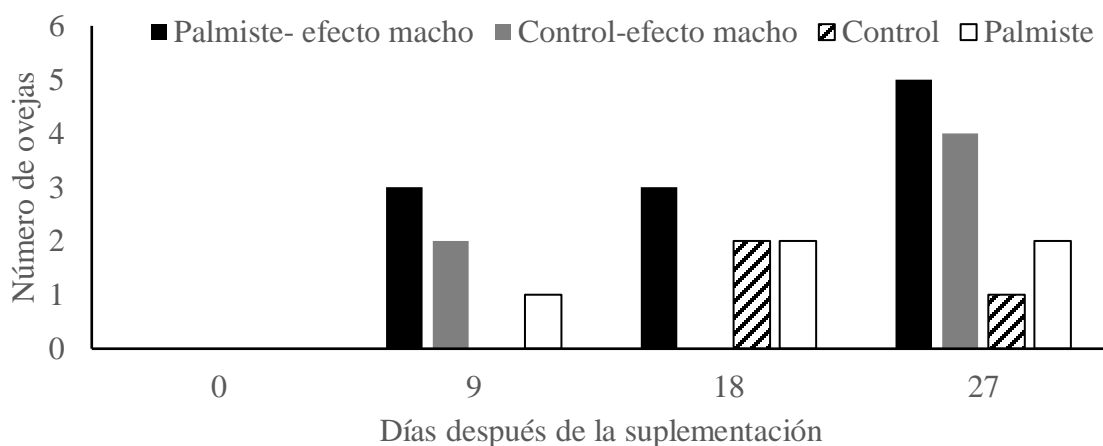
Números con diferente superíndice entre columnas y filas son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

**Cuadro 4. Diámetro del folículo de mayor tamaño (mm, media  $\pm$  EE) de ovejas posparto suplementadas con palmiste y estimuladas con el efecto macho**

	<b>Control</b>	<b>Palmiste</b>	<b>Media <math>\pm</math> EE</b>
<b>Control</b>	2.86 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>	2.87 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>	2.86 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>
<b>Efecto macho</b>	2.35 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>	3.75 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>	3.05 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>
<b>Media <math>\pm</math> EE</b>	2.60 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>	3.31 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>	

Números con diferente superíndice entre columnas y filas son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

El número de cuerpos lúteos observados en cada uno de los grupos experimentales se observa en la Figura 1. El número de ovejas con cuerpos lúteos el día 27 del experimento fue influenciado ( $p < 0.05$ ) por la presencia del efecto macho (9/10 vs 3/10 para el grupo de ovejas estimuladas con el efecto macho y las del grupo control), pero no ( $p \geq 0.05$ ) por la suplementación con palmiste (7/10 vs 5/10 para el grupo de ovejas suplementadas con palmiste y las del grupo control). No se encontró ( $p \geq 0.05$ ) una relación entre el número de ovejas gestantes con el efecto macho (6/10 vs 4/10 para el grupo de ovejas estimuladas con el efecto macho y las del grupo control) o la suplementación con palmiste (3/10 vs 7/10 para el grupo de ovejas suplementadas con palmiste y las del grupo control).



**Figura 1. Número de ovejas con cuerpos lúteos, a intervalo de nueve días, con o sin suplementación de palmiste y efecto macho**

## 8. DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó los efectos de la suplementación con palmiste y el efecto macho en variables productivas y reproductivas de la oveja durante el posparto. La aplicación de estos tratamientos y su interacción no afectó significativamente el peso de las ovejas, observándose una disminución del valor de esta variable durante el periodo experimental. La alimentación de ovejas con palmiste ha sido sugerida para reducir los gastos económicos del sistema de producción (Umunna et al., 1994). La inclusión de este insumo en las dietas de bovinos ha mostrado ser efectivo en incrementar las ganancias de peso (Santos et al., 2019). Sin embargo, esto no fue observado en caprinos (Ribeiro et al., 2018), mientras que en ovinos se registró un efecto cuadrático del uso del palmiste en la calidad de la carne (Ribeiro et al., 2011). En corderas, la inclusión de palmiste, hasta en un 45% de la dieta, no tuvo efecto en las ganancias de peso (Luna-Palomera et al., 2017). Los resultados en caprinos y corderos, en cuanto a ganancias de peso, son similares a los del presente trabajo de investigación.

El organismo de la oveja se adapta a diferentes cambios a lo largo de su vida productiva. Uno de los periodos que mayor capacidad de adaptación demanda es el posparto; ya que durante este periodo, el organismo de la oveja sufre alteraciones hormonales y físicas, las cuales, dependiendo de su severidad, la llevan a perder peso (Godfrey & Dodson, 2003). Esta situación es indeseable, ya que el organismo entra en un periodo de balance energético negativo, lo cual compromete el reinicio de la actividad reproductiva. Lo anterior es ampliamente reconocido en bovinos lecheros (Cheong et al., 2016).

En ovinos, se sabe que pérdidas de peso afectan el desarrollo folicular y la calidad embrionaria, lo cual puede comprometer la fertilidad de la hembra (O'Callaghan et al., 2004; Abecia et al., 2014). La pérdida de peso (7 kg), antes del empadre, ocasiona una reducción significativa en la tasa de ovulación de las ovejas (Rhind et al., 1989). La caída en el peso vivo, debido a la falta de entrada de nutrientes para mantener las necesidades biológicas de mantenimiento, es percibida por el hipotálamo, a través del cambio en las concentraciones de hormonas, tales como la leptina (Daniel et al., 2013). Esta hormona es la encargada de señalar el estatus nutricional del organismo, sus concentraciones se encontraran bajas durante los periodos de restricción alimenticia y pérdida de condición corporal (Adam et al., 2003). Esta señalización será traducida por el hipotálamo mediante una reducción en la secreción de gonadotropinas (De Bond & Smith, 2014) y el cese de la actividad reproductiva. Sin embargo, todas las ovejas del presente estudio presentaron celo, y no se encontraron diferencias significativas en entre los porcentajes de gestaciones. Por lo que se puede especular que las pérdidas de peso registradas no fueron lo suficientemente severas como para afectar la actividad reproductiva de las ovejas.

Las ovejas presentan un periodo de anestro natural durante el posparto, el cual se caracteriza por la ausencia del comportamiento del celo y ovulaciones. Las primeras ovulaciones pueden presentarse hasta los 60 días posparto

(Morales-Teran et al., 2004). La reducción del periodo comprendido entre el parto y la primera ovulación es de gran importancia económica, ya que entre más reducido sea este, más rápido se podrá lograr una nueva gestación en la oveja (Ascari et al., 2016).

Las ovejas del presente trabajo de investigación se encontraban con una actividad ovárica similar al momento de iniciar el trabajo de investigación, ya que no se encontraron diferencias significativas en el diámetro folicular, y no se registró la presencia de cuerpos lúteos el día cero del experimento. Sin embargo, el día 27, las ovejas que fueron estimuladas con el efecto macho presentaron una mayor cantidad de cuerpos lúteo que aquellas no estimuladas. Previamente se ha demostrado que la estimulación sexual de las ovejas posparto con el carnero ayuda a restablecer la actividad ovárica (Fraire-Cordero et al., 2018). Las ovejas responden al efecto macho con un aumento en la secreción de GnRH y gonadotropinas (Gallegos et al., 2018), lo cual culmina con la presencia de ovulaciones en un periodo de 48 a 72 h posteriores a su aplicación (Ungerfeld et al., 2004) y la posterior formación de cuerpos lúteos. Lo anterior explicaría los valores encontrados en cuanto a la presencia de estas estructuras en las ovejas estimuladas con los carneros.

## **9. CONCLUSIÓN**

La suplementación con palmiste no afecta las ganancias de peso, incidencia de cuerpos lúteos o el número de gestaciones en ovejas posparto.

## 10. LITERATURA CITADA

- Abdeltawab, A. M., & Khattab, M. S. A. (2018). Utilization of palm kernel cake as a ruminant feed for animal: a review. *Asian Journal of Biological Sciences*, 11(4), 157–164. <https://doi.org/10.3923/ajbs.2018.157.164>
- Abecia, J. A., Forcada, F., Palacín, I., Sánchez-Prieto, L., Sosa, C., Fernández-Foren, A., & Meikle, A. (2014). Undernutrition affects embryo quality of superovulated ewes. *Zygote*, 23(1), 116–124. <https://doi.org/10.1017/S096719941300035X>
- Abecia, J. A., (2017). Sincronización de celos en ovino. Instituto Universitario de Investigaciones en Ciencias Ambientales de Aragón.
- Acosta, A., & De los Santos-Montero, L. A. (2019). What is driving livestock total factor productivity change? a persistent and transient efficiency analysis. *Global Food Security*, 21(March), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.06.001>
- Adam, C. L., Archer, Z. A., & Miller, D. W. (2003). Leptin actions on the reproductive neuroendocrine axis in sheep. *Reproduction*, 61, 283–297. <https://doi.org/10.1530/biosciprocs.5.021>
- Alimon, A R. (2004). The nutritive value of palm kernel cake for animal. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Abdul\\_Alimon2/publication/242540604\\_The\\_Nutritive\\_Value\\_of\\_Palm\\_Kernel\\_Cake\\_for\\_Animal\\_Feed/links/551c11620cf20d5fbde25e97.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Abdul_Alimon2/publication/242540604_The_Nutritive_Value_of_Palm_Kernel_Cake_for_Animal_Feed/links/551c11620cf20d5fbde25e97.pdf). Última consulta noviembre de 2021
- Allen, D. M., & Lamming, G. E. (1961). Nutrition and reproduction in the ewe. *The Journal of Agricultural Science*, 56(1), 69–79.

<https://doi.org/10.1017/S0021859600023820>

- Alvarez, M., Anel-Lopez, L., Boixo, J. C., Chamorro, C., Neila-Montero, M., Montes-Garrido, R., de Paz, P., & Anel, L. (2019). Current challenges in sheep artificial insemination: a particular insight. *Reproduction in Domestic Animals*, 54(S4), 32–40. <https://doi.org/10.1111/rda.13523>
- Alvarez, R. H., Natal, F. L. N., Ribela, M. T. C. P., De Almeida, B. E., De Oliveira, J. E., & Bartolini, P. (2016). Physical-chemical and biological characterization of different preparations of equine chorionic gonadotropin. *Journal of Veterinary Science*, 17(4), 459–465. <https://doi.org/10.4142/jvs.2016.17.4.459>
- Alvarez-Ramírez, L., & Zarco-Quintero, L. (2001). Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria México*, 32(2), 117–129.
- Arellano-Lezama, T., Hernández-Marín, J.A., Cortez-Romero, C., Morales-Terán, G., Gallegos-Sánchez, J. (2013.). “Efecto macho” en el manejo reproductivo de la oveja: Agroproductividad, 3–8.
- Amalia, C., Villagomez, M. L., Sanchez, C. M., Ronquillo, R. R., & Solis, F. M. (2020). Utilización de subproductos de naranja (*Citrus sinensis* var. valencia) en la alimentación para rumiantes. *Abanico Veterinario*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.21929/abavet2020.6>
- Arendt, J. (1998). Melatonin and the pineal gland: Influence on mammalian seasonal and circadian physiology. *Reviews of Reproduction*, 3(1), 13–22. <https://doi.org/10.1530/ror.0.0030013>
- Arroyo, J. (2011). Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(3), 829–845.
- Ascari, I. J., Alves, N. G., Alves, A. C., Garcia, I. F. F., & Junqueira, F. B. (2016).

Resumption of cyclic ovarian activity in postpartum ewes: a review. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(2), 1101. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n2p1101>

Banchero, G., Quintans, G., Milton, J., & Lindsay, D. (2005). Comportamiento maternal y vigor de los corderos al parto: efecto de la carga fetal y la condición corporal. *Organización De: Inia Treinta Y Tres Inia Tacuarembó Programa Nacional De Ovinos Y Caprinos*, 61.

Banda, L. J., & Tanganyika, J. (2021). Livestock provide more than food in smallholder production systems of developing countries. *Animal Frontiers*, 11(2), 7–14. <https://doi.org/10.1093/af/vfab001>

Buratovich, O. (2010). Eficiencia reproductiva en ovinos: factores que afectan. Parte II: otros factores no nutricionales. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 36(34), 163–166.

Cabrera-Núñez, A., Lammoglia-Villagómez, M., Martínez-Sánchez, C., Rojas-Ronquillo, R., & Montero-Solís, F. (2020). Orange by-products use (*Citrus sinensis* var. valencia) in ruminants feed. *Abanico veterinario*, 10, e6. Epub 30 de junio de 2020. <https://doi.org/10.21929/abavet2020.6>.

CCAC. (2009). CCAC guidelines on: the care and use of farm animals in research, teaching, and testing. In *Canadian Council on Animal Care*.

Chacón, J. L., Lozano, M. H., Orozco, C. J., & Ardila, S. A. (2018). Características de la pubertad en corderos de pelo y sus cruces en Colombia en condiciones de baja altitud. *Revista MVZ Córdoba*, 24(1), 7097–7103. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1227>

Cheong, S. H., Sá Filho, O. G., Absalón-Medina, V. A., Pelton, S. H., Ronald Butler, W., & Gilbert, R. O. (2016). Metabolic and endocrine differences between dairy cows that do or do not ovulate first postpartum dominant

follicles. *Biology of Reproduction*, 94(1).

<https://doi.org/10.1095/biolreprod.114.127076>

Chilibroste, P. (2012). Uso de subproductos industriales en la nutrición de bovinos de leche: una oportunidad para la lechería nacional. *XL Jornadas Uruguayas de Buiatría, August*, 34–42.

Danés, A. A. G., González, S. M., Valente, F. E., Ortega, J. A., Díaz, F. C., Moreno, S. M. S., & Rodríguez, H. J. M. (2013). Manual de tecnologías aplicadas a la ovinocultura. Universidad Autónoma de Nayarit, México, 128 p.

Daniel, J. A., Foradori, C. D., Whitlock, B. K., & Sartin, J. L. (2013). Hypothalamic integration of nutrient status and reproduction in the sheep. *Reproduction in Domestic Animals*, 48, 44–52. <https://doi.org/10.1111/rda.12227>

De Bond, J. A. P., & Smith, J. T. (2014). Kisspeptin and energy balance in reproduction. *Reproduction*, 147(3). <https://doi.org/10.1530/REP-13-0509>

De La Peña, J. A. P., Rincón, F. G. R., De La Cruz Colín, L., Vara, I. A. D., & Rodríguez, G. B. (2017). Caracterización de las canales ovinas producidas en México. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 8(3), 269–277. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i3.4203>

Dominguez, Z. A. (2010). Sincronización de celo e inseminación artificial en ovinos. Ingeniero agrónomo zotecnista. Universidad autónoma agraria "Antonia Narro" división de ciencia animal. 73 p.

Fabre-Nys, C., Chanvallon, A., Dupont, J., Lardic, L., Lomet, D., Martinet, S., & Scaramuzzi, R. J. (2016). The “ram effect”: a “non-classical” mechanism for inducing LH surges in sheep. *PLoS ONE*, 11(7), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158530>

- Fernández-Abella, D., & Formoso, D. (2007). Estudio de la mortalidad embrionaria y fetal en ovinos. II. Efecto de la condición corporal y de la dotación sobre las pérdidas embrionarias y fetales. *Producción Ovina*, 19, 5–13.
- Foot, W. C. N. S. (1966). Puberal estrus ovulation and subsequent estrous cycle patterns in the ewe. Utah state university. 86–90.
- Foster, D. L., & Hileman, S. M. (2015). Puberty in the Sheep. In Knobil and Neill's Physiology of Reproduction: Two-Volume Set (Vol. 2, pp. 1441–1485). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397175-3.00031-4>
- Fraire-Cordero, S., Salazar-Ortiz, J., Cortez-Romero, C., Pérez-Hernández, P., Herrera-Corredor, C. A., & Gallegos-Sánchez, J. (2018). External stimuli help restore post-partum ovarian activity in Pelibuey sheep. *South African Journal of Animal Sciences*, 48(2), 337–343. <https://doi.org/10.4314/sajas.v48i2.14>
- Franco, J. (2012). Hormonas Reproductivas de Importancia Veterinaria en Hembras Domésticas Rumiantes. *Universidad de Caldas*. 41-56
- Freitas, T. B., Felix, T. L., Pedreira, M. S., Silva, R. R., Silva, F. F., Silva, H. G. O., & Moreira, B. S. (2017). Effects of increasing palm kernel cake inclusion in supplements fed to grazing lambs on growth performance, carcass characteristics, and fatty acid profile. *Animal Feed Science and Technology*, 226, 71–80. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.02.009>
- Gibbons, A., & Cueto, M. (2011). Reproductive biotechnologies for genetic improvement in sheep. *Congresso Brasileiro de Reprodução Animal*. 19. 180–185. [http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v35n2/RB344Gibbons pag180-185.pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v35n2/RB344Gibbons%20pag180-185.pdf)

- Gibbons, A. E., Fernandez, J., Bruno-Galarraga, M. M., Spinelli, M. V., & Cueto, M. I. (2019). Technical recommendations for artificial insemination in sheep. *Animal Reproduction*, *16*(4), 803–809. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2018-0129>
- Godfrey, R. W., Collins, J. R., Hensley, E. L., & Wheaton, J. E. (1999). Estrus synchronization and artificial insemination of hair sheep ewes in the tropics. *Theriogenology*, *51*(5), 985–997. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(99\)00044-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(99)00044-8)
- Godfrey, R. W., & 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. *Journal of Animal Science*, *81*(3), 587–593. <https://doi.org/10.2527/2003.813587x>
- Godoy-Padilla, D. J., Daza La Plata, R., Fernández Curi, L. M., Layza Mendiola, A. E., Roque Alcarraz, R. E., Hidalgo Lozano, V., Gamarra Carrillo, S. G., & Gómez Bravo, C. A. (2020). Caracterización del valor nutricional de los residuos agroindustriales para la alimentación de ganado vacuno en la región de San Martín, Perú. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, *21*(2), 1–14. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num2\\_art:1374](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num2_art:1374)
- Gonzalez-Bulnes, Antonio & García, R.M & Alonso, María & Santiago-Moreno, Julian & López-Sebastián, Antonio. (2002). Patrones y mecanismos de control del desarrollo folicular durante la administración de protocolos superovulatorios en pequeños rumiantes (Revisión). *Investigación agraria. Producción y sanidad animales*, ISSN 0213-5035, Vol. 17, Nº 1-2, 2002, pags. 37-48. 17
- Gutiérrez, J. (2003). Inseminación artificial en ovinos: Aplicación intrauterina

por laparoscopia de semen refrigerado. Ingeniero agrónomo zootecnista  
Universidad autónoma agraria "Antonia Narro" división de ciencia animal.  
75

Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Rinne, M., Lamminen, M., Mapato, C., Ampapon, T., Wanapat, M., & Vanhatalo, A. (2018). Review: alternative and novel feeds for ruminants: Nutritive value, product quality and environmental aspects. *Animal*, 12(s2), S295–S309. <https://doi.org/10.1017/S1751731118002252>

Hernández-Marin, J. A., Valencia-Posadas, M., Ruíz-Nieto, J. E., Mireles-Arriaga, A. I., Cortez-Romero, C., & Gallegos-Sánchez, J. (2017). Contribution of sheep breeding to the livestock sector in Mexico. *Agroproductividad*, 10(3), 87–93.

Herrera-Haro, J. G., Alvarez, G., Bárcena Gama, R., & Núñez Aramburu, J. M. (2019). Caracterización de los rebaños ovinos en el sur de Ciudad de México, México. *Acta Universitaria*, 29, 1–15. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2022>

Hoyos, D. B. (2015). Suplementación con ensilaje de residuos de hoja de plátano y subproductos industriales en vacas lecheras. *Ciencia Unisalle*, 3-42

Jędrejek, D., Levic, J., Wallace, J., & Oleszek, W. (2016). Animal by-products for feed: characteristics, European regulatory framework, and potential impacts on human and animal health and the environment. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 25(3), 189–202. <https://doi.org/10.22358/jafs/65548/2016>

Suhaimi, D., Sharif, S., & Normah, M. A. (2018). Nutritional value variation in local palm kernel cake for animal feeds. *Malaysian Journal of Veterinary*

*Research*, 9(2), 165–170.

Kusch-Brandt, S. (2020). Towards more sustainable food systems—14 lessons learned. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11). <https://doi.org/10.3390/ijerph17114005>

Ledezma, J. A., Gallegos-Sánchez, J., Godoy, A. V., & Méndez, J. V. (2006). Sistemas neurales de retroalimentación durante el ciclo reproductivo anual de la oveja: una revisión. *Interciencia*, 31(1), 11–32.

Li, J. (1999). The effects of molybdenum and / or sulfur supplementation on the mineral status of plasma and liver of sheep fed palm kernel cake li juan. Maestria en ciencias. Universiti Putra Malaysia.

López, M., Wingching, R., & Rojas, A. (2014). Meta-análisis de los subproductos de piña (Ananas comosus) para la alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 383–392.

Lozano-gonzález, J. F., Uribe-velásquez, L. F., & Osorio, J. H. (2012). Control hormonal de la reproducción en hembras ovinas. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 6(2), 134–147.

Luna-Palomera, C., Berumen-Alatorre, A. C., Aguilar-Cabrales, J. A., Torres, J. A. P., Ojeda-Robertos, N. F., Chay-Canul, A. J., & Maldonado-Garcia, N. M. (2017). Desarrollo de corderas de pelo con diferentes niveles de inclusion de harina de kernel de palma en sustitucion de granos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(3), 353–361.

Mahmoud, G. B., & Hussein, H. A. (2019). Ram effect on estrus behavior, ovarian structure and steroid hormone levels in Ossimi ewes treated with prostaglandin f2 $\alpha$  for estrus synchronization. *Egyptian Journal of Animal Production*, 56(2), 87–92. <https://doi.org/10.21608/ejap.2019.93001>

- Makkar, H. P. S. (2018). Review: feed demand landscape and implications of food-not feed strategy for food security and climate change. *Animal*, 12(8), 1744–1754. <https://doi.org/10.1017/S175173111700324X>
- Manceron, S., Ben-Ari, T., & Dumas, P. (2014). Feeding proteins to livestock: Global land use and food vs. feed competition. *OCL - Oilseeds and Fats*, 21(4). <https://doi.org/10.1051/ocl/2014020>
- Martínez-Martínez, M. M., López-Pacheco, S. M., & Pérez-Ferrer, Á. E. (2017). Técnica de Mastoby para preparar ovinos receladores. *Revista de Medicina Veterinaria*, 36, 15–26. <https://doi.org/10.19052/mv.5168>
- Martínez-Partida, J., Jiménez-Sánchez, L., Herrera-Haro, J., Valtierra-Pacheco, E., Sánchez-López, E., López-Reyna, M., & Martínez, J. (2011). Ganadería ovino - caprina en el marco del programa de desarrollo rural en Baja California. *Universidad y Ciencia*, 27(3), 331–344. <https://doi.org/10.19136/era.a27n3.113>
- Miguel-Cruz, E. E., Mejía-Villanueva, O., & Zarco, L. (2019). Induction of fertile estrus without the use of steroid hormones in seasonally anestrous Suffolk ewes. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(11), 1673–1685. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0769>
- Montossi, F., Barbieri, I. De, Nolla, M., Luzardo, S., & Mederos, A. (2004). El manejo de la condición corporal en la oveja de cría; una herramienta disponible para la mejora de la condición corporal: ¿ Qué es ? ¿ Cómo se evalúa ? ¿ Qué potenciales ventajas tiene su aplicación en la producción ovina ? *Inia*, 33, 49–60.
- Morales-Teran, G., Pro-Martinez, A., Figueroa-Sandoval, B., Sanchez-del-real, C., & Gallegos-Sanchez, J. (2004). Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas

pelibuey continuous. *Agrociencia*, 85, 165–171.

Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., & Gerber, P. (2017). Livestock: on our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14(January), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001>

Mugabe, L. C., Bagaldo, A. R., Barbosa, L. P., de Araújo, F. L., Oliveira, B. Y. de S., Silva, R. V. M. M., Oliveira, R. L., & Pinheiro, E. E. G. (2017). Biochemical and seminal parameters of lambs fed palm kernel cake under grazing system. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(8), 670–677. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000800007>

Mutenje, M., Chipfupa, U., Mupangwa, W., Nyagumbo, I., Manyawu, G., Chakoma, I., & Gwiriri, L. (2020). Understanding breeding preferences among small-scale cattle producers: Implications for livestock improvement programmes. *Animal*, 14(8), 1757–1767. <https://doi.org/10.1017/S1751731120000592>

Notter, D. R. (2000). Effects of ewe age and season of lambing on prolificacy in US Targhee, Suffolk, and Polypay sheep. *Small Ruminant Research*, 38(1), 1–7. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00144-9](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00144-9)

O’Callaghan, D., Yaakub, H., Hyttel, P., Spicer, L., & Boland, M. (2004). Effect of nutrition and superovulation on oocyte morphology, follicular fluid composition and systemic hormone concentrations in ewes. *Reproduction, March*, 303–313. <https://doi.org/10.1530/reprod/118.2.303>

Ominski, K., Mcallister, T., Stanford, K., Mengistu, G., Kebebe, E. G., Omonijo, F., Cordeiro, M., Legesse, G., & Wittenberg, K. (2021). Utilization of by-products and food waste in livestock production systems: a canadian perspective. *Animal Frontiers*, 11(2), 55–63. <https://doi.org/10.1093/af/vfab004>

- Oviedo, E. (2013). Inseminacion artificial en ovinos. Ingeniero agrónomo zotecnista. Universidad autónoma agraria "Antonia Narro" división de ciencia animal. 44.
- Plakkot, B., Mohanan, A., & Kanakkaparambil, R. (2020). Prolificacy in small ruminants. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research* 9(3), 85–90. <https://doi.org/10.15406/jdvar.2020.09.00284>
- Rhind, S. M., McKelvey, W. A. C., McMillen, S., Gunn, R. G., & Elston, D. A. (1989). Effect of restricted food intake, before and/or after mating, on the reproductive performance of Greyface ewes. *Animal Production*, 48(1), 149–155. <https://doi.org/10.1017/S0003356100003883>
- Rhind, S. M., & McNeilly, A. S. (1998). Effects of level of food intake on ovarian follicle number, size and steroidogenic capacity in the ewe. *Animal Reproduction Science*, 52(2), 131–138. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(98\)00097-9](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(98)00097-9)
- Ribeiro, R. D. X., Oliveira, R. L., Macome, F. M., Bagaldo, A. R., Silva, M. C. A., Ribeiro, C. V. D. M., Carvalho, G. G. P., & Lanna, D. P. D. (2011). Meat quality of lambs fed on palm kernel meal, a By-product of biodiesel production. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(10), 1399–1406. <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11110>
- Ribeiro, R. D. X., Oliveira, R. L., Oliveira, R. L., de Carvalho, G. G. P., Medeiros, A. N., Correia, B. R., Silva, T. M., & Bezerra, L. R. (2018). Palm kernel cake from the biodiesel industry in diets for goat kids. Part 1: nutrient intake and utilization, growth performance and carcass traits. *Small Ruminant Research*, 165(May), 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.05.013>
- Rosa, H. J. D., & Bryant, M. J. (2002). The “ram effect” as a way of modifying

- the reproductive activity in the ewe. *Small Ruminant Research*, 45(1), 1–16. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00107-4](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00107-4)
- Said, C., Mario, A., Jaime, G., & Antonio, H. (2018). Sincronización del estro en ovejas con PGF2 $\alpha$  y bioestimuladas con “efecto macho.” *Abanico Veterinario*, 8(3), 94–105. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.7>
- Salazar, A. N., Acuña, R. S., & de Salcedo, M. G. (2008). Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal. *Zootecnia Tropical*, 26(4), 411–419.
- Salmon, G. R., MacLeod, M., Claxton, J. R., Pica Ciamarra, U., Robinson, T., Duncan, A., & Peters, A. R. (2020). Exploring the landscape of livestock ‘Facts.’ *Global Food Security*, 25(October), 100329. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100329>
- Sanchez D, F. 2003. Condición corporal en ovejas. *Produccion-Animal.Com.Ar*, disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_ovina/condicion\\_corporal\\_ovinos/07-cc.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/condicion_corporal_ovinos/07-cc.pdf)
- Santos, A. X., Kahwage, P. R., Faturi, C., Quinzeiro Neto, T., Lourenço Junior, J. B., Joele, M. R. S. P., & Garcia, A. R. (2014). Feed supplementation with palm kernel cake-based concentrate increases the quality of water buffalo semen. *Animal Reproduction*, 11(2), 85–95.
- Santos, L. V., Silva, R. R., Silva, F. F., Silva, J. W. D., Barroso, D. S., Silva, A. P. G., Souza, S. O., & Santos, M. C. (2019). Increasing levels of palm kernel cake (*Elaeis guineensis* jacq.) in diets for feedlot cull cows. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 79(4), 628–635. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392019000400628>
- Scaramuzzi, R. J., Campbell, B. K., Downing, J. A., Kendall, N. R., Khalid, M., Muñoz-Gutiérrez, M., & Somchit, A. (2006). A review of the effects of

supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reproduction Nutrition Development*, 46(4), 339–354. <https://doi.org/10.1051/rnd:2006016>

SENACSA. (2015). Manual de buenas prácticas en ovinos. Ministerio de agricultura y ganadería, Paraguay. 56 p.

SIAP. (2021). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.gob.mx/siap>.

Silva, R. L. N. V., Oliveira, R. L., Ribeiro, O. L., Leão, A. G., Carvalho, G. G. P., Ferreira, A. C., Pinto, L. F. B., & Pereira, E. S. (2012). Palm kernel cake for lactating cows in pasture: Intake, digestibility, and blood parameters. *Italian Journal of Animal Science*, 12(2), 257–264. <https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e42>

Skliarov, P., Pérez, C., Petrusha, V., Fedorenko, S., & Bilyi, D. (2021). Induction and synchronization of oestrus in sheep and goats. *Journal of Central European Agriculture*, 22(1), 39–53. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.1.2939>

Smidt, D., & Niemann, H. (1999). Biotechnology in genetics and reproduction. *Livestock Production Science*, 59(2–3), 207–221. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00028-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00028-7)

Somanjaya, R., Fuah, A. M., Rahayu, S., Setiadi, M. A., & Abdullah, L. (2021). PMSG in ewes: a practical and efficient step for superovulation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 748(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/748/1/012010>

Towhidi, A., Khazali, H., & Zhandi, M. (2007). Leptin is a metabolic signal for

GnRH-LH/FSH axis in feed-restricted ewes. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20(7), 1039–1048.  
<https://doi.org/10.5713/ajas.2007.1039>

Tron, J. D. L. (2009). Estrategias reproductivas para aumentar la producción de corderos. 1–12. Disponible en: [http://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/2011/07/9\\_jdlt\\_estrategias\\_repro.pdf](http://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/2011/07/9_jdlt_estrategias_repro.pdf)

Umunna, N. N., Magaji, I. Y., Adu, I. F., Njoku, P. C., Balogun, T. F., Alawa, J. P., & Iji, P. A. (1994). Utilization of palm kernel meal by sheep. *Journal of Applied Animal Research*, 5(1), 1–11.  
<https://doi.org/10.1080/09712119.1994.9705991>

Ungerfeld, R., & Rubianes, E. (1999). Estrus response to the ram effect in Corriedale ewes primed with medroxyprogesterone during the breeding season. *Small Ruminant Research*, 32(1), 89–91.  
[https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(98\)00164-3](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(98)00164-3)

Ungerfeld, Rodolfo, Dago, A. L., Rubianes, E., & Forsberg, M. (2004). Response of anestrus ewes to the ram effect after follicular wave synchronization with a single dose of estradiol-17 ? *Reproduction Nutrition Development*, 44(1), 89–98. <https://doi.org/10.1051/rnd:2004010>

Uslu, B. A., Tasal, I., Gulyuz, F., Sendag, S., Ucar, O., Goericke-Pesch, S., & Wehrend, A. (2012). Effects of oestrus synchronisation using melatonin and norgestomet implants followed by eCG injection upon reproductive traits of fat-tailed Morkaraman ewes during suckling, anoestrus season. *Small Ruminant Research*, 108(1–3), 102–106.  
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.07.002>

Varijakshapanicker, P., McKune, S., Miller, L., Hendrickx, S., Balehegn, M., Dahl, G. E., & Adesogan, A. T. (2019). Sustainable livestock systems to

improve human health, nutrition, and economic status. *Animal Frontiers*, 9(4), 40–49. <https://doi.org/10.1093/af/vfz041>

Wadhwa, M., & Bakshi, S. P. M. (2013). Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products. *FAO*. <http://www.fao.org/webtranslate-widget.systransoft.com/docrep/018/i3273e/i3273e.pdf>

Whisnant, C. S., Washburn, S. P., & Farin, P. W. (2000). Current concepts in synchronization of estrus and ovulation of dairy cows. *Journal of Animal Science*, 77(E-Suppl), 1. <https://doi.org/10.2527/jas2000.00218812007700es0042x>

Yaakub, H., Masnindah, M., Shanthi, G., Sukardi, S., & Alimon, A. R. (2009). The effects of palm kernel cake based diet on spermatogenesis in Malin x Santa-Ines rams. *Animal Reproduction Science*, 115(1–4), 182–188. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.12.006>

Yang, K., Qing, Y., Yu, Q., Tang, X., Chen, G., Fang, R., & Liu, H. (2021). By-product feeds: current understanding and future perspectives. *Agriculture (Switzerland)*, 11(3), 1–20. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030207>

Yanti, Y., & Yayota, M. (2017). Agricultural by-products as feed for ruminants in tropical area: nutritive value and mitigating methane emission. *Reviews in Agricultural Science*, 5(0), 65–76. <https://doi.org/10.7831/ras.5.65>