



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

---

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

---

**EVALUACIÓN DE LA SUPLEMENTACIÓN DE OVEJAS  
SANTA CRUZ CON PASTA DE *Jatropha curcas* DURANTE  
EL PERIPARTO Y EL CORDERO**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Y DESARROLLO RURAL**

**P R E S E N T A:**

**ABRAHAM MARTÍNEZ LÓPEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Dra. Mariana Pedernera Romano**



FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Mor., Diciembre de 2018

**EVALUACIÓN DE LA SUPLEMENTACIÓN DE OVEJAS SANTA CRUZ CON  
PASTA DE *Jatropha curcas* DURANTE EL PERIPARTO Y LA CRÍA**

Tesis realizada por **Abraham Martínez López** bajo la dirección del Comité Revisor  
indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado  
de:

**Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**

COMITÉ REVISOR

Directora de tesis: \_\_\_\_\_

Dra. Mariana Pedernera Romano

Revisor: \_\_\_\_\_

Dr. Virginio Aguirre Flores

Revisor: \_\_\_\_\_

Dr. José Agustín Orihuela Trujillo

Revisor: \_\_\_\_\_

Dr. Fernando Iván Flores Pérez

Revisor: \_\_\_\_\_

M.C. Javier Gutiérrez Molotla

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi agradecimiento al CONACyT por la beca otorgada para realizar los estudios de posgrado del programa de maestría en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, UAEM.

Agradezco también al CEPROBI, IPN y a la Dra. Silvia Evangelista Lozano facilitarme la pasta de *Jatropha curcas L.* ya que sin esta no podría haber realizado este proyecto.

A la Dra. Mariana Pedernera Romano por todo su apoyo y paciencia para la elaboración de este trabajo.

A mis padres, por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida.

A Dios por guiarme por el camino de mi vida.

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	iii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	iv
<b>Resumen</b> .....	v
<b>Abstract</b> .....	vi
<b>Introducción general</b> .....	1
<b>Antecedentes</b> .....	2
<b>Justificación</b> .....	5
<b>Hipótesis</b> .....	6
<b>Objetivo general</b> .....	6
<b>Objetivos específicos</b> .....	6
<b>Experimento 1. Prueba de palatabilidad de la pasta de Jatropha curcas en ovejas de pelo de la raza Santa Cruz</b> .....	7
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>Hipótesis</b> .....	7
<b>Objetivo</b> .....	7
<b>Materiales y métodos</b> .....	8
<b>Análisis estadístico</b> .....	9
<b>Resultados</b> .....	10
Consumo.....	10
Consumo después de 8 h de ofrecimiento.....	11
Consumo en gramos a las 24 horas.....	12
<b>Discusión</b> .....	13
<b>Conclusión</b> .....	14
<b>Experimento 2. Evaluación de la suplementación de la dieta con pasta de Jatropha curcas en ovejas de raza Santa Cruz, durante el parto y el vigor de la cría</b> .....	15
<b>Introducción</b> .....	15
<b>Hipótesis</b> .....	16
<b>Objetivo general</b> .....	16
<b>Objetivos específicos</b> .....	16
<b>Materiales y métodos</b> .....	16
.....	18
<b>Resultados</b> .....	19

<b>Conclusión</b> .....	23
<b>Discusión general</b> .....	24
<b>Conclusión general</b> .....	25
<b>Bibliografía</b> .....	26

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro.-1 muestra las características nutricionales tanto de GC y de GJ	18
Cuadro N. 2 promedio en grados de la temperatura al nacer entre grupos, promedio de tiempo en minutos en ponerse de pie, promedio de tiempo en minutos en llegar a la ubre y promedio de tiempo en minutos en mamar	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Tiempo (minutos) de consumo de cada ingrediente durante la primer media hora de haber sido ofrecido el alimento. La barra de error indica el error estándar. Literales diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) 10
- Figura 2. Consumo (g) de cada ingrediente a las 8 horas después de haber sido ofrecido el alimento. La barra de error indica el error estándar. Literales diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) 11
- Figura 3. Consumo (g) de cada ingrediente a las 24 horas después de haber sido ofrecido el alimento. La barra de error indica el error estándar. Literales diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) 12
- Figura 4. Cambio de peso de las ovejas durante el parto. Cuando fueron alimentadas con concentrado (GC) y con jatrofa (GJ) siendo el 5 el peso del animal en el día del parto. Las barras indican el valor estándar de cada valor 19
- Figura 5. Cambio de peso de los corderos desde el nacimiento hasta las cuatro semanas de edad. Nacidos de ovejas que su dieta fue suplementada con; concentrado (GC) y jatrofa (GJ). Las barras de error indican el error estándar de cada valor. Las literales indican diferencia estadística significativa entre grupos cuando ( $p < 0.05$ ) 23

## Resumen

El objetivo de la tesis fue evaluar la inclusión de la pasta de jatrofa (*Jatropha curcas* L.) en la alimentación de ovejas. La pasta de jatrofa es un subproducto agrícola rico en energía y proteína que podría usar para suplementar la dieta de los rumiantes. Para probar esta hipótesis se realizaron 2 experimentos; el primero consistió en una prueba de palatabilidad de la pasta de jatrofa con 6 corderos de 3 meses de edad de la raza Santa Cruz. Para evaluar la palatabilidad, se realizó una prueba de “cafetería”, que consistió en medir el consumo de la pasta de jatrofa en comparación con alfalfa achicalada molida, concentrado comercial y rastrojo de sorgo molido, durante 7 días consecutivos. La pasta de jatrofa fue el tercer ingrediente más consumido encontrando diferencia entre tratamientos ( $p > 0.05$ ) por debajo de la alfalfa achicalada molida y del alimento concentrado. En el segundo experimento se evaluó el efecto de la suplementación con pasta de jatrofa durante el parto de la oveja y el desarrollo de la cría. Se utilizaron 39 ovejas multíparas Santa Cruz con 100 días de gestación, distribuidas aleatoriamente en dos grupos. Cada grupo recibió una de dos dietas integrales: grupo control y grupo jatrofa. Ambas dietas cubrían los requerimientos nutricionales de gestación y lactancia, la diferencia fue que en la dieta control se usó concentrado comercial y en la otra dieta pasta de jatrofa. No hubo diferencia en el peso de las ovejas del grupo control y jatrofa, durante el parto ( $p > 0.05$ ). El peso de las crías desde el nacimiento hasta el primer mes de edad y su vigor al nacer, también fue similar entre los dos grupos ( $p > 0.05$ ). La ganancia de peso de la cría a la cuarta semana de edad fue mayor la del grupo jatrofa ( $p < 0.05$ ). Se concluye que la pasta de jatrofa es palatable para las ovejas y puede sustituirse el concentrado comercial por pasta de jatrofa en la alimentación de ovejas durante el parto.



## Abstract

The objective of the present thesis was to evaluate the inclusion of jatropha paste (*Jatropha curcas* L.) in sheep diet. The jatropha paste is an agricultural by-product rich in energy and protein that could be used to supplement the diet in ruminants. To demonstrate this hypothesis two different experiments were done. The first experiment was to test the palatability of jatropha paste with six lambs of three months old of Santa Cruz breed. To evaluate their palatability, a “cafeteria” test was carried out, which consisted in measuring the consumption of jatropha paste compared to three ingredients known to the sheep (lucerne forage, commercial concentrate and sorghum forage) for 7 consecutive days. Jatropha paste was found to be the third most consumed ingredient ( $p > 0.05$ ) below lucerne forage and concentrate. The following experiment consisted of evaluating the effect of dietary supplementation with jatropha paste during the peripartum of sheep and lamb development. Thirty nine pregnant Santa Cruz ewes (100 day of gestation) were used and were randomly grouped into two total mixed rations. Each group received one of the two integral diets: Control group and jatropha group. Both diets covered the nutritional requirements of gestation and lactation, the difference was that in the control diet commercial concentrate was used and in the other jatropha paste. There was no significant difference in the weight of the sheep of control group and jatropha, during the peripartum ( $p > 0.05$ ). The weight of offspring from birth to the first month of age and their vigor of the lamb at birth was also similar between groups ( $p > 0.05$ ). The weight gain of the lamb at the fourth week of age was higher in the Jatropha group ( $p < 0.05$ ). It is concluded that the jatropha paste is palatable for the sheep and that the commercial concentrate can be replaced by jatropha paste in the diet of sheep during the peripartum.

**EVALUACIÓN DE LA SUPLEMENTACIÓN DE OVEJAS SANTA CRUZ CON  
PASTA DE *Jatropha curcas* DURANTE EL PERIPARTO Y EL CORDERO**

## Introducción general

En el presente trabajo, se evaluó la suplementación de la dieta durante el parto con pasta de *Jatropha curcas* en borregas de pelo de la raza Santa Cruz. La planta de jatrofa (*Jatropha curcas L.*) es una oleaginosa perenne de porte arbustivo que pertenece a la familia, cuyas variedades no tóxicas son endémicas de México (Martínez, 2007).

La pasta de jatrofa resulta de la extracción mecánica del aceite esencial de la semilla. Esta pasta es rica tanto en proteína como en energía; alcanzando cifras de hasta un 50-60% de proteína y energía metabolizable de 2972 kcal/kg (Martínez, 2007). Por lo cual, tiene el potencial de ser un excelente ingrediente para suplementar las dietas de los animales, como son las ovejas.

La primera pregunta que había que responder, era si las ovejas iban a consumir la pasta de jatrofa. Por lo que se diseñó un experimento donde se evaluó la preferencia de consumo de esta pasta, ya que el sabor, la textura, los efectos postingestivos y los nutrientes que aporta un ingrediente determinan su palatabilidad y por tanto su consumo por el animal (Baumont, 1996). Los resultados de la prueba fue que si consumían el ingrediente. Por lo que se hizo una segunda pregunta que era si la inclusión de la pasta de jatrofa en la dieta integral de las ovejas en parto resultaría beneficiosa en la cuestión productiva y reproductiva de las ovejas durante el parto y la cría. Ya que, en este periodo los requerimientos nutricionales son altos, y dada las características nutrimentales de la pasta, podría ser un ingrediente adecuado. La presente tesis, muestra y discute los resultados de los experimentos que se hicieron para resolver las dos preguntas mencionadas anteriormente.

## Antecedentes

La ovinocultura en México es una de las actividades pecuarias que ha despertado gran interés a los ganaderos en los últimos años, debido a que la producción nacional no es suficiente para abastecer al mercado nacional, lo que ha provocado la importación de ovinos en pie y en canal congelada de diferentes países (Nueva Zelanda, Australia, Canadá y Chile), para cubrir al menos la mitad del consumo per cápita que es de aproximadamente 800 g al año (SAGARPA, 2013).

Las principales causas de la baja producción de corderos en México se han relacionado con un bajo manejo nutricional, sanitario y reproductivo del hato. México cuenta con alrededor de 8.71 millones de cabezas de ovinos (INEGI, 2015). La producción ovina, se hace, por lo general, en sistemas de pastoreo extensivos sin una complementación alimenticia, o en sistemas semi-intensivos con pastoreo diurno y encierro durante la noche. En época de sequía se llega a complementar con forrajes de mala calidad nutricional (como lo son rastrojo de sorgo, maíz, entre otros.) y algunos subproductos de la industria (como los son gallinaza, cascarilla de cítrico, entre otros); lo que conlleva a que la mayoría de los ovinos en nuestro país consuman una dieta pobre en energía y proteína y generalmente son pocos los ranchos donde se manejen dietas balanceadas (Maquivar y Galina, 2010).

La deficiencia nutricional, es uno de los factores más importantes que impiden que los animales manifiesten su potencial productivo y reproductivo, sobre todo cuando la falta de nutrientes se da en etapas con mayor demanda energética como es durante la gestación y la lactación (Palmquist y Moser, 1981). Una alternativa que permite a los productores proporcionar una mejor alimentación de sus rebaños a menor costo es el uso de sub-productos agrícolas o industriales, como es el caso de la pasta de jatrofa.

En la actualidad los combustibles fósiles se han vuelto una dependencia para el ser humano lo cual se ha convertido en un gran problema, ya que su disponibilidad es limitada y se prevé se agoten durante los próximos años, lo que ha encarecido los

combustibles (Martínez, 2007), además de generar contaminantes que impactan cada día más al planeta (Sotolongo, *et al.*, 2007). Debido a ello, algunos países han invertido en la fabricación de biocombustibles a partir de distintos sustratos, entre ellos los aceites vegetales. Las plantas oleaginosas actualmente están siendo utilizadas para la producción de aceite (Dufey, 2006).

La jatrofa es una oleaginosa perenne de porte arbustivo que pertenece a la familia *Euphorbeaceae*, con más de 3500 especies las cuales se agrupan en 210 géneros; mide de 3 a 6 m de altura, destacando por su alta producción de biomasa (Sotolongo *et al.*, 2007). La ventaja de la planta de jatrofa es que se adapta a crecer en tierras arenosas en regiones semiáridas, y no compatibles con la siembra de plantas para alimentación humana (Sotolongo, *et al.*, 2007). La jatrofa tiene la desventaja que muchas de sus variedades son tóxicas, pero en ciertos países, como México, se encuentran variedades no tóxicas (Makkar y Becker, 1999). Los frutos son cápsulas drupáceas de aproximadamente 2 cm de diámetro, con una coloración café y dentro albergan dos o tres semillas del tamaño y forma de una almendra blanquizca la cual es conformada por el pericarpo y cotiledón. Estas semillas tienen un alto contenido de aceite. Para la extracción del aceite, la semilla es prensada mecánicamente, ya sea en frío o en caliente y una vez extraído el aceite queda la pasta de jatrofa (o torta). El procesamiento de extracción del aceite genera alrededor del 50% de pasta de jatrofa. En años recientes, en Morelos, se ha fomentado la siembra de la jatrofa para producir biodisel, y se están buscando alternativas de uso de la pasta (SICyT, 2014).

La pasta de jatrofa puede utilizarse como bio-fertilizante y posiblemente como alimento animal (King *et al.*, 2009). Esta pasta es rica tanto en proteína como en energía alcanzando cifras de hasta un 50-60% de proteína, y energía metabolizable de 2972 kcal/kg (Martínez, 2007). La calidad nutricional y futura disponibilidad hacen que sea un excelente ingrediente para suplementar las dietas de los animales. Además, la pasta de jatrofa, al ser rica en nutrientes, tiene el potencial de mejorar

los aspectos productivos y reproductivos de las hembras (Sotolongo *et al.*, 2007). Además, podría usarse para suplementar animales en los estados fisiológicos que demandan más energía, como las etapas de gestación y lactación (Cannas *et al.*, 1998). En bovinos, se ha probado su uso para disminuir la producción de gases de efecto invernadero (Martínez, 2010). Pero sus características físicas y nutricionales hacen de ella un posible ingrediente para alimento animal, sobre todo en las variedades no tóxicas (Makkar y Becker, 1999, Martínez, 2007).

Los requerimientos nutricionales de los animales varían según su estado fisiológico (NRC, 2007). Durante el periparto (un mes antes y después del parto) se da el mayor crecimiento fetal, se produce el parto, se induce a la mamogénesis y la lactogénesis (Bell, 1995). Para esto la madre tiene grandes cambios metabólicos y endócrinos para aportar los nutrientes necesarios para el crecimiento final del feto y el inicio de la lactancia, lo cual es promovido por el cambio de concentraciones hormonales y del metabolismo y varía según la genética del animal (Bauman y Currie, 1980). La demanda alta de nutrientes en estos periodos hace indispensable la suplementación con ingredientes ricos en proteína y energía para disminuir problemas como: baja tasa de crecimiento fetal, estrés metabólico de la madre (exceso de movilización de reservas grasas), baja producción láctea, mayor tiempo en la reactivación ovárica, baja fertilidad, entre otras (McNeill *et al.*, 2014). Así mismo, la desnutrición de la madre durante la gestación puede afectar a la cría recién nacida.

Durante los primeros 3 días después del parto se presentan la mayor parte de las muertes neonatales (Dalton *et al.*, 1980). Ya que, durante las primeras horas de vida, el recién nacido depende prácticamente de la habilidad materna y del vigor del mismo (rapidez para establecer el vínculo) (Thomson y Thomson, 1949 citado por G. Banchemo *et al.*, 2004). La deficiencia de nutrientes en gestación puede hacer que la cría sufra de hipotermia y su supervivencia se comprometa (Dwyer *et al.*, 2003) ya que la nutrición afecta la cantidad de tejido adiposo pardo presente en algunas especies de mamíferos, incluidas las ovejas, que sirve para la termorregulación y el aporte de nutrientes hasta que la cría pueda amamantarse

(Asakura, 2004). Una mala nutrición durante la gestación influye en el comportamiento materno durante el parto. La suplementación durante la última semana de gestación mejora el comportamiento materno en ovejas (Putu *et al.*, 1988).

### **Justificación**

Algunos de los subproductos agrícolas pueden utilizarse para la dieta de los animales domésticos, ya que aportan nutrientes y pueden reducir los costos de la producción. La pasta de jatrofa es un subproducto industrial que se obtiene de la extracción mecánica del aceite de la semilla de jatrofa, el aceite es utilizado para la producción, principalmente, de biodiesel. El alto contenido energético y proteico de esta pasta la convierte en una alternativa para suplementar dietas animales. Sin embargo, solo se ha comprobado sus beneficios productivos en pollos de engorda y peces, pero no se ha evaluado en rumiantes. Además, en México, se tiene la ventaja de que hay variedades no tóxicas de esta planta y que en Morelos se van a sembrar 33,000 hectáreas (SICyT, 2014) de jatrofa para la producción de biodiesel, por lo que en un futuro cercano se contará con la disponibilidad de este subproducto.

## **Hipótesis**

La suplementación con la pasta de *Jatropha curcas* (*jatrofa*) durante el periparto y beneficia a la madre reduciendo la movilización de reservas energéticas, y a la cría en su tasa de crecimiento y conducta al nacer.

## **Objetivo general**

Evaluar la suplementación de la dieta con pasta de *Jatropha curcas* durante el periparto, en ovejas multíparas de raza de pelo (Santa Cruz), sobre sus parámetros reproductivos y metabólicos y sobre la tasa de crecimiento de la cría.

## **Objetivos específicos**

Evaluar el efecto de la suplementación sobre el balance energético en el periparto, utilizando indicadores como el cambio de peso vivo.

Evaluar la suplementación de la madre y los efectos en las crías y su conducta al nacer.



## **Experimento 1. Prueba de palatabilidad de la pasta de *Jatropha curcas* en ovejas de pelo de la raza Santa Cruz**

### **INTRODUCCIÓN**

La producción de biocombustibles genera subproductos agroindustriales que tienen el potencial de utilizarse como biofertilizantes y como alimento animal (King *et al.*, 2009). La pasta de jatrofa (*Jatropha curcas* L.) resulta de la extracción mecánica del aceite esencial de la semilla de la planta y está conformada por tegumento y cotiledón. Sus características físicas y nutricionales hacen de ella un posible ingrediente para alimento animal, sobre todo en las variedades no tóxicas (Makkar y Becker, 1999). Sin embargo, se desconoce si los ovinos consumirán la jatrofa.

El consumo de los ingredientes de una dieta en rumiantes está influenciado por diversos factores como son: la sensación de saciedad (Baumont *et al.*, 2000), factores sensoriales, gustativos, ambientales, físicos, olfativos e incluso por la digestibilidad de los mismos (Baumont, 1996). La palatabilidad de los alimentos puede ser cuantificada por el número y duración de los periodos consumidos en cada alimento (Abijaoud *et al.*, 2000). La preferencia de los alimentos o palatabilidad, se puede evaluar con estudios conocidos como prueba de cafetería, donde distintos ingredientes se ofrecen por separado para evaluar la conducta ingestiva de diversos ingredientes por un determinado tiempo (Scharenberg *et al.*, 2009, Allan *et al.*, 2010).

### **Hipótesis**

- La jatrofa será aceptada y consumida como un ingrediente en la dieta de ovejas.

### **Objetivo**

- Evaluar la palatabilidad de la pasta de *Jatrofa curcas* en ovejas de pelo.

## **Materiales y métodos**

### **Ubicación:**

Este experimento fue realizado en la posta ovina del campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, campus Chamilpa el cual se encuentra ubicado (18°58'53" N, 99°13'58.4" O; 1870 msnm); el clima en la región es semicálido-subhúmedo (tipo climático A(c) (W), con una precipitación media anual de 1500 mm (INEGI, 2016)

### **Animales:**

Se utilizaron seis corderos de raza Santa Cruz clínicamente sanos de cuatro meses de edad, con un peso promedio de  $21.5 \pm 1.5$ kg. Los corderos fueron alojados en corrales individuales de 2 x 2.5m en el cual tuvieron un periodo de adaptación al lugar, manejo y alimentación durante 10 días previos al periodo experimental que fue de 7 días.

### **Adaptación:**

Se alojó a los corderos en corrales individuales donde se alimentaron en comederos individuales, ofreciéndoles los alimentos a evaluar durante 8 h, los cuales fueron: pasta de jatrofa, alfalfa achicalada molida, alimento comercial y heno de sorgo molido (De Rosa *et al.*, 2002). El agua se ofreció a libre acceso.

### **Alimentación:**

A cada animal se le ofrecieron cuatro ingredientes diferentes (alfalfa achicalada molida, concentrado comercial al 16% de proteína, pata de sorgo molida y pasta de jatrofa) en comederos individuales de forma cilíndrica con una altura y diámetro de 30 cm (Modificado de Scharenberg *et al.*, 2009, Allan *et al.*, 2010). Los cuales fueron ubicados en las cuatro esquinas del corral y cada día fueron reubicados en esquinas diferentes para evitar el acostumbamiento del animal. La dieta fue diseñada para aportar el 30% más de sus requerimientos nutricionales de acuerdo al peso de

animal y sus necesidades de materia seca según el NRC (2007), ofreciendo la misma cantidad por ingrediente excepto el sorgo molido que fue en mayor cantidad para asegurar que tuvieran fibra suficiente, para proporcionar una dieta *ad libitum*. Los ingredientes se ofrecieron de la siguiente forma: alfalfa achicalada picada (300g), pata de sorgo picado (1000g), concentrado comercial al 16% de proteína cruda (300g Nu3®) y pasta de jatrofa (300g).

Preferencia ingestiva:

Se evaluó durante siete días consecutivos. Los ingredientes fueron pesados y se ofrecieron por la mañana. Al momento de colocar los comederos en el corral, fue medido el tiempo que pasaron los corderos consumiendo cada ingrediente durante la primera media hora (Modificado de Sharma *et al.*, 1997).

Consumo diario:

El consumo fue evaluado en dos periodos, a las 8 h posteriores de haber servido los alimentos. El residuo del alimento ofrecido por la mañana (8 h) fue pesado y reincorporado (15 h), y a las 24 h se recogió y pesó el residuo de los ingredientes. Se calculó la diferencia entre el alimento ofrecido y el consumo individual de cada ingrediente.

### **Análisis estadístico**

Los datos fueron analizados una prueba de ANOVA de dos vías y posteriormente se hizo una comparación de medias a través de una prueba de Tukey. La diferencia significativa se consideró cuando  $p < 0.05$ . Para el análisis estadístico se utilizó el programa GrahPad Prism 6.

## Resultados

El peso promedio de los animales al inicio del experimento fue de  $21.5 \pm 1.5$  kg y al finalizar (7 d después) de  $24.3 \pm 1.3$  kg teniendo una ganancia de peso similar entre los corderos  $2.8 \pm 1.3$  kg.

### Consumo

El tiempo que consumieron cada ingrediente durante la primera hora de haber sido ofrecido se muestra en la figura 1, resultando distribuido de la siguiente forma: alfalfa 58.3%, alimento concentrado 26%, pasta de jatrofa 13% y pata de sorgo molida 2.7%.

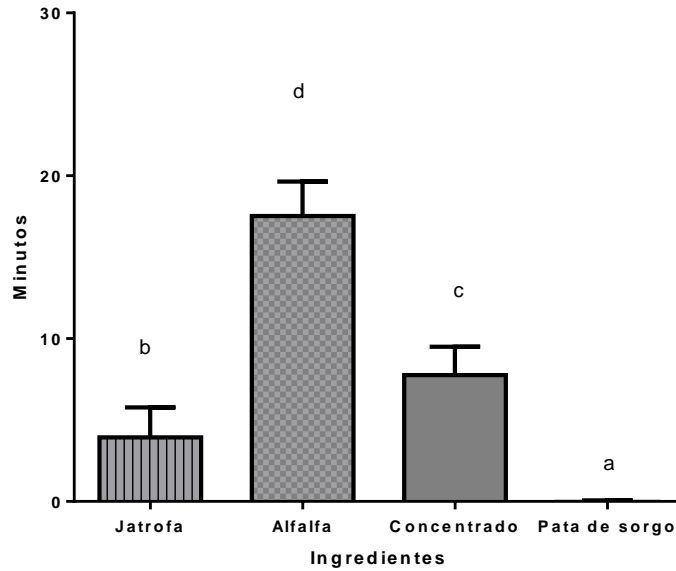


Figura 1. Tiempo promedio ( $\pm$  ee) de consumo de 4 ingredientes durante la primer media hora de su ofrecimiento. Literales diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

## Consumo después de 8 h de ofrecimiento

Ocho horas posteriores al ofrecimiento, los ingredientes fueron consumidos de la siguiente manera; alfalfa 98.1%, concentrado 90.8%, jatrofa 70.56% y pata de sorgo 26.4% de la porción ofrecida como se muestra en la figura N.-2.

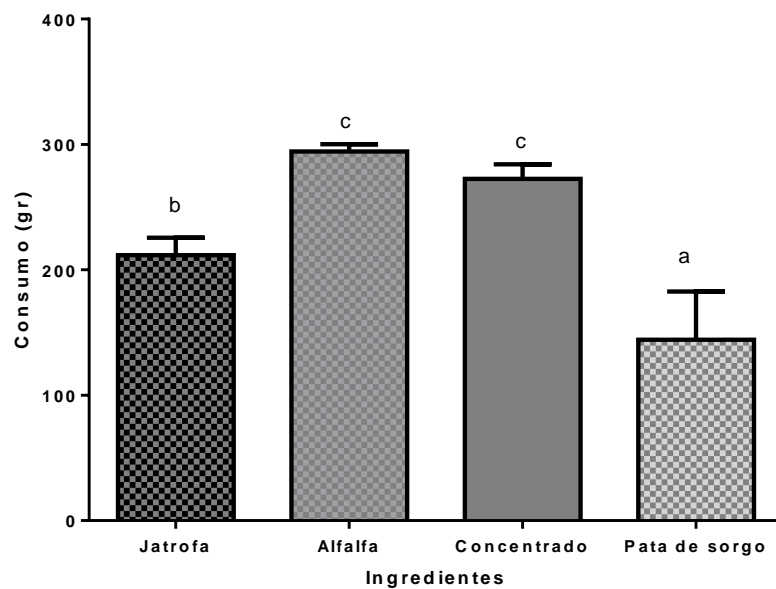


Figura 2. Consumo (g) de cada ingrediente a las 8 h después de haber sido ofrecido el alimento. La barra de error indica el error estándar. Literales diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

### Consumo en gramos a las 24 horas

Los ingredientes fueron consumidos de la siguiente forma; alfalfa 99.5%, concentrado 96.3%, pasta de jatrofa 76.9% y pata de sorgo 48.6% de la porción ofrecida como se muestra en la figura 3.

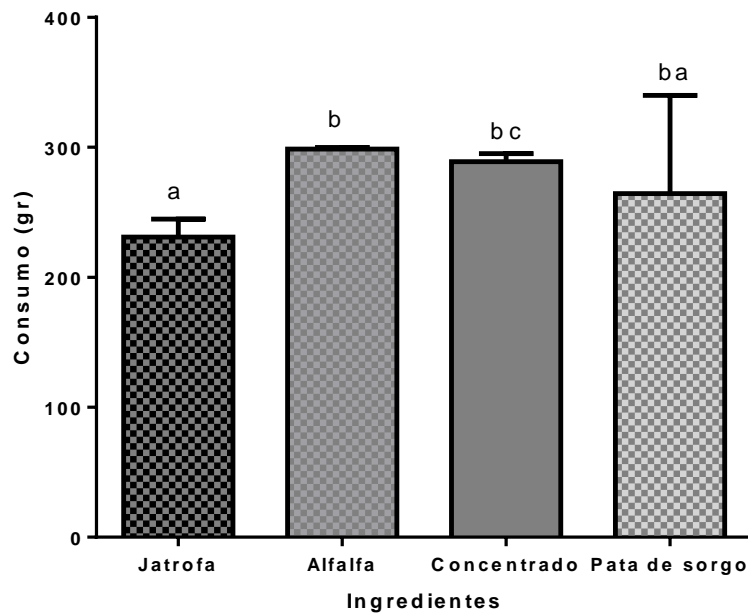


Figura 3. Consumo (g) de cada ingrediente a las 24 horas después de haber sido ofrecido el alimento. La barra de error indica el error estándar. Literales diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

## Discusión

Durante este experimento evaluamos la palatabilidad de la pasta de jatrofa en una variedad no tóxica en comparación con tres alimentos ya conocidos por los animales. En la cual encontramos que la pasta de jatrofa si es consumida por corderos. Siendo el tercer ingrediente preferido durante la primer media hora, después que el heno de alfalfa molido y el concentrado comercial. El menor consumo de jatrofa respecto al concentrado y la alfalfa, puede deberse a que el consumo de los alimentos puede ser influenciado por texturas, sabores, olores o incluso contenidos nutricionales (Allan *et al.*, 2010). La textura de la pasta pudo ser la razón de un menor consumo, ya que la pasta de jatrofa cuenta con dos texturas una blanda y dulce (cotiledón 65%) siendo en esta parte donde se encuentran mayor cantidad de nutrientes como proteína y energía; y otra dura y amarga que corresponde al pericarpo de la semilla (35%) (Sirisomboom *et al.*, 2007). Se sabe que las ovejas prefieren los sabores dulces pero no amargos, es por eso que en el residuo se observaban restos de pericarpo pero no de cotiledón.

El consumo de alfalfa y concentrado llegó cerca del 100%. Estos ingredientes son altamente palatables, además que ya eran conocidos por el animal, por lo que se utilizaron como un control positivo. Sin embargo, el consumo de la pasta de jatrofa llegó a 75 % a las 24 horas de la cantidad ofrecida. Lo cual demuestra que a pesar de ser un ingrediente nuevo para los ovinos, tuvieron un consumo alto. (Cvabadni, 2003), indica que el comportamiento ingestivo tiene en su origen dos conductas básicas la conducta innata, constituida por conductas que heredan todos los miembros de una especie determinada, y la conducta adquirida, a través del aprendizaje, por medio del ensayo y error (experiencias positivas y negativas) que varían de un individuo a otro de la misma especie. Así mismo, los alimentos nuevos son consumidos con prudencia y no en su totalidad, haciendo el animal un intercalamiento con alimentos ya conocidos (Perez, 1998; citado por Helguero 2005). A pesar de que la pata de sorgo es menos palatable, su consumo aumentó durante el día, esto pudo deberse a su alto contenido de fibra, que finalmente los rumiantes requieren para mantener un buen estado ruminal (NRC, 2007).

## **Conclusión**

Los corderos consumen voluntariamente la pasta de jatrofa.



## **Experimento 2. Evaluación de la suplementación de la dieta con pasta de *Jatropha curcas* en ovejas de raza Santa Cruz, durante el parto y el vigor de la cría**

### **Introducción**

Durante el parto, último tercio de la gestación e inicio de la lactación, los requerimientos nutricionales son más altos que un animal en etapa de mantenimiento (NRC, 2007). Durante este periodo se da el mayor crecimiento fetal, la mamogénesis y la lactogénesis (Bell, 1995). Por lo anterior, es clave cubrir los requerimientos nutricionales con el propósito de optimizar el rendimiento productivo de las ovejas según el estado fisiológico (Fernández, 2011). Un aporte de nutrientes bajo durante este periodo puede causar una tasa baja de crecimiento fetal, estrés metabólico de la madre (exceso de movilización de reservas grasas), producción láctea baja, incremento en el tiempo para la reactivación ovárica, fertilidad baja, vigor pobre de la cría al nacer, entre otras (Bauman y Currie, 1980; Dwyer, 2003; McNeil *et al.*, 2014). Por lo que es necesaria la suplementación con ingredientes ricos en proteína y energía para disminuir dichos problemas.

Los concentrados comerciales, son comúnmente usados para la suplementación de energía y proteína en la dieta. Sin embargo, su costo, por lo general, es alto, debido a que utilizan en su elaboración principalmente granos con alto contenido de proteína como es el sorgo y la soya. Sin embargo, se pueden usar otros ingredientes con buenas propiedades nutricionales, para sustituirlos como son los subproductos agroindustriales. Este es el caso de la pasta de jatrofa, que es un subproducto de la industria del biodiesel, resultado del prensado de la semilla de la jatrofa para extraer su aceite. Esta pasta tiene alto contenido de proteína y energía (King, 2009), además que México cuenta con variedades no tóxicas de esta planta (Makkar, 1998). Por lo que, es posible que se pueda incluir en la dieta de los ovinos, para suplementar energía y proteína durante el parto, donde la demanda nutricional es elevada.

## **Hipótesis**

La pasta de jatrofa disminuye el estrés metabólico de la oveja durante el parto y beneficia la ganancia de peso de su cría.

## **Objetivo general**

Evaluar la suplementación de la dieta con pasta de jatrofa durante el parto, en ovejas multíparas de raza de pelo (Santa Cruz) y sus crías.

## **Objetivos específicos**

Medir el efecto de la suplementación de la dieta con pasta de jatrofa sobre el cambio de peso vivo de la oveja durante el parto.

Evaluar el efecto de la suplementación de la dieta con pasta de jatrofa de la oveja en el vigor de su cría al nacer y su tasa de crecimiento.

## **Materiales y métodos**

### **Ubicación:**

Este experimento fue realizado en la posta ovina del campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, campus Chamilpa el cual se encuentra ubicado (18°58'53" N, 99°13'58.4" O; 1870 msnm); el clima en la región es semicálido-subhúmedo (tipo climático A(c) (W), con una precipitación media anual de 1500 mm (INEGI, 2016).

**Animales:**

Se utilizaron 39 hembras Santa Cruz multíparas, gestantes (>100 días de gestación) con un peso promedio de  $50.7 \pm 10.7$  kg clínicamente sanas, las cuales fueron asignadas a dos grupos; grupo jatrofa (GJ) y grupo concentrado (GC).

**Adaptación:**

Antes de comenzar el experimento, las ovejas salían a pastar por la mañana y por la tarde se encerraban en corrales y se les proporcionaba alimento comercial. Por tanto, previo al inicio del periodo experimental, los animales tuvieron un periodo de adaptación al corral, grupo de animales y a la nueva dieta durante 15 días.

**Alimentación:**

Las dietas ofrecidas a los grupos GJ y GC fueron isoproteicas e isoenergéticas, y fueron diseñadas para cubrir los requerimientos nutricionales de animales en tercer tercio de gestación de acuerdo a las tablas del NRC (2007). Los ingredientes utilizados para cada dieta fueron los siguientes: DC, concentrado comercial Nu3®, y DJ, sorgo molido, sales minerales y pasta de jatrofa curcas; ofreciendo alfalfa achicalada picada, heno de sorgo picado y melaza para los dos grupos. Los cuales fueron servidos en dos periodos, por la mañana el forraje y por la tarde el alimento concentrado.

Cuadro.-1 muestra las características nutricionales tanto de Grupo concentrado (GC) y de Grupo jatrofa (GJ)

	GC	GJ
Materia seca (%)	87.1	86.5
Proteína cruda (g/kg)	146.9	160.6
Extracto etéreo (%)	4.9	4.8
Fibra cruda (%)	16.4	19.7
Energía metabolizable (Mcal/kg)	2.21	2.1

Las variables que se midieron para evaluar el efecto de la pasta de jatrofa en la dieta en las ovejas y sus crías fueron:

- 1.- Cambio de peso de las ovejas: las ovejas fueron pesadas al inicio del experimento y posteriormente semanalmente hasta la tercer semana postparto, el peso se midió siempre a la misma hora (9 h) y antes de ofrecer la dieta.
- 2.- Conducta de las crías: Se midió el tiempo en pararse (sostenerse en cuatro puntos durante 10 segundos), tiempo en llegar a la ubre (tocar la ubre con el morro) y tiempo en mamar por primera vez (succionar del pezón) esto fue medido de manera visual.
- 3.- Datos productivos de la cría: se evaluó su tasa de crecimiento y ganancia diaria de peso de las crías. Después que la cría llegó a mamar por primera vez, se pesaron, y después semanalmente hasta sus primeras tres semanas de vida.
- 4.- Temperatura de la cría. Se midió la temperatura rectal de la cría al nacer

## Análisis estadístico

El efecto de la dieta en el peso corporal ovejas y el peso de los corderos se analizó con un modelo de medidas repetidas en el tiempo. Las variables de temperatura rectal y la ganancia diaria de peso y conductas de las crías se analizaron con una prueba ANOVA. En los promedios se indica el error estándar (EE). La significancia se consideró cuando  $p < 0.05$ . Todos los datos se analizaron en el programa GENSTAT® Edición 16.

## Resultados

El cambio de peso de las ovejas durante el periparto (4 semanas previas al parto y 3 semanas posteriores al parto) fue similar entre grupos como se muestra en la Figura 4.

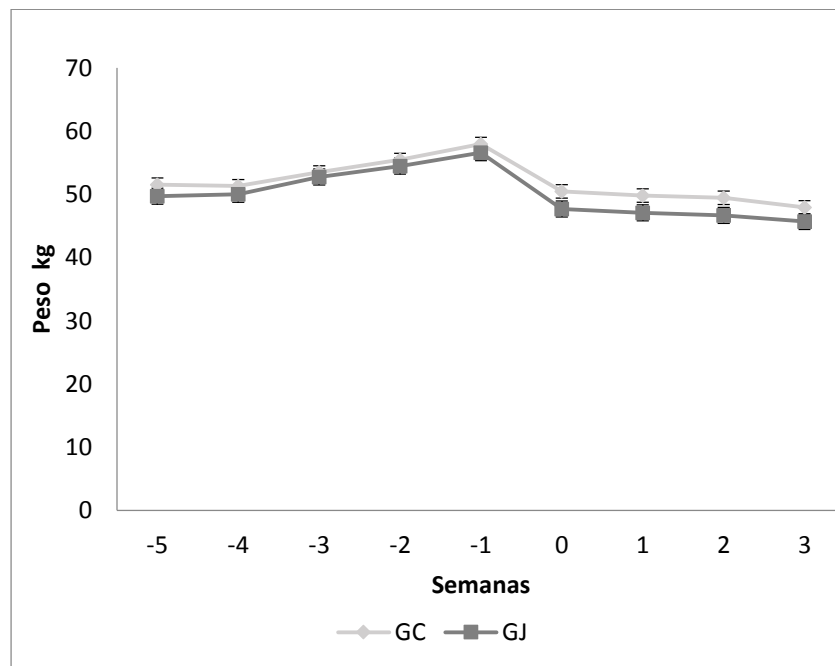


Figura 4. Peso promedio ( $\pm$ EE) de ovejas alimentadas con concentrado (GC) o con jatrofa (GJ) durante el peri-parto siendo el 0 el peso del animal en el día del parto.

La temperatura al nacimiento de las ovejas fue similar ( $p > 0.05$ ); 39.45 y 39.34°C para GC y GJ, respectivamente. El tiempo en que tardaron los corderos en ponerse de pie, llegar a la ubre y finalmente amamantarse fue similar entre ovejas alimentadas con la dieta control y o la dieta con pasta de jatrofa durante el parto (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio de la temperatura al nacer (°C), tiempo en ponerse de pie, tiempo en llegar a la ubre y tiempo en mamar (minutos) entre el grupo jatrofa (GJ) y el grupo concentrado GC).

	<b>GJ</b>	<b>GC</b>
Temperatura al nacer (°C)	39.45	39.35
Tiempo en ponerse de pie (min)	26.17	24.15
Tiempo en llegar a la ubre (min)	39.30	39.40
Tiempo en mamar (min)	41.72	45.00

La ganancia de peso de los corderos se muestra en la Figura 5. Mientras que la ganancia de peso fue mayor en los del grupo jatrofa a la semana 3 (Figura 5).

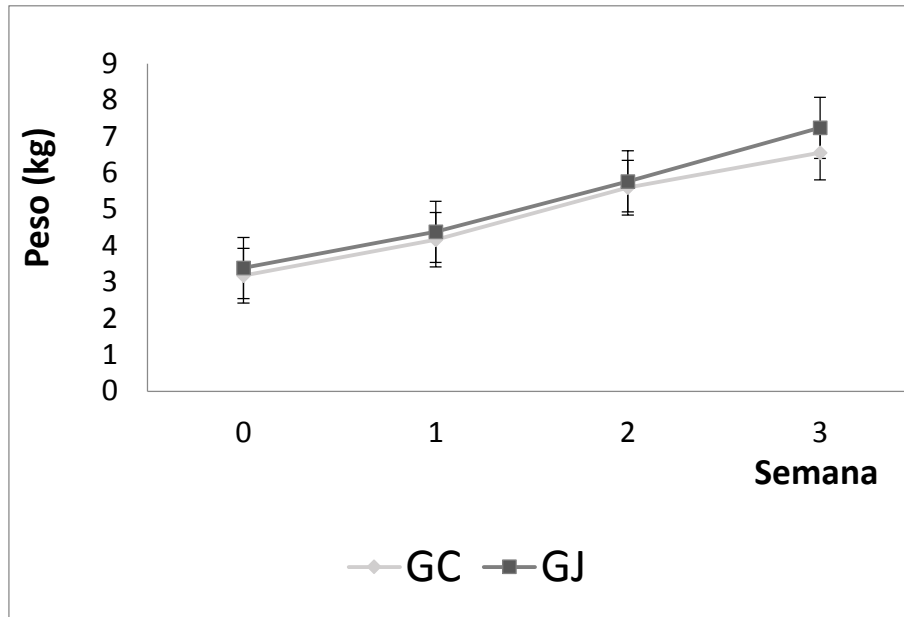


Figura 5. Cambio de peso de los corderos desde el nacimiento hasta las tres semanas de edad nacidos de ovejas que su dieta fue suplementada con; concentrado (GC) o jatrofa (GJ). Las barras de error indican el error estándar de cada valor. Las literales indican diferencia estadística significativa entre grupos cuando ( $p < 0.05$ ).

## Discusión

Las ovejas alimentadas con pasta de jatrofa tuvieron un cambio de peso similar a las ovejas alimentadas con concentrado comercial durante el parto, indicando que no tuvieron un estrés metabólico por falta de nutrientes. Las crías provenientes de las ovejas alimentadas con pasta de jatrofa tuvieron una ganancia de peso similar a la tercera semana de nacimiento. Sin embargo, se vio una tendencia a ganar más peso. Esto sugiere que se puede utilizar para sustituir el concentrado de una dieta integral, en periodos de alta demanda nutricional. Durante la gestación y lactación las ovejas pueden llegar a movilizar hasta un 85% de sus reservas corporales de no aportarse la cantidad de nutrientes apropiados, dado que es el crecimiento final del feto e inicia la lactancia (Russel *et al.*, 1968. Bell, 1995), lo que se ve reflejado en un cambio de peso pronunciado si no se aporta una dieta adecuada. Es por esta razón que normalmente se suplementa a los animales con ingredientes ricos en proteína y energía, como es el concentrado comercial (NRC 2007).

El presente estudio demuestra que puede sustituirse el concentrado por pasta de jatrofa, que tiene un menor costo que el primero, aunque en la actualidad aun no llega a comercializarse en México, pero en Morelos será un subproducto accesible por la aplicación del Plan de vuelo (SICT).

Por otro lado, se midió el efecto de la dieta con pasta de jatrofa en la cría. La supervivencia de los corderos al nacimiento es influenciada por la nutrición de las madres durante el parto, ya se puede afectar su tamaño al nacer y su vigor (Dwyer. M. *et al.*, 2003). El tiempo que tardan los corderos en pararse y llegar a mamar es de suma importancia, ya que esto influye en su supervivencia, y más aún en sistemas extensivos y con climas extremos (Dwyer *et al.*, 2008). Ya que desde que nacen dependen de sus reservas energéticas que obtuvieron de la madre durante la gestación, lo cual está condicionado por la nutrición que tuvo la madre en esta etapa (Martínez, *et al.*, 2009). Los estudios de (Asakura, 2004) han demostrado que cubriendo los requerimientos nutricionales de la madre durante el último tercio de gestación se garantiza que el feto obtenga mayores reservas grasas en el tejido adiposo marrón lo cual le da mayor vitalidad y capacidad termorreguladora al nacer.



En el presente trabajo no encontramos diferencias entre las variables evaluadas en el promedio de tiempo que tardaron en llegar los corderos a amantarse y estuvo dentro de un rango normal (Dwyer, *et al.*, 2003). Lo que indica que podemos usar pasta de jatrofa para la alimentación de ovejas gestantes sin afectar la cría. Así mismo, se encontró que los corderos provenientes de ovejas que consumieron pasta de jatrofa, tuvieron una mayor ganancia de peso a la cuarta semana de edad, esto pudo ser atribuido a la calidad de la leche de la madre, pero en el presente experimento no se evaluó, por lo cual sería conveniente realizar futuros experimentos y evaluar la calidad de la leche de ovejas alimentadas con jatrofa.

Por otro lado, se evaluó la temperatura de la cría al nacer, porque una mayor temperatura al nacimiento brinda una mayor posibilidad de sobrevivencia, debido a que el tejido adiposo marrón ayuda a la termorregulación del neonato (Robinson y Aitkin, 1985). Lo cual está directamente relacionado con una buena o mala nutrición durante el último tercio de gestación (Dwyer, *et al.*, 2003). La termorregulación se ve afectada es por un proceso oxidativo lo cual mantiene la temperatura del recién nacido (Asakura, 2004). En el presente experimento, la temperatura rectal de los corderos no hubo diferencias de temperaturas entre grupos, a diferencia de del estudio de Aleskiev (2009) el cual encontró diferencias en temperatura al nacer de corderos provenientes de madres que tuvieron una restricción alimenticia (75% de los requerimientos) en la última semana de gestación.

## **Conclusión**

La pasta de jatrofa es un alimento que puede ser utilizado para la elaboración de dietas en ovejas.

## Discusión general

Estos trabajos demostraron la factibilidad de utilizar la pasta de jatrofa en la dieta ovina, sustituyendo el concentrado comercial, dada las características nutricionales que aporta la pasta (Herrera, 2007). También se demostró que fue un ingrediente palatable para las ovejas, lo cual era importante demostrar ya que si es rico en nutrientes pero el animal no lo consume no tiene sentido ofrecerlo. Baumont (1996), indica que factores sensoriales, gustativos, ambientales, físicos, olfativos e incluso la digestibilidad, afectan el consumo de los alimentos. La pasta de jatrofa fue el tercer ingrediente más consumido (75%), debajo del concentrado comercial y la alfalfa. La pasta de jatrofa cuenta con dos texturas una blanda y dulce (cotiledón 65%), siendo en esta parte donde se encuentran mayor cantidad de nutrientes como proteína y energía, y otra dura y amarga (pericarpo 35%), la cual fue la más recolectada en el residuo de la pasta de jatrofa. Por lo que es posible, que aumente su consumo, si antes de ofrecerse se removiera el pericarpo.

Durante el parto, la hembra tiene grandes cambios metabólicos y endocrinos que son necesarios para aportar los nutrientes para el crecimiento final del feto y el inicio de la lactancia, lo cual es promovido por el cambio de concentraciones hormonales y del metabolismo (Bauman y Currie, 1980, Palmquist y Moser, 1981). Por lo que siempre es necesario usar una suplementación de la dieta con ingredientes ricos en energía y proteína. La pasta de jatrofa demostró que puede aportar los nutrientes necesarios para la oveja en el parto ya que las hembras tuvieron un cambio de peso similar a las suplementadas con alimento comercial. Así mismo, se vio que el vigor de la cría y su peso durante el primer mes fue similar entre grupos. Los aportes nutricionales de la cría durante su vida fetal y neonatal determinan su supervivencia (Dwyer, *et al.*, 2003). Los resultados obtenidos en el presente experimento indican que puede ser un ingrediente de la dieta de los ovinos. A partir de esta información, habría que evaluar distintos porcentajes de inclusión y también probarla en distintos estados fisiológicos de los animales.

## **Conclusión general**

La pasta de jatrofa es un alimento palatable para los ovinos, y puede usarse en sustitución de concentrado comercial durante el periparto sin afectar el peso de las ovejas ni la supervivencia del cordero.

## Bibliografía

Abijaoude J. A., Morand F.P., Tessier J., Schmidely P., Sauvant D. 2000. Diet effect on the daily feeding behaviour, frequency and characteristics of meals in dairy goats: *Livestock Production Science*. 64: 29-37.

Aldoretta P. W., Carver T. D., and Hay W. W. 1994. Ovine uteroplacental glucose and oxygen metabolism in relation to chronic changes in maternal and fetal glucose concentrations. *Placenta*, 15: (7) 753-764.

Aleksiev T., Potestio R., Pontiggia F., Cozzini S., & Micheletti C. 2009. PiSQRD: a web server for decomposing proteins into quasi-rigid dynamical domains. *Bioinformatics*, 25: (20) 2743-2744.

Allan A. S., El-Meccawi., M kam. 2010. Cafeteria trials to determine relative preference of six desert trees and shrubs by sheep and goats. *Livestock science*, 132: 19-25

Asakura H., 2004. Fetal and neonatal thermoregulation. *Journal of Nippon Medical School*, 71: (6) 360-370.

Banchero G., 2007. Alternativas de manejo nutricional para mejorar la supervivencia de corderos neonatos. *Arch Latinoam Prod Anim*, 1, 279-285.

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.

Bauman D. y Currie W., 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science*, 63: (9) 1514-1529.

Baumont R., 1996. Palatability and feeding behaviour in ruminants. A review. In *Annales de zootechnie*. Paris: *Institute national de la recherche agronomique*, 1960-2000.

Baumont R., Prache S., Meuret M., Morand-Fehr P., 2000. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review, *Livestock Production Science*, 64: 15–28

Bell A., 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of animal science*, 73: (9) 2804-2819.

Bell A. W., y Bauman D., 1997. Adaptations of glucose metabolism during pregnancy and lactation. *Journal of mammary gland biology and neoplasia*, 2: (3) 265-278.

Cannas A., Pes. A., Mancuso R., Vodret B., Nudda A., 1998. Effect of Dietary Energy and Protein Concentration on the Concentration of Milk Urea Nitrogen in Dairy Ewes<sup>1</sup>. *Journal of Dairy Science*, 81: (2) 499-508.

Chagas L., Bass J., Blache D., Burke C., Kay J., Lindsay D., Roche. J., 2007. Invited review: New perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of high-producing dairy cows. *Journal of dairy science*, 90: (9) 4022-4032.

Charismiadou M., Bizelis J., y Rogdakis E., 2000. Metabolic changes during the perinatal period in dairy sheep in relation to level of nutrition and breed. I. Late pregnancy. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 84: (3-4), 61-72.

Dalton D., Todor W., Spendolini M., Fielding G., Porter L., 1980. Organization structure and performance: A critical review. *Academy of management review*, 5: (1) 49-64.

De Rosa G., Moio F., Napolitano F., Grasso L., Gubitosi A., Bordi., 2002. Influence of flavor on goat feeding preferences. *Journal of Chemical Ecology*, 28: 269-281.

Drackle J., Dann H., Douglas N., Guretzky N., Litherland., N., Underwoo J., Loor J., 2005. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. *Italian Journal of Animal Science*, 4: (4) 323-344.

Dufey A., 2006. *Producción y comercio de biocombustibles y desarrollo sustentable: los grandes temas* (2).

Dwyer C., Lawrence S., Bishop., Lewis., 2003. Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *British Journal Nutrition*, 89: 123–136.

Dwyer C., 2008. The welfare of the neonatal lamb. *Small Ruminant Research*, 76: 31-41.

Helguero P., Correa J., 2005. Pastoreo caprino en el monte formoseño (Argentina). *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 6: 11.

<http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/>

<http://www.gob.mx/siap/>

<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/jalisco/boletines/Paginas/B0502012.aspx>  
SAGARPA 2013++++

King A., He., Cuevas M., Freudenberger D., Ramiaramanana., Graham., 2009. Potential of *Jatropha curcas* as source of renewable oil and animal feed. *Journal of Experimental Botany*, 60: 2897-2905.

Makkar P., Becker., 1999. Nutritional studies on rats and fish (carp *Cyprinus carpio*) fed diets containing unheated and heated *Jatropha curcas* meal of a non-toxic provenance. *Plant Food for Human Nutrition*, 53: 183-192

Maquivar M., Galina C., Galindo J., Estrada S., Molina R., Mendoza G., 2010. Effect of protein supplementation on reproductive and productive performance in *Bos indicus* x *Bos taurus* heifers raised in the humid tropics of Costa Rica. *Tropical animal health and production*, 42: (4) 555-560.

Martínez, H. J., 2007. El piñón mexicano: una alternativa bioenergética para México. *Journal Digital Universitaria*, 8, 1067-6079.

Martínez-Herrera J., Siddhuraju P., Francis G., Dávila-Ortíz G., Becker K., 2010 Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. *Journal Food Chemistry*, (96). 80–89.

McKelvey., W. A. C., Robinson, J. J., Aitken, R. P., & Henderson, G. 1985. The evaluation of a laparoscopic insemination technique in ewes. *Theriogenology*, 24(5), 519-535.

Mellor., D. J., & Murray. L., 1985. Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrum production in Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Research in veterinary science*, 39(2), 230-234.

Palmquist., D. L., & Moser., E. A., 1981. Dietary Fat Effects on Blood Insulin, Glucose Utilization, and Milk Protein Content of Lactating Cows<sup>1, 2</sup>. *Journal of Dairy Science*, 64(8), 1664-1670.

Pedron, O., Cheli, F., Senatore, E., Baroli, D., & Rizzi, R., 1993. Effect of body condition score at calving on performance, some blood parameters, and milk fatty acid composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 76(9), 2528-2535.

Russell, D., & Snyder, S. H., 1968. Amine synthesis in rapidly growing tissues: ornithine decarboxylase activity in regenerating rat liver, chick embryo, and various tumors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 60(4), 1420-1427.

Scharenberg, A., Y. Arrigo., A. Gutzwiller., C. R. Soliva., U. Wyss., M. Kreuzer., y F. Dohme., 2007. Palatability in sheep and in vitro nutritional value of dried and ensiled sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*), and chicory (*Cichorium intybus*). *Archives of Animal Nutrition*, 61: 481-496.

Scharenberg, A., Y. Arrigo., A. Gutzwiller., C.R. Soliva., U. Wyss., M. Kreuzer., F. Dohme., 2007. Palatability in sheep and in vitro nutritional value of dried and

ensiled sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*), and chicory (*Cichorium intybus*). *Archives of Animal Nutrition*, 61(6): 481 – 496

Sharma. K., et al., 1997. Seasonal variational in grasses behaviour and forage nutrient utilization by goats on a semiarid reconstituted silvipasture. *Small Ruminant Research*, 27: 47-54

Sirisomboon, P., Kitchaiya, P., Pholpho, T., & Mahuttanyavanitch, W., 2007. Physical and mechanical properties of *Jatropha curcas* L. fruits, nuts and kernels. *Biosystems Engineering*, 97(2), 201-207

Sotolongo Pérez, J. Á., Díaz García, A. A., Montes de Oca López, S., del Valle Atala, Y., & García Pavón, S., 2007. Potencialidades energéticas y medioambientales del árbol *Jatropha curcas* L en las condiciones edafoclimáticas de la región semiárida de la provincia de Guantánamo. *Tecnología Química*, 27(2).

Thorne, E. T., Dean, R. E., & Hepworth, W. G., 1976. Nutrition during gestation in relation to successful reproduction in elk. *The Journal of Wildlife Management*, 330-335.