



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

Soya perenne (*Neonotonia wightii*) y bagazo de cítrico fresco
(pomelo – *Citrus paradisi*) como complemento alimenticio para
ovinos de pelo en crecimiento.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

P R E S E N T A:

PAMELA GRIZEL PÉREZ BLANCARTE

TUTORES

DOCTOR EPIGMENIO CASTILLO GALLEGOS, MVZ CRISTINO
CRUZ LAZO

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Tabla de contenido.

Capítulo	Título	Pág.
I.	RESUMEN	1
I.I	OBJETIVOS	3
1.2	HIPÓTESIS	4
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1	Producción ovina en México	5
2.2.	Características de borrego pelibuey	10
2.2.1.	Peso al nacer	11
2.2.2.	Crecimiento	12
2.2.3.	Requerimientos nutricionales	13
2.3.	Importancia de las leguminosas forrajeras en el trópico	15
2.3.1.	Soya forrajera perenne	18
2.3.1.1.	Nombre científico y sinonimia	18
2.3.1.2.	Nombres comunes	18
2.3.1.3.	Descripción	18
2.3.1.4	Distribución	20
2.3.1.5.	Presión de Pastoreo	20
2.3.1.6.	Atributos nutricionales	21
2.3.1.7.	Compatibilidad con otros forrajes	21
2.4.	Alimentos complementarios al pastoreo	23
2.5.	Tipos de suplementación	26
2.5.1.	Suplementación mineral	26
2.5.2.	Suplementación proteica	26
2.5.3.	Suplementación energética	27
2.6.	Suplementos	28
2.6.1.	Bagazo de cítricos fresco	28
2.6.2.	Concentrado	32
2.6.3.	Pasta de soya	34

Tabla de Contenido (Continuación).

III.	MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1.	Sitio experimental	36
3.2.	Animales y su manejo	36
3.3.	Alimentos empleados en el experimento	37
3.4.	Tratamientos experimentales	39
3.5.	Consumo de materia seca	40
3.6.	Diseño experimental y análisis estadístico	41
3.7.	Costos de las dietas experimentales	41
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1.	Ganancias de peso	43
4.2	Consumo de materia seca	46
4.3	Calidad nutritiva de los ingredientes de la dieta	47
4.3.1	Proteína cruda	47
4.3.2	Componentes de pared celular	48
4.3.3	Digestibilidad <i>in situ</i>	51
4.3.4.	Energía metabolizable	53
4.4.	Costos	54
V.	CONCLUSIONES	58
VI.	BIBLIOGRAFÍA CITADA	59

Índice de Cuadros

Cuadro	Título	Página
1.	Características de la raza pelibuey en México (UNO, 2010)	9
2.	Análisis bromatológico del bagazo de citrico fresco y ensilado.	28
3.	Composición química y energía metabolizable de la cascarilla de cítricos y granos forrajeros comunes.	29
4.	Especificaciones de pasta de soya según la norma mexicana NMX-Y-319-1993-SCFI.	33
5.	Consumos de materia seca por ingrediente y total de las dietas experimentales, expresados en g/kg de peso vivo y g/kg de peso metabólico.	46
6.	Promedios, desviaciones estándar y coeficientes de variación de los contenidos (% de la MS) de componentes fibrosos de los suplementos empleados en las dietas experimentales consumidas por borregos pelibuey en pastoreo de estrella Santo Domingo (<i>Cynodon nlemfuensis</i>) por un periodo de 56 días a partir del 26 de noviembre de 2012.	50
7.	Costos de cada ingrediente y total de las dietas experimentales. Cada cantidad (pesos mexicanos) es el producto del precio unitario de cada ingrediente multiplicado por su consumo diario.	55
8.	Costos variables (pesos mexicanos) considerados en el análisis económico de los resultados.	55
9.	Rentabilidad y costo de producción por kilo de peso vivo.	56

Índice de Figuras

Figura	Título	Página
1.	<i>Neonotonia wightii</i> establecida en una pradera.	17
2.	Ejemplar de herbario de <i>Neonotonia wightii</i> (Cook <i>et al.</i> , 2005).	17
3.	Etiqueta del alimento concentrado marca “Abatez” ¹ utilizado para la dieta experimental.	38
4.	Pesos promedio dietados de corderos pelibuey que recibieron alimentación a base de pasto estrella y concentrado (T1) o pasto estrella suplementado con forraje de <i>Neonotonia wightii</i> (soya forrajera perenne) y pasta de soya (<i>Glycine max</i>).	43
5.	Contenido de proteína cruda de los ingredientes de las dietas experimentales consumidas por borregos pelibuey en pastoreo de estrella Santo Domingo (<i>Cynodon nlemfuensis</i>) por un periodo de 56 días a partir del 26 de noviembre de 2012.	47
6.	Concentraciones de FDN, FDA y LIG de los suplementos empleados en las dietas experimentales consumidas por borregos pelibuey en pastoreo de estrella Santo Domingo (<i>Cynodon nlemfuensis</i>) por un periodo de 56 días a partir del 26 de noviembre de 2012.	49
7.	Rangos de valores de digestibilidad (línea vertical) y valor medio de digestibilidad (línea horizontal negrita) de los ingredientes de la dieta.	52
8.	Energía metabolizable expresada en MJ/kg MS de los ingredientes de las dietas experimentales consumidas por borregos pelibuey por un periodo de 56 días a partir del 26 de noviembre de 2012.	53

El autor y el personal del CEIEGT involucrados en la conducción del presente estudio para tesis de licenciatura, agradecen a la empresa CITREX S.A. de C.V. la donación del bagazo de cítricos empleado en la investigación.

Para mis eternamente amados padres y hermanos

Mis ingeniosos asesores

Trabajadores Güicho, Brau, Luci, Cayo

A mis amigos, colaboradores y bebés, Foco, Viry, Vaio, Pau, Lupita, Tania,
Mayis

Y a mi Universidad

Por la ayuda que me brindaron durante esta investigación, el cariño y calidez fuera de casa y por sus atenciones y enseñanzas, porque jamás me dejaron rendirme, porque van conmigo en cada paso.

Soya perenne (*Neonotonia wightii*) y bagazo de cítrico fresco
(pomelo – *Citrus paradisi*) como complemento alimenticio para
ovinos de pelo en crecimiento.

Pas. Ing. Agríc. Pamela Grizel Pérez Blancarte
Asesores: Epigmenio Castillo Gallegos y Cristino Cruz Lazo

i. INTRODUCCIÓN

La alimentación del ovino en el trópico húmedo mexicano se basa en pastos nativos e introducidos, que presentan limitantes de reducida oferta y baja calidad en las épocas críticas de nortes y sequía. Esta situación lleva a la suplementación con concentrados, que son caros y reducen el ingreso neto del productor.

La suplementación con leguminosas forrajeras como fuente de proteína y energía digestible, es una propuesta de bajo costo para remediar esta problemática; entre estas, se encuentra la soya perenne (*Neonotonia wightii*), originaria de África, perenne y de crecimiento rastrero, que se ha utilizado en los trópico en diferentes sistemas como fuente de forraje nutritivo.

En zonas citrícolas como la de Martínez de la Torre, Veracruz, la industria frutícola genera subproductos como el bagazo fresco de cítricos, cuyo bajo precio lo hace un subproducto atractivo como fuente de energía digestible.

En el presente estudio se evaluó el efecto de la suplementación con forraje fresco de soya perenne (*Neonotonia wightii*) y cantidades limitadas de pasta de soya (*Glycine max*) como sustituto del concentrado comercial, sobre la ganancia de peso y consumo de materia seca de corderos Tabasco en pastoreo rotacional. Se compararon dos tratamientos: T1) 20% de los requerimientos diarios de materia seca aportados por bagazo de cítrico fresco y 30% con concentrado comercial para engorda; T2) Similar a T1, pero sustituyendo al concentrado con forraje fresco de soya perenne y pasta de soya (50 g/cordero/d). Los alimentos se ofrecieron: A las 10:00 y 14:00, soya perenne o concentrado; y a las 12:00,

bagazo de cítrico. Los corderos pastaron en un solo grupo un potrero de estrella (*Cynodon nlemfuensis*). El diseño fue completamente al azar, con 6 corderos (repeticiones) por tratamiento. Los contenidos (media \pm d.e.) respectivos de PC (%) y EM (MJ/kg MS) de los ingredientes fueron: Concentrado, 19.3 ± 2.4 y 11.8 ± 0.4 ; soya perenne, 15.9 ± 2.6 y 9.6 ± 0.3 ; bagazo de cítrico, 7.9 ± 0.7 y 14.6 ± 0.1 ; pasto estrella, 21.3 ± 1.2 y 10.6 ± 0.5 ; y pasta de soya 54.5 ± 4.4 y 14.7 ± 0.3 . Las ganancias diarias de peso fueron estadísticamente ($P > 0.05$) similares entre tratamientos, siendo de 101 ± 42 g/d para T1 y 86 ± 24 g/d para T2. El consumo de materia seca tampoco fue distinto entre tratamientos: 33.6 g/kg PV (79.9 g/kg^{0.73} PV) para T1 y 36.9 g/kg PV (86.9 g/kg^{0.73} PV) para T2. No se obtuvieron diferencias en los costos de las dietas. El forraje de soya perenne y la pasta de soya, fueron buena alternativa para sustituir al concentrado comercial.

1.1 OBJETIVOS

Con base en los antecedentes y justificación presentados, el objetivo principal del presente experimento fue probar que el concentrado comercial suministrado a corderos pelibuey en crecimiento, en pastoreo de estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*), puede ser sustituido biológica y económicamente por forraje de la leguminosa herbácea soya perenne (*Neonotonia wightii*) y cantidades limitadas de pasta de frijol soya (*Glycine max*), sin afectar negativamente de la ganancia de peso de los corderos.

Asociados a las mediciones realizadas para probar la hipótesis, se tuvieron los siguientes objetivos secundarios:

1. Estimar las ganancias de peso en corderos suplementados con concentrado o en aquellos que recibieron con forraje de soya perenne y pasta de frijol soya
2. Determinar el consumo de materia seca total y de cada ingrediente de las dietas experimentales.
3. Estimar en el laboratorio, la calidad nutritiva de cada ingrediente de las dietas experimentales.
4. Valorar el costo de cada dieta experimental.

1.2. HIPÓTESIS

Asimismo, con base en los antecedentes presentados y objetivos planteados, se propuso la hipótesis de que: “La suplementación conjunta con soya perenne y el bagazo de cítricos fresco es una alternativa biológica y económicamente viable para sustituir el uso de concentrado comercial en la alimentación de corderos pelibuey en crecimiento, en la zona centro-norte del estado de Veracruz”.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción ovina en México

Los principales países exportadores de carne ovina son Australia y Nueva Zelanda, que en conjunto suman cerca del 70% del total de las exportaciones mundiales. Con respecto a la demanda, ésta se concentra en países como Francia y Reino Unido, que juntos importan más del 31% del total comercializado. Estados Unidos y México son el tercer y cuarto importador de carne ovina, respectivamente. El comercio mundial de la carne ovina se puede dividir en dos grupos: 1) El de corderos, que es el de mayor demanda y precio en el mercado, con Nueva Zelanda encabezando la oferta; y 2) El de animales adultos, cuyo mercado domina Australia (Pérez *et al* 2010).

El producto más relevante en la cría ovina es la carne destinada al consumo humano, la cual constituye una importante proporción de la dieta cárnica en diversas regiones del mundo. En las regiones tropicales de América, Asia y África, la producción de carne supera a la de lana, leche y otros. A su vez, en algunos países de Sudamérica, la producción de lana es más importante que la de carne, mientras que en el Medio Oriente y Mediterráneo, la leche supera este rubro (Pérez *et al* 2010).

Los trópicos de México, por su parte, representan una oportunidad factible para producción de carne de borrego a bajo costo, mediante la conversión eficiente de los forrajes de baja calidad en alimentos de alta calidad como la carne de ovinos. Aunque los sistemas de explotación de ovinos en México consideran razas de lana, pelo e híbridos, en los últimos años la población de borregos en el país ha sufrido cambios importantes con decrementos en ovinos de lana e incrementos en ovinos de pelo los cuales se adaptan bien al clima cálido del trópico y constituyen una posibilidad de mejorar la calidad de la dieta y nivel de ingreso económico del pequeño productor rural (Cuéllar, 2011).

La cría de ganado ovino en México es una fuente de ingresos complementaria, que en gran medida todavía es una actividad principalmente de tipo familiar, considerada como medio de subsistencia, ahorro y autoconsumo. En la actualidad hay dos tipos de productor de ovinos, por un lado, el pequeño, con un reducido número de cabezas, la denominada ovinocultura “social”; y por otro lado, está la ovinocultura empresarial, dedicada a producir animales para el abasto y generar pie de cría de buena calidad genética, constituida por grandes rebaños y donde se pretende una utilidad financiera sobre la inversión (SIPROV, 2012).

Los ovinos representan una opción para la producción de carne en México. La ovinocultura es una actividad que siempre ha tenido importancia en el país, la cual ha aumentado en los últimos tiempos, pues de acuerdo a los inventarios nacionales, del año 1999 cuando había 6 millones de cabezas, su número aumentó a 6.8 en 2003 y continuó incrementándose a 7.8 millones en 2010. En promedio, de esta población, el 55% se encuentra en el centro del país, el 23% en la zona norte y el 16% en la zona sur. Por otro lado, el consumo promedio anual de carne ovina en México es de 99,000 t y la producción es de sólo 38,000 t, es decir, un déficit de 61,000 toneladas anuales (Cuéllar, 2011).

En materia de producción de carne de ovino en canal a nivel nacional fue de 54,996 toneladas (SIAP 2010) y los estados de la república con mayor producción: Estado de México con 15.1%, Hidalgo 12.2%, Veracruz 9.1%, Puebla 6.9%, Jalisco 6.6% y Zacatecas 5.8%; que juntos acumulan el 55.7% del total. Por otro lado, información reciente señala un consumo promedio de carne de ovino en el año 2009 en este país de 76,300 t, produciéndose 53,462 t, lo cual genera un déficit de 23,838 t, provocando una importación sistemática para satisfacer la demanda interna, principalmente de Nueva Zelanda (49 %), Australia (41 %), Estados Unidos (6 %), y Chile (4 %), dedicándose el producto a guisos específicos como la barbacoa, asado al pastor, birria al ataúd, lechal, cabrito y otros (Cuéllar, 2011).

El hato ovino mexicano se distribuye de la siguiente manera: el 18% del total en el estado de México, mientras que en Hidalgo 12%, en Oaxaca 8%, Veracruz 7% y San Luis Potosí con 6%.

En México, la producción de carne de borrego se realiza en 421 mil unidades de producción, mismas que venden sus borregos a los pequeños y grandes intermediarios que posteriormente revenden estos animales principalmente a los productores de barbacoa. En 2007 se sacrificaron 2.3 millones de cabezas, de las cuales 190 mil fueron sacrificadas en rastros municipales o TIF, es decir sólo 8% del total, de estas, en rastro TIF ya que se tiene un registro de apenas 9,500 ovinos, que no representa ni el 1%. (SAGARPA, 2008)

Con base en datos de SAGARPA (2008), se puede afirmar que el consumo per cápita de carne de borrego se ha incrementado con el tiempo, de 400 g por persona en 1995 a 803 g por persona en 2007.

El consumo de carne ovina está influido por factores económicos, culturales y religiosos. No es continuo, sino de ocasión y oportunidad, por lo que muestra diferencias con respecto a los productos. La barbacoa representa el 80% del consumo, predominando en el centro del país y en las principales ciudades cercanas a esta zona. El consumo en otras formas, como cortes, se da principalmente en ciudades grandes, en donde la capacidad adquisitiva es mayor (AMCO, 2009).

El consumo per cápita de carne ovina en México muestra incrementos importantes en los últimos años, con tasas de crecimiento de 6% anual, aunque dicha brecha entre consumo y producción es cubierta actualmente con importaciones. En 2007, en México se consumieron 87,011 t de carne ovina, de las cuales el 48% fueron importadas. Por lo anterior, la ovinocultura mexicana tiene buenas posibilidades de desarrollo ya que cuenta con buenos precios al productor, una demanda

insatisfecha, crecimiento del mercado interno, así como posibilidades de diversificar la oferta de productos con valor agregado (Carrera, 2008).

La comercialización del ganado ovino en México, todavía se da en muchos casos a través de la compra de animales por pieza o mejor conocido como “a bulto”, resultando desventajoso para el ovinocultor pues se subestima el peso y calidad del animal ofertado. Afortunadamente cada vez con más frecuencia la comercialización se realiza pesando a los animales en los lugares de crianza.

A últimas fechas se ha logrado que el productor tenga un pago diferencial según las características del ganado ofrecido en venta. Así, por ejemplo, el cordero menor de un año tiene un precio mayor al que tendrían el animal añero u oveja de desecho, lo que estimula al ovinocultor a poner mayor atención a calidad de los animales que produce.

Cabe mencionar que para la elaboración de la barbacoa, pueden ser empleadas canales de diversa calidad (corderos, sementales viejos, ovejas delgadas y viejas, etc.), resultando finalmente un platillo exquisito, independientemente de la carne utilizada. La ventaja que observa la persona que procesa la barbacoa, es que el emplear canales de corderos mejora sus ganancias por el incremento del rendimiento en canal y logra más uniformidad organoléptica en la barbacoa.

Las ovejas de desecho provenientes de EUA, también son utilizadas en la elaboración de barbacoa, siendo su valor comercial casi la mitad del precio de la carne de ovino nacional. Sin embargo, cada vez se emplea menos ese tipo de animal o se mezcla con el ganado mexicano, objetándose la dureza de su carne, así como la grasa dura y amarilla que poseen, lo que dificulta la comercialización de la barbacoa.

Los engordadores de ovinos del centro del país se abastecen de ganado en los principales estados del norte con altas concentraciones borregueras como San

Luis Potosí, Zacatecas y Durango. A últimas fechas, y primordialmente por la proliferación de engordadores a corral, se han presentado una serie de problemas que limitan su actividad, principalmente la escasez de animales en algunas épocas del año y la heterogeneidad de los mismos. En este último punto, el productor se ve afectado negativamente al obtener resultados muy variables en los parámetros productivos por cada ciclo de engorda (Cuéllar, 2003).

2.2. Características de borrego pelibuey

La raza Pelibuey constituye la base productiva de la ganadería ovina en las zonas tropicales del país. Diversos estudios han constatado las ventajas que el uso de esta raza como línea materna, presenta sobre otras razas, particularmente las de lana, como son su rusticidad y adaptabilidad a diversas condiciones climáticas y nutricionales, la ausencia de estacionalidad reproductiva y sobre todo, alta fertilidad y prolificidad.

Actualmente, la población de ovinos de pelo y otras razas tropicales como Black belly se encuentran en franco desarrollo en México. En el país cada vez hay menos borrego de lana, lo que aunado a la velocidad de reproducción del borrego de pelo, han convertido a este último en la opción más atractiva para el establecimiento de explotaciones intensivas (Lara, 2007).

El borrego pelibuey mexicano presenta una capa de color marrón con tonalidades que van desde el bayo hasta el alazán tostado. Generalmente, este tipo de borregos al aparearse entre sí producen crías del mismo color. Esta raza, ha sido la que más selección ha tenido en México a través de los años, pudiéndose encontrar algunos rebaños en los que la coloración es bastante consistente así como su conformación y tamaño corporal. Existen ejemplares cuyo peso adulto promedio es de 75-90 kg en machos y 50 kg en hembras. Están distribuidos en toda la República Mexicana, predominando en los estados de Veracruz, Tabasco, Jalisco, Campeche y Yucatán (Lara, 2007). El Cuadro 1 describe en general, las características de la raza pelibuey.

Cuadro 1. Características de la raza pelibuey en México (AMCO, 2010)

Característica	Descripción
Cuernos	Los machos y las hembras no tienen cuernos.
Cabeza	Mediana, orejas cortas, perfil ligeramente convexo con presencia de arrugas. En algunos casos, la cara presenta una coloración más clara; nariz triangular con ollares alargados. Pueden presentar pigmentación oscura en la cabeza, lengua color rosado sin tono oscuro.
Cuello y hombros	Bien implantado y con proporción al tamaño del animal. Evitar animales con cuellos excesivamente largos o cortos. Los hombros fuertes y de implante armónico. Evitar animales estrechos o de hombros prominentes.
Pecho	Se prefiere de pecho amplio, aunque esta característica solamente se logra mediante selección. Evitar animales de pecho poco profundo.
Cuartos traseros	Excelente conformación, bien proporcionada y compacta. Piernas con buena masa muscular, grupa recta y bien redondeada, aplomos rectos, especial atención a patas. Evitar corvejones metidos.
Lana o pelo	Entre los colores de la raza se aceptan los siguientes: Canelo: tono café en cualquier intensidad, desde el café claro hasta el rosa. Se acepta la punta de la cola blanca y mancha blanca en la coronilla; cualquier otra mancha blanca no es aceptable. Se permite hasta un lunar negro siempre que no rebase 2,5 cm de diámetro. Blanco: totalmente blanco. Se permiten pecas en las patas debajo de la rodilla, en las orejas y en el hocico; no se admiten animales entrepelados. Pinto: cualquier proporción de manchas café en base blanca o viceversa. No se aceptan manchas negras, ni del tipo blackbelly.
Peso hembras	Entre 37 y 47 kg.
Peso machos	Entre 45 y 60 kg.
Crías	Peso promedio al nacer: 2.98 kg Peso promedio al destete: 13.80 kg a los 70 días

2.2.1. Peso al nacer

El peso al nacer constituye un aspecto importante en la viabilidad de los corderos durante los primeros días de nacidos. Por lo general, el peso al nacer de los corderos Pelibuey se encuentra comprendido entre 2.1 y 3.4 kg dependiendo del tipo de parto, aunque el sexo de la cría y el número de partos de la madre influyen significativamente (Perón *et al.*, 1991)

En un estudio se encontró que los corderos de partos simples fueron aproximadamente 22% más pesados que los de partos dobles y 40% con relación a los de partos triples. El número de partos de las ovejas también influyó en el peso al nacer de los corderos. El peso fue más elevado en las ovejas de segundo parto, descendiendo en los partos siguientes. El peso al nacer más bajo lo presentaron los corderos de ovejas primerizas, que fue 15% menor que las de segundo parto (Perón *et al.*, 1991).

2.2.2. Crecimiento

Una buena alimentación durante la lactancia, la cual representa la etapa de mayor demanda nutricional para la oveja, tendrá un efecto positivo sobre la producción de leche y en consecuencia sobre el desarrollo y viabilidad de los corderos, lo cual a su vez redundará en el destete de camadas más numerosas y de mayor peso. Se han encontrado altas correlaciones entre el tamaño de la oveja y la producción de leche y el peso de la oveja y el peso de los corderos al destete (Macedo, 2007).

Es importante señalar que no obstante la buena producción de leche que se pudiera lograr, la viabilidad y buen desarrollo de los corderos en sistemas de producción intensivos con altas tasas de nacimientos triples y cuádruples depende en gran medida del acceso de los corderos a partir del primer semana de vida a suplementos sólidos mediante el llamado “creep feeding” (Macedo, 2007).

Independientemente de la raza, el nivel alimentario determina, en primer término la velocidad de crecimiento de los animales. Por lo tanto, los resultados que se obtienen en la unidad de producción ovina deben analizarse teniendo como base el régimen alimentario y no necesariamente el potencial genético, ya que hay ganancias de peso mayores en un sistema de alimentación intensivo con alimentación en pesebre, que en otro extensivo con alimentación a libre pastoreo.

En estabulación y con una dieta con base en forraje y suplemento concentrado a razón de 250 y 350 g/animal/día, según la edad, se registró a los 30 días de edad un peso vivo de 39.1 y 38.3 kg en machos y de 36.1 y 33.4 kg en hembras. Bajo estas condiciones, se logró una ganancia diaria posdestete de entre 102 y 119 g/animal, según el tipo de parto y el sexo. (Perón *et al.*, 1991).

2.2.3. Requerimientos nutricionales

Los borregos pelibuey consumen más alimento por unidad de peso metabólico que los borregos de lana, especialmente cuando son alimentados con dietas de baja y mediana calidad energética. Los requerimientos de EM para mantenimiento y ganancia de peso son mayores (24%) en borregos pelibuey que en borregos de lana.

La engorda intensiva de corderos en México es un negocio atractivo que demanda dietas apropiadas a las condiciones específicas de cada explotación. En la mayoría de los casos, el potencial genético de los animales es inferior al considerado en las recomendaciones del NRC (1985). La calidad de las dietas usadas en México puede fluctuar desde dietas altamente concentradas sin forraje hasta dietas de baja calidad basadas en subproductos agropecuarios y agroindustriales. Las diferencias en calidad de la dieta ocasionan que el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia sean variables en relación a lo sugerido por NRC. La mayoría de las dietas evaluadas experimentalmente para la engorda de corderos consideran una dieta única para toda la engorda. Esta situación se justifica cuando se trata de dietas de finalización para borregos de 25-30 kg y más de 6 meses de edad, pero no para corderos livianos y jóvenes (Huerta, 2002).

Por otro lado, las diferencias en comportamiento productivo entre sexos durante la engorda ameritan que sean consideradas en los procesos productivos.

Otra característica de la producción ovina en México es el bajo peso al nacer de los corderos que está asociado con mayor mortalidad. Este problema se agrava cuando se utilizan razas prolíficas. Una alternativa para mejorar la eficiencia productiva de los rebaños es incrementar la prolificidad y evitar que la mortalidad de los corderos cancele los beneficios de ésta (Huerta, 2002).

La estimación correcta del consumo voluntario de alimento es fundamental para establecer los requerimientos del animal y predecir el comportamiento de los mismos. Una ecuación empleada para estimar el consumo de materia seca a partir de la concentración de energía metabolizable de mantenimiento (EMm, Kcal/kg MS) de la dieta y es la siguiente:

Borregos pelibuey:

$$\text{CMS (g MS/kg}^{0.73} \text{ PV)} = -18.4 + 163.2 \text{ ENm} - 52.0 \text{ ENm}^2 \text{ (r}^2 = 0.93)$$

Los requerimientos de EM de los ovinos pelibuey en engorda se pueden estimar con la siguiente ecuación, que utiliza como predictores al peso metabólico ($\text{PV}^{0.73}$) y a la ganancia diaria de peso (GDP):

$$\text{Req. EM (kcal/d)} = -3159 + 351 * \text{PV}^{0.75} + 12.3 * \text{GDP} \text{ (r}^2 = 0.94).$$

La mayor demanda de energía del borrego pelibuey en crecimiento se debe a las necesidades de mantenimiento de un peso vivo en aumento continuo.

La ganancia máxima de peso de los borregos de lana es superior en 40% a la obtenida con borrego pelibuey, lo que se manifiesta también en la conversión alimenticia. El potencial genético para ganancia de peso de los borregos de lana está alrededor de 280 g/d para machos y hembras, lo que implica que para el pelibuey estaría alrededor de los 200 g/d. En este caso, si no se realizan los ajustes pertinentes en la calidad de la dieta de los borregos con alto potencial

genético, no se obtienen la ganancia de peso o conversión alimenticia esperada o bien, los animales acumulan mayor cantidad de grasa (Huerta, 2002).

2.3. Importancia de las leguminosas forrajeras en el trópico

El sistema de producción predominante en el trópico para la producción ovina es el extensivo. En este sistema la alimentación de los animales es con base en el pastoreo. En forma muy irregular se proporciona suplementación mineral, la cual es muy deficiente, ya que las más de las veces es sólo sal común. El costo del terreno, establecimiento de potreros y el ganado representan más del 80% del capital total invertido. Los gastos de operación se limitan a la mano de obra y mantenimiento de potreros.

En la ganadería del trópico mexicano se utilizan básicamente pastos nativos, los cuales presentan serias limitantes para una oferta adecuada de cantidad y calidad del forraje. Esto se debe en gran medida a que la estructura de la pastura tropical ofrece una densidad menor de hojas que afecta la eficiencia de ingesta animal, ocasionando un menor consumo de proteína y energía digestible (Valles, 2007).

En el trópico, un problema frecuente en la época de abundancia de forraje es la subutilización de los pastos, ya que estos se maduran con facilidad perdiendo rápidamente energía y proteína, provocando que los animales ganen poco peso resultando en una baja producción de carne/ha.

La composición botánica de estas pasturas es variada, presentando gramíneas como *Paspalum* spp, *Axonopus* spp, *Cynodon* spp, *Brachiaria* spp, etc. y leguminosas como *Desmodium* spp, *Calopogonium* sp, *Siratiro* sp, *Stylosanthes* sp, que en promedio producen aproximadamente 25 kg MS ha/día, siendo además altamente estacional la producción (Valles, 2007).

Por otra parte, los pastos tropicales tienen una alta temperatura óptima para el crecimiento, por lo que su composición química y digestibilidad difieren de los templados, pues los primeros son, en promedio 13% menos digestibles que los segundos, con un consumo voluntario 25% menor, esto último causado por el mayor contenido de paredes celulares y menor contenido de proteína cruda. Un cuarto de los valores de proteína cruda en la literatura para estos pastos fueron menores a 6 %, valor obviamente deficiente (Minson, 1990).

Así, la digestibilidad *in vivo* y en general la calidad del forraje ofrecido se correlaciona negativamente con la temperatura y la evaporación potencial de las gramíneas (Minson 1990, Wilson 1971).

En regiones tropicales, el forraje es con mucha frecuencia deficiente en nitrógeno y ciertos minerales, particularmente fósforo, cobre y zinc, y algunas veces, azufre, selenio o cobalto. El sodio también es deficiente, pero los productores tienen por tradición dar sal regularmente al ganado (FAO, 1999).

La energía bruta o total contenida en los pastos tropicales, es relativamente constante, variando entre 17.2 y 18.4 mega joules (MJ)/kg de materia seca. Mientras que los pastos de zonas templadas tienen una constante que varía entre 18.0 y 19.1 MJ/kg (Minson 1990).

Las leguminosas forrajeras tienen gran potencial para mejorar los sistemas de producción de rumiantes, particularmente en zonas de trópico con más de cuatro meses de sequía, periodo en el que se observa una caída en la calidad nutricional del forraje y por otro lado un aumento de lignina. Esto conduce a un déficit de nitrógeno en el rumen que puede comprometer el crecimiento microbiano reduciendo de este modo el suministro de proteína intestinalmente absorbible (Fondevila *et al.*, 2002).

La alimentación con leguminosas forrajeras como una fuente de proteína, se ha propuesto como una opción de bajo costo para aumentar la ingesta de N y digestibilidad de la dieta durante el estiaje. Estas plantas se digieren rápidamente provocando un mayor consumo de MS que mitiga las deficiencias nutricionales de las gramíneas. Sin embargo, sus etapas avanzadas de madurez tienen una proporción considerable de taninos condensados que pueden formar complejos con las proteínas y los carbohidratos, que resulta en una concentración más baja de amoníaco en el rumen, que puede limitar la actividad microbiana (Barahona, 1999).

Elliott y Mc Meniman (1987) sugirieron que en general el peso de los bovinos puede ser incrementado en más de un 400% en una pradera adecuadamente fertilizada de asociación pasto/leguminosa en comparación a una pradera donde solamente hay una gramínea.

Existe una amplia diversidad de leguminosas nativas que tradicionalmente se han utilizado bajo condiciones naturales, pero que actualmente se desconoce su identidad, potencial productivo y prácticas de manejo requeridas para una explotación sustentable. Dentro de estas se incluyen algunas especies de *Neonotonia*, *Centrosema*, *Canavalia*, *Clitoria*, *Acacia*, *Leucaena* y *Gliricidia*, entre otras (Villanueva *et al.*, 2010).

2.3.1. Soya forrajera perenne

2.3.1.1. Nombre científico y sinonimia

Su nombre científico actual es *Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) J.A. Lackey (Fabaceae), que también ha sido nombrada como *Glycine wightii*, *G. javanica*, *G. albidiflora*, entre otras sinonimias y en su clasificación se presentan varias subespecies y variedades (USDA 2011).

2.3.1.2. Nombres comunes

Existen un sinnúmero de nombres comunes, como Glycine (Australia, Kenia); soja perenne (Brasil, Colombia); fundo fundo (Tanzania), perennial soybean (USA), soya forrajera, soya perenne, soja perene, rhodesian kudzu (Zimbabwe), y thua peelenian soibean (Thai) (UDSA, 2011).

2.3.1.3. Descripción

Es una leguminosa herbácea y perenne con raíz pivotante y tallos rastreros, delgados y ramificados. Las hojas, pinnadas trifoliadas con folíolos ovados de 5 a 10 cm de largo y 3 a 6cm de ancho, con pelos cortos en ambas superficies, y pequeñas estípulas triangulares. Los racimos son alargados de 4 a 30 cm de largo con flores blancas o violeta de 5 a 8 mm de largo. Las vainas son pubescentes, rectas o ligeramente curvadas, de 1 a 4 cm de largo y aproximadamente 3 mm de ancho, con tres a ocho semillas (FAO, 2011).



Figura 1. *Neonotonia wightii* establecida en una pradera.

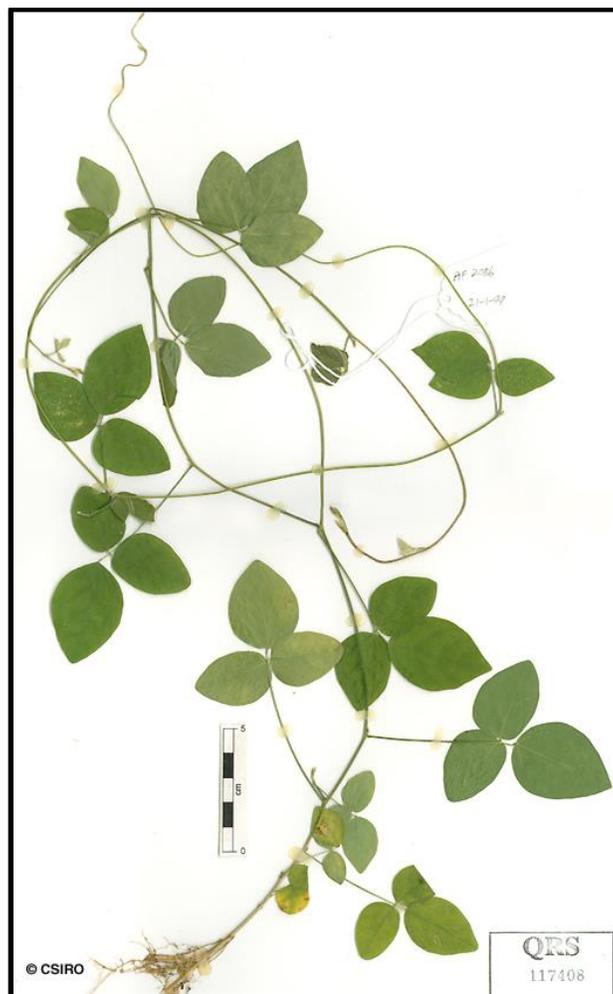


Figura 2. Ejemplar de herbario de *Neonotonia wightii*. (Cook et al., 2005).

2.3.1.4 Distribución

La soya forrajera perenne es originaria de África y se extiende por las Indias Orientales, Asia tropical, este, centro y sur de África (FAO, 2011). Se ha introducido en muchas islas del Pacífico Sur, incluyendo tierras altas de Nueva Guinea. También se puede encontrar en Cuba, Brasil y en Australia subtropical (Cook *et al.*, 2005).

Se puede encontrar naturalizada en pastizales, matorrales, y bosques o en áreas degradadas, del nivel del mar hasta los 3000 msnm en las regiones tropicales (Pengelly *et al.*, 1992). Es una especie resistente a la sequía (FAO, 2011; Mero *et al.*, 1997) (USDA, 2011).

Se desarrolla mejor con temperaturas diurnas de 22 a 27 ° C y con un promedio de precipitación anual entre 750 a 1500 mm. Es medianamente tolerante a las heladas (FAO, 2011; Cook *et al.*, 2005).

Prefiere suelos francos con pH por encima de 6.5 Es más tolerante a la salinidad que otras leguminosas tropicales. Sin embargo, la sal puede deprimir la nodulación y la fijación de nitrógeno (FAO 2011, Cook *et al.*, 2005). (Heuzé *et al.*, 2012)

2.3.1.5. Presión de Pastoreo

Se debe cortar a una altura de entre 3.75 cm y 5 cm cada 8 a 10 semanas (Cook *et al.*, 2005, FAO, 2011).

El pastoreo puede comenzar a las 7-8 semanas después de la siembra. Una vez que la soya perenne está bien establecida, puede ser pastoreada en invierno y primavera. El pastoreo debe detenerse en el inicio de la temporada de lluvias, para

permitir el rebrote (FAO, 2011). Es posible administrar el pastoreo con el fin de obtener el forraje en cierto período deseado. Por ejemplo, el pastoreo ligero durante el verano preparará para el pastoreo invernal, o, si se pretende el pastoreo a principios de verano, debe ser pastoreada severamente durante el verano anterior y dejar reposar durante el otoño. Si se producen heladas, se sugiere el pastoreo inmediato antes de que la palatabilidad disminuya después de las heladas (Cook *et al.*, 2005).

Los rendimientos de forraje de la soya perenne pueden variar entre 3.9 y 10 toneladas de MS/ha, dependiendo de las condiciones ambientales. (Cook *et al.*, 2005)

2.3.1.6. Atributos nutricionales

El forraje de *Neonotonia wightii* contiene 14-20% de proteína cruda. Disminuye con la etapa de crecimiento: cuando está en desarrollo foliar puede contener 18.9% PC y 12.9% de MS cuando produce semilla. (Cook *et al.*, 2005; FAO, 2011; Ferreira *et al.*, 2012).

El contenido de fibra es relativamente alto (26-35% de fibra cruda, FDN 45-60%, FDA 33-40% y 8-10% de lignina. Aumenta el contenido de fibra y lignina con el tiempo mientras que disminuye la pectina (Heuzé *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*, 2012). La digestibilidad de la soya está generalmente en el rango de 55-65% (Holder, 1967).

2.3.1.7. Compatibilidad con otros forrajes

Se ha utilizado en asociación con las siguientes especies de gramíneas forrajeras: *Chloris gayana*, *Digitaria eriantha*, *Panicum maximum*, *Pennisetum clandestinum*, *P. purpureum*, *Setaria sphacelata*, *S. anceps*, *Brachiaria decumbens*, *Melinis*

minutiflora; así como asociada con las leguminosas *Leucaena leucocephala* y *Vigna parkeri*. (Cook *et al.*, 2005; FAO, 2011).

También es utilizada en sistemas silvopastoriles, bancos de proteína, praderas asociadas, cultivo de cobertera, además de ser forraje de corte para ensilar y henificar (Villanueva, 2010).

En un trabajo a escala de investigación-producción con animales Cebú en crecimiento-ceba se manejaron dos sistemas: I) *Andropogon gayanus* (pastoreo rotacional) + banco de proteína de *L. leucocephala* y *N. wightii*; II) pasto natural (pastoreo continuo) + banco de proteína de *L. leucocephala* y *N. wightii*. La carga global aproximada fue de 1.7 animales/ha. La variación en el contenido de leguminosas presentó una estabilización en el número de plantas de *Leucaena* por hectárea y una disminución apreciable de las leguminosas herbáceas; los animales en los sistemas 1 y 2 ganaron respectivamente 487 y 394 g/d, con pesos finales al sacrificio de 449 a los 29 meses de edad y 355 kilos a los 24 meses (Hernández *et al.*, 2001).

En Cuba se comparo bajo un sistema de pastoreo *Leucaena leucocephala* y un conjunto de *L. leucocephala* + *Stylosantes guianensis*+ *Neonotonia wightii*+ *Panicum maximum* como bancos arbustivos de forraje, produciendo entre 9 y 11 kg de leche por día por vaca sin el uso de concentrados suplementarios, resultado sobresaliente considerando considerando que el potencial productivo en pastos tropicales es de 7 a 8 kg por vaca por día. (Ibrahim *et al* 2004)

En San José de las Lajas, Cuba, se utilizaron 12 machos Cebú comercial con 188 kg de PV en promedio, para analizar su comportamiento productivo, con el suministro de un activador de la fermentación ruminal. Se conformaron dos tratamientos donde el control consumió 50 g de sal mineral/animal/d y el otro tratamiento 2, 1.5 kg de suplemento activador de la fermentación ruminal/animal/d. Ambos pastaron en 6 ha de asociación de glycine (*Neonotonia wightii*) y pasto

natural. La ganancia de los animales que consumieron el activador fue de 841 g y de 794 g para el control, sin diferencias significativas. La presión de pastoreo se mantuvo entre 12 y 11.4 kg de MS por cada 100 kg de PV en la época lluviosa y poco lluviosa, respectivamente. Esta equivale a una disponibilidad superior a la capacidad de ingestión estimada (5.99 kg/animal/d) La proteína bruta se mantuvo entre 12.6 y 12.4 % y la EM entre 9.2 y 10 MJ/ kg de MS, en ambas épocas, respectivamente. Las ganancias de PV superaron los 800 g/animal/d, en ambas épocas del año, sin diferencias entre grupos.

(Díaz *et al.*, 2005).

Existen pocas investigaciones donde se haya estudiado *Neonotonia wightii* como alimento forrajero para pequeños rumiantes. como la evaluación del consumo de materia seca y el comportamiento alimenticio en cabras alimentadas con heno de *Boehemeria nivea*, *Neonotonia wightii* y *Pennisetum purpureum* cv. Napier ofertados en un exceso de 30 y 60% sobre el consumo del día anterior. Se observó una disminución del consumo de lignina cuando la soya se ofreció en el porcentaje más alto a razón del 60%, contrario al comportamiento de *Boehemeria*. En *Pennisetum* se observó un incremento en la FDA y lignina mientras que decrecía el consumo de proteína cruda al variar el consumo de 30 a 60%. El heno de soya presentó las siguientes características: PB, 12.53%; FDN, 64.5%; FDA, 46.54 %; LIG, 9.06 %; y DIVMS 56.19%. Las cabras alimentadas con heno de *Boehemeria* obtuvieron mayor ganancia de peso que las alimentadas con los henos de las otras especies (Vilar da Silva *et al.*, 1999).

2.4. Alimentos complementarios al pastoreo

En el trópico existe una gran variedad de pastos, que sirven como base de la alimentación en ovinos, los cuales tienen un alto potencial para producir forraje, pero que sin embargo, tienen un bajo valor nutritivo, lo que hace necesario la suplementación durante la lactancia de las ovejas y durante el crecimiento de los corderos, aún durante las épocas de alta producción de forraje, ya que por su alto

contenido de fibra indigestible, las gramíneas tropicales no llenan los requerimientos nutricionales de estos animales. Así, es necesario una complementación con alimentos con mayor concentración de energía y proteína que dichas gramíneas (Cruz, 2012).

En el trópico se tienen una gran variedad de cultivos cuyo procesamiento industrial genera subproductos que pueden ser usados para suplementar al ganado en las épocas críticas de baja producción forrajera en las pasturas.

Entonces, el objetivo principal de la suplementación al ganado en pastoreo es aumentar el consumo total de materia seca y energía digestible. Cuando se complementa con concentrados, ensilados, heno u otros alimentos, los objetivos considerados pueden ser: 1) aumentar la producción por unidad animal; 2) incrementar la carga y la producción por unidad de superficie; 3) mejorar el uso del pasto a través de mayores cargas ganaderas; 4) mantener y mejorar el estado corporal y reproductivo de los animales en épocas de escasez de forraje; 5) mejorar las características medioambientales del rumen para maximizar la eficiencia en la síntesis de proteína microbiana, disminuyendo de este modo importantes pérdidas de nitrógeno en heces y orina que puedan contaminar el medio ambiente y 7) cuando la base territorial sea un factor limitante en la producción (Salcedo 2004; Kucsevsa *et al.*, 2011).

Desde un punto de vista económico, la alimentación representa alrededor del 70% de los costos de producción, por lo que es importante que en las regiones de trópico, sea el pastoreo la base de la alimentación y se pueda complementar con fuentes de alimentación de fácil acceso y bajo costo, de ahí la importancia de identificar con que fuentes de alimentación complementaria de bajo costo y fácil acceso se puede contar en las regiones donde se esté realizando la cría de ovinos. Por ello es importante conocer cuáles son los alimentos base de la dieta y con qué alimentos complementarios se puede contar, para sostener una adecuada alimentación (Cruz, 2012).

La elección de un suplemento depende del conocimiento de la estacionalidad del forraje y de la calidad de las raciones, particularmente la diagnosis de los desequilibrios cualitativos y cuantitativos entre los recursos y los requerimientos del hato. También se apoya en calidad y precio de retorno al productor de los suplementos accesibles y, de ser posible, en referencias obtenidas en condiciones similares que hagan factible predecir la respuesta del ganado a la complementación (FAO, 1999).

2.5. Tipos de suplementación

2.5.1. Suplementación mineral

Sólo se deben aplicar si se conocen deficiencias de un elemento mineral en particular. Por ejemplo, usar sal común mezclada con fosfato de calcio, en zonas con deficiencias de fósforo. La suplementación con minerales se realiza a libre acceso, dejando la sal a disposición continua de los animales para que la consuman a voluntad. El tipo de mezcla mineral utilizada depende del requerimiento animal y de las deficiencias existentes en la dieta. Cuando se administra un complemento energético proteico es posible formular el complemento incluyendo la mezcla mineral (Kucsevsa *et al.*, 2011).

2.5.2. Suplementación proteica

Sobre pasturas de baja calidad, pero con una alta disponibilidad, permite mejorar la utilización del pastizal por incremento del consumo voluntario de la dieta base (pasto). El objetivo es balancear la ración de los animales, obteniendo un incremento de la ganancia diaria y mejor aprovechamiento del pastizal. El nivel de proteína del complemento está regido tanto por la categoría como por la época del año. Debe aumentarse la carga para que se manifieste su principal efecto de aumento de producción por hectárea, permitiendo un aumento de carga con un consecuente incremento en la producción por hectárea. (Kucsevsa *et al.*, 2011).

La prioridad es asegurar la adición adecuada de nitrógeno y minerales al rumen. Los complementos de nitrógeno pueden ser aportados con cualquier alimento proteínico, como por pasta de soya, semillas de algodón, residuos cerveceros, etc. y la cantidad a adicionar dependerá del contenido de material nitrogenado digerible en el producto. Estos alimentos también aportan energía. Además, el nitrógeno puede ser agregado en forma no proteica, generalmente urea. En la actualidad se utilizan mezclas de urea-melaza y bloques nutricionales.

2.5.3. Suplementación energética

La suplementación de bovinos en pastoreo con granos o concentrados balanceados permite aumentar la cantidad de energía que el animal consume diariamente. Los granos ofrecen alta energía digestible (alto contenido de almidón), pero poca proteína y casi nada de fibra. Es evidente entonces que el alimento base (pasto) debería aportar la proteínas y fibra para complementar al grano.

La suplementación impone generalmente cierto nivel de sustitución o sea que el consumo de suplemento esperado ya que, manteniendo buenas ganancias individuales, se prolonga la duración del pasto y mejora la composición nutritiva de la dieta, reduciendo la incidencia de trastornos metabólicos. A niveles de suplementación por debajo del 0,5% del peso vivo del animal, el efecto sustitutivo es poco importante y podría no afectar el consumo de forraje. Este efecto mejora en consumo de energía digestible y el aumento de peso vivo (INTA, 2003).

La adición de complementos incluye la utilización de residuos de cosechas o cultivos forrajeros para proveer un complemento durante períodos críticos: hojas de verduras, bancos forrajeros de arbustos leguminosos (*Leucaena sp.*, *Gliricidia sp.*, *Calliandra sp.*) o gramíneas de porte alto como el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*).

La estrategia usual es usar principalmente recursos locales provenientes de las áreas adyacentes, de las agroindustrias regionales y nacionales, etc. Cualquiera que sea el producto y el método de uso, se deben tener en cuenta, además del valor de mercado de los complementos, los costos de transporte, almacenamiento y distribución que, de implementarse a gran escala, necesitarán una logística y una organización (FAO, 1999).

En Veracruz existen diversas alternativas de complementación alimenticia, algunas de ellas son: la conservación de forraje en forma de heno o ensilados, la siembra de leguminosas para formar bancos de proteína, el uso de subproductos agroindustriales como el grano de cervecera, la cascara de cítrico, cascara de pina, residuos de pan, etc. (Cruz, 2012).

El retorno de la inversión en insumos depende en gran medida de las posibilidades de comercialización de los productos obtenidos y de la relación de los precios entre los complementos alimenticios y los productos animales. Es así que el complemento que consumen los animales está compuesto por cuatro costos individuales. El costo del alimento en sí, el costo de flete, el acondicionamiento y mezclado, más el costo de distribución (FAO 1999).

2.6. Suplementos

2.6.1. Bagazo de cítricos fresco

En todo el mundo se producen grandes cantidades de cítricos que se utilizan para obtener productos industriales como jugos, helados, dulces y aperitivos. La gran cantidad de bagazo de cítricos, residuos de la industria juguera, presenta un problema de contaminación potencial, que se reduciría si los residuos pueden ser utilizados para la alimentación animal.

En la región Centro Norte de Veracruz se cultivan grandes extensiones de cítricos como naranja (*Citrus sinensis*), toronja (*Citrus paradisi*) y limón (*Citrus lemon*) (Cruz, 2012).

Parte de esta fruta se comercializa de forma directa y parte se procesa para la extracción de jugo y por ello año con año, se genera gran cantidad de bagazo que se utiliza como complemento para el ganado. En peso, este comprende más de 50% de la fruta entera. El bagazo sólo está disponible durante la temporada de

cosecha, que dura no más de unos pocos meses. Durante este período el bagazo se produce a una velocidad mayor a la requerida para el uso directo como complemento alimenticio.

En la alimentación de rumiantes, los cereales pueden ser sustituidos en gran medida por subproductos ricos en energía como los derivados del procesamiento industrial de frutas, permitiendo así reducir el costo de la alimentación.

Debido a su alto contenido de humedad y azúcares, el bagazo de cítricos fresco es un producto propenso a adquirir una enorme carga de mohos y levaduras. Por lo que debe considerarse su preservación ya sea por medio del ensilaje, que hace posible ahorrar en los costos de secado u otros tratamientos que pueden incrementar costos de alimentación animal. Debido al bajo contenido de materia seca del subproducto fresco, pueden ocurrir grandes pérdidas de nutrientes en el ensilado. (Silva *et al* 1997).

El análisis químico de la cáscara indica bajo contenido de materia seca (17-21%), alto contenido de carbohidratos solubles en agua (CSA) de 21-35% y más de 90% de digestibilidad.

El contenido microbiológico de la cáscara es muy alta, ya que se compone principalmente de levaduras, probablemente debido a la riqueza de CSA, y está en el intervalo de 103 a 105 unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo (Ashbell *et al.*, 2006).

La pulpa de cítrico es clasificada como un subproducto alimenticio energético. La pulpa seca tiene una densidad de aproximadamente 303 kg/m³, un valor de total de nutrientes digestibles (TND) de 82%, equivalente a 2.97 Mcal de energía metabolizable por kilo de materia seca (Cruz, 2012).

Comparada con otros alimentos energéticos, es bajo en proteína, usualmente tiene entre 6% y 7% de proteína con base a materia seca. Su contenido de nitrógeno se puede incrementar hasta un 11.1% amonificando con fuentes de N proteico y no proteico (Rihani *et al.*, 1993) o inoculando alguna cepa de *Penicillium roqueforti* a la pulpa de cítrico tal como lo hicieron Scerra *et al.* (2000) quienes mediante el crecimiento fúngico pudieron incrementar el contenido de proteína cruda 5.62% a 8.55%, el extracto etéreo de 1.62% a 4.38%, pero asimismo aumentaron los componentes fibrosos de la pared celular: FDN de 14.49% a 32.60% y FDA de 11.15% a 24.79% (base seca).

A pesar de la baja cantidad disponible de N, los carbohidratos solubles y las pectinas son abundantes en la cascara de cítricos, siendo probablemente las responsables de su alta capacidad de mantener el amoníaco. Las pectinas se pueden unir fácilmente amoníaco, formando compuestos estables tales como amidas de ácidos poligalacturónicos y sales de amonio (Rihani *et al.*, 1993).

La fermentación de las pectinas producen poco ácido láctico, entonces, es poco probable que la alimentación con pulpa de cítrico produzca acidosis láctica (Cruz, 2012).

Los valores para el pH ruminal cambian de 5.9 a 7.0, después de las dos primeras horas de iniciar con la dieta de bagazo de cítrico, más tarde y gradualmente, el pH retorna a sus niveles iniciales.

Cuadro 2. Análisis bromatológico del bagazo de cítrico fresco y ensilado.

Análisis de cascarilla de cítricos fresca y ensilada

Componente (% en base seca)	fresca	ensilada
Materia Seca	13.5	12.4
Proteína Cruda	6.4	8.3
Fibra Cruda	12.9	17.9
Cenizas	3.8	4.1
pH	4.7	4.3

(Ashbell *et al.*, 1984)

En la capa superior del ensilaje, el contacto con el aire produce un gran desarrollo de la microflora y las pérdidas son considerables. Las pérdidas por infiltración llegan a ser para materia seca 6.6% a 10.4%; carbohidratos solubles en agua 10.3% a 13.1%; glucosa 3.2%-10.7%, y proteína total 8.0% a 8.7%. Las pérdidas por infiltraciones se reportan entre 18.0% y 29.0% en base seca. (Ashbell *et al.*, 1987).

El bagazo de cítricos es rico en nutrientes, y su composición nutricional en base seca, es comparable a granos energéticos como sorgo, cebada y maíz (Ashbell *et al.*, 2006). Por ejemplo, el contenido de energía metabolizable del bagazo fue de 3.4 Mcal/kg MS, ligeramente superior al de los granos de sorgo (3.1 Mcal/kg MS) y avena (3.2 Mcal/kg MS) y ligeramente inferior al del maíz (3.5 Mcal/kg MS). En cuanto a proteína cruda, los valores, en el orden citado arriba fueron de 7.0%, 10.5%, 12.1% y 9.9% y todos favorecieron a los granos. Un aspecto altamente contrastante es que el contenido de MS del bagazo de cítricos es muy inferior, entre 14% y 25%, en comparación con los cereales que rondan el 87% (Nam *et al.*, 2009).

Cuadro 3. Composición química y energía metabolizable de la cascarilla de cítricos y granos forrajeros comunes.

Componente (% base seca)	bagazo de cítricos ¹	Sorgo	Cebada	Maíz
MS	14-25	87	87	86
PC	7	10.5	12.1	9.9
FC	12.5	3.4	6.3	2.9
EE	3.5	3.2	2.1	4.7
Cenizas	5.5	2.0	2.9	1.4
TND	87	80	83	87

EM Mcal/kg MS	3.42	3.11	3.24	3.46
---------------	------	------	------	------

¹ CSA = 18-34%, y pectinas 9-18%.

(Nam *et al.*, 2009)

La composición de la cáscara de cítricos es similar a la de la pulpa de cítrico, excepto que la primera contiene más aceites esenciales, que poseen propiedades antioxidantes y antimicrobianas, por lo que la cáscara podría actuar como conservador, el cual sería beneficioso para almacenar a largo plazo el subproducto. Sin embargo, la mayoría de los estudios realizados han sido con cáscara secada a base de calor, tratamiento que volatiliza los aceites, por lo que no se podría contrarrestar aflatoxinas y microbios nocivos (Nam *et al.*, 2009).

El bagazo de cítricos deshidratado se ha utilizado para alimentar vacas lecheras (Wing, 1974, Belibasakis *et al.*, 1996), así como para engordar ganado (Hadjipanayiotou *et al.*, 1976).

El trabajo de investigación realizado con bagazo de cítrico ensilado en alimentación de ovejas, es muy limitado. Al respecto, la ingesta del bagazo de cítrico ensilado se midió en cabras Damasco, así como en corderos de la raza Chios cuyo consumo por día llegó a ser de 0.90 kg a los 70 días del destete (Hadjipanayiotou *et al.*, 1997, Hadjipanayiotou, 1988). Volanis *et al.* (2004) en la región montañosa semi-árida de Grecia, encontraron que la alimentación con ensilado de naranja fue favorable en el rendimiento y la composición grasa de la leche de ovejas de la raza Sfakia.

2.6.2. Concentrado

Usualmente, el término concentrado se refiere a alimentos con bajo contenido de fibra y alta concentración de energía, que además pueden presentar concentraciones altas o bajas de proteína cruda (Wattiaux *et al.*, 2001).

Los granos de cereales son alimentos energéticos que contienen menos del 12% de proteína cruda. Por otro lado, las harinas de semillas oleaginosas son fuentes de proteína que pueden llegar a tener concentraciones de hasta 50% de proteína cruda.

Los concentrados comerciales son mezclas de varios ingredientes, pero generalmente se emplean ingredientes energéticos bajos en proteína como los granos de cereales y energético-proteínicos como las tortas de oleaginosas y se formulan para tener contenidos prefijados de proteína cruda, que es el nutriente estándar con que comercialmente se les imputa valor de venta. En general, tienen alta palatabilidad y usualmente son ingeridos rápidamente. En contraste con los forrajes, los concentrados tienen bajo volumen por unidad de peso además de que no estimulan, o estimulan poco, la rumia.

Los concentrados usualmente fermentan más rápidamente que los forrajes en el rumen. Aumentan la acidez del rumen lo cual puede interferir con la fermentación normal de la fibra, sobre todo cuando forma más de 60-70% de la ración puede provocar problemas de acidosis (Wattiaux *et al.*, 2001).

El aprovechamiento del amoníaco acumulado mejora con el aporte de concentrados energéticos (almidones fermentables o fuentes de azúcares solubles como melazas), con lo que se incrementa la producción y suministro de proteína microbiana de alto valor biológico, pues ésta contiene aproximadamente un 80% de proteína verdadera, permaneciendo constante su digestibilidad intestinal (70-80%) y la cantidad de aminoácidos absorbidos en el intestino (60%).

El uso de concentrados energéticos y proteicos mejora las características medioambientales del rumen para maximizar la eficiencia en la síntesis de proteína microbiana, disminuyendo de este modo importantes pérdidas de nitrógeno en heces y orina (Salcedo, 2004).

2.6.3. Pasta de soya

La pasta de frijol soya es el producto obtenido de la molienda de la semilla de descascarillada, después de que la mayor parte del aceite fue extraído con hexano.

La pasta de frijol soya contiene al menos 48% de proteína cruda y es empleada como ingrediente en los alimentos balanceados para animales.

Cuadro 4. Especificaciones de pasta de soya según la norma mexicana NMX-Y-319-1993-SCFI.

Especificaciones	Mínimo	Máximo
Humedad (%)		12
PC (%)	48	
EE (%)	0.5	
FC (%)		5
Cenizas%		6.5
Actividad ureásica (cambio pH)	0.05	0.02
Solubilidad de proteínas en agua (%)	15	30
Solubilidad de proteínas en KOH (%)	75	85

El olor característico del producto está libre del olor a solvente y no presenta rancidez o enmohecimiento, no debe oler al frijol crudo o material sobre tostado. Su color presenta variaciones en tonos de beige.

El marcado, etiquetado, envasado o a granel para su fácil identificación está normalizado y en la etiqueta, saco y/o en el contrato de compra y venta, se debe especificar los siguientes datos: Nombre del producto, número de registro de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, análisis bromatológico garantizado, recomendaciones de uso, fecha de elaboración y número de lote, contenido neto en kg, leyenda "HECHO EN MEXICO", nombre o razón social y dirección del fabricante, norma de calidad vigente.

El empaque debe ser en sacos que garanticen la calidad del producto y eviten su contaminación, (NMX-Y-319-1993-SCFI).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio experimental

El experimento se realizó en el Módulo de Producción Ovina, establecido en el predio El Cenzontle, dependiente del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la UNAM ubicado sobre la carretera federal 129 México-Nautla, en el km 5.5 del tramo Martínez de la Torre a Tlapacoyan, en el municipio de Tlapacoyan del estado de Veracruz.

El clima de esta zona es cálido y húmedo con una temperatura y precipitación media anual de 23.5°C y 1991 mm, respectivamente. La vegetación original del Módulo está definida en términos agroecológicos como un bosque sub-tropical semi-siempre verde estacional, localizado en una zona de transición climática, entre la zona costera sub-húmeda al este y la zona húmeda hacia la Sierra Madre Oriental, al oeste.

3.2. Animales y su manejo

Se emplearon doce machos pelibuey con peso y edades iniciales promedio de 28.3 kg y 135 días, respectivamente, los cuales estuvieron en pastoreo común y continuo en una pradera compuesta en un 98% por pasto estrella de Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*) que ocupó un área de aproximadamente 7000 m², donde pasaron alrededor de 8 horas diarias, contando en todo tiempo con sombra natural de árboles y agua a libre acceso. Los animales se llevaron al corral a ingerir los suplementos de acuerdo a la rutina de alimentación descrita más adelante, o bien para ser pesados cada catorce días. Las sales minerales se otorgaron en comederos en una cantidad aproximada de 5 g diarios por animal.

3.3. Alimentos empleados en el experimento

Aparte del pasto estrella consumido en pastoreo, los animales comieron, forraje de soya perenne (*Neonotonia wightii*) y pasta de soya (*Glycine max*) más bagazo de cítricos (pomelo – *Citrus paradisi*) fresco en un tratamiento y concentrado comercial y bagazo de cítricos en el otro.

La soya perenne se sembró en un área de 1200 m² y tenía 9 meses de crecimiento al inicio del experimento y se cortaba diariamente la cantidad prefijada. La pasta de soya y el concentrado se adquirieron de una firma comercial proveedora de alimento concentrado; en el primer caso, el envase no tenía ninguna etiqueta que informara del origen y tratamiento de extracción de aceite del frijol soya; en el segundo caso, la etiqueta presentaba la información mínima necesaria requerida por la norma (Figura 3).

Figura 3. Etiqueta del alimento concentrado marca “Abatez”¹ utilizado para la dieta experimental.

¹ La mención de una marca comercial no constituye recomendación alguna por parte del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical de la FMVZ-UNAM.

Contenido neto al envase 40kg

abatez®

Formula Pastoreo

ANALISIS GARANTIZADO

PROTEINA CRUDA (%)	20.4701
GRASA (%)	5.241
FIBRA (%)	9.597
HUMEDAD (%)	12.00
FOSFORO (%)	0.750

3.4. Tratamientos experimentales

El experimento constó de los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1 (T1): El 20% de los requerimientos diarios de materia seca, según el NRC (1985) se aportaron con bagazo de cítrico fresco, un 30% con concentrado comercial para engorda y el resto con pasto estrella consumido en pastoreo.

Tratamiento 2 (T2): El 20% de los requerimientos diarios de materia seca se aportaron con bagazo de cítrico fresco, un 30% con forraje de soya perenne y el resto con pasto estrella consumido en pastoreo. Se proporcionaron 50 g de pasta de soya por animal con el fin de cubrir los requerimientos de proteína cruda.

En cada tratamiento se asignaron aleatoriamente 6 machos pelibuey. Además, el peso de los corderos se balanceó para que cada grupo experimental de corderos pesara lo mismo. Los animales recibieron un periodo de una semana de acostumbramiento a los tratamientos, después del cual, se inició el experimento, cuya duración fue de cincuenta y seis días. Los corderos se pesaron cada 14 días, haciendo un pesaje con animales dietados de agua y alimento por 12 horas, cada 28 días. Las ganancias de peso se calcularon con los pesos dietados.

El bagazo de cítrico, la soya perenne, la pasta de soya y el concentrado se ofrecieron en comederos individuales en cantidades conocidas y pesando el residuo con el fin de conocer el consumo de estos por diferencia. Se tomó diariamente una muestra de aproximadamente 200 g de MS, la cual se refrigeró y acumuló, para formar una muestra semanal de cada componente de la dieta, la cual se utilizó para los análisis de laboratorio.

En el tratamiento 1, el concentrado se dio a las 10 AM y las 2 PM, en tanto que el bagazo de cítricos se dio a las 12 PM. En el tratamiento 2, el forraje de soya perenne se dio a las 10 AM y 2 PM, en tanto que el bagazo se dio a las 12 PM

para finalizar con la pasta de frijol soya a las 12:30. Entre estos periodos, todos los corderos pastaron libremente en el potrero de estrella (*Cynodon nlemfuensis*).

3.5. Consumo de materia seca

El consumo de materia seca total (CMS, g/cordero/d) se determinó con la suma de los consumos individuales de: soya o concentrado (CS), bagazo de cítricos (BC) y pasto (PO): $CMS = CMS_{CS} + CMS_{BC} + CMS_{PO}$. La cantidad de soya o concentrado y del bagazo de cítricos se midió de forma individual por diferencia entre antes y después de la suplementación.

Con un solo ingrediente en la dieta, la fórmula general para estimar el CMS del ganado en pastoreo es: $CMS = PTH/1 - (Digestibilidad/100)$, en la cual, PTH es la producción total de heces, y el denominador es la indigestibilidad del pasto. La PTH se midió por colección total, en tanto que las digestibilidades de los ingredientes se estimaron con la técnica *in situ* a 48 h de fermentación ruminal; la digestibilidad del pasto se estimó en muestras colectadas a mano imitando el pastoreo (“hand plucking”).

El consumo de pasto se estimó de la siguiente manera: 1) Se calculó la contribución de cada alimento a la PTH, multiplicando el consumo de cada uno por su indigestibilidad *in situ*, por ejemplo: $PTH_{CS} = (CMS_{CS} * (1 - (DIS_{CS}/100)))$; 2) La producción de heces del pasto se obtuvo por diferencia: $PTH_{PO} = PTH - (PTH_{CS} + PTH_{BC})$; 3) El CMS del pasto fue: $CMS_{PO} = PTH_{PO}/(1 - DIS_{PO})$; 4) El CMS individual se expresó con base en el peso vivo (PV, kg) y el peso metabólico (PM, $kg^{0.75}$).

La colección total de heces se hizo con bolsas colectoras construidas *ex profeso*, en la fase final del experimento, dando una semana de acostumbramiento para luego tomar muestras individuales de heces los siguientes cinco días en el periodo

de colección. En esas muestras también se realizaron las determinaciones de laboratorio.

En todos los alimentos se determinaron los contenidos de: materia seca (MS, %) y proteína cruda (PC, %) de acuerdo a lo recomendado por la AOAC (1995); fibra en detergente neutro (FDN, %), en detergente ácido (FDA, %) y lignina (LIG, %) por el método de Van Soest *et al.* (1991), y digestibilidad *in situ* (DIS, %) de acuerdo a McDonald y Ørskov (1979).

La energía metabolizable (EM, MJ/kg MS) se calculó a partir de la digestibilidad *in situ* (DIS) considerando un contenido de energía bruta (EB) de 18.48 MJ/kg MS y una eficiencia de uso de la energía digestible de 0.81. La ecuación fue la siguiente: $EM = EB \times (DIS/100) \times 0.81$.

3.6. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar con los animales como unidades experimentales o repeticiones. Las variables de respuesta fueron la ganancia diaria de peso de los corderos, el consumo de materia seca total y de cada ingrediente de la dieta, así como la composición química y digestibilidad de la misma dieta y sus componentes.

3.7. Costos de las dietas experimentales

Los costos se expresaron en todos los casos en pesos mexicanos, vigentes en la región del estudio en enero de 2013. Para valorar los costos de producción de cada dieta experimental se siguió la metodología de Aguilar *et al.* (1983) tomando en cuenta únicamente los costos variables.

La determinación del costo de producción por kilogramo de peso vivo se realizó dividiendo el total de costos variables, que fue la suma de los costos por concepto de animales, mano de obra, alimentos, medicamentos y equipo de limpieza y

mantenimiento, entre el total de kilogramos vendidos. Así mismo, se calculó la relación costo/beneficio para conocer la ganancia por peso invertido, dividiendo los egresos entre los ingresos por venta.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ganancias de peso

La ganancia diaria de peso en 56 días de experimentación fue de 101 ± 42 g/cordero/día para el tratamiento de concentrado (T1), en tanto que para el tratamiento con forraje de *Neonotonia* spp (T2) fue de 86 ± 24 g/cordero/día, una diferencia absoluta de 15 g/cordero/día, a favor del T1, la cual no fue significativa ($P=0.4650$). Los pesos promedio y tendencias de aumento de peso se presentan en la Figura 4.

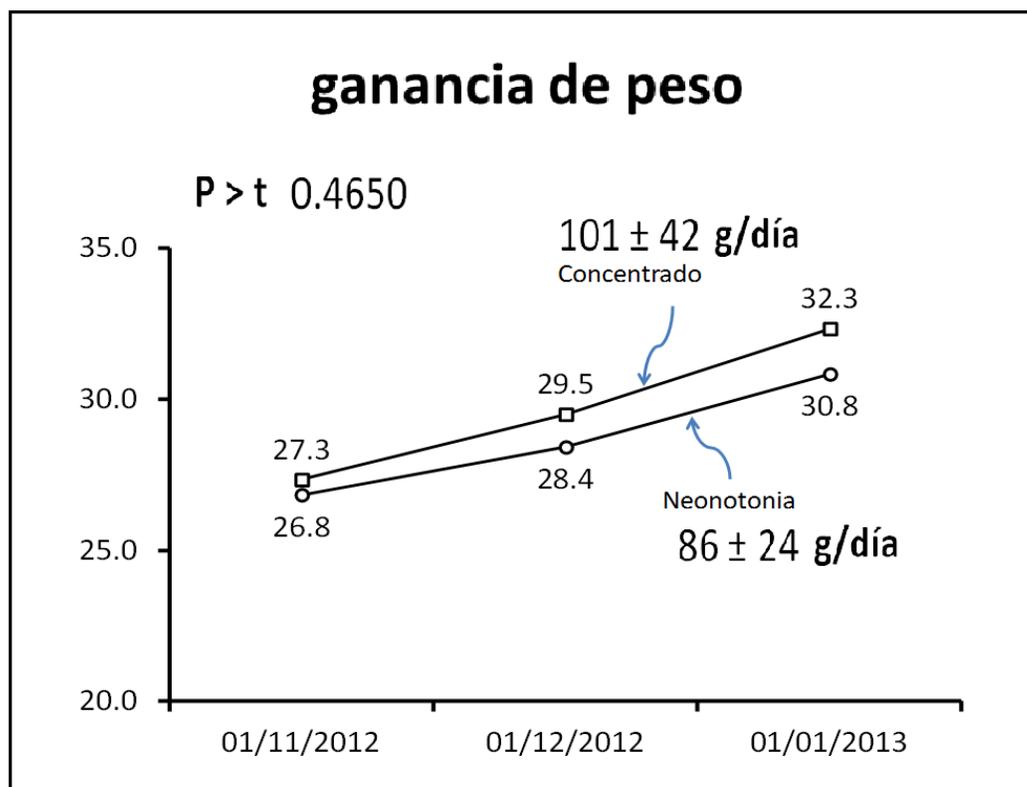


Figura 4. Pesos promedio dietados de corderos pelibuey que recibieron alimentación a base de pasto estrella y concentrado (T1) o pasto estrella suplementado con forraje de *Neonotonia wightii* (soya forrajera perenne) y pasta de soya (*Glycine max*).

Las ganancias diarias de peso obtenidas en este experimento coinciden con Espinoza (2001) quien obtuvo ganancias de peso similares (116 g/día) con corderos Black belly en Venezuela, que se alimentaron también con pasto estrella, pero en ese caso el suplemento consistió en 2 horas diarias de pastoreo en bancos de *Leucaena leucocephala*.

En otro experimento González *et al.* (2011) informaron que las ganancias obtenidas suplementando con pasta de coco y bloques nutricionales, fueron de 82 g/cordero/día, mientras que únicamente con pasta de coco ganaron 90 g/cordero/día. Otro grupo alimentado con pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) y pasta de coco, presentó la ganancia más baja con 60 g/cordero/día.

Cantón *et al.* (2007), evaluó las características de crecimiento en corderos Pelibuey y cruza F1 de esta raza con Dorper y Katahdin alimentados con una dieta cuyos ingredientes, en base seca, fueron: ensilaje de bagazo de naranja (27%), pasto Taiwán picado (12%) y concentrado (61%); y cuyo peso vivo inicial promedio fue de 25 kg. Las ganancias diarias de peso (GDP) fueron estadísticamente similares ($P > 0.05$) de 242, 236 y 223 g/cordero/día, respectivamente, con consumos respectivos de materia seca (CMS) de 1143, 1266 y 1180 g/d.

El mismo autor y otros colaboradores, (Cantón *et al.*, 2009) evaluaron el crecimiento de corderos Pelibuey (PbPb), y cruza de esta raza con Dorper cabeza negra (BHDPb), Dorper blanco (WDPb) y Katahdin (KdPb) empleando dietas con 3 concentraciones de EM: 9.21, 10.47 y 11.73 MJ/kg MS, sin encontrar diferencias ($P > 0.05$) entre genotipos. La GDP y el CMS promedio fueron de 182 ± 6 g/animal y 79 ± 1.4 g/kg^{0.75}, respectivamente. Los corderos alimentados con el nivel mayor de energía tuvieron la mayor ganancia ($p < 0.01$) sin importar el genotipo. El experimento no pudo detectar efecto de la interacción genotipo x nivel de energía.

4.2 Consumo de materia seca

El Cuadro 5 presenta los consumos de materia seca de las dos dietas experimentales. Aunque el tratamiento 2 presentó consumos mayores, dichas diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$) ni al expresarlos con base en peso vivo (kg) o en peso metabólico ($\text{kg}^{0.73}$). Estos resultados sugieren que la ingestión de nutrientes a partir de ambas dietas fue similar.

Cuadro 5. Consumos de materia seca por ingrediente y total de las dietas experimentales, expresados en g/kg de peso vivo y g/kg de peso metabólico.

Ingrediente	Tratamiento 1 (Concentrado)	Tratamiento 2 (Forraje soya perenne + Pasta de soya)
----- g MS/kg PV -----		
Concentrado	6.25	0.00
Pasta de soya	0.00	1.34
Soya perenne	0.00	2.28
Bagazo de cítrico	4.03	4.02
Estrella Sto. Domingo	23.27	29.29
Total	33.55	36.94
----- g MS/kg PM -----		
Concentrado	14.88	0.00
Pasta de soya	0.00	3.14
Soya perenne	0.00	5.37
Bagazo de cítrico	9.59	9.42
Estrella Sto. Domingo	55.43	69.02
Total	79.91	86.94

[§] T1, complemento con base en concentrado comercial; T2, complemento con base en forraje de soya perenne (*Neonotonia wightii*) y 50 g/cordero/día de pasta de soya (*Glycine max*).

No obstante lo anterior, se puede observar en el Cuadro 7.1 que los consumos sumados del forraje de soya perenne más la pasta de soya ($2.28 + 1.34 = 3.62$ g MS/kg PV) fue poco más de la mitad del consumo de concentrado (6.25 g MS/kg PV).

Resultados similares se obtuvieron en estudios donde el objetivo fue conocer la GDP y estimar el consumo en ovinos suplementados con diferentes fuentes de proteína. Se realizaron tres estudios: en el primero, se utilizó con pasta de coco y bloques multinutricionales; en el segundo, se proporcionó un alimento comercial y se suplementó con pasta de coco; y en el tercero, se suplementó con chícharo Gandul (*Cajanus cajan*). Las gdp fueron mayores en el grupo de los corderos alimentados con pasta de coco (0.09 ± 0.02 Kg); los alimentados con pasto Taiwán y pasta de coco tuvieron 0.06 ± 0.03 Kg. Los corderos machos suplementados con pcoco tuvieron mejor gdp (0.09 ± 0.03 Kg) que machos suplementados con chicharo (0.03 ± 0.02 Kg). Los consumos diarios fueron de 107.94 a 112.72 g MS/kg PM (González *et al* 2011).

4.3 Calidad nutritiva de los ingredientes de la dieta

4.3.1 Proteína cruda

Las concentraciones de proteína cruda a lo largo de las ocho semanas para cada ingrediente empleado en el experimento se presentan en la Figura 5.

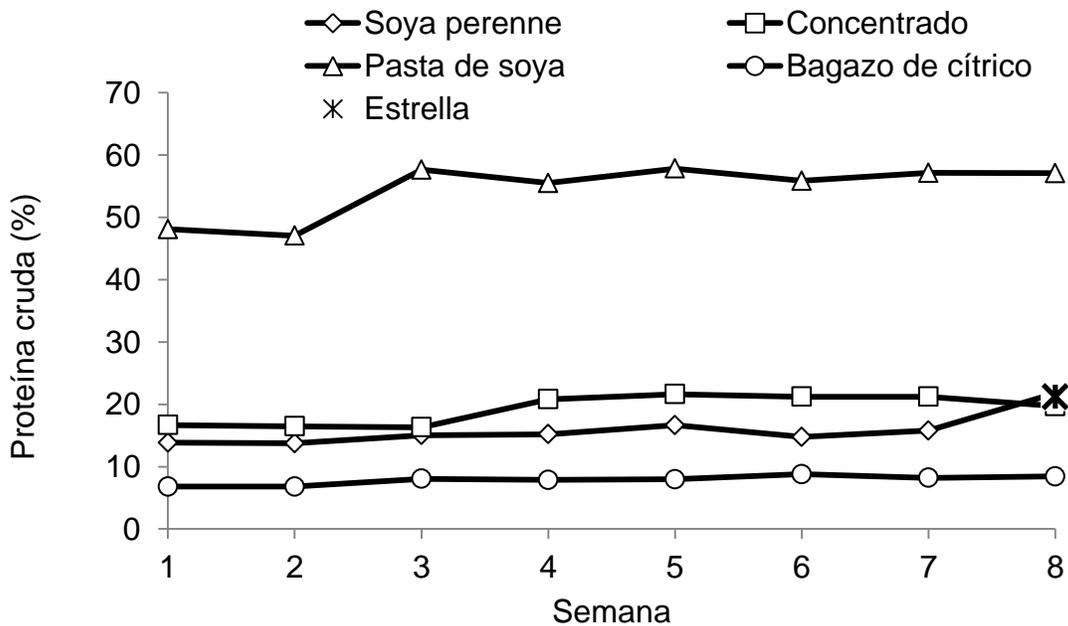


Figura 5. Contenido de proteína cruda de los ingredientes de las dietas experimentales consumidas por borregos pelibuey en pastoreo de estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*) por un periodo de 56 días a partir del 26 de noviembre de 2012.

Se observó poca variación en el contenido de proteína cruda de todos los ingredientes a lo largo del experimento. Sin embargo, en la pasta de soya se incrementó la PC en casi diez puntos porcentuales de la primera a la tercera semana. En el experimento, el concentrado presentó un promedio de PC de 19.3%, el forraje de soya perenne 15.9%, el bagazo de cítrico 7.9% con un comportamiento más estable y finalmente, el pasto estrella, muestreado solamente en la octava semana, presentó 21.6%, más alto que el del forraje de soya perenne, y del mismo concentrado comercial. Por otro lado, el concentrado nunca alcanzó el contenido de PC citado en la etiqueta comercial del producto y en general estuvo una unidad porcentual por debajo de éste. La soya perenne presentó valores de PC más altos que los del concentrado en la octava semana, aunque también disminuyó su palatabilidad debido a su edad fisiológica avanzada.

Estos datos coinciden con la literatura citada en capítulos anteriores; sin embargo el pasto estrella supera los valores estimados de 11-16% de proteína cruda que se citan en la literatura (Cook *et al.*, 2005; FAO 2011). Esta discrepancia se debió a que las muestras del pasto estuvieron formadas por hojas y tallos tiernos, partes de la planta que el ovino Pelibuey, altamente selectivo, consume principalmente.

Los valores de PC para el forraje de soya perenne citados en la literatura fluctúan entre 14% a 20%, este último más alto que el obtenido en el presente experimento (Ferreira *et al.*, 2012; Cook *et al.*, 2005; FAO, 2011). Esto se debió a que el estado de crecimiento de la soya aquí empleada se encontraba en fase avanzada de floración y fructificación, lo que produce forraje de menor calidad.

4.3.2 Componentes de pared celular

La Figura 6. Presenta los contenidos de FDN, FDA y LIG de los ingredientes, excepto el pasto estrella.

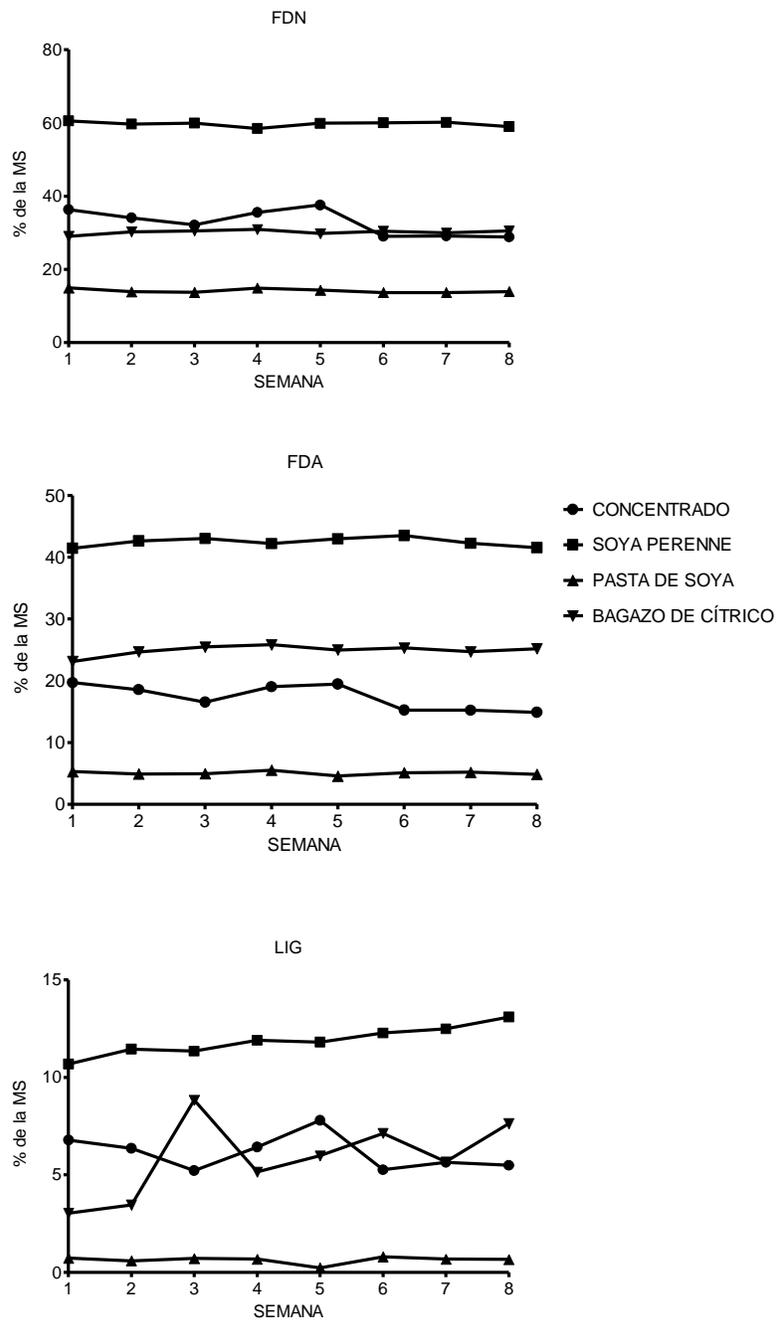


Figura 6. Concentraciones de FDN, FDA y LIG de los suplementos empleados en las dietas experimentales consumidas por borregos pelibuey en pastoreo de estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*) por un periodo de 56 días a partir del 26 de noviembre de 2012.

El forraje de soya perenne presentó los valores más altos de componentes fibrosos de todos los ingredientes, esto debido a su avanzado estado fenológico al corte; en tanto que la pasta de soya presentó los valores más bajos, sobre todo en el caso de lignina, cuya concentración a lo largo de los 56 días experimentales no rebasó el uno por ciento (0.6%). El bagazo de cítricos tuvo concentraciones muy uniformes de FDN (30.2%) y FDA (24.9%) todo el tiempo, mostrando sin embargo mayor variación en su contenido de lignina (5.9%), con una tendencia a incrementarse con el tiempo. El concentrado presentó valores intermedios de componentes fibrosos, pero tuvo más variabilidad que los demás alimentos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Promedios, desviaciones estándar y coeficientes de variación de los contenidos (% de la MS) de componentes fibrosos de los suplementos empleados en las dietas experimentales consumidas por borregos pelibuey en pastoreo de estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*) por un periodo de 56 días a partir del 26 de noviembre de 2012.

Ingrediente	FDN			FDA			LIG		
	MEDIA	D. E.	C. V.	MEDIA	D. E.	C. V.	MEDIA	D. E.	C. V.
Concentrado	32.8	3.6	10.8%	17.3	2.1	11.9%	6.1	0.9	14.6%
Soya perenne	59.7	0.7	1.1%	42.5	0.7	1.7%	11.9	0.7	6.3%
Pasta de soya	14.1	0.5	3.7%	5.0	0.3	5.9%	0.6	0.2	26.6%
Bagazo de cítrico	30.2	0.6	1.9%	24.9	0.8	3.3%	5.9	2.0	34.0%

D. E. = desviación estándar; C. V. = coeficiente de variación.

Las muestras de pasto estrella obtenidas simulando el pastoreo (“hand plucking”) presentaron promedios de 72.38% de FDN, 33.25% de FDA y 5.65% de lignina.

Magaña *et al.* (1999) alimentó 36 cabras con henos de rami (*Boehmeria nivea*), soya perenne (*Neonotonia wightii*), y pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), probando dos niveles de residuo de 30% y 60% más de lo ingerido el día anterior. Los valores promedio respectivos de PC del heno de soya consumido fueron de: 12.9 % de PC; 63.9 % de FDN; 45.7 % de FDA; y 6.9 % de LIG. Estos valores difieren poco de los citados en el Cuadro 7.2, por lo que se puede afirmar que en

el presente estudio, las concentraciones de componentes de la pared celular se encontraron dentro de los valores citados comúnmente en la literatura.

Silva *et al.*, (1997) estimaron las concentraciones de los componentes de la pared celular de la cáscara de cítricos. En un primer estudio, encontraron que la cáscara de naranja tuvo 24% y 20% de FDN y FDA, respectivamente. El contenido de FDN encontrado en otro experimento fue de 27.1% para naranja y 36.3% y 29.6% para las variedades de limón Siciliano y Tahitiano, respectivamente. Estos valores indican una gran proporción de contenido celular altamente digestible y confirman por qué estos subproductos son fuentes probadas de energía para el rumiante.

4.3.3 Digestibilidad *in situ*

La Figura 7 muestra la digestibilidad *in situ* promedio así como el rango de valores registrados en cada uno de los ingredientes de las dietas experimentales.

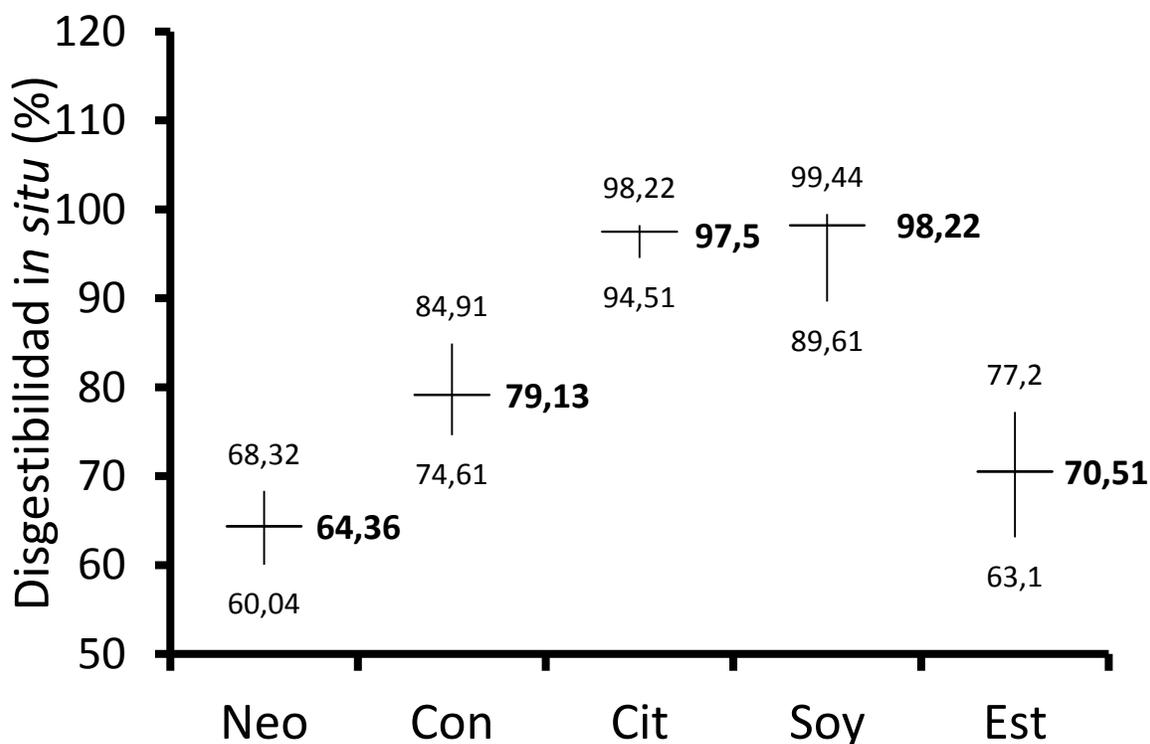


Figura 7. Rangos de valores de digestibilidad (línea vertical) y valor medio de digestibilidad (línea horizontal negrita) de los ingredientes de la dieta.

La soya perenne, así como el pasto estrella, fueron los alimentos menos digestibles con 64.36% y 70.51% respectivamente, como era de esperarse, estos presentaron los mayores contenidos de FDN y FDA.

La digestibilidad de la soya perenne, no difirió de los valores informados en la literatura para otras leguminosas tropicales como *Cassia rotundifolia*, *Lablab purpureus*, *Macroptilium atropurpureum* y *Stylosanthes guianensis*, cuyos valores oscilan entre 57.9 y 61.7 % (Mupangwa *et al.*, 2000).

A partir de los parámetros de las ecuaciones de degradabilidad (Ørskov y MacDonald, 1979) presentadas por Silva *et al.* (1997) se pudo calcular la degradabilidad ruminal de la MS a 48 h de incubación para la cascara de naranja y de los limones siciliano y tahitiano, que resultó ser de 84.0%, 86.1% y 80.8%, respectivamente. El promedio obtenido en el presente trabajo de 97.5%, supera ampliamente los valores de Silva *et al.* (1997), y puede deberse a que en el presente caso el cítrico utilizado fue bagazo de pomelo que incluye la cascara, la pulpa y las semilla (*Citrus paradisi*) y no sólo la cascáa de la fruta. De cualquier forma, estos valores demuestran que estos subproductos pueden ser usados como buenas fuentes alimenticias de energía metabolizable para el rumiante.

4.3.4. Energía metabolizable

Los contenidos de energía metabolizable de los ingredientes de las dietas experimentales se presentan en la Figura 8.

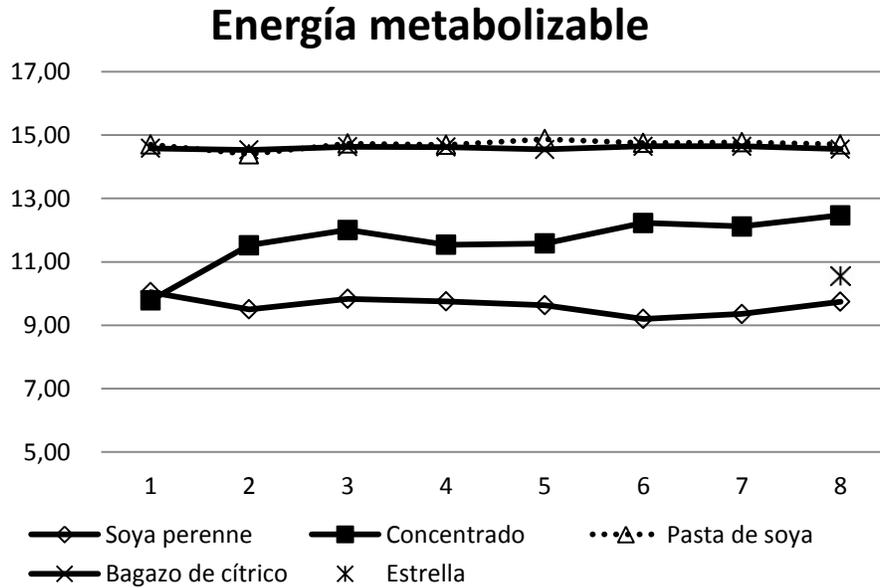


Figura 8. Energía metabolizable expresada en MJ/kg MS de los ingredientes de las dietas experimentales consumidas por borregos pelibuey por un periodo de 56 días a partir del 26 de noviembre de 2012.

La soya perenne (9.63 MJ/kg MS) y el pasto estrella (10.56 MJ/kg MS) tuvieron la menor cantidad de EM, por lo que si hubiesen sido el único alimento, no se habrían obtenido las ganancias de peso registradas en el experimento. Mientras, el concentrado tuvo un comportamiento oscilatorio que fue de 9.78 a 12.47 MJ/kg MS durante las 8 semanas, tal vez porque hubo mucha variación en materia prima utilizada para su elaboración.

Según el MAFF (1984) los requerimientos de energía metabolizable (EM MJ/día) de mantenimiento para corderos 30 kg de peso vivo son 5.1 MJ/día. En un estudio, la cantidad de EM aportada a los corderos por heno de distintas leguminosas fue respectivamente: 1.3, 5.9, 5.2 y 6.0 MJ/día para *Cassia rotundifolia*, *Lablab purpureus*, *Macroptilium atropurpureum* y *Stylosanthes guianensis*. Los animales con dieta de heno de casia estuvieron claramente en un déficit energético por lo que sus reservas se movilizaron y perdieron peso (Mupangwa *et al.*, 2000). Este

no fue el caso de las dietas del presente trabajo, pues en ambas los corderos ganaron peso.

La pasta de soya y el bagazo de cítrico fueron los ingredientes alimenticios con la mayor cantidad de energía metabolizable, con promedios de 14.7 y 14.6 MJ/kg MS respectivamente. Cortés *et al.* (2002) compararon cuatro pastas de soya procesadas en los estados de Guanajuato, Veracruz, Hidalgo y Nuevo León, encontrando un valor promedio de 10 MJ/kg MS. Otros autores informan un valor de 14.2 MJ/kg MS de EM (SAGARPA, 2000). Domínguez (1995) informó valores de EM para harina de cítricos de 13.9 MJ/kg MS, que representaron del 91% del valor del grano de maíz, que es de 15.3 MJ/kg MS. Otros autores mencionaron un valor de 10.9 MJ/kg MS (SAGARPA 2000).

4.4. Costos

El costo por kg de ingrediente de las dietas experimentales fue el siguiente: Concentrado \$ 5.88; Pasta de soya \$10.50; bagazo de cítrico fresco \$0.07, sin considerar flete. Por su parte, el costo mensual del jornal agropecuario fue de \$3,840.10.

Cuadro 7. Costos de cada ingrediente y total de las dietas experimentales. Cada cantidad (pesos mexicanos) es el producto del precio unitario de cada ingrediente multiplicado por su consumo diario.

Ingrediente	T1 ^{\$}	T2 ^{\$}
Concentrado	1.74	0.00
Pasta de soya	0.00	0.525
Forraje de soya perenne	0.00	0.190
Bagazo de cítrico	0.056	0.056
Pastoreo de estrella	0.43	0.43
Mano de obra	0.81	2.44
Total diario	2.606	3.211
Total periodo experimental	145.93	179.81

§ T1, complemento con base en concentrado comercial; T2, complemento con base en forraje de soya perenne (*Neonotonia wightii*) y 50 g/cordero/día de pasta de soya (*Glycine max*).

El Cuadro 8 presenta los costos variables imputados a la producción de carne de cordero en el periodo experimental de 56 días. Se puede observar que los animales representaron la mayor proporción de los costos variables, seguido de la mano de obra, ocasionado esto por la necesidad de cortar y picar la soya forrajera perenne. A diferencia de lo anterior, en el tratamiento de concentrado el mayor costo fue por concepto de alimentación. En seguida figuró la inversión en medicamentos y por último la de equipo de limpieza y mantenimiento.

Cuadro 8. Costos variables (pesos mexicanos) considerados en el análisis económico de los resultados.

Concepto	T1 [§]	T2 [§]
Animales	5,740.00	5,635.00
Mano de obra	45.36	136.64
Alimentos	100.57	32.53
Medicamentos	68.93	68.93
Equipo de limpieza y mantenimiento	41.97	41.97
Total	5,996.83	5,915.07

§ T1, complemento con base en concentrado comercial; T2, complemento con base en forraje de soya perenne (*Neonotonia wightii*) y 50 g/cordero/día de pasta de soya (*Glycine max*).

La rentabilidad y los costos de producción por kilogramo de peso vivo se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Rentabilidad y costo de producción por kilo de peso vivo.

Concepto	T1 [§]	T2 [§]
Kilos totales vendidos	194.00	185.00
\$/kilogramo	35.00	35.00

Ingreso bruto por venta	6790.00	6475.00
Egresos (tot. Costos variables)	5996.83	5915.07
Ingreso neto	793.17	559.93
Ingreso neto por animal	132.20	93.32
Costo de producción por Kg de peso vivo	30.91	31.97
Costo beneficio	0.88	0.91

§ T1, complemento con base en concentrado comercial; T2, complemento con base en forraje de soya perenne (*Neonotonia wightii*) y 50 g/cordero/día de pasta de soya (*Glycine max*).

Los ingresos por venta se calcularon considerando un costo de \$35 por kilogramo de peso vivo.

El costo de producción fue de \$31.97/kg de peso vivo para el tratamiento de soya perenne y de \$30.91 para el grupo de concentrado. Incrementándose \$1.06/kg para el tratamiento de soya perenne ya que esta dieta implicó un mayor costo por mano de obra.

La relación costo/beneficio indica cuánto retorno monetario se obtiene por cada peso gastado en conceptos de costo variable. Así, el tratamiento T2 (forraje de soya perenne + pasta de frijol soya) fue de \$ 0.91, lo que indicó que por cada peso invertido, se obtuvieron 91 centavos de ingreso bruto. Esta cantidad representó un ligera ventaja de 3 centavos sobre al tratamiento T1 (concentrado comercial) cuya relación fue de \$ 0.88.

V. CONCLUSIONES

Los resultados de este experimento, indican que la soya perenne y la pasta de soya pueden remplazar económica y biológicamente al concentrado de una dieta tradicional, Esto indica la utilidad que como complemento alimenticio estratégico pueden tener en el trópico mexicano las leguminosas forrajeras.

El concentrado presentó más EM que la soya perenne, sin embargo el bagazo de cítricos con contenido similar de EM que el concentrado puede ser utilizado en la alimentación de corderos sin efectos negativos en su desarrollo, pudiendo remplazar parte o la totalidad del concentrado, siempre y cuando exista una buena fuente de proteína como la pasta de soya.

El corte de la soya perenne implicó el uso de mano de obra que en condiciones de explotación comercial raras veces se utiliza, por lo que incrementó los costos de producción. Sin embargo, dichos costos pueden reducirse pastoreando la soya en bancos de proteína, lo cual ayudaría sin duda a reducir significativamente los costos de producción, pues el animal cosecharía su propio alimento.

VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA

Aguilar A, Alonso F, Baños A, Espinosa A, Juárez J, Tort A, Caletti L. Aspectos económicos y administrativos en la empresa agropecuaria, ed LIMUSA, México DF, 1983.

NMX-Y-319-1993-SCFI, ALIMENTOS PARA ANIMALES –PASTA DE SOYA DECARCARILLADA DE 48% DE PROTEINA, JUN-2-1993.

AOAC, Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Analytical Chemists, Arlington, VA, USA, 1995.

Ashbell G, Donahaye E, Losses in Orange Peel Silage, Short Communication, Agricultural Wastes, Agricultural Research Organization, 1984; 11: 73-77.

Ashbell G, Lisker N, Chemical and Microbiological Changes Occurring in Orange Peels and in the Seepage During Ensiling, Agricultural Research Organization, Biological Wastes, 1987; 21: 213-220.

Ashbell G, Weinberg Zwi G, SILAGE PRODUCTION AND UTILIZATION, FAO, 2006 available on http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/pasture/eleclibrar_year.htm consulted 04/2013.

Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos (UNO), Razas ovinas, Pelibuey. (2010). Disponible en <http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/index.html> consultado 29/03/2013.

Asociación mexicana de criadores de ovinos, Plan rector del sistema productivo ovinos 2009, disponible en http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/sistema/pdf/plan_rector.pdf consultado en mayo de 2013.

Barahona RR, Condensed tannins in tropical forage legumes: their characterisation and study of their nutritional impact from the standpoint of structure-activity relationships, PhD Thesis, The University of Reading.1999;357.

Belibasakis NE, Tsirgoyianni D. Effects of dried citrus pulp on milk composition and blood components in dairy cows. Animal Feed Science Technology, 1996;69:87-92.

Canton GJ, Bores QR, Baeza RJ, Quintal FJ, Santos RR and Sandoval CC, Growth and Feed Efficiency of Pure and F1 Pelibuey Lambs Crossbred with Specialized Breeds for Production of Meat, Journal of Animal and Veterinary Advances, 2009; 8(1): 26-32.

- Canton, J. G. y J. A. Quintal Evaluation of growth and carcass characteristics of pure Pelibuey sheep and their cross with Dorper and Katahdin breeds, *Journal of Animal Science*, 2007 ;85: 571.
- Carrera CB, La ovino cultura en México: alternativa para los productores rurales?, *Avances*, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México 2008; 207: 1-17.
- Cook BG, Pengelly BC, Brown SD, Donnelly JL, Eagles DA, Franco MA, Hanson J, Mullen BF, Partridge IJ, Peters M, Schultze-Kraft R, The Production of Tropical Forages. CSIRO, DPI&F, CIAT and ILRI, 2005, Brisbane, Australia disponible en <http://www.tropicalforages.info> consultado 03/2013.
- Cortés CA, Celis GA, Ávila GE, Morales BE, Valor nutrimental de cuatro pastas de soya procesadas en diferentes estados de la república mexicana. *Vet.Méx*, 2002; 33(3).
- Cristino Cruz Lazo, Estrategias de alimentación y manejo de praderas para una producción eficiente de ovinos en trópico, segundo foro de ovinos de pelo, *SIPROV*, 2012; 7-22.
- Cuéllar HJA, Caracterización productiva predestete de corderos y ovejas de pelo en el trópico húmedo de México, (tesis de doctorado), Tabasco, México, COLEGIO DE POSTGRADUADOS, 2011.
- Cuéllar OJA, Perspectivas de la ovinocultura en México, Mem Segundo Seminario sobre Producción Intensiva de Ovinos, 2003. Villahermosa, Tabasco.
- Díaz A, Castillo E, Martín P y Hernández J, Comportamiento productivo de añojos Cebú en pastoreo de asociación de glycine (*Neonotonia wightii*) y pasto natural, suplementados con un activador de la fermentación ruminal, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 2005; (39) 3.
- Elliot R, McMeniman NP. Forages as Supplements. In: Hacker JB, Ternouth JH (Eds.). *The Nutrition of Herbivores*. Academic Press, Sydney, Australia, 1987, 409-428.
- Espinoza F, Araque C, León L, Quintana H y Perdomo E, Efecto del banco de proteína sobre la utilización del pasto estrella (*Cynodon lemfuensis*) en pastoreo con ovinos, *Zootecnia Tropical*, 2001;19(3): 307-318.
- FAO, Grassland Index, A searchable catalogue of grass and forage legumes, FAO 2011.
- FAO, suplementacion: complementos Alimenticios para Rumiantes, *Livestock, Environment and Development Initiative (LEAD)* Animal Production and Health Division, FAO, 1999

- Ferreira ML, Norberto Mario Rodriguez, Elzânia Sales Pereira, Augusto César de Queiroz, Roberto Daniel Sainz, Patrícia Guimarães Pimentel, Miguel Marques, Gontijo Neto, Chemical composition and ruminal degradation kinetics of crude protein and amino acids, and intestinal digestibility of amino acids from tropical forages R. Bras. Zootec., 2012;(41)3:717-725.
- Fondevila M, Nogueira-Filho JCM, Barrios-Urdaneta A. *In vitro* microbial fermentation and protein utilization of tropical forage legumes grown during the dry season, Animal Feed Science and Technology, 2002;95(1-2):1-14.
- González G, Torres H, Arece G, Ganancia de peso de ovinos alimentados con pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) suplementados con diversas fuentes de proteína, Avances en investigación agropecuaria, 2011; 15(3): 3-20.
- Hadjipanayiotou M, Louca A. A note on the value of dried citrus pulp and grape marc for barley replacement in calf fattening diets. Animal Production, 1976;23: 29-132.
- Hadjipanayiotou M. *The feeding value of peanut hay and silage made from peanut shells and citrus pulp with the addition of urea. Miscellaneous Reports.* Cyprus Agricultural Research Institute, 1988;3:8.
- Hadjipanayiotou M., Sanz-Sampelayo MR. The Utilization of nutrients for growth in goat kids and lambs: Aspects to be Considered. Options Mediterraneennes, Series A (CIHEAM), 1997;34:233-242.
- Hernández I, Milera M, Simón L, Hernández D, Iglesias J, Lamela L, Toral O, Matías C, Francisco G. Avances en las investigaciones en sistemas silvopastoriles en Cuba. En Rosales MM, Murgueitio E, Osorio H, Speedy A, Manuel Sánchez M (Eds.) Conferencia Electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. Pags. 47-59. 2001. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aqa/agap/frg/AGROFOR1/hernand4.pdf> . Consultado el 13 de febrero, 2013
- Heuzé V, Tran G, Giger-Reverdin S, Lebas F. *Perennial soybean (Neonotonia wightii)*. Animal feed resources information system, A programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO, 2012. disponible en <http://www.feedipedia.org/node/293> [consultado May 30,2013].
- Holder JM, Milk production from tropical pastures. Tropical Grasslands,. C.S.I.R.O. Pasture Research, Eskdale District L. 't Mannelje, 1967; 1 (2): 135-141.
- Huerta BM, Requerimientos nutricionales de ovinos Pelibuey y de Lana, II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, XI Congreso Nacional de Producción Ovina, 2002, Mérida (Yucatán), México.

- Ibrahim M, Villanueva C, Mora J, Traditional and improved silvopastoral systems and their importance in sustainability of livestock farms, Proceedings of an international congress on silvopastoralism and sustainable management, april 2004, Lugo Spain.
- Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria (INTA), Suplementación con granos a bovinos en pastoreo, La Pampa, Argentina, 2003 disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/67-suplementacion_con_granos_en_pastoreo.pdf consultado 04/2013.
- Kucsevsa CD, Balbuena O, Suplementación de bovinos para carne, instituto nacional de tecnología agropecuaria 2011.
- Lara PSJ, Producción de Ovinos de Pelo en el país, la revista del borrego, 2007: (46) disponible en <http://www.borrego.com.mx/archivo/n46/f46pelo.php>, consultado en 03/2013.
- Macedo BR, Comportamiento productivo de ovejas Pelibuey, La revista del borrego, 2007; (46) disponible en <http://www.borrego.com.mx/archivo/n46/f46pelibuey.php> consultado en 04/2013.
- Magaña MJG, Silva MC, Algunas consideraciones para el mejoramiento de los sistemas de producción de ganado, bioagrocencias, 1999; (2)1:13-22.
- Mero RN, Udén P, Promising tropical grasses and legumes as feed resources in Central Tanzania. I. Effect of different cutting patterns on production and nutritive value of six grasses and six legumes. Tropical Grasslands, 1997; 31 (6): 549-555
- Minson DJ. The Chemical Composition and Nutritive Value of Tropical Grasses. En Percy JS, Riveros F (Eds.). Tropical Grasses. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Plant Production and Protection Series No 23. Rome: 1990:163-170.
- Mupangwa JF, Ngongoni NT, Topps JH, Acamovic T, Hamudikuwanda H, Ndlovu LR, Dry matter intake, apparent digestibility and excretion of purine derivatives in sheep fed tropical legume hay, Small Ruminant Research, 2000; 36:26-268.
- Nam IS, Garnsworthy PC, Ahn JH, Effects of freeze-dried citrus peel on feed preservation, aflatoxin contamination and in vitro ruminal fermentation, Asian - Australasian Journal of Animal Sciences 2009; 22(5):674-680.
- NRC. 1985. Nutrient requirements of sheep. National Academy Press, Washington, D. C.

- Ørskov ER, Mc Donald I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Sciences Cambridge*, 1979;92:499-503
- Pengelly BC, Benjamin AK, *Neonotonia wightii* (Wight & Arnott) Lackey. Record from Proseabase, Mannetje L't and Jones RM. (Editors). PROSEA (Plant Resources of South-East Asia) Foundation, Bogor, Indonesia, 1992 disponible en http://proseanet.org/prosea/e-prosea_detail.php?frt=&id=1903 [consultado 03/2013].
- Pérez HP, Arrieta GA, Candelaria MB, Arroniz SA, Caracterización del sistema producto ovino en el estado de veracruz, estudio estratégico, Fundación Produce Veracruz: 2010.
- Perón N, Limas T y Fuentes JL, El ovino Pelibuey de Cuba revisión bibliográfica de algunas características productivas, *Revista Mundial de Zootecnia* (FAO). 1991; 66 ; 32-40.
- Rihani N, W N Garrett and R A Zinn, Effect of source of supplemental nitrogen on the utilization of citrus pulp-based diets by sheep, *J ANIM SCI*, 1993; 71:2310-2321.
- SAGARPA, Servicio de Información Alimentaria y Pesquera, 2008 disponible en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&layout=373 consultado 04/2013.
- Salcedo DG, Suplementación de vacas lecheras en pastoreo, III jornadas de alimentación animal, Dpto. de tecnología agraria del I.E.S "La Granja" 39792 Heras, Cantabria, 2004.
- Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Aprovechamiento de esquilmos y subproductos en la alimentación del ganado, (SAGARPA).2000.
- Silva AG, Wanderley A, Pedroso RC, Ashbell G. Ruminant digestion kinetics of citrus peel, *Animal Feed Science and Technology*, 1997;68(3-4):247-257.
- SIPROV-SAGARPA, Sistema Producto Especie Ovinos Veracruzano, 2012, disponible en <http://www.siprover.com.mx/informacion.html> consultado en mayo de 2013.
- UDSA, Natural Resources Conservation Service, Plants database, 2011 available on <http://plants.usda.gov/java/charProfile?symbol=NEWI2> Consulted may 2013.
- Valles B. Producción de leche con leguminosas tropicales. *Bovino* 2007;13:1-10. Disponible en:

<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgz00g033.pdf> . [fecha de consulta febrero, 2013].

- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 1991;74:3583-3597.
- Vilar da Silva JH, Rodrigues MT , Teixeira R M, Campos J, Influência da Seleção sobre a Qualidade da Dieta Ingerida por Caprinos com Feno Oferecido em Excesso, *Rev. bras. zotec.* 1999; (28) 6: 1419-1423.
- Villanueva AJF, Herrera CF, Plascencia JR. Leguminosas Forrajeras: Un Recurso Sustentable para el Trópico Mexicano. INIFAP – CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. Folleto Técnico, 2010; 14: 56.
- Volanis M, Zoipopoulos P, Tzerakis K. Effects of feeding ensiled sliced oranges to lactating dairy sheep. *Small Ruminant Research*, 2004;53(1-2):15-21.
- Wattiaux MA, Howard WT, Alimentos para vacas lecheras, Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera, Universidad de Wisconsin-Madison, 2001, disponible en http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de_07.es.pdf consultado 04/2013.
- Wilson JR, Ford CW. Temperature influences on the growth, digestibility, and carbohydrate composition of two tropical grasses, *Panicum maximum* var. *Trichoglume* and *Setaria sphacelata*, *Australian Journal of Agricultural Research*, 1971; 22:563-571.
- Wing JM. Effect of physical form and amount of citrus pulp on utilization of complete feeds for dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 1974;58:63-69.